656
К93

В. А. ТИМОФЕЕВ, В. В. БУДАЕВ,
Н. Д. БОГИНСКИЙ, А. М. О'РУРК

КУРС ПРОМЫШЛЕННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

ГОССТРОЙИЗДАТ • 1939

НБ УДУНТ
(ДИТ)

Проф. В. А. ТИМОФЕЕВ, доц. Э. В. БУДАЕВ, доц. Н. Д. БОГИНСКИЙ,
проф. А. Н. О'РУРК

625.6/+69
К90

КУРС ПРОМЫШЛЕННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

ТОМ II

ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ И ТЯГА. СТАНЦИИ. ПРОЕКТИРОВАНИЕ. ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК

ПОД ОБЩЕЙ РЕДАКЦИЕЙ
Д-РА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК ПРОФ. А. А. КАМЕНСКОГО

Утверждено ГУУЗом НКЭП
в качестве учебного пособия для промтранспортных факультетов

Цена 14 р., пер. 2 р.

БИБЛИОТЕКА
№ 15591

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО СТРОИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
ЛЕНИНГРАД ГОССТРОЙИЗДАТ — 1939 МОСКВА

НБ УДУНТ (ДИТ)

Рецензенты: Доц. *И. И. Костин*
Инж. *Б. К. Блумберг*

Том II Курса промышленных железных дорог" является продолжением тома I, вышедшего в 1937 г., в котором рассматривались вопросы, относящиеся к устройству пути.

Данный том II содержит 4 отдела: 1) подвижной состав и тяга, 2) станции, посты и погрузочно-разгрузочные пункты промышленных железных дорог, 3) проектирование внутренних и внешних железнодорожных путей промышленных предприятий и 4) основы организации перевозок на промышленных железных дорогах.

Описание конструкций, схем, методов расчета и проектирования дано с учетом особых условий работы промышленных железных дорог нормальной и узкой колеи.

Книга предназначается для студентов факультетов промышленного транспорта и для инженеров, работающих в этой области.

Отв. редактор *А. А. Каменский* Техн. редактор *Ф. С. Селезнева* Корректор *Э. Д. Миркина*

Сдано в набор 5/II 1939 г. Подписано к печати 8/VII 1939 г.
Тираж 5 000 Формат бумаги 72 × 105 1/16
Уч.-авт. лист. 63,91 Автор. лист. 63,3
Печ. лист. 40 1/4 Бум. лист. 20 1/8
Колич. печатных знаков в бум. листе 124608. Индекс С—05-5-2
Бумага Горьковской ф-ки. Леноблгорлит № 3537 Заказ № 1239

2-я типография ГОНТИ им. Евгении Соколовой, Ленинград, пр. Красн. Командиров, 29.

НБ УДУНТ (ДИТ)

ОГЛАВЛЕНИЕ.

Стр.

Предисловие. 3

Отдел I.

ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ И ТЯГА.

Введение . 5

§ 1. Характер требований промышленного транспорта к подвижному составу . 5

Часть I.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРИЦЕПНОМ ПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ.

Глава I. **Основные элементы подвижного состава** 11

§ 2. Предназначение основных элементов подвижного состава 11
§ 3. Колесные пары 12
§ 4. Буксы 20
§ 5. Соединение букс с рамой . 25
§ 6. Группировка осей в повозке 27
§ 7. Сцепные и ударные приборы 29
§ 8. Автосцепка . . . 36

Глава II. **Прицепной подвижной состав промышленного транспорта** 40

§ 9. Общие сведения о прицепном подвижном составе промышленного транспорта 40
§ 10. Прицепной подвижной состав узкой колеи . . 46
§ 11. Прицепной подвижной состав широкой колеи 65
§ 12. Цистерны 85
§ 13. Моторные (самодвижущиеся) вагоны промышленного транспорта . 87

Часть II.

ЛОКОМОТИВЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ТРАНСПОРТА.

§ 14. Общие соображения о тяговых свойствах локомотивов 93

Глава III. **Промышленные паровозы** . 98

§ 15. Общие сведения об устройстве паровозов 98
§ 16. Некоторые теоретические соотношения в паровозном котле 106
§ 17. Ограничение силы тяги по котлу 108
§ 18. Общие понятия об устройстве паровой машины паровоза 110
§ 19. Наружные органы парораспределения 114
§ 20. Цилиндры, поршни и движущий механизм паровоза 119
§ 21. Ограничение силы тяги по машине 125
§ 22. Экипажная часть паровоза, колесные пары, тележки, рамы . 129
§ 23. Тендеры 133
§ 24. Понятие о главнейших типах паровозов 133
§ 25. Главнейшие данные о паровозах промышленного транспорта широкой и узкой колеи . 139

Глава IV. **Промышленные электровозы и основы электрической тяги** 148

§ 26. Общие сведения о применении электрической тяги в промышленном транспорте 148
§ 27. Системы привода ведущих осей в промышленных электровозах . . . 151
§ 28. Тяговые двигатели, общее понятие об их устройстве и характеристиках . 156
§ 29. Приборы и схемы управления промышленных электровозов 163
§ 30. Особенности промышленных электровозов в отношении устройства ходовых частей, рамы и кузова . . 174
§ 31. Типы промышленных электровозов 177
§ 32. Аккумуляторные электровозы промышленного типа 181

НБ УДУНТ (ДИТ)

Стр.

§ 33. Особые типы промышленных электровозов и специального моторного подвижного состава промышленного транспорта 184
§ 34. Некоторые данные по промышленным электровозам, изготовляемым в СССР 192

Глава V. **Локомотивы промышленного транспорта с двигателями внутреннего сгорания и сжатого воздуха** . . 193

§ 35. Общие сведения о тяговых свойствах мотовозов 193
§ 36. Классификация локомотивов с двигателями внутреннего сгорания 200
§ 37. Типы мотовозов и тепловозов промышленного транспорта 201
§ 38. Некоторые сведения о локомотивах с двигателями внутреннего сгорания, изготовляемых в СССР 206
§ 39. Локомотивы с двигателями сжатого воздуха 206

Глава VI. **Тяговые расчеты применительно к условиям промышленного транспорта** . . 210

§ 40. Соображения общего характера 210
§ 41. Уравнение движения поезда . . 212
§ 42. Сопротивление движению поезда 218
§ 43. Построение тяговой характеристики поезда 228
§ 44. Метод обобщения паровозных паспортов 230
§ 45. Универсальная характеристика тяговых двигателей 233
§ 46. Тормозная характеристика подвижного состава . 235
§ 47. Определение времени хода в различных случаях . . 237
§ 48. Методы приближенного интегрирования уравнения движения поезда 239
§ 49. Определение состава поезда 245
§ 50. Определение сцепного веса локомотива 246
§ 51. Определение расхода воды и топлива в случае паровой и мотовозной тяги 248
§ 52. Определение расхода энергии при электровозной откатке 250

Глава VII. **Неподвижное энергетическое оборудование электрифицированных участков промышленного транспорта** 251

§ 53. Общие сведения о тяговой контактной сети и подстанциях . . . 251
§ 54. Основные соображения о расчете мощности подстанций и выборе числа преобразовательных агрегатов 259
§ 55. Основы электрического расчета контактной сети . . 262
§ 56. Механические свойства подвески контактного провода 224
§ 57. Механический расчет контактной подвески 267
§ 58. Расчет опор для контактной сети и их заделки в грунт 274

Отдел II.

СТАНЦИИ, ПОСТЫ И ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫЕ ПУНКТЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ.

Глава I. **Классификация путевого развития промышленных предприятий** 277

§ 1. Значение правильного развития путевой сети железнодорожного транспорта промышленных предприятий 277
§ 2. Основные виды, назначение и функции путевого развития . 279

Глава II. **Основные схемы взаимного расположения железнодорожных станций промышленности и НКПС** . 283

§ 3. Объединенные станции 283
§ 4. Раздельные станции 284
§ 5. Примеры взаимного расположения станций 286

Глава III. **Требования, подлежащие учету при построении принципиальной схемы путевого развития** . . . 290

§ 6. Общие требования к схемам путевого развития 290
§ 7. Требования к взаимному расположению устройств путевого развития . 291
§ 8. Требования, вытекающие из взаимодействия внутристанционных передвижений 294
§ 9. Требования, предъявляемые организацией движения на данном путевом развитии . . 300

НБ УДУНТ (ДИТ)

Стр.

Глава IV. **Принципиальные схемы путевого развития железных дорог общего пользования (НКПС)** 300

§ 10. Разъезды и обгонные пункты 300
§ 11. Малые станции 302
§ 12. Сортировочные станции 304
§ 13. Достоинства и недостатки схем 313
§ 14. Расположение на схеме станции главных путей 314

Глава V. **Принципиальные схемы путевого развития промышленных железных дорог** 315

§ 15. Разъезды, обгонные пункты и малые станции 315
§ 16. Посты 315
§ 17. Станции промышленных предприятий 317
§ 18. Станции примыкания 319
§ 19. Путевое развитие погрузочно-разгрузочных пунктов 322

Глава VI. **Варианты, сравнение и выбор принципиальной схемы путевого развития** . . 343

§ 20. Этапы проектирования и варианты . . . 343
§ 21. Общие положения по сравнению вариантов 344

Глава VII. **Исходные технико-экономические данные для расчета путевого развития промышленных железных дорог** . . 345

§ 22. Косая таблица грузооборота 345
§ 23. Косая таблица вагонооборота и поездооборота . 348

Глава VIII. **Аналитический расчет путевого развития промышленных железных дорог** . . 351

§ 24. Общие положения 351
§ 25. Расчет числа путей в приемо-отправочных парках станции и постов 351
§ 26. Число путей сортировочного парка 356
§ 27. Расчет пропускной способности горловин 358
§ 28. Расчет пропускной способности вытяжек 359
§ 29. Пропускная способность погрузочно-разгрузочных фронтов 359
§ 30. Полезная длина парковых путей и погрузочно-разгрузочных фронтов 360

Глава IX. **Графический расчет загруженности путевого развития промышленных железных дорог** 360

Глава X. **Основные строительно-путевые элементы путевого развития промышленных железных дорог** 366

§ 31. Пути промышленных предприятий 366
§ 32. Габарит и расстояние между осями путей 366
§ 33. Стрелочные переводы и парки . . . 373
§ 34. Расположение в продольном профиле 374
§ 35. Расположение в поперечном профиле и водоотвод 375
§ 36. Расположение в плане 375
§ 37. Станционные здания 375
§ 38. Прочие устройства 377

Глава XI. **Последовательность составления проекта** . 377

Отдел III.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВНУТРЕННИХ И ВНЕШНИХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПУТЕЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.

Глава I. **Общие установки** . 381

§ 1. Стадии проектирования 381
§ 2. Общая методика сравнения вариантов 382
§ 3. Особенности проектирования промышленных железных дорог 386

Глава II. **Проектирование подъездных путей** 388

§ 4. Область применения железных дорог 388
§ 5. Основные технические условия проектирования подъездных путей 390

НБ УДУНТ (ДИТ)

Стр.

§ 6. Выбор ширины колеи . . 399
§ 7. Выбор руководящего уклона 402
§ 8. Выбор места примыкания к сети НКПС 411
§ 9. Электрификация подъездных путей . 416
§ 10. Проектирование продольного профиля 417
§ 11. Состав проекта подъездного пути . . 424

Глава III. **Проектирование внутризаводской железнодорожной сети** 428

§ 12. Общие основы проектирования генерального плана промышленного предприятия 428
§ 13. Выбор вида транспорта 431
§ 14. Основные принципы построения железнодорожной сети . . 433
§ 15. Технические условия проектирования железнодорожной сети 441
§ 16. Вертикальная планировка площадки 445
§ 17. Координирование железнодорожных путей и генерального плана 451
§ 18. Состав проекта 453

Отдел IV.

ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОК НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ.

Введение . 462

Глава I. **Грузооборот, пассажирооборот, грузовые и пассажирские потоки** 464

§ 1. Грузооборот и пассажирооборот 464
§ 2. Равномерность и сезонность грузооборота 465
§ 3. Грузовые и пассажирские потоки 467
§ 4. Методы изображения грузовых и пассажирских потоков 468
§ 5. Вагонные потоки . . . 472

Глава II. **Планирование грузовых перевозок** 474

§ 6. Общие основы планирования перевозок 474
§ 7. Планирование грузовых перевозок на промышленных предприятиях 475
§ 8. Проверка выполнения планов и их анализ 480

Глава III. **График движения** 481

§ 9. График — как основной метод организации движения . 481
§ 10. Контактный и другие виды графиков 486
§ 11. Измерители графика . 492

Глава IV. **Организация поездного движения** . 494

§ 12. Общие положения . . . 494
§ 13. Маршрутизация поездов 497

Глава V. **Организация маневровой работы** 500

§ 14. Маневры на промышленном транспорте 500
§ 15. Принципы организации маневровой работы на промышленном транспорте 505
§ 16. Способы производства маневров 508
§ 17. Маневры по расформированию (сортировке) при помощи локомотива 508
§ 18. Маневры расформирования силой тяжести 509
§ 19. Маневры формирования, передаточные, грузовые и мелкие при помощи локомотива 510
§ 20. Подсчет требуемого количества маневровых локомотивов и учет их работы. Стахановские достижения 511
§ 21. Маневры при помощи неподвижных механических двигателей 514

Глава VI. **Организация специальных перевозок на промышленном транспорте** 521

§ 22. Организация пассажирского движения 521
§ 23. Особые перевозки 522
§ 24. Перевозки в контейнерах 523

Глава VII. **Работа подвижного состава** 524

§ 25. Локомотивный и вагонный парки 524
§ 26. Оборот, пробеги и простои локомотивов 525

НБ УДУНТ (ДИТ)

Стр.

§ 27. Подсчет требуемого для движения количества локомотивов 527
§ 28. Оборот, пробеги и простои вагонов 530
§ 29. Подсчет требуемого для движения вагонного парка предприятия . 537

Глава VIII. **Контроль, учет и анализ работы подвижных средств** . 539

§ 30. Контроль и учет . . . 539
§ 31. Измерители и их анализ . 540

Глава IX. **Организация управления промышленным транспортом** 543

§ 32. Общие положения 543
§ 33. Схемы административного деления для транспорта разных промышленных предприятий 544
§ 34. Центральное командование перевозками 546

Глава X. **Пропускная способность** 552

§ 35. Понятие о пропускной способности 552
§ 36. Определение пропускной способности рельсовых перегонов и линий при параллельном движении 553
§ 37. Определение пропускной способности рельсовых перегонов и линий при непараллельном движении 555
§ 38. Пропускная способность совмещенных путей 556
§ 39. Методы развития пропускной способности 557
§ 40. Организационно-технические методы увеличения пропускной способности 558
§ 41. Методы увеличения пропускной способности, относящиеся к усилению подвижных средств 562
§ 42. Методы увеличения пропускиой способности, относящиеся к изменению неподвижных устройств 563

Глава XI. **Экспедиторские операции. Оформление перевозок** 566

§ 43. Экспедиция . . . 566
§ 44. Оформление перевозок 567
§ 45. Взаимоотношения с магистральным транспортом 567

Глава XII. **Организация безопасности движения** 569

§ 46. Основные положения 569
§ 47. Борьба с крушениями, авариями и нарушениями ПТЭ 572

ПРИЛОЖЕНИЯ:

1. Временные нормы для расчета путевого развития заводских сортировочных станций 574
2. Технологический процесс работы сортировочных участковых и грузовых станций 576
3. Технические условные обозначения на планах и проектных чертежах станций 595
4. Проект путевого устройства малой станции 598
5. Схемы стрелочных переводов, съездов и улиц на промышленных железных дорогах 599
6. Нормальный подробный продольный профиль 613
7. Условные обозначения на продольных профилях 614
8. Сводная смета к техническому проекту на сооружение железнодорожной линии 615
9. Эксплоатационная смета к техническому проекту железнодорожного транспорта 630
10. Примерная величина расходных ставок при выборе наивыгоднейшего руководящего уклона 637

559

НБ УДУНТ (ДИТ)

ПРЕДИСЛОВИЕ.

Второй том курса промышленных железных дорог является непосредственным продолжением первого тома и содержит следующие отделы: 1) подвижной состав и тяга, 2) станции, посты и погрузочно-разгрузочные пункты промышленных железных дорог, 3) проектирование внутренних и внешних железнодорожных путей промышленных предприятий и 4) основы организации перевозок на промышленных железных дорогах.

Основные установки, принятые при составлении I тома, и здесь остаются в полной силе.

Предмет излагается применительно к программам соответствующих курсов эксплоатационно-строительной специальности факультета промышленного транспорта Ленинградского индустриального института. Промышленные железные дороги рассматриваются как неотъемлемый элемент производственного процесса, и в зависимости от этого оттеняются все особенности, отличающие их от магистральных железных дорог.

Эти особенности остаются в полной силе для всех отделов курса, и потому введение, помещенное в I томе, является общим для всего курса, включая и II том.

Помимо этого, в каждом отделе есть небольшая вводная часть, подчеркивающая влияние технологического процесса и отражение его в методах расчета и проектирования, в конструкциях и типах.

Основными отделами всего курса являются: „Устройство железнодорожного пути“ и „Подвижной состав и тяга“. Они наиболее разработаны и изложены с наибольшей полнотой. Устройству пути посвящен весь I том, подвижной состав и тяга занимают бóльшую часть настоящего II тома.

Предположенный ранее отдел „Механизации погрузки и выгрузки железнодорожных вагонов“ после пересмотра плана издания решено было исключить из данной книги и выпустить отдельным изданием.

В отделе „Подвижной состав и тяга“ рассмотрены все виды тяги, типы локомотивов и прицепного подвижного состава, имеющие применение в промышленном транспорте.

Отдел „Основы организации перевозок на промышленных железных дорогах“ в данном издании не является основным, и потому изложение дано в сжатом виде. Отделы „Проектирование внутренних и внешних железнодорожных путей промышленных предприятий“ и „Станции промышленных железных дорог“ в отношении некоторых вопросов еще требуют научно-исследовательской проработки, и потому дано лишь краткое изложение существующих в настоящее время основных установок и схем.

НБ УДУТ (ДИТ)

Подобно I тому, эта книга явится пособием для студентов, послужит основанием для последующих более полных и подробных изданий и даст ряд полезных сведений для инженеров, работающих в области промышленного транспорта.

Курс составлен коллективом авторов, а именно: проф. В. А. Тимофеевым— „Подвижной состав и тяга", доц. Э. В. Будаевым — „Станции, посты и погрузочно-разгрузочные пункты промышленных железных дорог", доц. Н. Д. Богинским — „Проектирование внутренних и внешних железнодорожных путей промышленных предприятий" и проф. А. Н. О'Рурк — „Основы организации перевозок на промышленных железных дорогах".

При составлении книги в большой степени использованы материалы треста Промтранспроект.

Курс промышленных железных дорог представляет собой первый этап систематического изложения этой новейшей отрасли транспортной техники, и потому некоторые недочеты неизбежны. Авторы просят сообщить о всех замеченных недостатках в Ленинградский индустриальный институт, факультет промышленного транспорта.

Д-р технических наук проф. *А. А. Каменский*

НБ УДУНТ (ДИТ)

ОТДЕЛ I

ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ И ТЯГА

Проф. В. А. Тимофеев

ВВЕДЕНИЕ.

§ 1. Характер требований промышленного транспорта к подвижному составу.

В настоящем отделе данного курса мы будем рассматривать главнейшие элементы подвижного состава, особенности его в различных условиях промышленного транспорта и, кроме того, те условия и явления, которые имеют место при обращении подвижного состава по рельсовому пути.

Под термином „подвижной состав“ мы будем понимать все те повозки, которые, обращаясь по рельсовым путям промышленного транспорта, предназначены либо для перевозки грузов (в некоторых случаях и пассажиров), либо лишь для перевозки других повозок (локомотивы), либо, наконец, для передвижения самих себя при наличии в этом последнем случае таких устройств, которые служат для помещения грузов. Повозки этой последней категории, имеющие возможность не только самостоятельно перевозить содержащийся в них груз, но и передвигать, кроме самих себя, и прицепленные к ним другие повозки, обладают, благодаря указанному свойству, характерными особенностями и локомотивов и вагонов, поэтому их можно было бы именовать „локомотиво-вагонами“, но мы в дальнейшем для этой категории подвижного состава будем применять более распространенный в современной технической литературе термин, называя подобного рода повозки моторными вагонами.

Моторные вагоны, независимо от рода тяги, могут быть разделены на пассажирские (наиболее известный и распространенный тип этих повозок в городском и пригородном транспорте) и грузовые вагоны; последние, естественно, для промышленного транспорта имеют большее значение.

Не касаясь пока рода тяги, заметим, что специфические черты и особенности промышленного транспорта наиболее выпукло и характерно сказываются именно в подвижном составе. Действительно, если вспомнить, что указанные в I томе настоящего курса требования подчиненности всего транспортного механизма промышленного предприятия условиям технологического процесса самоочевидны, то тогда также станет очевидным и то, что наиболее тесно эти требования связаны с теми элементами транспортного механизма, которые непосредственно служат для приема, вмещения и передвижения перевозимого груза, т. е. с прицепным и локомотивным подвижным составом.

В большей, конечно, степени это относится к прицепному подвижному составу, т. е. к вагонам, и в меньшей на первый взгляд — к локомотивам; однако, как будет видно из дальнейшего, есть много примеров, когда специфика промышленного транспорта ставит очень определенные и жесткие требования именно к локомотивам, диктуя иногда не только совершенно определенный тип локомотива, но и самый род тяги.

Вопрос этот шире, чем может показаться читателю на первый взгляд.

Уже при изложении вводной части настоящего курса (см. I том) подчеркивалось многообразие проблемы промышленного транспорта и отмечались наиболее характерные его особенности, сказывающиеся на характере его оборудования,

НБ УДУНТ (ДГТ)

расположения и работы. Здесь уместно будет подчеркнуть еще раз эти моменты, но под углом зрения их влияния именно на подвижной состав.

Несмотря на многообразие применения рельсового транспорта в промышленности, возможно свести его к трем наиболее крупным и характерным группам или категориям, как-то: промышленный транспорт сырьевых баз (открытые и подземные разработки полезных ископаемых — рудных или нерудных, безразлично, торфоразработки, лесные разработки и т. п.), транспорт внутризаводской и междуцеховой и, наконец, последняя группа — подъездные пути от сети магистральных железных дорог до промышленных предприятий первой и второй категории.

Рассмотрим под указанным углом зрения все три вышеприведенные группы или категории промышленного транспорта.

Для транспорта сырьевых баз самым существенным является то, что в большинстве случаев перевозки имеют совершенно замкнутый характер, так как добываемое из недр земли то или иное полезное ископаемое только в виде исключения может быть отправлено без перегрузки на рельсовые пути общего пользования, — обычно этот род груза должен пройти через какой-то производственный процесс (сортировка, обогащение и т. п.), что вызывает непременную выгрузку его в границах данного предприятия и — по выполнении какого-либо производственного процесса — погрузку на тот или иной вид транспорта общего пользования.

Это обстоятельство приводит к тому, что даже там, где, как в открытых разработках горнорудной промышленности, непосредственное соединение широкой колеей места добычи с общесоюзной сетью железных дорог было бы технически вполне возможно, оно весьма часто не имеет по существу дела особых преимуществ и даже может в некоторых случаях (для некоторого вида карьеров очень обычных) привести к чрезвычайно неудачным последствиям.

На открытых разработках применение широкой (нормальной для СССР 1524 *мм*) колеи нецелесообразно по требованиям геолого-топографического характера и по условиям работы и устройства погрузочно-добычных снарядов. На торфоразработках подобное же положение диктуется и другими соображениями, так как требование осуществить перевозки на болотных путях при нагрузках на ось небольшой, вообще говоря, величины, а также и малый объемный вес торфа приводят к тому, что подвижной состав в этом случае имеет небольшую емкость, следовательно и грузоподъемность, что, совместно с другими производственными условиями, приводит, в свою очередь, к применению транспорта и по узкоколейным путям. Ширина колеи на торфоразработках у нас в СССР обычно равна 750 *мм*, но за последнее время тенденция укрупнения транспортных средств торфоразработок заставляет поднять вопрос и о ширине колеи в 1000 *мм*.

Что касается подземного транспорта, то здесь замкнутость транспортного цикла создается самим расположением всех транспортных устройств под землей, что влечет за собой в большинстве случаев, как неизбежное следствие, необходимость подъема полезного ископаемого на поверхность земли.

Это следствие приводит к не требующему никаких доказательств факту, что применять широкую колею в условиях подземных работ нерационально с чисто технической точки зрения, не говоря уже о крупнейших затратах, которые повлекла бы за собой такая попытка.

Как правило, ширина колеи здесь много уже нормальной, и, несмотря на все старания по возможности унифицировать ее, существующий стандарт ширины колеи в СССР установил три цифры: 600, 750 и 900 *мм*. Впрочем, и это следует считать большим достижением, так как до стандартизации ширины колеи на подземных разработках СССР существовало реально несколько десятков различных колей, разнящихся друг от друга иногда несколькими миллиметрами.

Это обстоятельство лишний раз подтверждает замкнутую цикличность перевозок, не связанную с транспортом по поверхности.

Эта замкнутость или цикличность, называемая иногда в немецкой литературе маятниковым движением поездов (Pendelzugbewegung), позво-

НБ УДУНТ (ДНТ)

ляет осуществить и даже, можно сказать, вызывает очень тесную увязку типа подвижного состава, его емкости и грузоподъемности, ширины колеи и тяговых условий с чисто производственными требованиями — производительностью, или, точнее, интенсивностью погрузки подвижного состава, системой горных работ и геологическими и топографическими условиями залегания полезного ископаемого.

С точки же зрения трассы эта категория путей промышленного транспорта характеризуется также чрезвычайным разнообразием требований, предъявляемых трассой к подвижному составу. Если взять за наиболее характерный параметр наименьший радиус кривой, то мы будем иметь в условиях подземного горно-рудного транспорта при ширине колеи 600—750 *мм* радиусы порядка 8—15 *м*, на открытых разработках при колее 750 *мм* 15—25 *м*, при метровой колее 40—50 *м* и при нормальной колее шириной 1524 *мм* 70—80 *м*.

Вполне понятно, что подобные весьма тяжелые условия требуют и от подвижного состава, обращающегося на данных предприятиях, специального устройства ходовых частей, позволяющего без особых затруднений и достаточно надежно проходить или „вписываться" в эти кривые.

Требования с точки зрения ширины колеи и наименьшего радиуса кривой, очевидно, одинаково безусловны как применительно к прицепному подвижному составу, так и к локомотивному.

Такими же безусловными требованиями являются и габариты, причем здесь следует заметить, что в условиях сырьевых баз габаритные ограничения обычно бывают довольно тяжелыми. Не говоря уже о габаритных ограничениях подвижного состава в подземном рудничном транспорте, где при ширине колеи 600—750—900 *мм* высота прицепного подвижного состава не должна быть больше 1200 *мм* от уровня головки рельса, а ширина подвижного состава не больше 1250 *мм*[1], даже на транспорте по поверхности, например на открытых разработках, в случае применения многоковшевого экскаватора необходимость прохода поезда при погрузке сквозь портал экскаватора требует известного ограничения высоты и ширины.

Таким образом и приведенных данных достаточно для того, чтобы понять необходимость для этих специфических условий пользоваться специфическим же подвижным составом. Но, кроме того, на особенность устройства подвижного состава еще серьезнее влияют чисто производственные условия и в первую очередь род перевозимого груза и требования относительно погрузки и выгрузки.

Подчеркнутая выше цикличность перевозок и вызванная отчасти этим обстоятельством, отчасти общими требованиями производства, тенденция ускорить процесс оборота транспортного оборудования приводят к необходимости в громадном большинстве случаев иметь прицепной подвижной состав, приспособленный, во-первых, для быстрой погрузки навалом сверху (следовательно открытый, типа так называемых полувагонов), во-вторых, приспособленный для быстрой разгрузки, т. е. либо саморазгружающийся, либо такого устройства, которое позволяло бы ему достаточно быстро и удобно разгружаться в специальных неподвижных устройствах, т. е. опрокидах или других механических вагоноразгружателях.

Кроме того в некоторых случаях производственные условия могут выдвигать требования, совершенно не имеющие места на магистральном железнодорожном транспорте, как, например, в подземном транспорте наличие „газовой опасности", вследствие возможности взрыва среды, в которой совершается движение, заставляет применять тягу аккумуляторными газобезопасными электровозами или сжатым воздухом; наличие пожарной опасности на лесных и торфяных разработках требует применения электрической или тепломотовозной тяги или особых мер по уничтожению искрообразования в паровозах и т. д. Подобного рода ограничения, например при входе поезда в склады, сараи и некоторые цеха, также должны быть учтены при проектировании или даже лишь при выборе надлежащего типа локомотива для данных производственных условий.

[1] За последнее время эта величина допускается до 1320 *мм*.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Ограничившись пока этими принципиальными соображениями относительно характерных для подвижного состава условий на промышленных предприятиях первой группы типа сырьевых баз, мы перейдем к рассмотрению таких же особенностей транспорта обрабатывающей промышленности, т. е. к так называемому внутризаводскому и междуцеховому транспорту.

Прежде всего здесь является характерной непосредственная связь рельсовой сети предприятия (по крайней мере на крупных предприятиях типа наших советских металлургических и металлических гигантов) с общесоюзной сетью железных дорог, так как обычно такие предприятия получают не все сырье на месте, а некоторые грузы должны поступать непосредственно на те или иные цеха. Следовательно, это, в свою очередь, вызывает надобность в подвижном составе нормальной колеи, а также требует габарита дорог общего пользования, чтобы избежать всегда дорого стоящей и к тому же отнюдь не необходимой по условиям производственного процесса перегрузки сырья или тех или иных грузов.

В условиях правильно спланированного внутризаводского и междуцехового транспорта осуществление этих требований не встречает обычно особых препятствий, и единственной существенной особенностью трассировки данных путей является обилие кривых, иногда кривых малых радиусов (сравнительно с магистральными железными дорогами) и довольно крутых стрелочных переводов.

Это последнее обстоятельство ставит повышенные требования к условиям вписывания подвижного состава в кривые, почему специальный подвижной состав, в случае применения его на замкнутых маршрутах внутризаводских рельсовых путей, соединяющих отдельные цеха, должен обладать малой жесткой базой.

Требования бесперегрузочного сообщения с магистральными дорогами приводят к тому, что нагрузки на ось соответственно повышаются, подходя к цифрам, принятым на дорогах общего пользования.

Фабрично-заводские условия обычно не ставят препятствий этому, допуская в большинстве случаев устройство верхнего строения пути, удовлетворяющего этим требованиям.

При проектировании и постройке некоторых искусственных сооружений, например разгрузочных или погрузочных эстакад, может только получиться некоторое удорожание сооружения из-за больших нагрузок на ось, что, однако, в громадном большинстве случаев окупается удобствами пользования на внутризаводских путях подвижным составом нормальной колеи.

Уместно остановиться на особенностях фабрично-заводских путей с точки зрения тяговых условий, а именно — продольного профиля.

По этому поводу можно заметить, что при планировании и постройке новых мощных и рационально запроектированных заводов условия профиля заводских путей настолько в общем благоприятны, что являются большей частью легче магистральных, за исключением путей, соединяющих отдельные террасы промплощадок, где применяются весьма крутые уклоны.

Некоторым исключением, пожалуй, являются упомянутые уже выше разгрузочные эстакады, или площадки, например ведущие к бункерам котельных электростанций, где для уменьшения строительных и земляных работ по подходам к этим пунктам, обыкновенно расположенным на высоте нескольких метров (к тому же в стесненных условиях), приходится прибегать к значительным подъемам порядка 15—30‰.

Иногда на заграничных предприятиях приходится наталкиваться на случаи, когда в виду стесненных местных условий потребовалось применение зубчатой тяги на подъем к эстакаде. Это, естественно, вызвало применение особого типа локомотива (чаще всего электровоза, реже мотовозов и паровозов) для движения по путям с зубчатой рейкой, способного, однако, передвигаться и по гладким рельсовым путям.

В отношении составов поездов и характера работы с вагонами локомотиву приходится совершать операции, близкие к маневровым.

НЕ УДУЕТ (ДИТ)

По своей величине составы в среднем меньше тех, которые обращаются на внезаводской территории, т. е. на подъездных путях, доходя иногда в некоторых междуцеховых перевозках до нескольких вагонов, что имеет свои причины, связанные непосредственно с условиями производственного процесса. Этот последний в отдельных случаях для замкнутых маршрутов также налагает на подвижной состав, обслуживающий эти маршруты, требования, сильно сказывающиеся на конструктивных особенностях подвижного, в особенности прицепного, состава. Так, например, в металлургической промышленности встречается надобность в перевозке жидкого металла, горячих слитков, изложниц, шлака и тому подобного специфического груза, который требует и специального подвижного состава. Подобно этому, в химической промышленности имеют место перевозки кислот или таких навалочных грузов, которые также требуют известных мер для хранения и перевозки, поэтому и на внутризаводском транспорте весьма часто следует считаться с необходимостью удовлетворить совершенно определенные и очень жесткие, добавим, требования либо относительно устройства вместилища (кузова), служащего для перевозки груза, либо относительно тех или иных конструктивных особенностей самой повозки, либо, как это имеет место на металлургических заводах, в отношении своеобразного способа соединения отдельных повозок друг с другом. При решении проблемы механизации перевозки кокса или руды со складов в скиповые ямы доменных печей применяются так называемые трансферкары, являющиеся специальными саморазгружающимися электрическими моторными вагонами с приспособлением не только для пневматической разгрузки самого кузова, но и для проталкивания вагонов, стоящих на соседнем пути в случае отсутствия там локомотива.

На заводах тяжелого машиностроения (а также и на металлургических) требования перевозки громоздких предметов (больших поковок и т. п.) приводят к необходимости создать совершенно особый и с точки зрения кузова и в особенности с точки зрения устройства ходовых частей самой повозки тип вагона-транспортера.

Менее специфичны в данной группе промышленных предприятий локомотивы, хотя следует отметить, что более внимательный анализ показал бы, что и самый распространенный и известный локомотив-паровоз в условиях специфических перевозок металлургических и иных предприятий приобретает некоторые существенные особенности.

Наиболее же резко сказывается это обстоятельство в специальных заводских локомотивах при другом роде тяги — электрической. Так, например, применяющиеся в большинстве металлургических предприятий электровозы для коксотушения представляют собою, как будет видно в дальнейшем изложении настоящего курса, совершенно специализированные тяговые единицы, имеющие в отношении рода тока, устройства кузова, привода, габаритов и даже общего размещения всех основных элементов оборудования совершенно иные черты и совершенно особые способы решения обычных конструктивных задач железнодорожного локомотивостроения.

Кроме того следует подчеркнуть, что в условиях внутризаводского транспорта (особенно для металлургических заводов и заводов тяжелого машиностроения) чрезвычайно характерны большие нагрузки на ось, иногда превышающие (37,5 *т* на ось) даже нагрузки магистральных железных дорог общего пользования при очень мощных паровозах и вагонах.

Таким образом и в случае внутризаводского транспорта имеются свои характерные производственные директивы, которые также в отдельных случаях накладывают специфический отпечаток на подвижной состав в отношении его устройства, иногда габарита, тяговых и других существенных для вопроса условий.

Что же касается последней крупной категории промышленного транспорта — подъездных путей, то последние, по сути дела, мало чем отличаются от устройства магистральных железных дорог. Подъездные пути, предназначенные для непосредственного соединения с магистральными дорогами, естественно, имеют

НБ БГУТ (ДГТ)

ту же широкую колею (1524 *мм*) и должны быть приспособлены для обращения по ним того же подвижного состава, что и на дорогах нормальной колеи, следовательно, вопрос о каких бы то ни было трудностях габаритного характера отпадает.

Каких-либо производственных требований к устройству прицепного подвижного состава, зависящих от самих подъездных путей, нельзя ожидать, и поэтому в данном случае влияние „окружающих условий" на подвижной состав можно ожидать лишь в отношении тяговых свойств локомотивов и веса состава поездов, для тяги которых эти локомотивы предназначены.

Эти тяговые условия тесно связаны с проблемой продольного профиля, трассы и весом поезда, и в этом отношении можно сказать следующее.

В большинстве случаев при проектировании заводские площадки вновь сооружаемых предприятий располагаются при непременном принятии во внимание технических условий НКПС, и тем самым, очевидно, предопределяется тот факт, на который уже указывалось выше, т. е. что профиль (в смысле руководящего подъема) и трасса (в смысле наименьшего радиуса закруглений) в общем не представляют особых трудностей и имеют характеристики, аналогичные железнодорожным.

То обстоятельство, что скорости на подъездных путях бывают по сути дела ниже скоростей, достигаемых на сети магистральных железных дорог, обусловливает возможность некоторого облегчения характеристик данных участков как с точки зрения подъема и радиусов закруглений, так и с точки зрения прочности верхнего строения пути и объема искусственных сооружений.

Сказанное усугубляется еще тем соображением, что на громадном большинстве подъездных путей СССР применяется до сих пор паровая тяга, так как до сих пор эксплоатация этих участков принадлежала НКПС и всегда имелась склонность, ради общехозяйственных интересов, объединить эксплоатацию подъездных путей с мощным эксплоатационным и тяговым аппаратом магистральных линий, работающих в большинстве случаев на паровой тяге.

В отношении состава поезда подъездные пути также не представляют каких-либо существенных особенностей. Большое значение, которое имеет маневровая работа при формировании составов на предприятии, для обслуживания нужд которого сооружается подъездной путь, обусловливает тот обычный факт, что состав с продукцией данного предприятия, вытягиваемый на подъездной путь для дальнейшего следования по магистральной сети, обычно диктуется тяговыми свойствами локомотива того типа, который выделяется дорогой для обслуживания данной ветки; с другой же стороны на величину состава влияют производительность данного предприятия, условия погрузки вагонов и подачи порожняка, которые имеют место в каждом отдельном случае.

Целью настоящей вводной части было показать приступающему к изучению вопросов тяги и подвижного состава промышленного транспорта, какое многообразие и специфичность отдельных условий имеют место в этой проблеме.

Как видно из вышеизложенного, здесь придется познакомиться не только с повозками весьма скромной грузоподъемности и довольно примитивного устройства, но и с повозками весьма мощных типов и весьма сложной конструкции.

Остается в заключение подчеркнуть одно существенное обстоятельство.

Если задачей всякого технического работника должно быть выполнение сталинского лозунга „выжать из техники все то, что она может дать", то для успешного решения этой задачи инженер-строитель или эксплоатационник промышленного транспорта неминуемо должен не только серьезно изучить то, как с имеющимся у предприятия оборудованием (в данном случае с подвижным составом) можно достигнуть рекордных темпов и результатов, но и отдать себе отчет в необходимости такого овладения этой отраслью техники, которое позволило бы ему решить эту задачу в условиях радикального отхода от существующих производственных шаблонов, идя по пути известного технического новаторства, необходимого в реконструктивный период для достижения возможно высоких степеней механизации и автоматизации производства, способствующих уничтожению грани между физическим и умственным трудом.

НБ УГЛТУ (ДГТ)

ЧАСТЬ I.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРИЦЕПНОМ ПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ.

ГЛАВА I.

ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА.

§ 2. Предназначение основных элементов подвижного состава.

Несмотря на большое многообразие подвижного состава промышленного транспорта и, как следствие этого, существенные различия в устройстве отдельных видов его, можно отметить некоторые общие черты, присущие всем повозкам рельсового транспорта.

Эти общие и характерные черты устройства могут считаться основными элементами всякого представителя подвижного состава рельсового промышленного транспорта безотносительно, будем ли мы рассматривать прицепной подвижной состав или локомотивный.

Во всякой повозке, предназначенной для движения по рельсовой колее, должны быть части, с помощью которых осуществляется качение или перекатывание колес по рельсам, — их мы будем именовать ходовыми частями, понимая под этим термином оси с колесами и все те устройства, которые служат для обеспечения качения колес по рельсам, с одной стороны, и для восприятия тех усилий, которые возникают между ходовыми частями и следующим вторым основным элементом всякой железнодорожной повозки, — с другой.

Таким элементом является рама повозки, служащая для передачи на ходовые части как вертикальных усилий от веса самой рамы и всего того, что эта рама несет на себе, так и горизонтального усилия тяги, приводящего данную повозку в движение; это особенно существенно для прицепного подвижного состава, в большинстве случаев представляющего ряд сцепленных между собою отдельных повозок, что, в свою очередь, вызывает необходимость наличия так называемых упряжных, т. е. сцепных и ударных, приборов. Наконец, третьим основным элементом, укрепленным на раме и, следовательно, передающим на раму свой вес, является то оборудование, для перевозки которого и предназначена данная повозка.

Для большинства повозок, так сказать, „пассивного“ характера, т. е. для прицепного подвижного состава, таким элементом является кузов, служащий вместилищем того именно объекта перевозки (т. е. груза или пассажиров), для которого предназначается данный вагон, и, следовательно, имеющий весьма существенные принципиальные особенности своего устройства, в зависимости от рода и характера груза и условий производства.

Для повозок же, если можно так выразиться, „активного“ характера мы имеем большее разнообразие в характере поддерживаемого и несомого рамой оборудования.

Так, например, моторные вагоны, являющиеся переходным типом от прицепного подвижного состава к локомотивному, имеют на раме кузов того типа, который предназначен для транспорта данного рода груза, и кроме того то оборудование, которое необходимо для приведения во вращение колес, т. е. тяговое

НБ УДУНТ (ДИТ)

оборудование. Локомотивы с двигателями внутреннего сгорания (мото- и тепловозы) имеют кузов, в котором расположены двигатели, запасы топлива и смазки, охлаждающие устройства, приборы и пост управления локомотивом. Локомотивы с электрическими двигателями также имеют кузов, несущий в себе и на себе то оборудование, которое необходимо для преобразования электрической энергии в механическую и для управления и контроля этими процессами. Наконец, паровозы на первый взгляд никакого кузова не имеют, но тем не менее рама их служит для укрепления источника пара — котла (иногда в танк-паровозах — запасов воды и топлива), паровой машины и прикрепленных к котлу приборов, снабжения водой, контроля и управления всем паросиловым хозяйством паровоза.

Как видно из этих рассуждений общего характера, чем дальше мы отходим в нашем анализе от рельсовой колеи, тем разнообразнее и шире становится структура объектов нашего анализа. Это, впрочем, и должно иметь место по сути дела, так как каждый элемент подвижного состава является исполнителем совершенно определенных функций и притом в совершенно определенных условиях, и чем более типичны по своему характеру выполняемые функции и условия работы, тем более мы в праве ожидать типичности и в самом объекте.

Таким образом ходовые части, естественно, будут обладать наибольшим числом общих и типичных признаков, так как функции их наиболее общи по своему характеру, рамы будут уже значительно более модифицированы, а следующий основной элемент — надрамное строение будет радикальным образом отличаться в зависимости от роли и задачи данной повозки. Поэтому мы и начнем наше изучение основных элементов железнодорожной повозки с ходовых частей.

§ 3. Колесные пары.

Первым и основным элементом ходовых частей повозки является колесная пара (рис. 1,*а*), состоящая из о с и и двух к о л е с, известным образом насаженных на указанную ось. Колесная пара есть тот элемент ходовых частей повозки, который непосредственно осуществляет передвижение повозки путем качения колес по рельсам, причем осуществляет это передвижение в принудительных условиях, направляя движение повозки соответственно рельсовой колее, являющейся в данном случае теми направляющими, с помощью которых создается необходимое ограничение степеней свободы данной системы. Наконец, существенно отметить, что колесные пары воспринимают все статические и динамические нагрузки от всего веса повозки за исключением, конечно, собственного веса колесных пар.

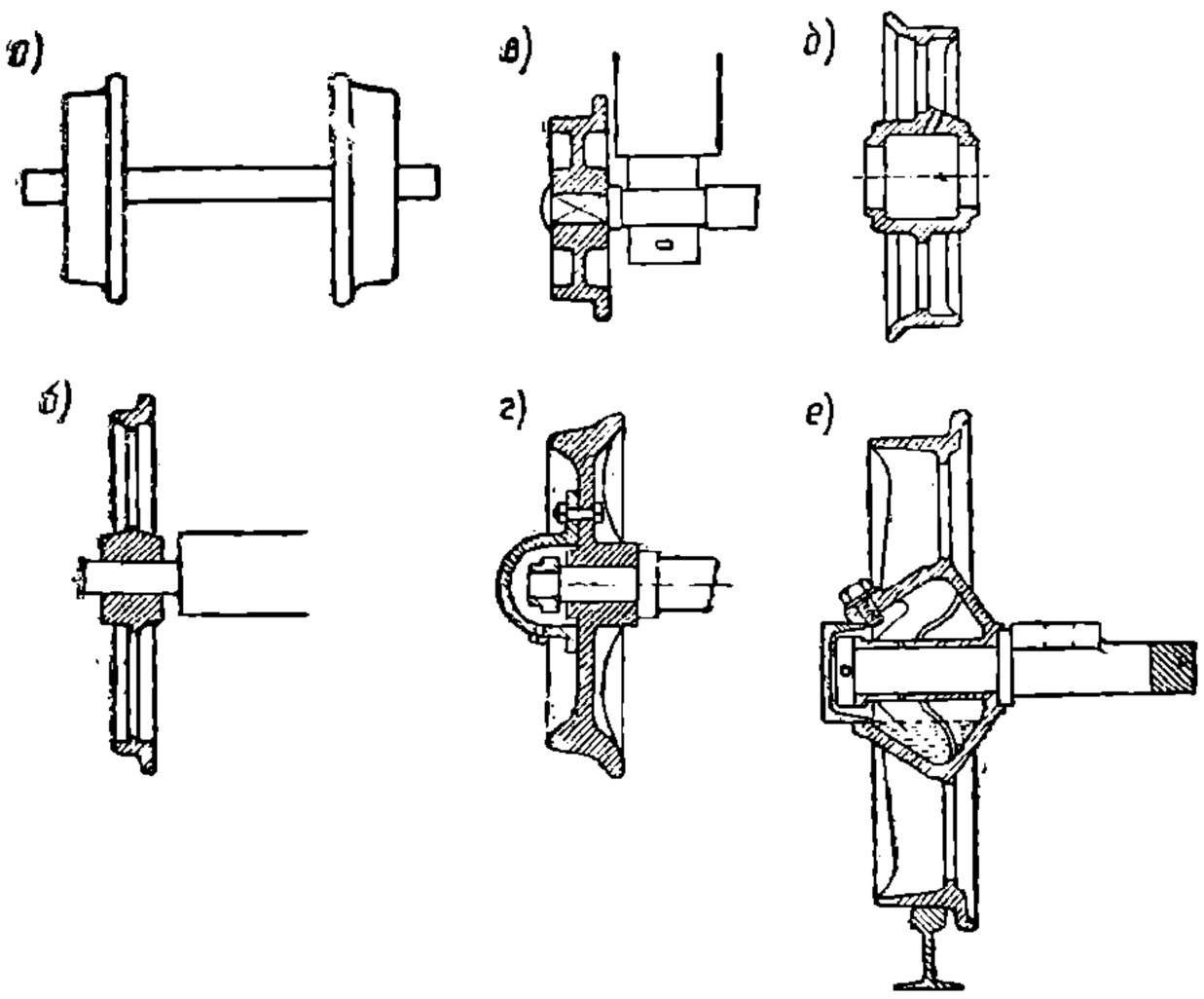


Рис. 1. Колесная пара и различные способы свободной насадки на ось.

Эта наиболее типичная деталь повозки в условиях промышленного транспорта претерпевает довольно существенное видоизменение в зависимости от рода, цели и предназначения самой повозки, ширины колеи и условий движения по прямым и кривым частям пути.

В условиях магистрального железнодорожного транспорта обычно наиболее распространенной и, можно сказать, даже исключительно распространенной конструкцией является г л у х а я н а с а д к а к о л е с н а о с ь. Однако подобное

НТБ УГЛТУ (ДГТ)

решение вопроса приводит к тому, что в кривых частях пути внутренние и внешние колеса каждой оси проходят разные пути в одно и то же время, что неминуемо приводит к скольжению. Поэтому в тех случаях, когда (большей частью при узкой колее и вагонетках малой емкости) применяются кривые особо малых радиусов, прибегают для уничтожения указанного недостатка глухой посадки колес на ось к принципиально отличному от первого решению задачи, т. е. к свободной насадке одного или обоих колес на ось, а именно к конструкции, схема которой изображена символически на рис. 1,*б*. Очевидно, что при проходе в кривых частях пути внутреннего и внешнего колес будет иметь место вращение с разной угловой скоростью, и тем самым можно если не совершенно избавиться от скольжения, то в значительной степени уменьшить его вредное влияние.

Само собой разумеется, что возможность свободной насадки одного или обоих колес на ось может иметь место только в повозках пассивного характера, т. е. в прицепном подвижном составе, и никогда не применяется в локомотивах.

Однако погоня за облегчением колесной паре прохода по очень крутым кривым путем предоставления колесам возможности вращаться с различной угловой скоростью свободной насадкой либо одного, либо двух колес приводит к целому ряду затруднений конструктивного характера. Затруднения эти заключаются обычно в двух явлениях — расшатывании колес на неподвижной оси и неудовлетворительной смазке трущихся частей.

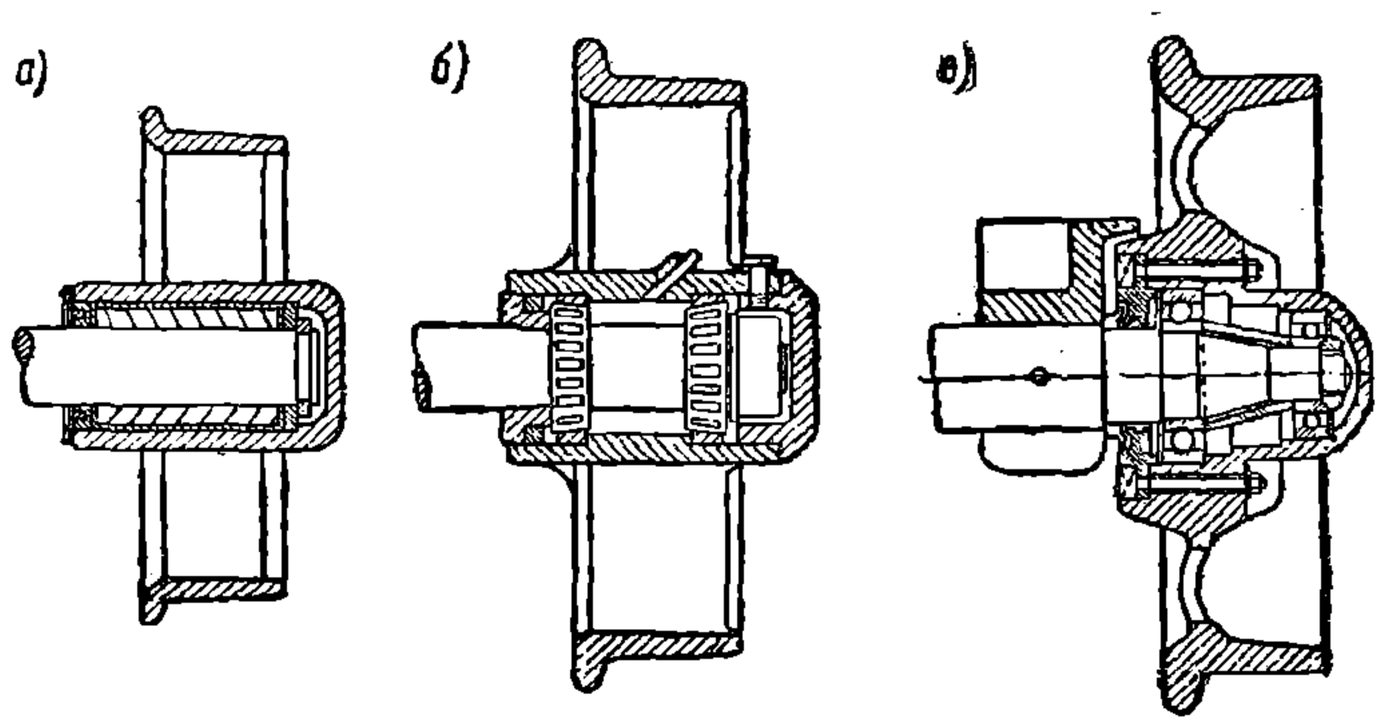


Рис. 2. Свободная насадка колеса на ось посредством подшипников качения.

Наиболее простое, но и мало совершенное решение вопроса представлено на рис. 1,*в*, где изображен скат, свободно насаженный на ось с открытыми подшипниками для угольных вагонеток антрацитовых рудников Донбасса.

Смазка подобных вагонеток и затруднительна (приходится перед смазкой ставить вагонетку в наклонное положение) и мало эффективна по своему результату (смазка очень быстро стекает), вызывая очень большой расход смазочных материалов и кроме того опасность пожара при интенсивном пропитывании ею почвы. Более целесообразно устройство ската системы Соуэра (Sower; см. рис. 1,*г*) или более простой конструкции колеса с пустотелой втулкой (рис. 1,*д*). Стремление уменьшить потерю смазки привело также к конструкции Шульца и Канна, в которой (см. рис. 1,*е*) смазка (густая) закладывается через отверстие, закрытое завинчивающейся пробкой. При вращении колеса смазка, разбиваемая предусмотренными для этой цели лопастями, стекает и смазывает ось через специальное отверстие.

Свободная насадка колеса на ось осуществляется весьма часто при применении подшипников качения, где вращение колеса на оси осуществляется устройством, реализующим трение второго рода. Делается это для вполне понятной цели — уменьшить, насколько возможно, трение и избежать большого расхода смазки (а также уменьшить расходы на ремонт и осмотр).

В американской практике довольно распространены конструкции фирмы Hyatte Roller Bearing (рис. 2,*а*) и фирмы Timken (рис. 2,*б*), а в европейской — известной шведской фирмы SKF (см. рис. 2,*в*). Как видно из вышеуказанных рисунков, идея заменить трение скольжения трением качения во всех трех случаях имеет разные конструктивные решения. Фирма Hyatte применяет ролики, свернутые из стальной

НБ УДУНТ (ДГТ)

ленты (см. рис. 2,*а*), в подшипниках Timken и SKF, ролики слабо конической формы, но различным способом укрепленные в своих обоймах-кольцах.

Во всех рассмотренных конструкциях, помимо стремления уменьшить расход смазочных материалов путем улучшения конструктивных выполнений смазочных устройств, обращает на себя внимание определенная тенденция уменьшить, по возможности, вероятность расшатывания свободно сидящего на оси колеса, что видно из желания всех конструкторов увеличить в аксиальном направлении длину соприкасающейся с осью части колеса — ступицы. Во всех случаях, разобранных нами, эта длина больше толщины самого колеса и, безусловно, больше ширины поверхности катания. Расшатывание вредно по той простой причине, что ведет к сходу колеса с рельса, и нужно признать, что, несмотря на большую разработку и остроумие некоторых конструкций, все же свободная насадка колес на ось, в отношении надежности от расшатывания и схода с рельс, во многом уступает глухой насадке, которая в указанном отношении является значительно более удачной и простой конструкцией. Поэтому в тех случаях, когда вследствие больших скоростей или больших нагрузок от колесной пары требуется полная надежность в отношении расшатывания, приходится прибегать в устройстве колесной пары к глухой насадке колес на ось, и, следовательно, применять оси не неподвижные, а вращающиеся.

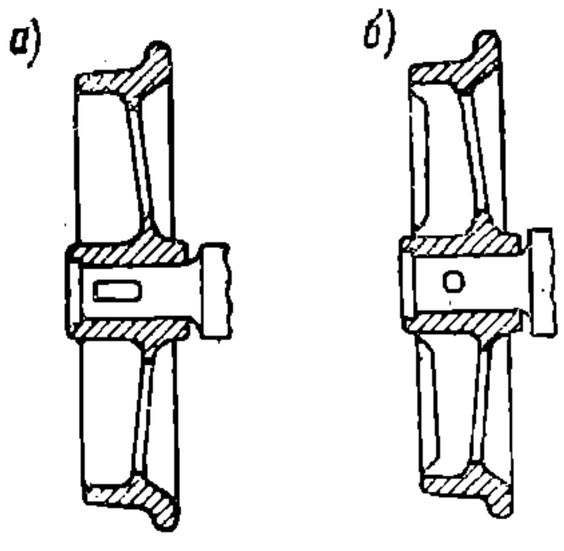


Рис. 3. Глухая насадка колес на оси в малых вагонетках.

Таково принципиальное решение задачи в большинстве ходовых частей повозок как узкоколейных, так и ширококолейных железных дорог, решение, допускающее нагрузки на одну колесную пару, доходящие до 37,5 *т*, и развитие достаточно больших скоростей.

Глухая насадка колес на оси осуществляется также, вообще говоря, различно, в зависимости от типа, емкости и мощности повозки или, вернее, ее величины и нагрузки.

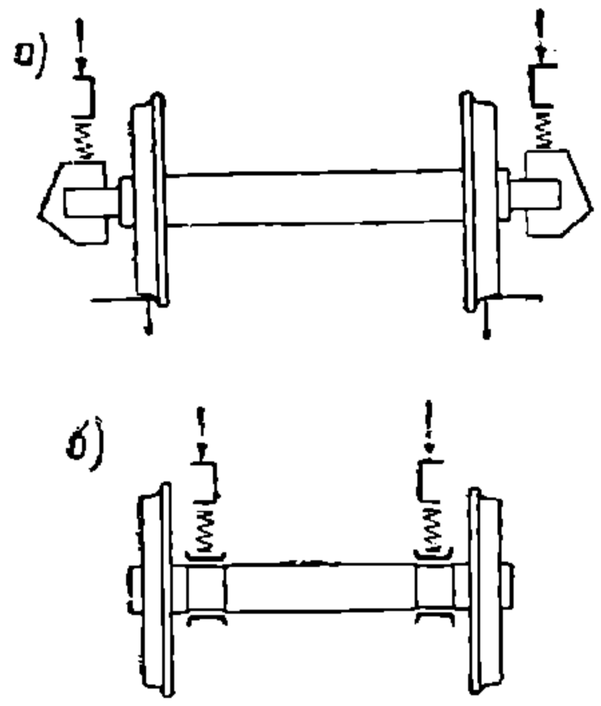


Рис. 4. Два способа расположения букс и осевых шеек.

В вагонетках самых малых размеров, емкости и подъемной силы глухая насадка колес на ось осуществляется применением шпонок (реже шпилек) — см. рис. 3.

Эта конструкция по самой сути дела пригодна лишь для очень примитивных повозок с очень большими запасами прочности в ходовых частях, так как шпонки чрезвычайно ослабляют полезное сечение оси (да и ступицы колеса также), вследствие чего в более совершенных и ответственных повозках применяют другое решение, значительно более рациональное и надежное.

Такая конструкция, ставшая классической на железных дорогах как широкой, так и узкой колеи, заключается в насадке или з а п р е с с о в к е колес на ось в холодном состоянии помощью большого давления, обычно гидравлическим прессом. Та часть, на которую насаживается таким способом ступица колеса, называется подступичной частью; часть оси, на которую опирается подшипник, т. е. находящаяся внутри буксы, носит название ш е й к и оси; часть, лежащая между шейкой и подступичной частью, носит название п р е д п о д с т у п и ч н о й части.

Рассматривая колесную пару с общей точки зрения, мы должны увидеть, что здесь возможны два принципиально различных решения вопроса относительно взаимного расположения шеек и подступичных частей.

Различие это ясно видно на рис. 4, где показано, что передача нагрузок на шейки оси в одном случае совершается снаружи колес (рис. 4,*а*), в другом — внутри (рис. 4,*б*); следовательно, в первом случае мы имеем раму и буксы внешние, в другом — внутренние.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Первое решение вопроса для повозок магистральных железных дорог является типичным для вагонов всех типов и для большинства электровозов с так называемым индивидуальным приводом; второе же для тех же условий типично для локомотивов с коллективным приводом — паровозов обычного типа с дышловым приводом, тепло- и мотовозов, электровозов с коллективным (дышловым) приводом и т. п. Следовательно, в магистральных условиях можно было бы сказать, что первый случай воздействия нагрузок на ось характерен для вагонов, а второй — для паровозов.

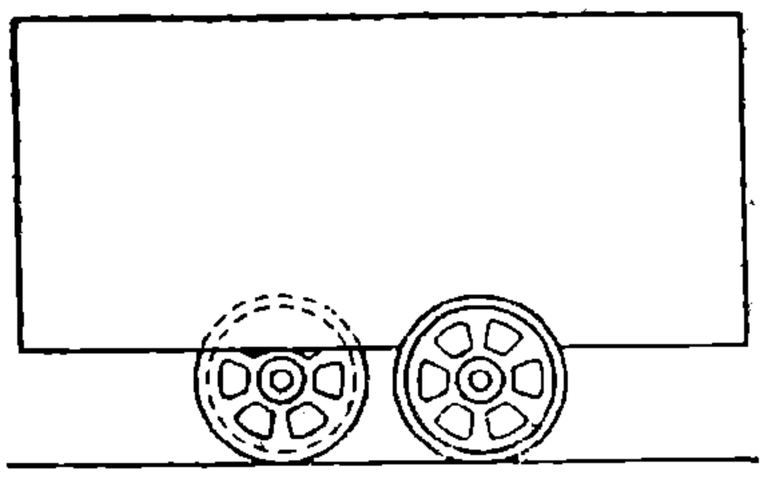


Рис. 5. Наружные и внутренние колеса.

В условиях же промышленного транспорта, принимая во внимание различную ширину колеи и иногда очень жесткие габаритные требования, никоим образом нельзя согласиться с подобной классификацией.

Как видно из рис. 5, внутреннее расположение букс и рам характерно для целой большой группы повозок промышленного транспорта — рудничных вагонеток и иногда для рудничного локомотивного подвижного состава: электровозов, даже при индивидуальном приводе, и мотовозов. Объясняется это чрезвычайно стесненным габаритом подвижного состава и вызванной этим фактом тенденцией конструкторов возможно более полно и рационально использовать предоставленное им габаритом пространство.

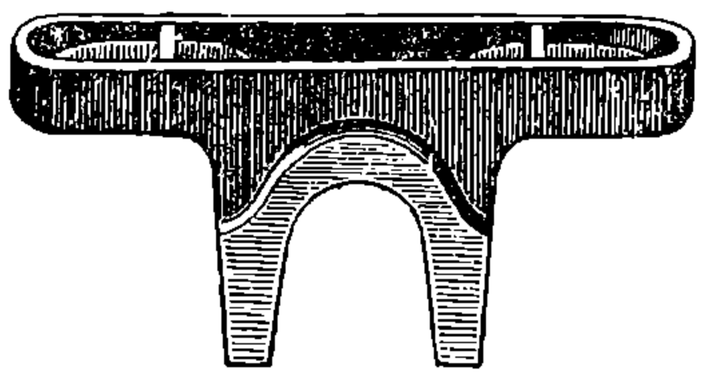


Рис. 6. Примитивное устройство, заменяющее буксу в рудничной вагонетке.

Соответственно этому будет, конечно, различаться и устройство осей и букс. Букса, будучи в простейшем случае весьма примитивной деталью (см. рис. 6, где изображена букса рудничной вагонетки), приобретает уже, как видно из рис. 7, где изображена букса товарного вагона широкой колеи, более сложную форму.

На рис. 8,*а* показаны шейки *1*, ограниченные двумя галтелями, или закраинами — передней *2* и задней *3*. Передняя галтель сопрягает шейку с буртиком, а задняя с предподступичной частью оси *4*. Предподступичная часть плавно переходит галтелью *5* в подступичную часть *6*. В виду того что подступичная часть подвержена наибольшему изгибающему моменту, она имеет больший диаметр, чем средняя часть оси, как это ясно видно на рис. 8,*а*, где изображена колесная пара со всеми размерами.

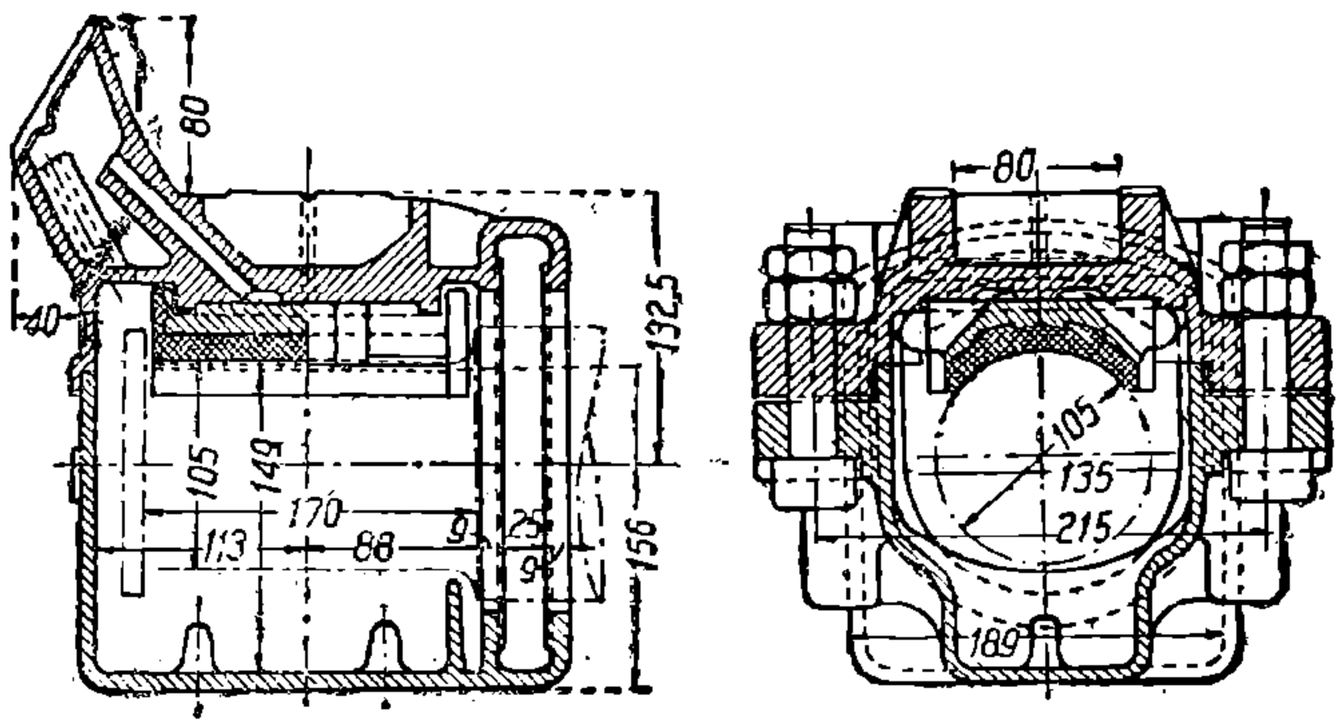


Рис. 7. Разъемная букса товарного вагона широкой колеи.

На рис. 8,*б* изображена колесная пара для узкоколейного вагона (колея 750 *мм*). Как видно из сравнения обоих чертежей, характерные черты этой детали подвижного состава сохранены и в данном случае.

Отличие между ними, кроме размеров, имеется в допускаемых напряжениях и в требованиях, предъявляемых к материалу при изготовлении.

Колеса, насаживаемые на ось гидравлическим прессом под давлением от 400 до 700 *кг* на 1 *мм* подступичной части, также имеют большое разнообразие в своем устройстве.

НБ УДУНТ (ДГТ)

Прежде всего их целесообразно разбить на два класса: а) сборные или бандажные колеса и б) безбандажные колеса.

В условиях же прицепного подвижного состава узкой колеи малой подъемной силы и размеров, скажем рудничного, мы имеем в громадном большинстве случаев в качестве наиболее распространенного типа колес колеса безбандажные, а наиболее распространенным материалом — чугун.

Весьма часто в американской практике и локомотивы (в частности электровозы) для подземного рудничного транспорта имеют колеса из отбеленного чугуна, по так называемому способу Гриффина.

В условиях же поверхностного транспорта и широкой колеи, если чугунные колеса, изготовленные по способу Гриффина, и находят себе применение, то для локомотивного подвижного состава колеса, как правило, делают всегда стальными, причем бандажными или сборными.

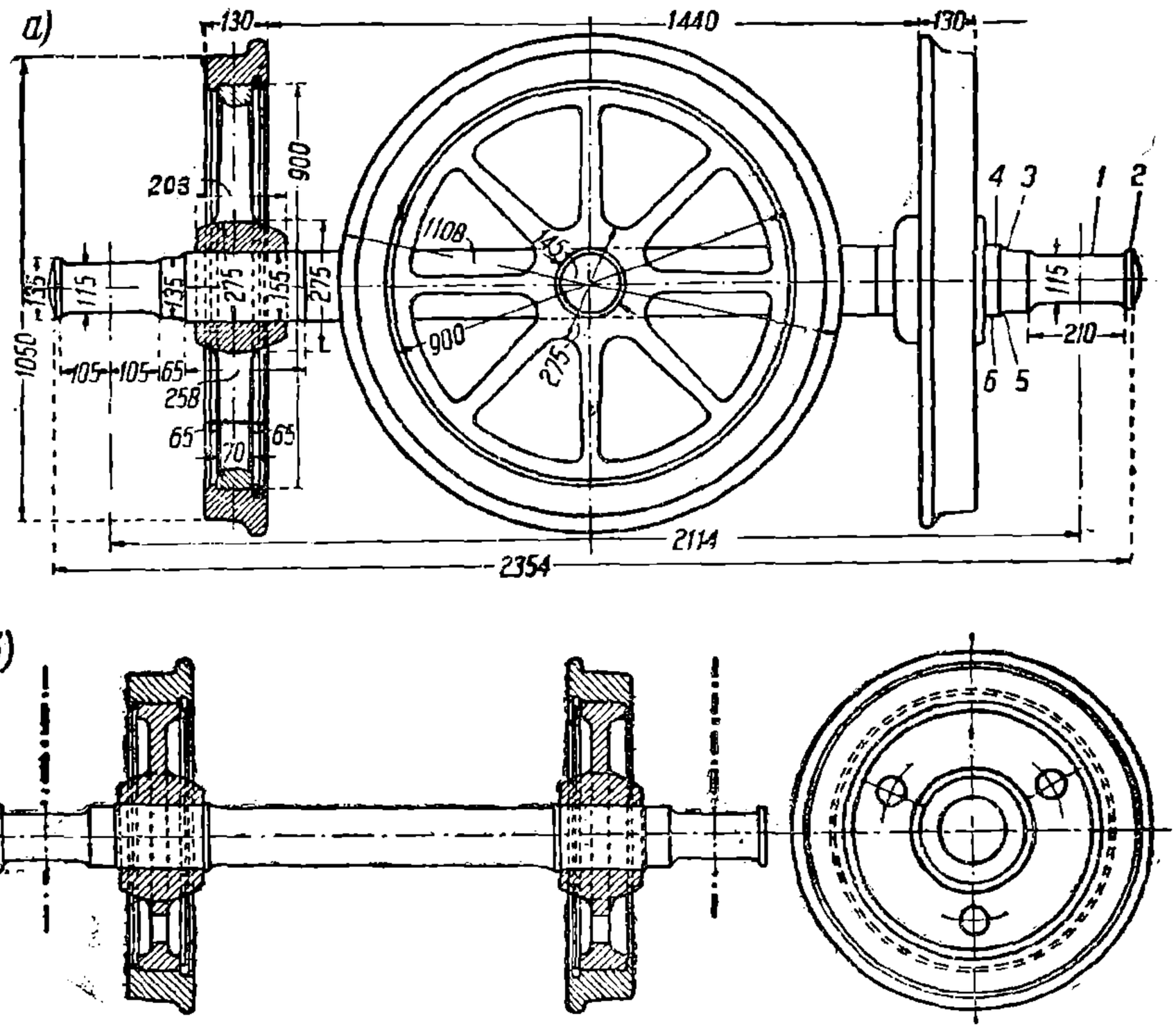


Рис. 8. Колесные пары широкой (*а* и узкой (*б*) колеи.

Для вагонов большой емкости и подъемной силы в американской и европейской практике применяют также и цельнокатаные стальные и литые (по способу Дэвиса) стальные колеса.

Разберем вкратце главнейшие особенности всех указанных типов колес. Прежде всего начнем с рассмотрения формы колес, хотя некоторые сведения были уже указаны в § 5 главы I части I первого тома настоящего курса при рассмотрении вопроса о прохождении колесной пары по рельсовой колее.

Бандажные колеса состоят из трех основных частей: колесного центра, шины или бандажа и укрепляющего устройства (рис. 9).

Форма и характер устройства бандажных колес наиболее распространенного в СССР типа видны на рис. 9[1].

Колесные центры по форме своего устройства можно разделить на спице-

[1] Размеры на рис. 9 относятся к колесам вагонов нормальной (1524 *мм*) колеи.

НБ УДУНТ (ДИТ)

вые и дисковые. Изготовлявшиеся прежде дисковые колесные центры из дерева (колеса Майзеля), бумаги (системы Аллена) не удержались на практике и ныне не имеют никакого распространения в условиях подвижного состава промышленного транспорта.

На узкоколейных железных дорогах СССР наиболее распространенным типом колесных центров являются стальные звездчатые со стальной ступицей, причем спицы таких колес изготовляются из полосовой стали; эти полосы затем скрепляются или свариваются между собою. Практика показала достаточно удовлетворительную работу этой конструкции среди колес небольших диаметров и несущих небольшие, сравнительно, нагрузки.

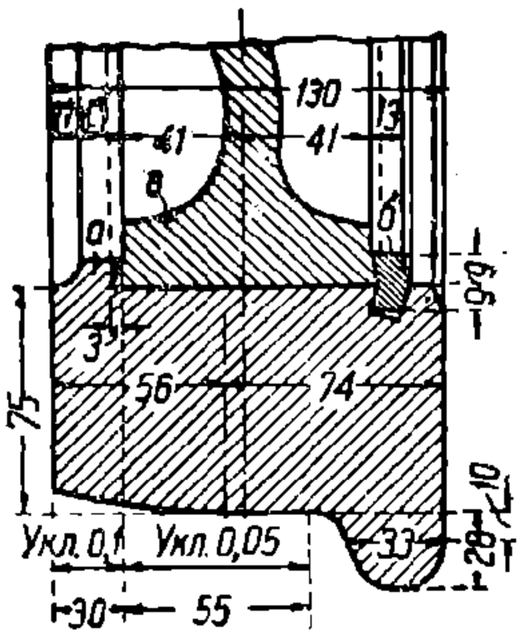


Рис. 9. Профиль бандажа и способ его крепления на колесном центре.

Наличие больших нагрузок потребовало более солидной конструкции, что вызвало стандартные для железных дорог СССР литые колесные центры (рис. 10) или катаные дисковые, причем сплошной диск делался волнистым или изогнутым для придания ему большей эластичности при толчках вдоль оси.

Сравнивая между собою дисковые и спицевые колеса, следует указать, что дисковые центры имеют некоторые преимущества перед спицевыми — они вызывают при вращении с большими скоростями меньшее завихрение воздуха и тем самым в меньшей степени увлекают пыль с железнодорожного полотна и, кроме того, что еще важнее, они лучше сохраняют первоначальную правильную форму, что предупреждает ослабевание бандажей. Надеваемый на колесный центр бандаж или шина имеет также некоторые характерные особенности, для уяснения которых мы рассмотрим рис. 9. Мы видим на этом чертеже, представляющем разрез сборного колеса, характерный выступ — закраину, носящий название гребня бандажа или реборды. Наличие этого гребня представляет собою характерную особенность колесной пары, и наличие не менее четырех таких колес обязательно для любой повозки промышленного рельсового транспорта. Лишь в некоторых многоосных локомотивах для облегчения прохода их по кривым применяют иногда на одном из средних скатов так называемые безребордные бандажи; в большинстве же всех остальных повозок, как локомотивов, так и вагонов, колеса обязательно имеют реборды.



Рис. 10. Безбандажное колесо.

Гребень бандажа расположен всегда с внутренней стороны колесной пары, что делается для того, чтобы при раз начавшемся сходе с рельс сила давления гребня на рельс могла возвратить колесную пару в прежнее положение и тем самым иметь как бы автоматическое центрирование колесной пары внутри рельсовой колеи.

В противном случае, если бы гребни были расположены снаружи, раз возникшее стремление колесной пары сойти с рельс, не встречая никакой противодействующей силы, шло бы до конца, и скат сошел бы с рельс. Это можно увидеть из схем, изображенных на рис. 11. Кроме того при наружных ребордах затруднено устройство стрелочных переводов.

Сравнивая между собою очертания поверхностей катания, можно заметить (рис. 12), что одна из них имеет наклон внутрь рельсовой колеи, т. е. известную коничность; другое очертание такого наклона не имеет, т. е. является цилиндрическим. В условиях повозок малой емкости, например рудничных вагонеток, применяется обычно цилиндрическая форма поверхности катания, для колес более крупных повозок — коническая.

Коничность поверхностей катания имеет целью вовсе не облегчение прохождения кривых, как полагали раньше, а „центрирование" ската, так как при указанной форме поверхности катания всякое отклонение центра колесной пары

НБ УДУТ (ДИИТ)

относительно оси пути приводит к тому, что возникает некоторая сила, стремящаяся возвратить отклонившуюся от оси пути колесную пару в прежнее положение. У нас в СССР все колеса даже и узкоколейных повозок, за исключением рудничных вагонеток, делаются коническими, и коничность эта по поверхности катания равна $^1/_{20}$.

За последние десять-пятнадцать лет в иностранной литературе высказывались взгляды, оспаривавшие пользу коничности бандажей и для более мощных повозок магистральных дорог.

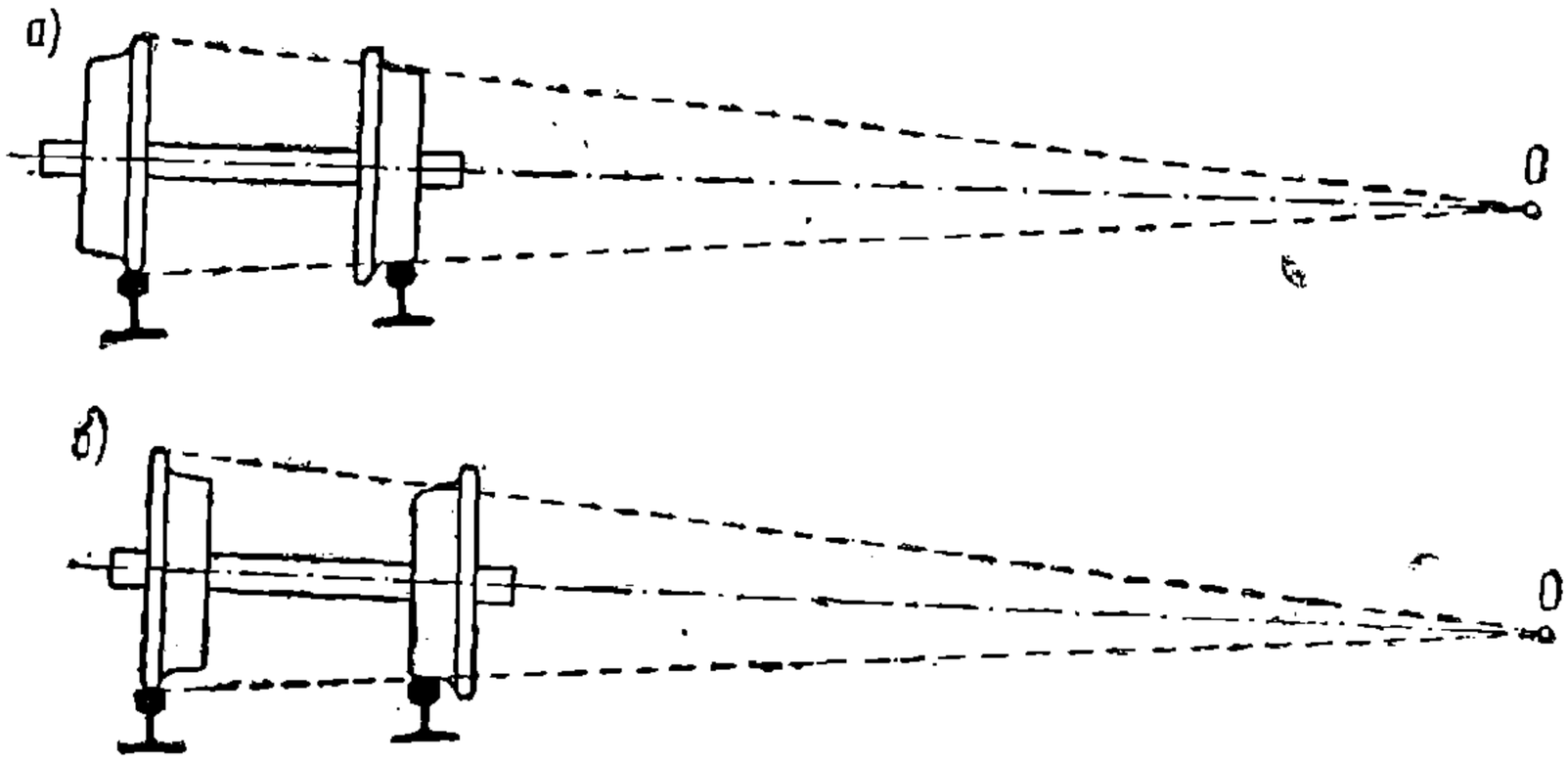


Рис. 11. Влияние коничности бандажа.

Тенденция эта пошла от конструкций колес городского электрического транспорта (трамвая), где в подавляющем большинстве случаев применялись бандажи цилиндрические (правда, при желобчатом рельсе типа Феникс). Противники коничности приводили в пример менее спокойный ход колесной пары и худшие, по их мнению, условия соприкосновения бандажа с рельсом. Действительно, при конической форме поверхности катания только в одной плоскости происходит правильное катание без проскальзывания, а именно в том поперечном сечении, которое соответствует радиусу r:

$$r = \frac{v \cdot 60}{2\pi n}, \qquad (1)$$

где n — число оборотов колесной пары в минуту, а v — линейная скорость в метрах в секунду.

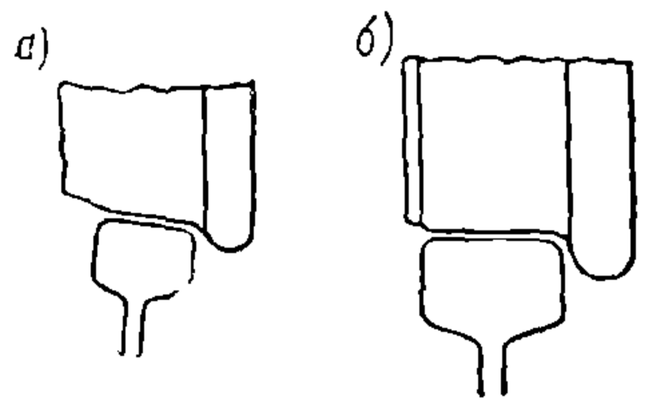


Рис. 12. Бандажи конические (*а*) и цилиндрические (*б*).

Для всех других радиусов, бо́льших или меньших r, неминуемо должно иметь место проскальзывание. С другой стороны, сторонники конической формы поверхности катания указывают, что отсутствие в цилиндрических бандажах центрирующей силы приводит к тому, что гребень колеса может длительное время катиться, прижимаясь к внутренней грани головки рельса, и тем самым значительно увеличивать сопротивление движению.

При суждении по поводу этого вопроса, однако, следует иметь в виду, что вопрос значительно более сложен, чем это явствует из чисто геометрических соотношений. Нельзя забывать, что на самом деле после нескольких недель эксплоатации и коническая и цилиндрическая формы поверхностей катания теряют геометрически-правильные очертания, приданные им при изготовлении, и, кроме того, само соприкосновение поверхности катания колеса и головки рельса при тех значительных нагрузках на единицу площади, которые сейчас имеют место в современном подвижном составе, происходит при известной деформации обоих тел по довольно сложному закону, и без принятия во внимание этих деформаций трудно установить истинный характер явления. Обычно коничность бандажа на

НБ УАДУНТ (ДГТ)

некотором расстоянии от наружной кромки (30 *мм* для нормальных профилей вагонных колес широкой колеи) значительно круче (около $^1/_7$). Делается это для того, чтобы не было наплыва вытекающего металла с наружной стороны, так как хотя металл растекается под действием давления в обе стороны — и к гребню и к наружной кромке, но у гребня этот наплыв подрезается головкой рельса, а у наружной кромки без увеличения коничности он мог бы вызвать в известных случаях сход с рельсов.

Современные бандажные или сборные колеса формируются таким образом, что бандаж или шина надевается с довольно большим натягом в горячем состоянии на колесный центр, и после остывания бандажа уменьшение его внутреннего диаметра дает достаточно плотное соединение. Однако во избежание проверты-вания бандажей, и в особенности во избежание соскакивания бандажа при поломке его, необходимо какое-то устройство для укрепления бандажей на колесном центре.

Для этой цели предлагалось в свое время много различных способов, но наиболее простое и надежное решение этой проблемы (ставшее для СССР стандартным) заключается в так называемом русско-германском способе, изображенном на рис. 9. Как видно из чертежа, ободу колесного центра придается обточкой некоторое уширение с наружной поверхности, на внутренней же поверхности бандажа делается заплечик с углом 60° внутренней поверхности. С противоположного края бандажа на той же внутренней поверхности протачивается желобок с наклонными стенками под углом 60°. После насадки бандажа на обод и заводки в желобок кольца последнее выгибается на развальцовочном кольце или при ремонте вручную ударами молотка; этот способ имеет то неоспоримое достоинство, что он укрепляет бандаж непрерывно по всей окружности обода колесного центра и тем самым в случае разрыва бандажа продолжает удерживать его на колесе, не ослабляя бандажа какими-либо отверстиями для пропуска болтов.

Кроме разобранного нами русско-германского способа укрепления бандажей на ободе колесного центра, существует еще и целый ряд иных решений. К ним относится способ сквозного заклепочного и болтового крепления, несквозное болтовое крепление, заварка по системе завода Круппа, способы Кислера и Борка с кольцами, но без болтов, способ Манзеля и русско-балтийский, а также и способ Коломенского завода, по которому плоское зажимное кольцо стопорится особым клином, вставленным между концами кольца и двумя болтами, и т. п., но все эти способы сложны и неудобны тем, что требуют наличия болтов или заклепок.

Приведенные выше способы в прошлом имели применение на практике, но в настоящее время отжили, и ныне в СССР применяется лишь разобранный нами русско-германский способ укрепления бандажей.

Переходим к рассмотрению второй группы колес, к колесам цельным, или безбандажным.

Эти колеса бывают трех типов:

а) чугунные литые,

б) стальные литые,

в) цельнокатаные стальные.

Чугунные литые по способу Гриффина колеса в практике железных дорог США применяются уже около 70—75 лет и там, благодаря своей дешевизне и ряду эксплоатационных преимуществ, завоевали очень почетное место.

У нас в СССР чугунные колеса Гриффина ставились до 1936 г. на большегрузный специальный подвижной состав (хопперы, думпкары, цистерны), и потому естественно, что для промышленного транспорта они имеют особое значение.

Преимущества этих колес следующие.

Во-первых, отпадает надобность в обточке колесных пар по кругу катания, так как при прокате, превышающем норму, колесо заменяется новым, и тем сокращаются расходы по ремонту и отпадает надобность в оборудовании мастерских вагоноремонтных заводов колеснотокарными станками; во-вторых, колеса

НБ УДУЕТ (ДИТ)

Гриффина по весу легче других колес и они не имеют недостатка обычных сборных колес — ослабления бандажей; в-третьих, эти колеса значительно дешевле как сборных, так и стальных литых и цельнокатаных.

К недостаткам этого типа колес следует отнести чрезвычайно твердую (закаленную) поверхность катания, что при неправильной (эксцентричной) насадке их на ось ведет к повышенному износу рельс, частой запрессовке осей и смене колес, вызванной менее продолжительным сроком службы.

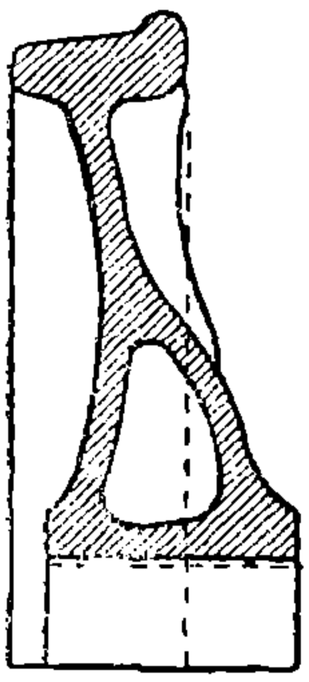


Рис. 13. Разрез колеса типа Гриффина.

На рис. 13 изображен разрез колеса Гриффина, а на рис. 14— специальная опока для отливки этих колес, снабженная особым закалочным кольцом, так называемым к о к и л е м, расточенным внутри по профилю поверхности катания колеса.

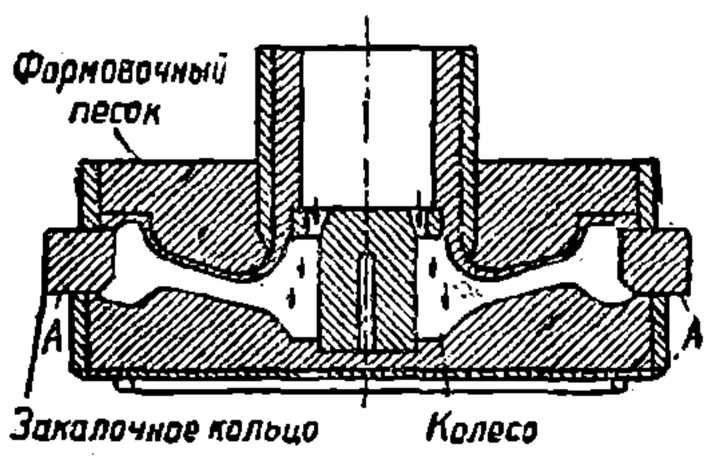


Рис. 14. Приспособление для отливки колес Гриффина.

Благодаря соприкосновению расплавленного чугуна со стенками кокиля чугун быстро охлаждается, вследствие чего отбеливается (и закаливается) на некоторую глубину; во всем остальном теле отливки тепло не теряется так быстро, и поэтому происходит нормальный процесс остывания, отчего состав материала постепенно переходит от отбеленного через половинчатый в серый чугун. После отливки колесо должно быть перенесено в специальные колодцы для медленного остывания при определенной скорости падения температуры, с целью устранения вредных напряжений в теле колеса.

С т а л ь н ы е л и т ы е колеса Дэвиса отличаются от чугунных колес, литых по способу Гриффина, своей прочностью, и получение их производится отливкой мартеновской стали во вращающиеся металлические изложницы, причем при начале процесса заливки в форму в нее вдувается сжатый воздухом ферро-марганец, и скорость вращения формы повышается с 30 до 80—85 *об/мин.* Тем самым, благодаря центробежной силе и влиянию присадочного материала, структура металла у поверхности катания получается более плотная, чем у подступичной части.

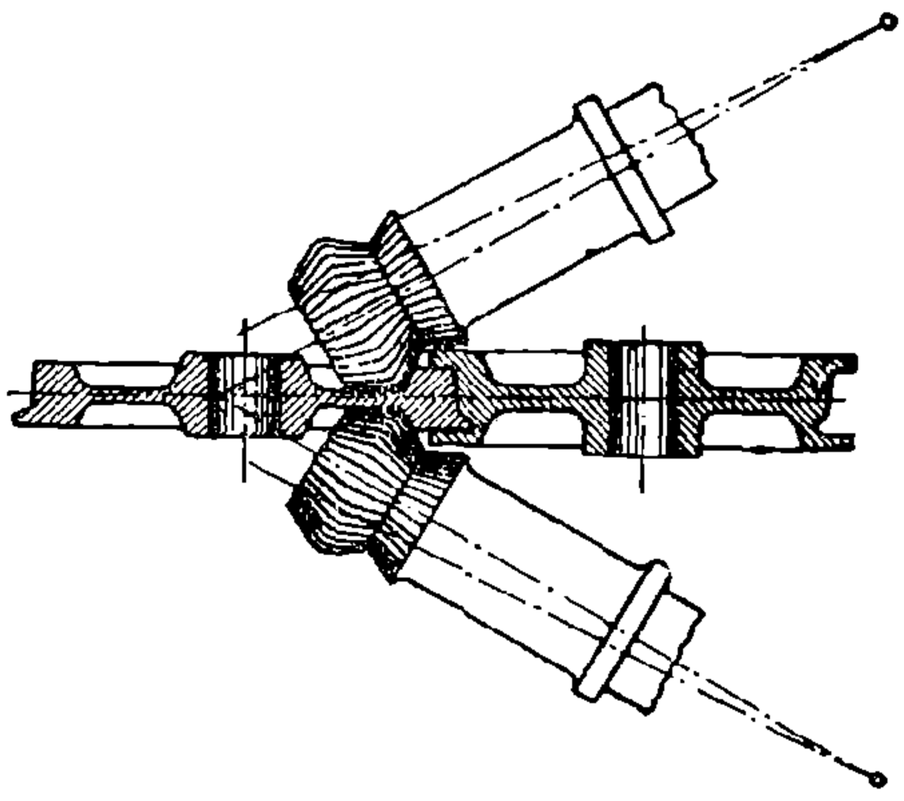


Рис. 15. Приспособление для вальцевания цельнокатаных колес.

С т а л ь н ы е ц е л ь н о к а т а н ы е колеса (рис. 15) изготовляются из углеродистой стали, получаемой мартеновским или бессемеровским способом в виде болванок, проковываются и прокатываются на особых вальках. Такие колеса изготовляются двух типов: для применения без обточки поверхности катания и для многократной обточки. Последний тип позволяет после соответствующих обточек до предельных размеров производить насадку нового бандажа и тем превратить колесо в сборное или бандажное.

§ 4. Буксы.

Как было уже указано выше в общих чертах, букса представляет собою особое устройство, предназначаемое для передачи через подшипник на шейку оси давления от веса кузова и рамы повозки, для соединения колесной пары с этими двумя элементами, для смазки шейки оси и сохранения запаса смазочного материала и, наконец, для защиты шейки оси, подшипника и всего того, что внутри буксы находится, от проникновения пыли, грязи, влаги и т. п.

НБ УГЛУ ЭНТ (ДПТ)

Уже при рассмотрении конструкции колесных пар специального подвижного состава со свободной насадкой колес на оси нам пришлось познакомиться с некоторой категорией подшипников, заключающихся в самом теле колеса. Поэтому мы не будем останавливаться на этих разобранных уже нами устройствах, а перейдем к описанию букс, применяемых для колесных пар с глухой насадкой колес на ось, начиная с наиболее примитивных конструкций, имеющих место в рудничном подземном транспорте.

Такое примитивное устройство буксы изображено на рис. 16,*а*, где применен подшипник скольжения или трения первого рода. Смазка помещается здесь в кузове буксы, вынесенном на середину оси и заключающем в себе, как в фут-

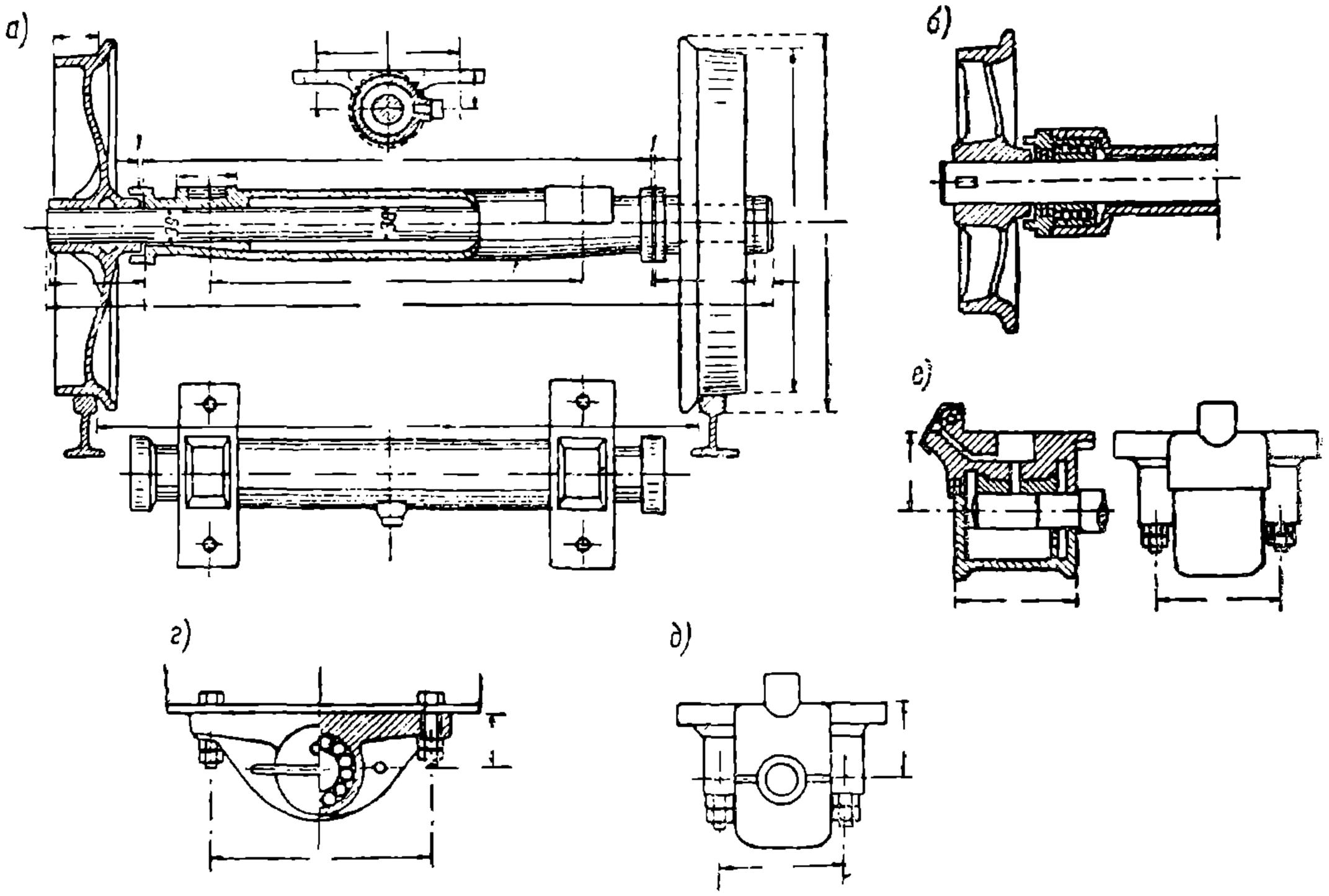


Рис. 16. Специальные конструкции букс узкоколейного прицепного подвижного состава.

ляре, всю ось. Подобный же тип букс применяется в вагонетках малой емкости, предназначенных для подземного рудничного транспорта, но используя трение качения, как это представлено на рис. 16,*б*, изображающем разрез буксы с двухрядными шариковыми подшипниками. Таким образом мы видим, что в условиях подвижного состава промышленного транспорта применяются такие конструкции, где одна букса (внутренняя притом) с двумя подшипниками обслуживает всю колесную пару.

Однако вагонетки большей емкости, хотя бы и узкоколейные, имеют буксы более обычного типа, как показано на рис. 16,*в*, где изображена букса внешняя с подшипниками скольжения, и на рис. 16,*г*, где изображена также внешняя букса, но с подшипниками качения (шариковыми). Буксы, изображенные на рис. 16,*в* и 16,*г*, неразъемные, а на рис. 16,*д* разъемные, как, впрочем, и должно быть для данного расположения шеек относительно колесных центров.

Для прицепного подвижного состава промышленного транспорта метровой и широкой колеи (1524 *мм*) применяются буксы как с подшипниками скольжения [см. рис. 17—19 и 20—21], так и с подшипниками качения, причем в последнем случае при нагрузках на колесо больше 2 *т* обычно применяются роликовые подшипники. Букса, изображенная на рис. 17, — разъемная и весьма мало удовлетворительна вследствие ряда недостатков, из-за которых такие буксы больше уже не

НБ КУЗГУТ (ОПТ)

ставятся на вновь строящихся вагонах. Букса эта относится к нормальному товарному двухосному вагону и имеет и верхнюю и нижнюю подачу смазки посредством двух каналов. По одному каналу смазка попадает на спинку подшипника, откуда она по желобкам попадает на боковые стенки подшипника и шейку. Другой же канал отводит смазку в нижнюю часть тела буксы, которая заполняется подбивкой из бумажных или шерстяных концов.

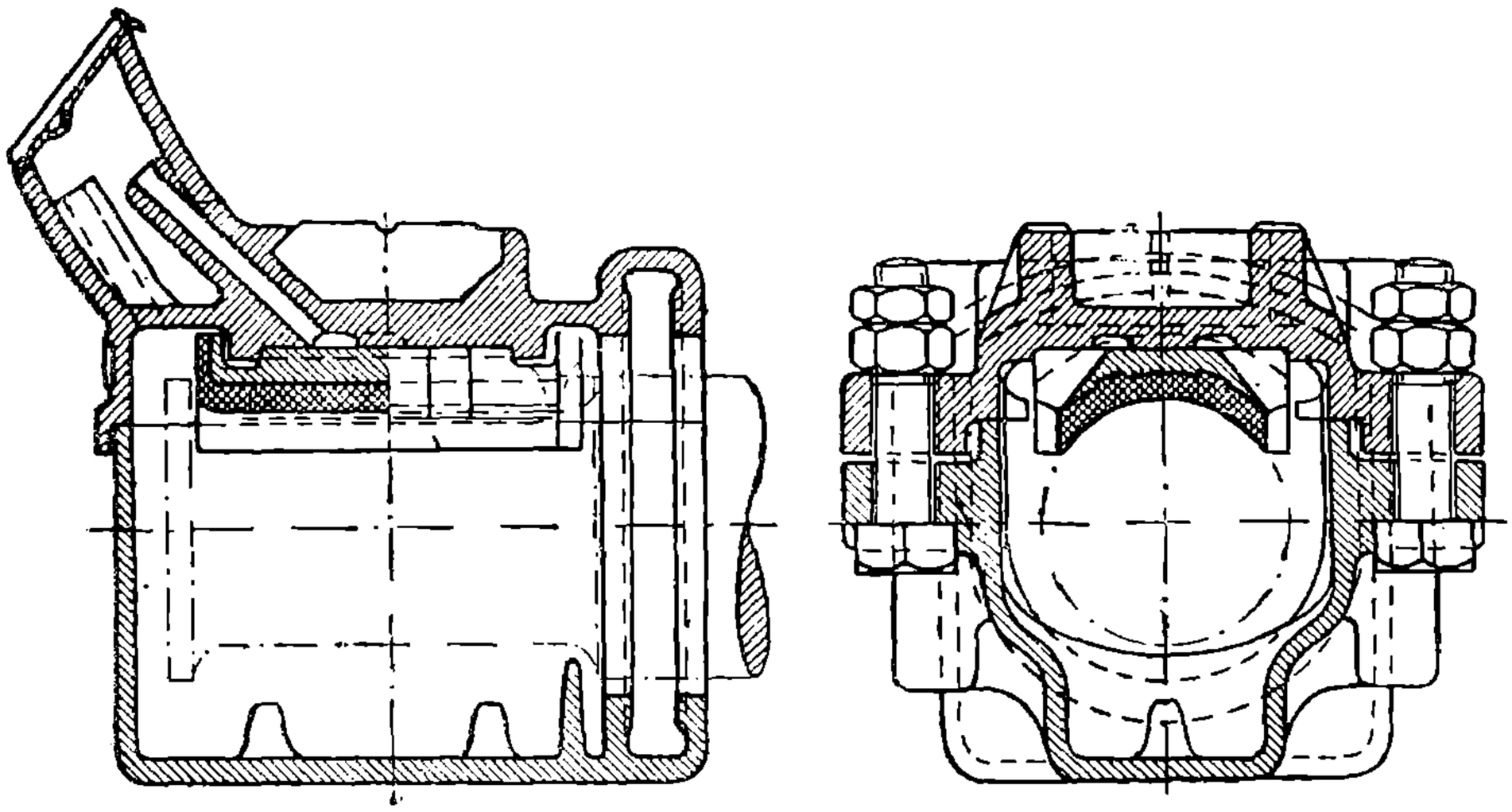


Рис. 17. Разъемная букса.

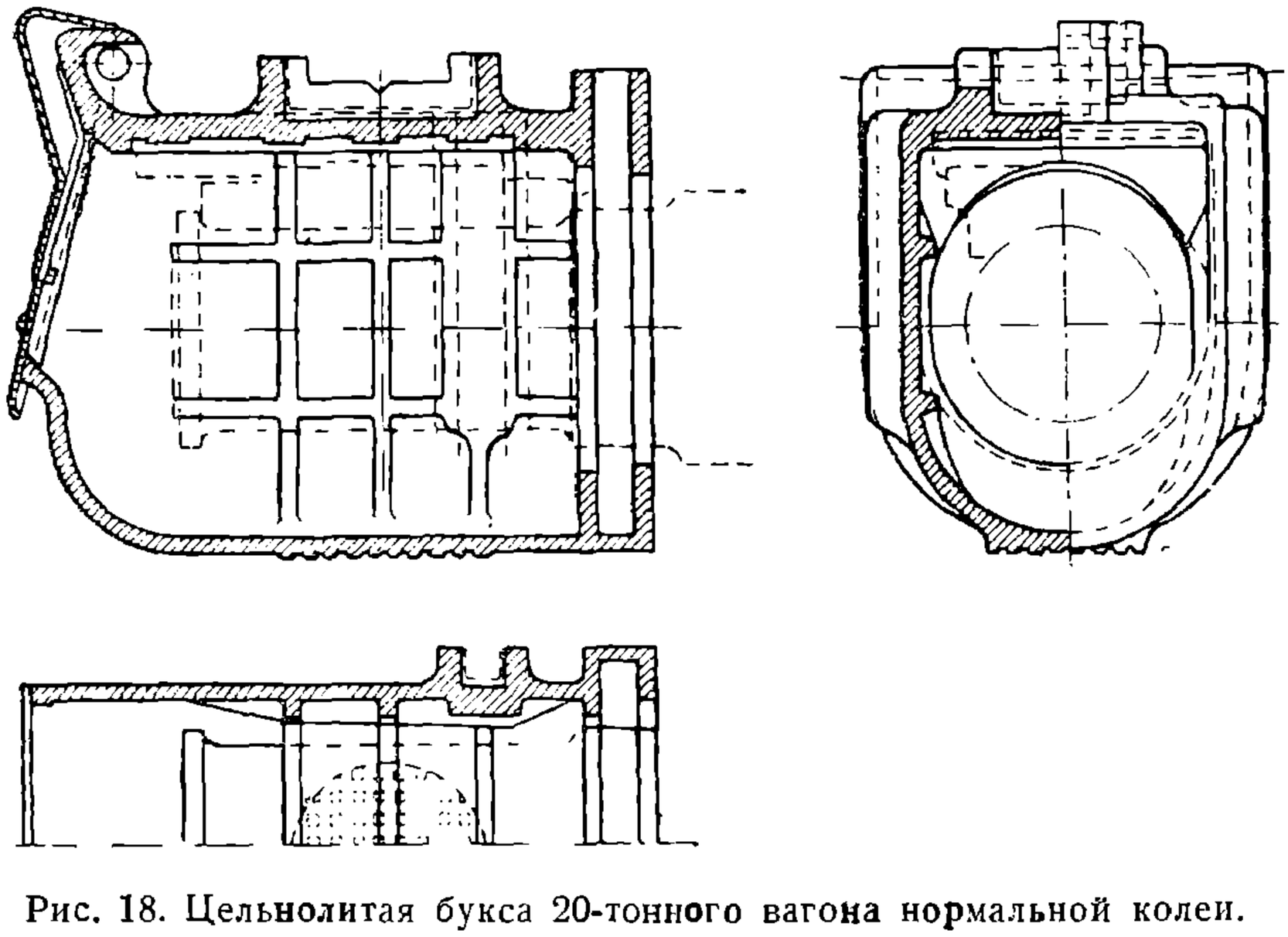


Рис. 18. Цельнолитая букса 20-тонного вагона нормальной колеи.

Подбивка эта садится от толчков и тряски и поэтому требует ухода и осмотра. В виду этого издавна конструктивная мысль работала над более рациональным решением задачи об удовлетворительной смазке с минимальным уходом за смазывающими приспособлениями.

Решение этой проблемы пошло по направлению улучшения циркуляции и подачи масла (см. рис. 20, где изображена букса системы „Изотермос", снабженная камерами для отстаивания и охлаждения масла, приспособлением, служащим для разбрызгивания масла, и особой подушкой („польстером"), заменяющей собою подбивку), а также по пути конструкции ВНИИ (см. рис. 21).

НБ УДУНТ (ДИТ)

Польстер также является смазывающим прибором и состоит из металлического каркаса, остова и щетки с фитилями (рис. 22,*а*), которые пружинами прижимаются снизу к шейке и по которым масло подается вследствие капиллярных сил на шейку.

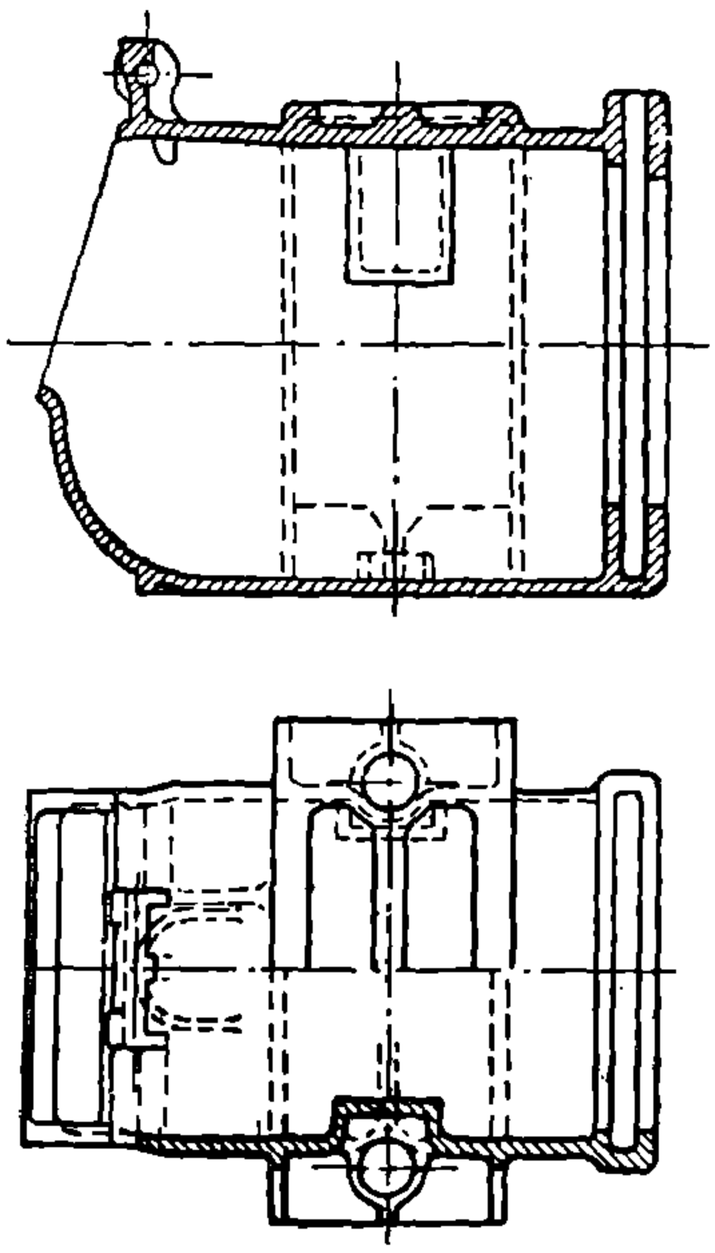


Рис. 19. Букса тележки Даймонд.

Польстерная букса, применяемая на железнодорожных повозках, дана на рис. 22,*б*. Коробки польстерных букс должны иметь большее отверстие для возможности достаточно удобного закладывания (заправки) польстера. Наиболее же радикальным решением

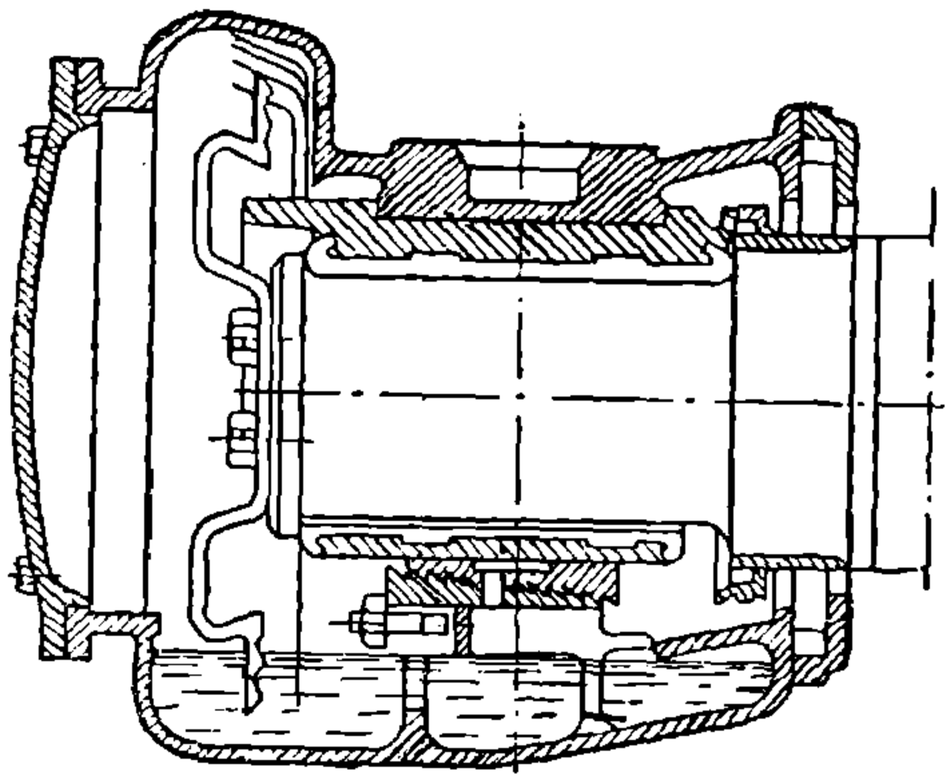


Рис. 20. Букса системы „Изотермос".

вопроса является применение и для тяжелых повозок большой грузоподъемности подшипников качения, которые, разрешая наиболее простым и удачным способом проблему смазки и ухода за буксами, в то же время дают более благоприятные условия в отношении сопротивления движению, в особенности при трогании с места. При этом нужно сознаться, что исправно работающие роликовые буксы довольно дороги и требуют высокосортных материалов. Изображенная на рис. 23,*а* букса имеет цилиндрические ролики, на рис. 23,*б* — конические, а на рис. 23,*в* — сферические ролики или, как иногда их еще называют, — „бочоночки".

Для локомотивного же подвижного состава весьма редко применяются буксы с роликовыми подшипниками, и в этом случае нормальные буксы, как внутренние (большинство паровозных и мотовозных букс), так и наружные (как устраивается большинство букс для электровозов промышленного транспорта), снабжаются подшипниками скольжения или трения первого рода.

Чтобы закончить вопрос о буксах, следует еще отметить, что сами подшипники скольжения делаются либо бронзовыми, либо чугунными и заливаются какими-либо антифрикционными сплавами. К этим материалам, служащим для заливки подшипников и находящимся в очень тяжелых условиях работы, предъявляются требования иметь хорошие антифрикционные свойства, высокую температуру плавления и стойкость в механическом и физико-химическом отношении. Применявшиеся для этой цели в качестве антифрикционных сплавов оловянистые и свинцовистые баббиты ныне повсеместно заменяются кальциевыми баббитами, имеющими очень высокую точку плавления (300—600° С) и хорошие антифрикционные свойства, но требующими очень четко поставленного в технологическом отношении процесса плавки и заливки. Однако возможность избежать применения дефицитных материалов (главным образом олова) в антифрикционных сплавах заставляет широко применять именно кальциевые баббиты.

НТБ УрГУПС (ДИТ)

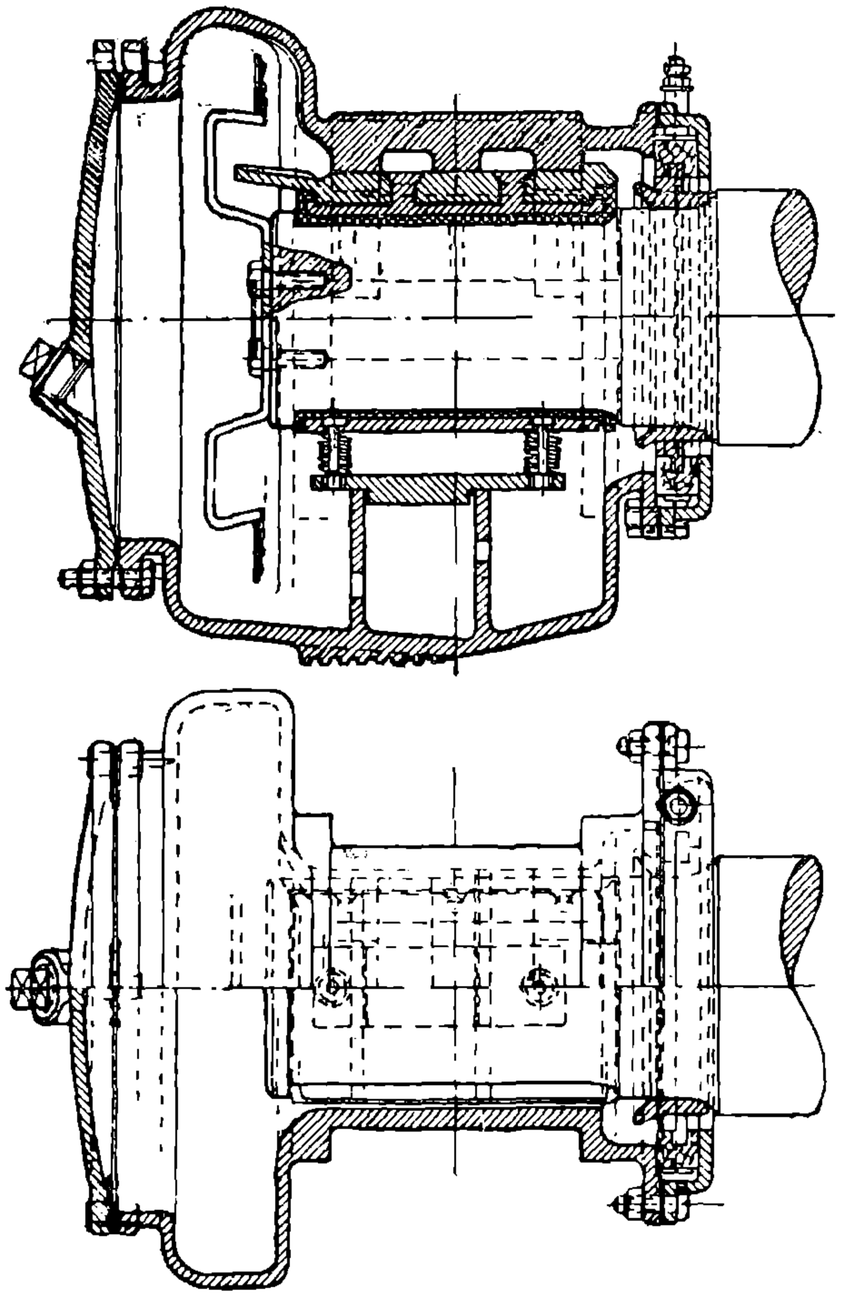


Рис. 21. Самосмазывающаяся букса ВНИИ.

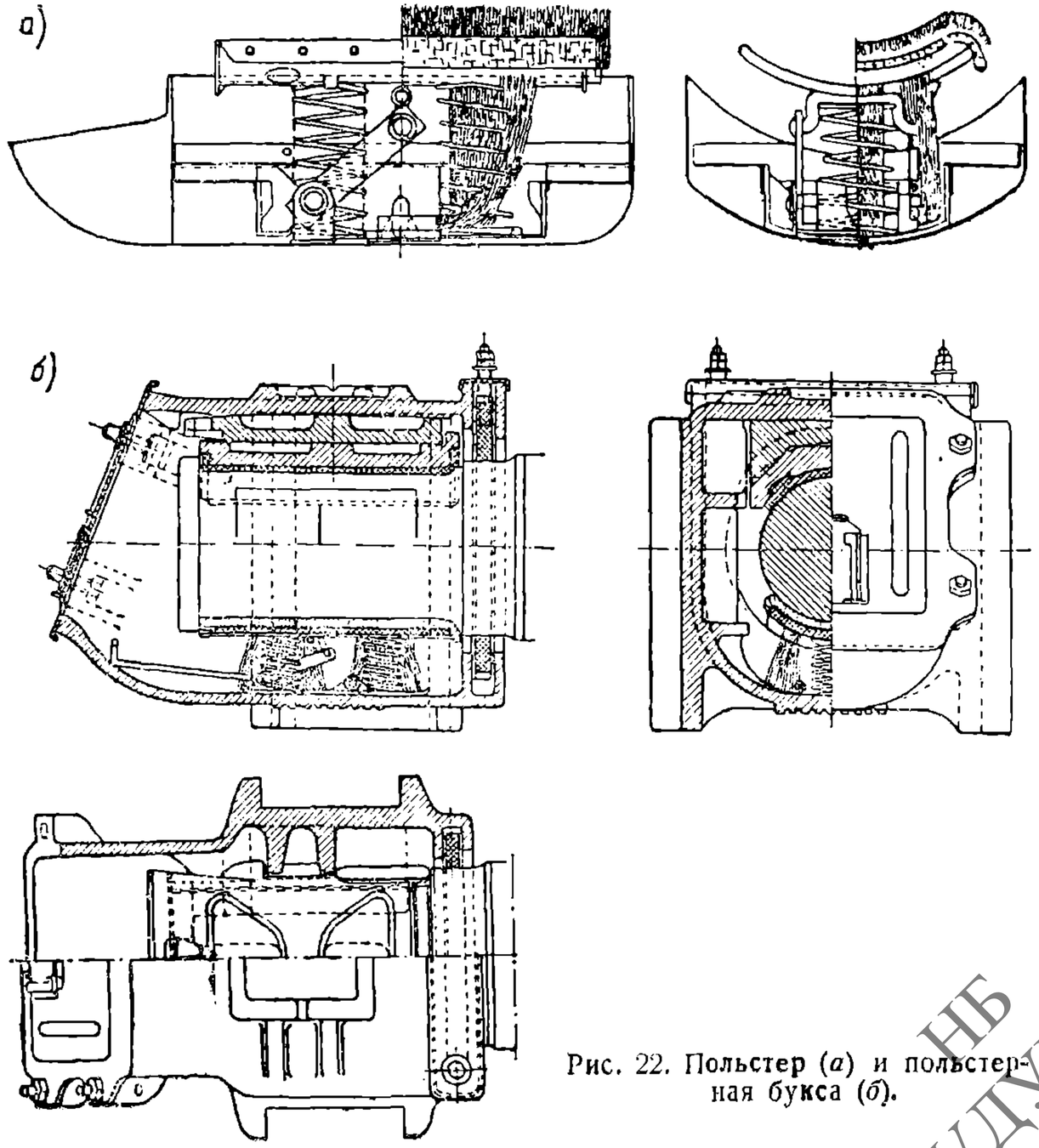


Рис. 22. Польстер (*а*) и польстерная букса (*б*).

НБ УДУНТ (ДИТ)

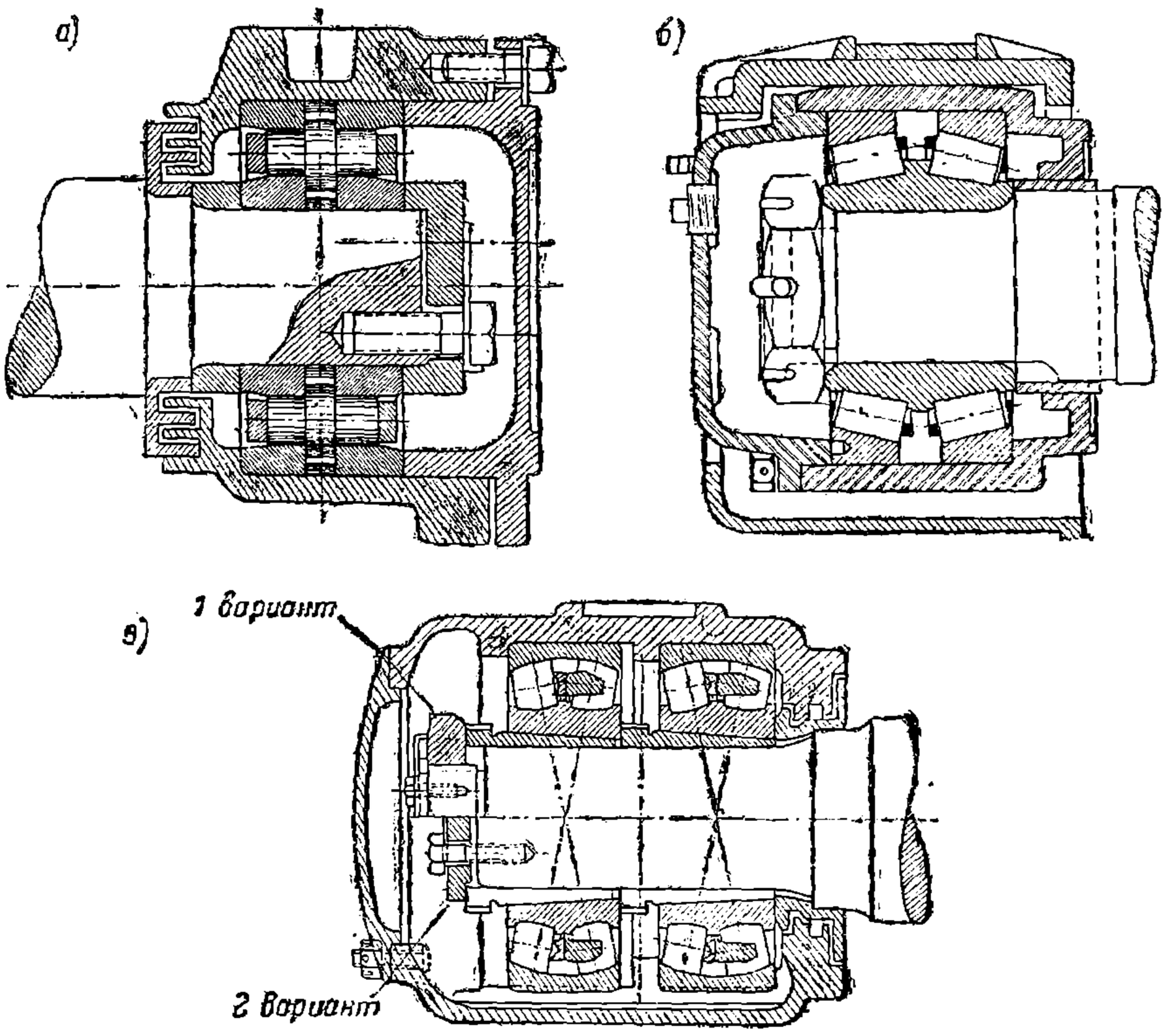


Рис. 23. Буксы с роликовыми подшипниками ширококолейного подвижного состава.

§ 5. Соединение букс с рамой.

Для того чтобы ходовые части могли быть использованы для передвижения на них по рельсовым путям повозки, необходимо осуществить соединение букс с рамой и кузовом повозки. Это соединение в принципе выполнимо двумя различными способами: жестко или упруго. Жесткое соединение, вообще говоря, применяется в условиях промышленного транспорта в тех случаях, когда мы имеем малый вес и малую грузоподъемность повозки, и примеры такого

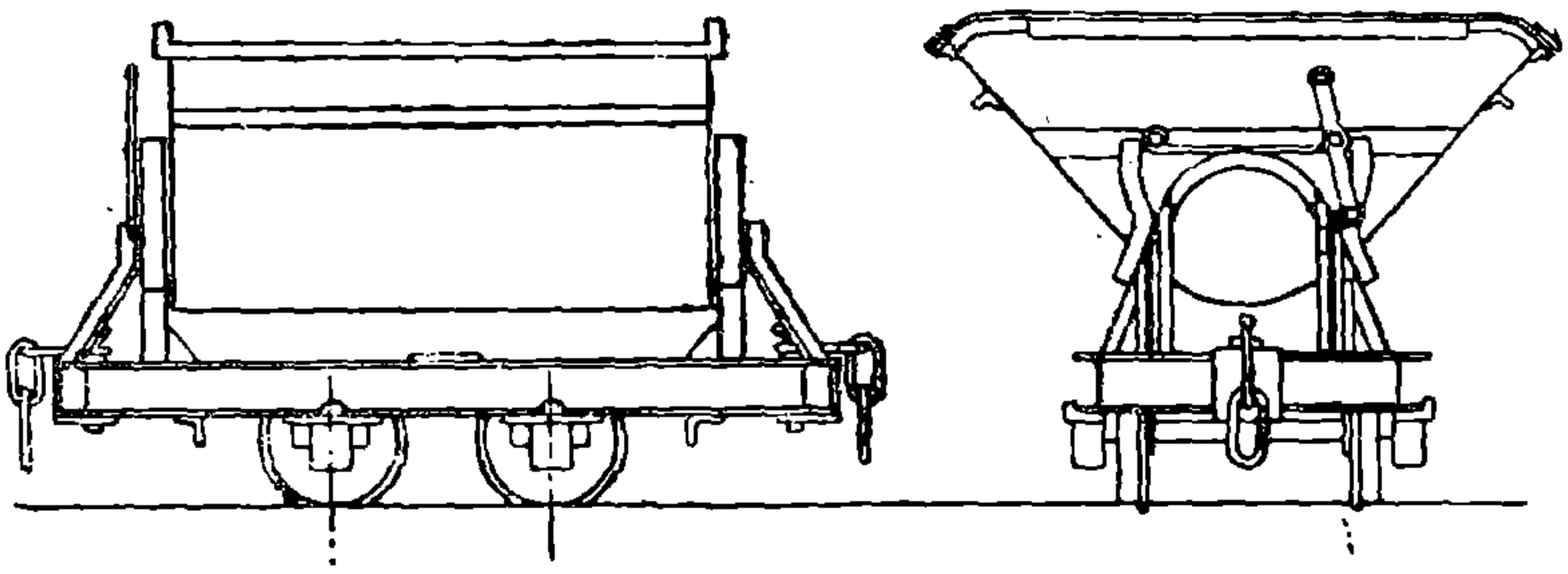


Рис. 24. Опрокидная вагонетка с жестким креплением букс к раме.

жесткого соединения можно было видеть на ряде рисунков (16,*а—д*), изображающих буксы рудничных вагонеток, а также на рис. 24, на котором ясно видно отсутствие какого бы то ни было упругого соединения между буксами и рамой вагонетки. При сколько-нибудь значительных нагрузках на ось (уже начиная с величины одной тонны на ось) даже в узкоколейном подвижном составе приходится считаться с тем, что при движении любой повозки по рельсовым путям

НБ УДИНТ (ДИТ)

возникают сильные толчки, удары и сотрясения, которые передаются на все жестко соединенные с колесными парами части. Удары эти возникают вследствии ряда причин. Стыковые зазоры рельсовой колеи, крестовины, стрелки, неравномерный износ рельсов, пучины, дефекты в состоянии поверхности катания колесный пар или дефекты в насадке колес на оси, — все это приводит к тому, что любая повозка, движущаяся по рельсовому пути, получает крайне серьезные и частые воздействия, могущие в неблагоприятном случае повести к разрушению тех или

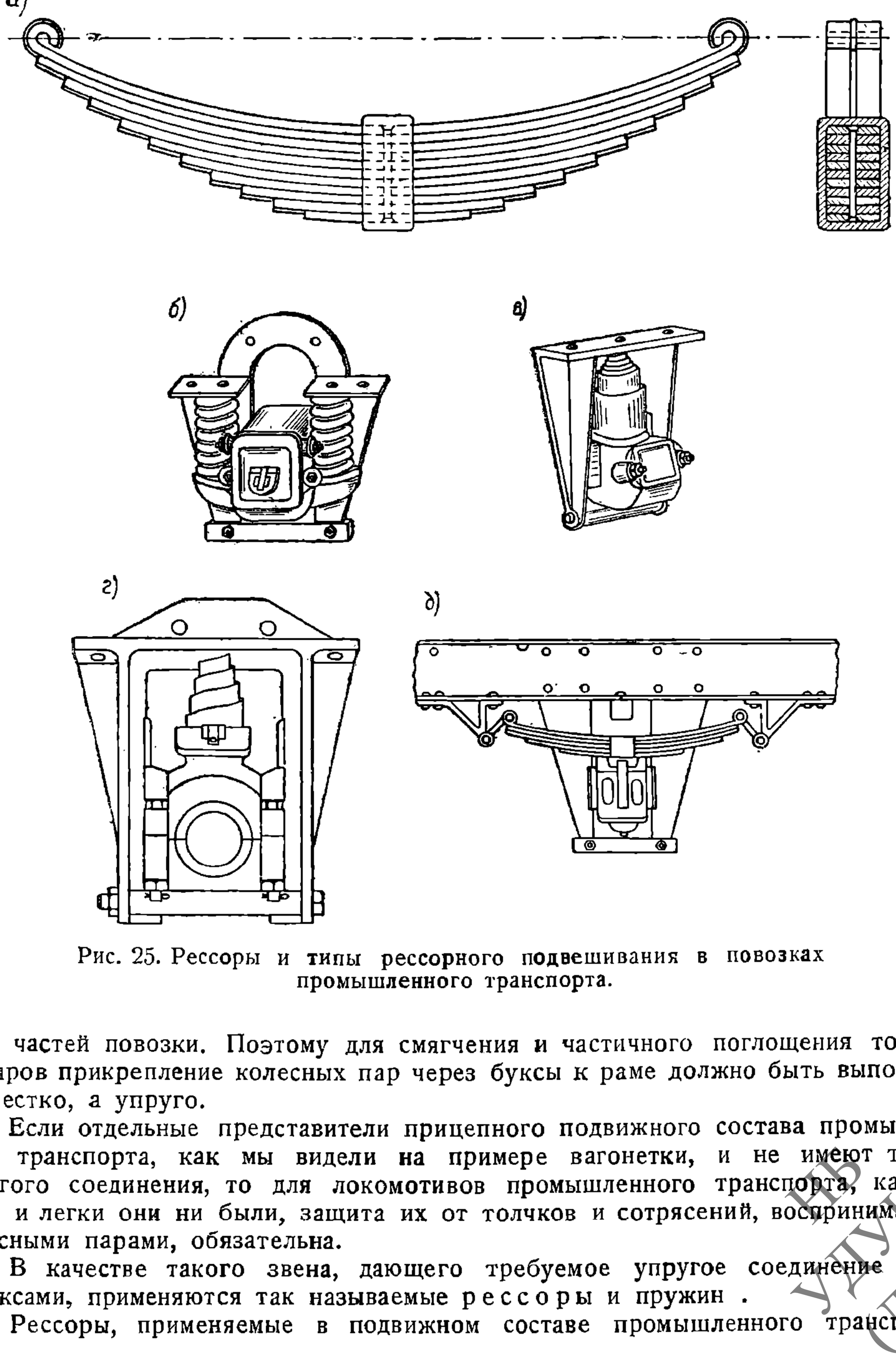


Рис. 25. Рессоры и типы рессорного подвешивания в повозках промышленного транспорта.

иных частей повозки. Поэтому для смягчения и частичного поглощения толчков и ударов прикрепление колесных пар через буксы к раме должно быть выполнено не жестко, а упруго.

Если отдельные представители прицепного подвижного состава промышленного транспорта, как мы видели на примере вагонетки, и не имеют такого упругого соединения, то для локомотивов промышленного транспорта, как быть малы и легки они ни были, защита их от толчков и сотрясений, воспринимаемых колесными парами, обязательна.

В качестве такого звена, дающего требуемое упругое соединение рамы с буксами, применяются так называемые рессоры и пружин .

Рессоры, применяемые в подвижном составе промышленного транспорта

НБ УДУТ (ДИТ)

могут быть разделены на три основных класса, из которых первые два имеют преимущественное распространение, третий же встречается лишь в исключительных случаях.

К первому классу принадлежат рессоры листового типа (рис. 25,*а*), ко второму — винтовые, или спиральные, и к третьему — эллиптические.

На рис. 25,*б* — *г*, изображены указанные соединения рамы с буксами посредством спиральных или винтовых рессор (пружин), а на рис. 25,*д* — с помощью листовой рессоры.

§ 6. Группировка осей в повозке.

Соединяя оси с самим телом повозки, мы получаем возможность сгруппировать их простым или сложным способом для улучшения возможности прохождения кривых.

Наипростейшим случаем будет такое группирование двух колесных пар, при котором их оси всегда параллельны.

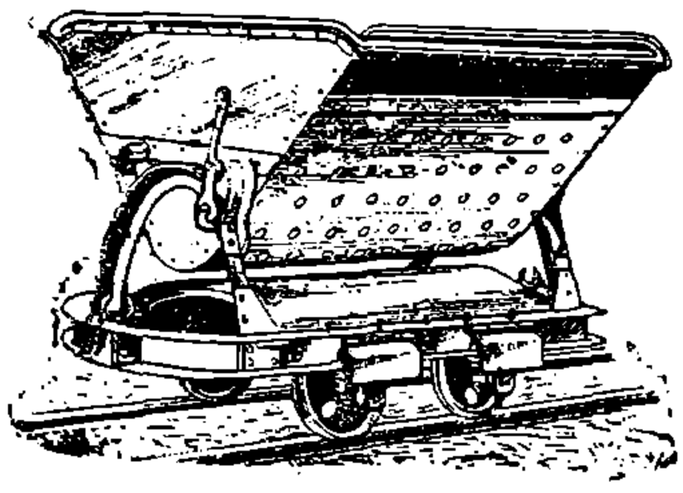


Рис. 26. Двухосная вагонетка.

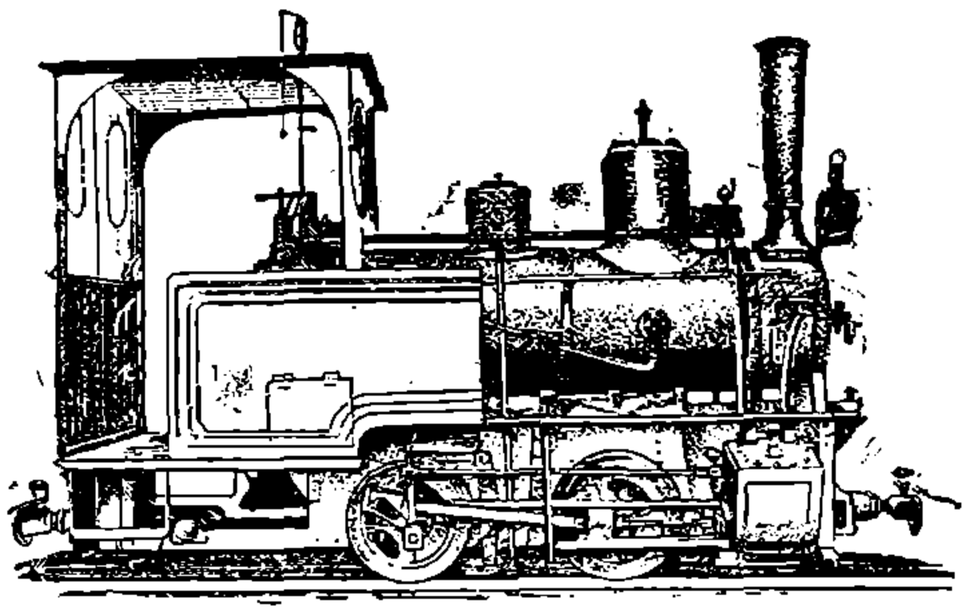


Рис. 27. Двухосный паровоз промышленного транспорта.

Подобного рода решение чрезвычайно распространено в подвижном составе промышленного транспорта как в прицепном, так и в локомотивном, и как широкой, так и узкой колеи. Как видно из рис. 26—28, подобная группировка осей применяется для вагонов, вагонеток, платформ, паровозов, мотовозов, электровозов как аккумуляторных, так и контактных.

Однако увеличение веса и длины повозок при ограниченной нагрузке на ось ведет к увеличению числа осей — к многоосности повозок, а это в свою очередь требует каких-то мер по улучшению вписывания повозок в кривые.

При трехосных повозках решение этой задачи осложняется и идет различными путями в зависимости от того, к прицепному или локомотивному подвижному составу принадлежит данная повозка.

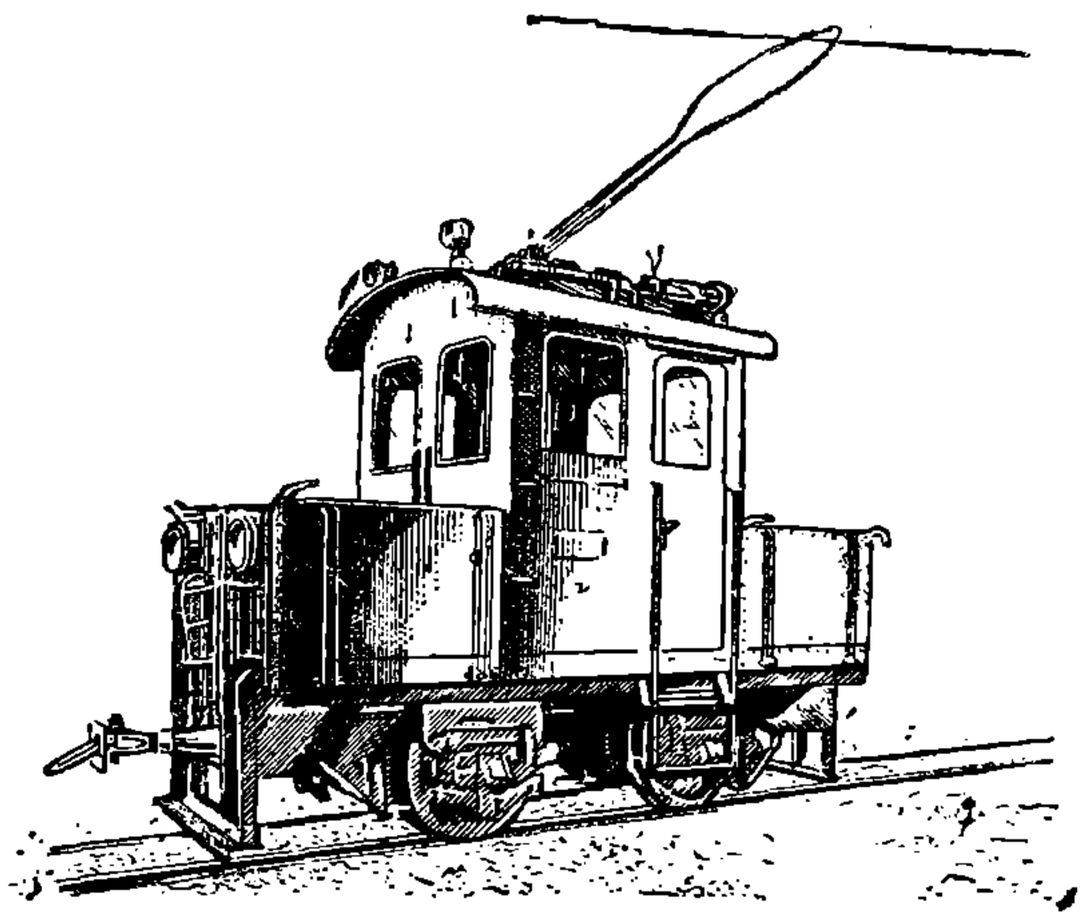


Рис. 28. Двухосный электровоз промышленного транспорта.

Для трехосного прицепного подвижного состава, т. е. для вагонов и платформ, применяются в этом случае свободно устанавливаемые оси и принудительно устанавливаемые, что дает больший эффект в смысле улучшения прохода по кривым. Для трехосных же паровозов, мотовозов и, реже, электровозов находит большое применение боковое перемещение средней оси в аксиальном направлении или применение для этой же оси бандажей без реборд. Свободно отклоняющаяся ось изображена схематически на рис. 29,*а*, откуда видно, что

НБ УИИТ (ДИТ)

требуемое отклонение оси (вернее, ее поворот на малый угол) осуществляется в данном случае за счет того, что между буксой и буксовыми лапами есть небольшой зазор, позволяющий оси получить требуемое отклонение. Возвращение же колесной пары в исходное среднее положение достигается тем, что рессоры прикреплены с помощью подвесок, благодаря чему при изменении наклона подвесок появляется вызываемое весом кузова некоторое горизонтальное усилие, возвращающее ось в среднее положение.

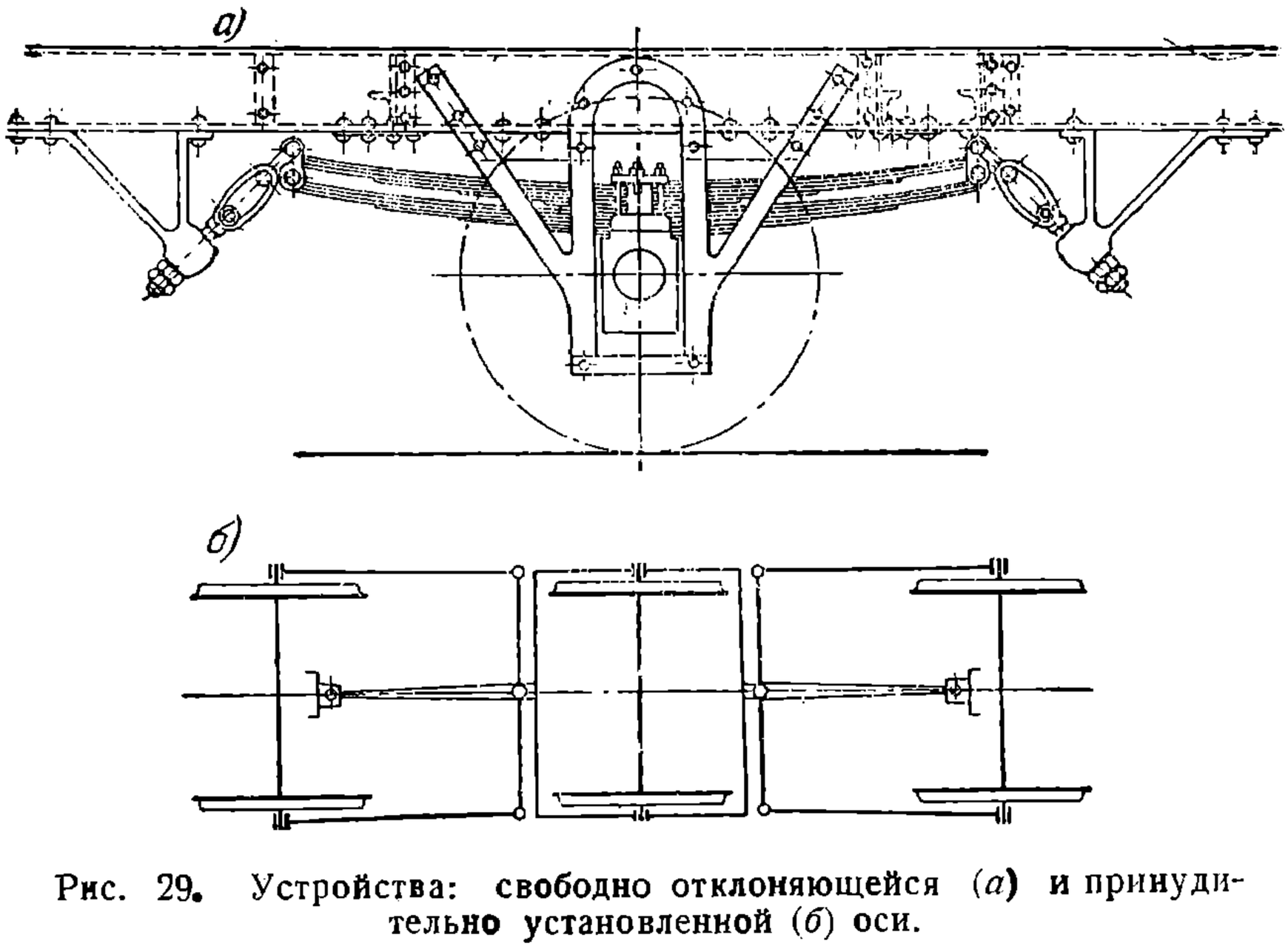


Рис. 29. Устройства: свободно отклоняющейся (*а*) и принудительно установленной (*б*) оси.

Более сложен, но и более совершенен по своему результату механизм принудительно устанавливаемых осей (рис. 29,*б*), представляющий собой целый шарнирный механизм, обладающий такими кинематическими связями, что, как видно из приведенной схемы, поворот правой колесной пары на малый угол по часовой стрелке (вследствие набегания реборды внешнего колеса на наружную нитку рельсовой колеи в кривой) повлечет за собой некоторое поперечное перемещение средней оси наружу кривой, а для последней (левой) оси поворот на малый угол против часовой стрелки. Тем самым повозка приобретает необходимую для прохода крутой криво гибкость (подвижность). Впрочем, следует сказать, что применения трехосных вагонов в условиях промышленного транспорта следует всемерно избегать, переходя в требуемых случаях на четырехосный подвижной состав позволяющий группировать оси по две в двухосные поворотные тележки (рис. 30

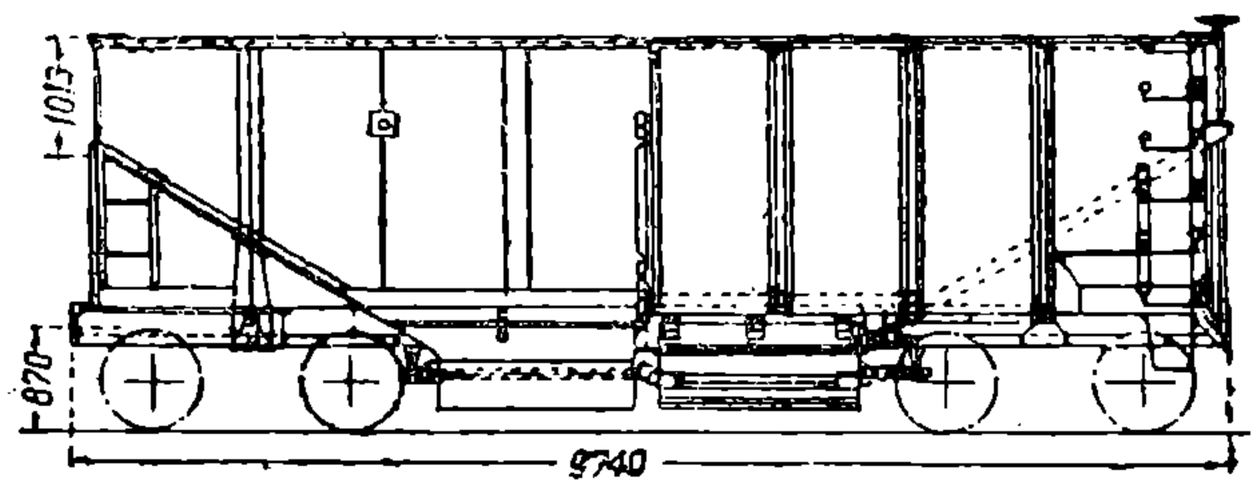


Рис. 30. Повозка с поворотными двухосными тележками.

Это дает также благоприятные результаты в отношении прохода по кривым, является наиболее употребительным для прицепного подвижного состав промышленного транспорта, обладающего сколько-нибудь значительной длиной кузова относительно ширины колеи, и применяется широко не только для вагонов но и для одного определенного рода локомотивов — электровозов промышленного транспорта.

РЕПОЗИТОРИЙ УГЛТУ (ДГТ)

В американской практике стремление получить мощный промышленный паровоз, проходящий через очень крутые кривые, привело к своеобразной конструкции паровозов Schay и Heisler, которые покоятся на двухосных или (реже) трехосных поворотных тележках и схема ходовых частей которых тем самым целиком укладывается в приведенную выше схему ходовых частей.

§ 7. Сцепные и ударные приборы.

Сцепные и ударные приборы служат для восприятия, передачи и поглощения усилий, возникающих между двумя соседними повозками, сцепленными в поезд (находящимися в составе поезда). По указанной причине эти устройства необходимы для любого рода повозки, независимо от ее прямого назначения и от ширины

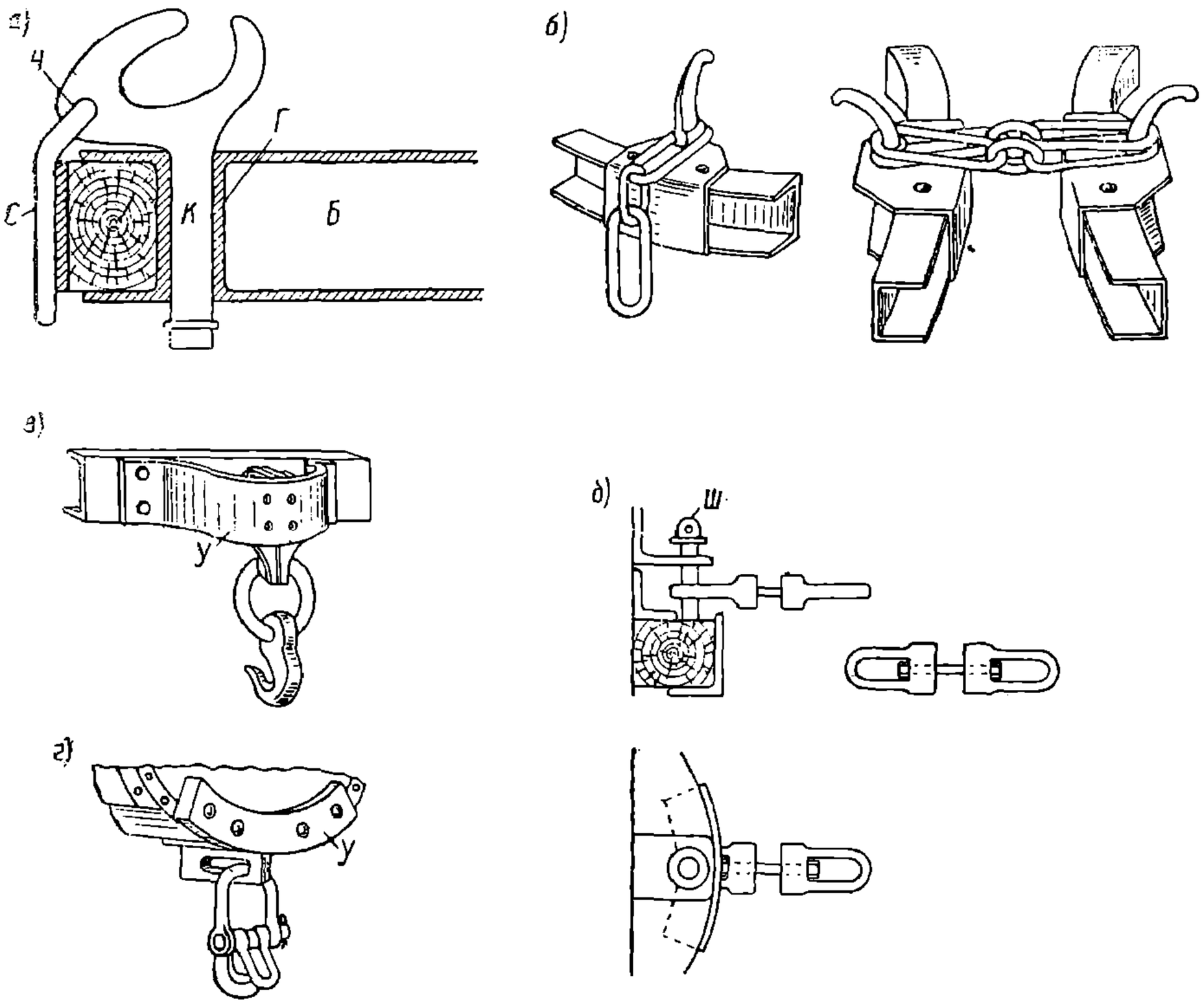


Рис. 31. Примитивные сцепные и ударные приборы узкоколейного подвижного состава.

колей и других окружающих и производственных условий. Однако на характер и тип устройства этих приборов влияют в сильной степени именно условия, в которых приходится работать подвижному составу, что мы и увидим при рассмотрении указанных приборов, начиная с самых примитивных примеров подвижного состава промышленного транспорта.

На рис. 31,*а* изображено устройство, бывшее долгое время весьма распространенным на узкоколейных вагонетках.

В специальной вертикальной гильзе *Г*, прикрепленной к буферному брусу *Б* рамы вагонетки, находится особой формы крюк *К*, имеющий укрепленную на особой чеке *Ч* сцепку *С* в виде серьги. Сцепка эта может быть откинута за крюк, тогда весь этот прибор находится, так сказать, в „пассивном“ положении. Выполняя более активную задачу, эта сцепка может быть накинута на соответствующий крюк, прикрепленный на раме другой вагонетки, причем серьга *С* на этой вагонетке должна быть в этом случае откинута назад. Таким образом

РЕПОЗИТОРИЙ БГУТ (МИТ)

понятно, что все растягивающие усилия воспринимаются серьгой, чекой, телом крюка и, наконец, рамой. Что же в данной конструкции воспринимает удары и усилия в сжимающем вагонетки направлении? Как видно из того же рисунка, к швеллеру рамы прикреплен деревянный буферный брус, обитый с наружной стороны железом; он-то и является „зачаточным" ударным прибором в этой конструкции. Это устройство сцепного прибора может быть охарактеризовано как принадлежащее к классу жестких упряжных приборов.

Стремление упростить и удешевить конструкцию крюка, с одной стороны, и сделать ее более солидной и надежной — с другой, привело конструкторов той же фирмы к несколько иному решению вопроса, как это видно на рис. 31,*б*. В немецкой литературе такой тип крюка носит название „свиного хвостика".

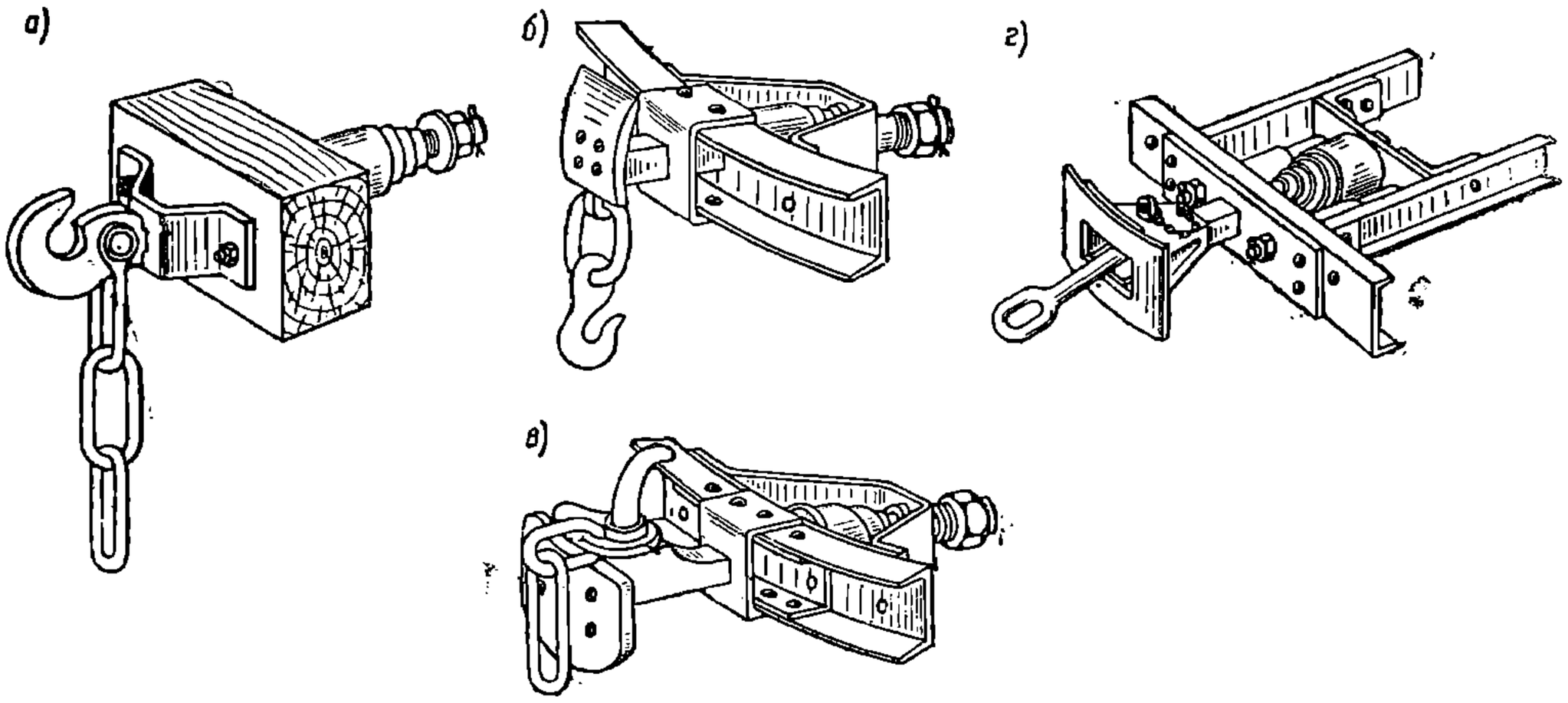


Рис. 32. Специальные типы сцепных и ударных приборов узкой колеи.

К классу жестких сцепок принадлежат также устройства, изображенные на рис. 31,*в* и 31,*г*. В первом случае мы имеем крюк, свободно висящий на кольце за которое соответствующий крюк другой вагонетки и зацепляется; во втором — крюк и сцепка выполнены отдельно и висят на серьге. Ударными приборами в обоих случаях являются части *У*, в первом случае приклепанные к раме, во втором — к кузову, что нельзя признать удовлетворительным решением вопроса. Наконец следует упомянуть о сцепке, типичной для многих угольных рудников Донбасса, — так называемой вращающейся сцепке, необходимой для прохода вагонеток через опрокид барабанного типа. Эта сцепка, изображенная на рис. 31,*д*, позволяет одной серьге вращаться относительно другой на болте и сама по себе также является жесткой. Расцепка этой сцепки происходит очень быстро и несложно вытягиванием кверху шкворня *Ш*.

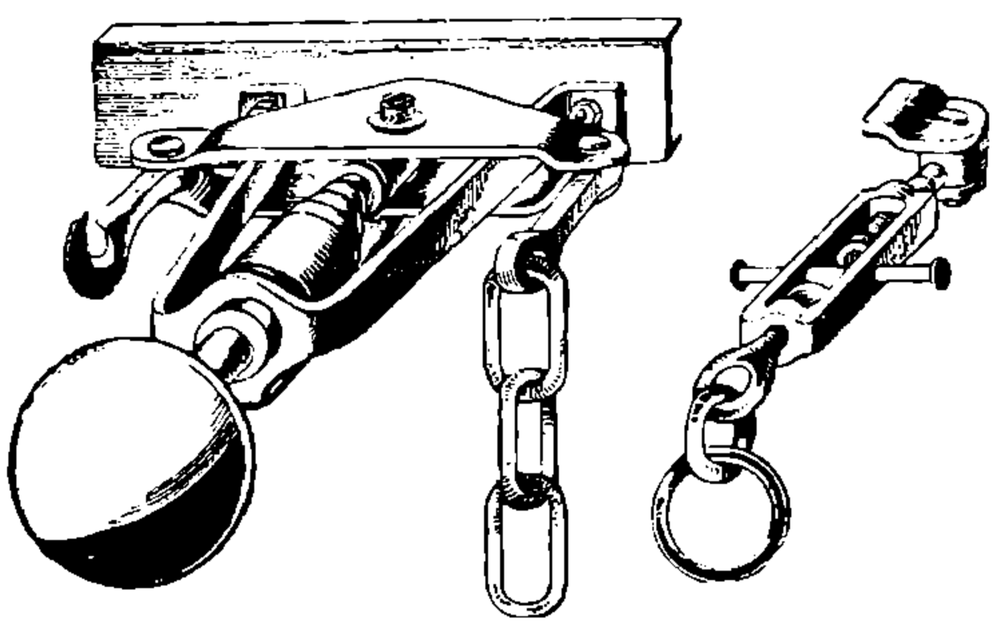


Рис. 33. Сцепной прибор с центральным буфером.

К классу же упругих сцепных приборов, более совершенных в смысле защиты подвижного состава от толчков и ударов в растягивающем и сжимающем направлениях, относится как простейший для этой группы упряжной прибор изображенный на рис. 32,*а*. Растягивающие усилия воспринимаются в этом случае крюком, но передаются на раму не жестко, а упруго посредством витой конической пружины. Сжимающие же усилия попрежнему должны быть восприняты деревянной подкладкой.

При увеличении веса повозки и числа повозок в поезде целесообразно

НВ УДУНТ (СДПТ)

перейти к более совершенным конструкциям, которые изображены на рис. 32,*б*—*г* откуда видно, что в этом случае удары в сжимающем повозки направлении воспринимаются специальным приспособлением — буфером центрального типа.

На рис. 33 показан упряжной прибор с балансирующей сцепкой и центральным буфером, позволяющий воспринимать и сжимающие и растягивающие усилия и удары и кроме того воспринимающий на кривых некоторое неравенство усилий правой и левой стяжки. Подобные приборы иногда снабжаются и винтовой (примитивной) стяжкой, которая изображена сбоку рисунка.

Наиболее же мощным (кроме автосцепки) ударно-упряжным прибором специального подвижного состава промышленного транспорта как узкой, так и нормальной колеи является сегментный ударно-упряжной прибор, весьма пригодный

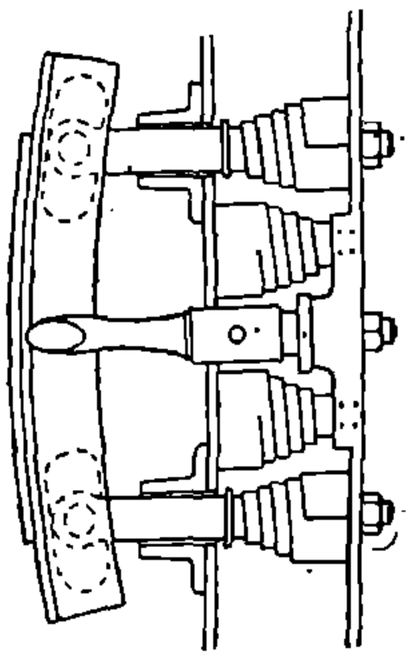


Рис. 34. Сегментный ударно-упряжной прибор.

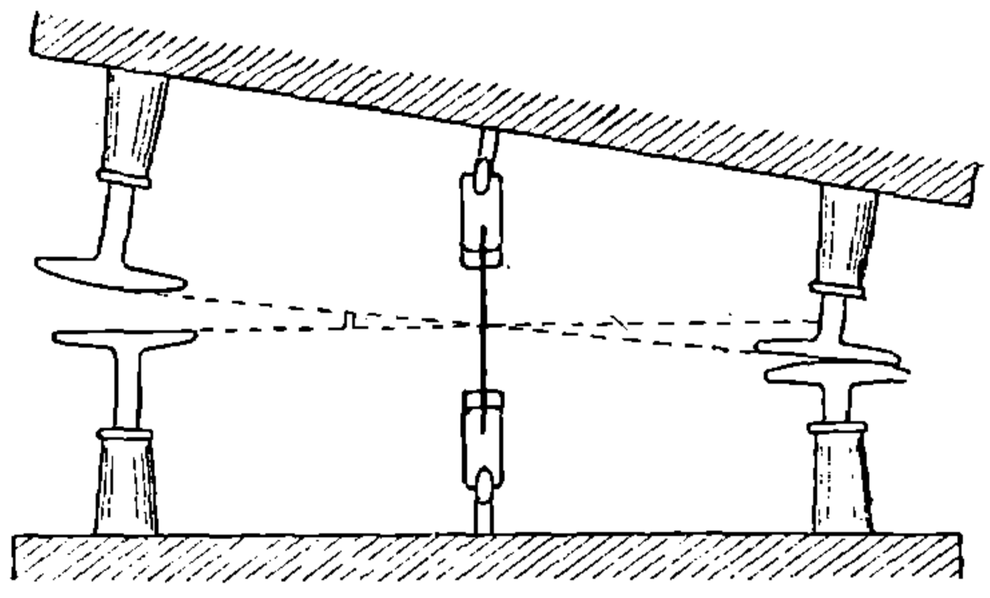


Рис. 35. Устройство с двумя буферами в кривой.

при очень малых радиусах кривых, как это имеет место на открытых разработках.

Этот прибор, изображенный на рис. 34, ставится на повозки весом до 60—80 *т* и может успешно передавать тяговые усилия эксплоатационного характера до 16 000—18 000 *кг*.

Тяговые и ударные приборы с двумя буферами, применяемые в обычной железнодорожной практике, нельзя рекомендовать для очень крутых кривых при достаточно длинной повозке, так как подобные устройства, изображенные на рис. 35, в этих случаях ограничивают вписывание подвижного состава в кривые.

На путях промышленного транспорта во многих случаях обращаются повозки общесоюзной сети магистральных железных дорог, вследствие чего необходимо рассмотреть главнейшие типы упряжных приборов, имеющих место в условиях магистрального железнодорожного транспорта.

Несмотря на вполне естественное желание иметь общий для всей сети магистральных железных дорог тип упряжного прибора, на железных дорогах СССР в настоящее время имеется 5 типов таких приборов, номенклатура и данные которых приведены в таблице 1.

Бывшая нормальная стяжка 1892 г., изобра-

ТАБЛИЦА 1.

Главнейшие данные о винтовых стяжках, применявшихся на сети железных дорог СССР до 1935 г. включительно.

Тип стяжки	Усилие в тоннах		Вес стяжки *кг*	Диаметр винта *мм*	
	расчетное	разрывное		внутренний	наружный
Нормальная 1892 г. . .	12,3	35	20	37	45
Уленгута 1898 г. . .	12,3	35	32	37	45
Усиленная 1905 г.	16	50	29	45	53
Объединенн. 1912 и 1927 гг.	16	50—70	33—35	45	53
Стяжка 1916 г. . .	16	—	31	37	45

НВ УДУНТ (ДИТ)

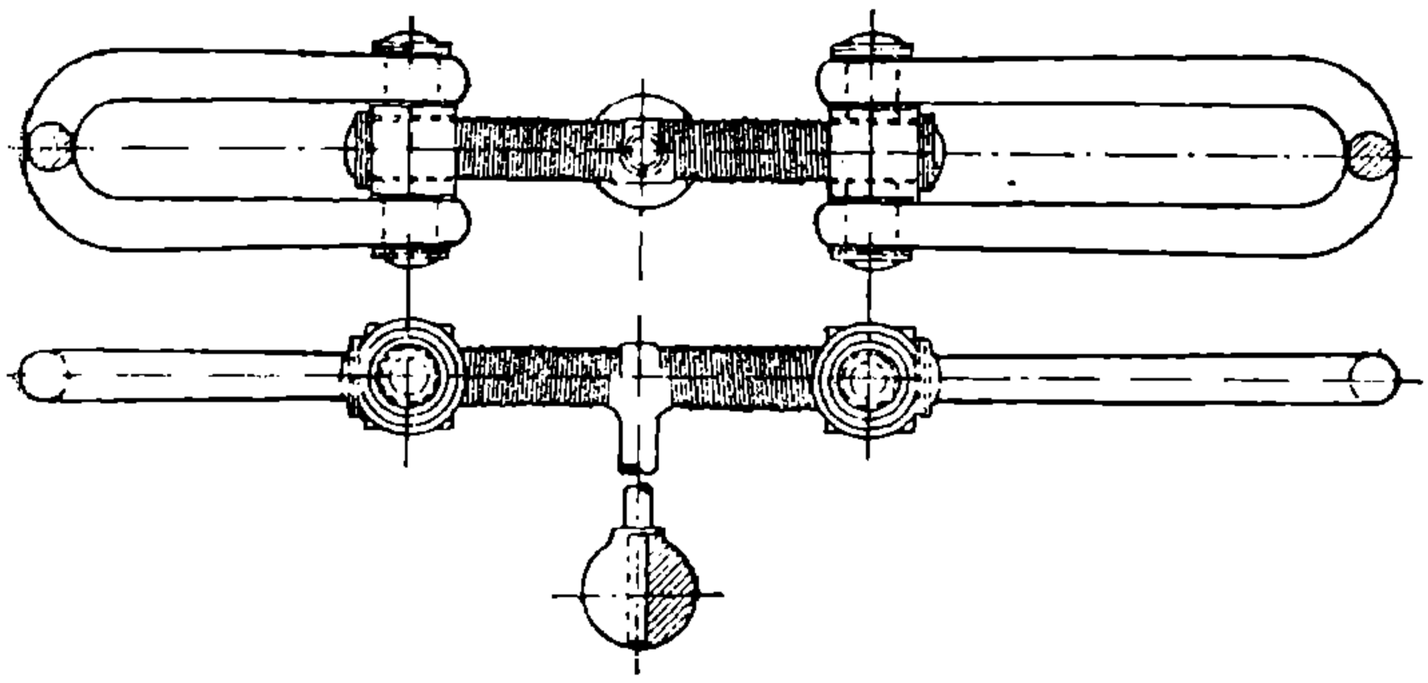


Рис. 36. Стяжка 1892 г. (винтовая).

женная на рис. 36, состоит из двух скоб, соединенных между собою винтом, имеющим правую и левую резьбу с цапфами, на которые и надеты упомянутые скобы.

Нормальная стяжка не имела запаса прочности и вследствие частых обрывов была заменена усиленной стяжкой 1905 г. Стяжка Уленгута, допускающая двойное сцепление вагонов, на товарные вагоны не ставилась, и поэтому мы ее здесь рассматривать не будем, упомянув лишь, что она послужила прототипом введенной позже объединенной упряжи 1912 г. (рис. 37).

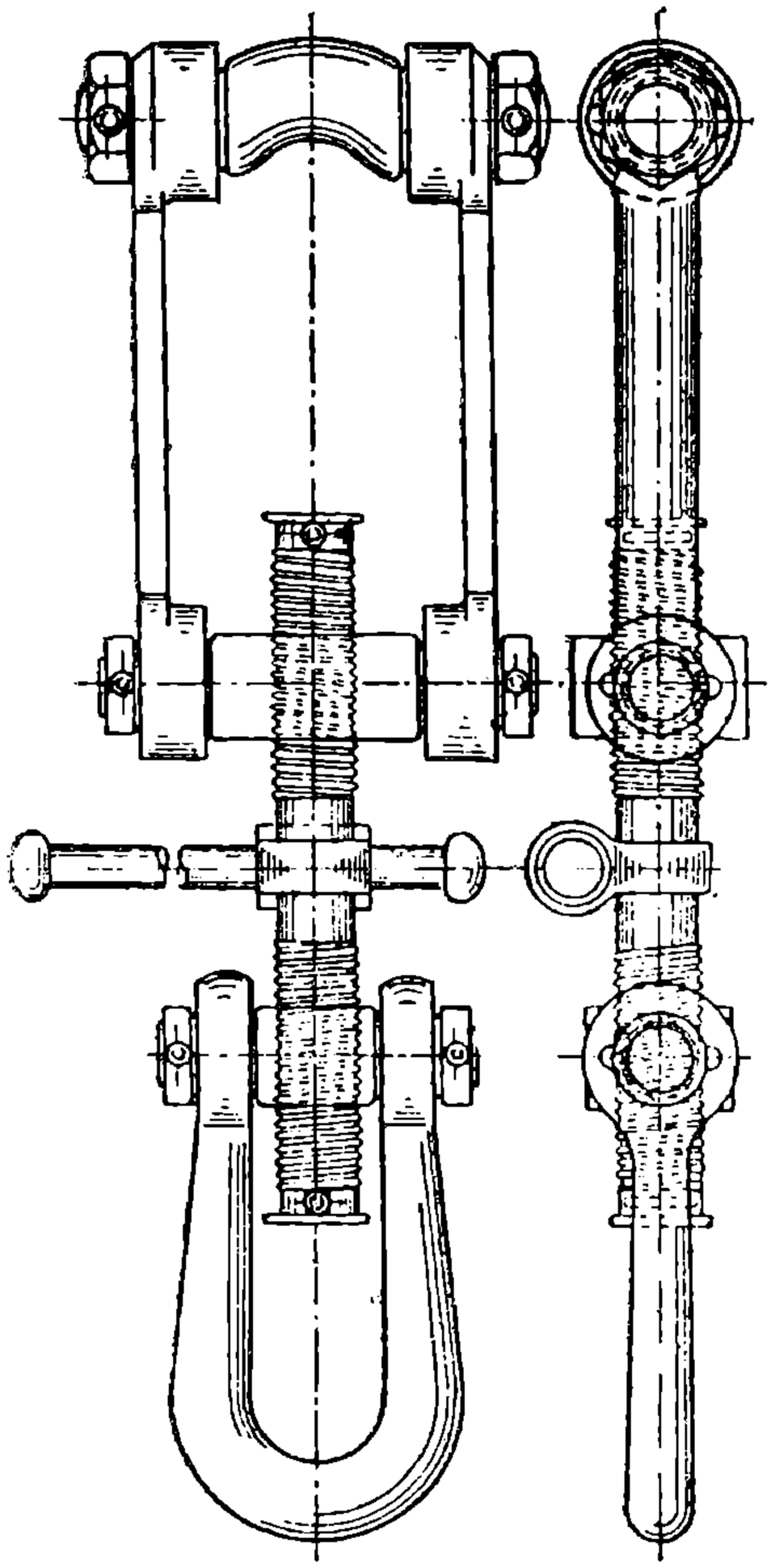


Рис. 37. Объединенная стяжка 1912 г.

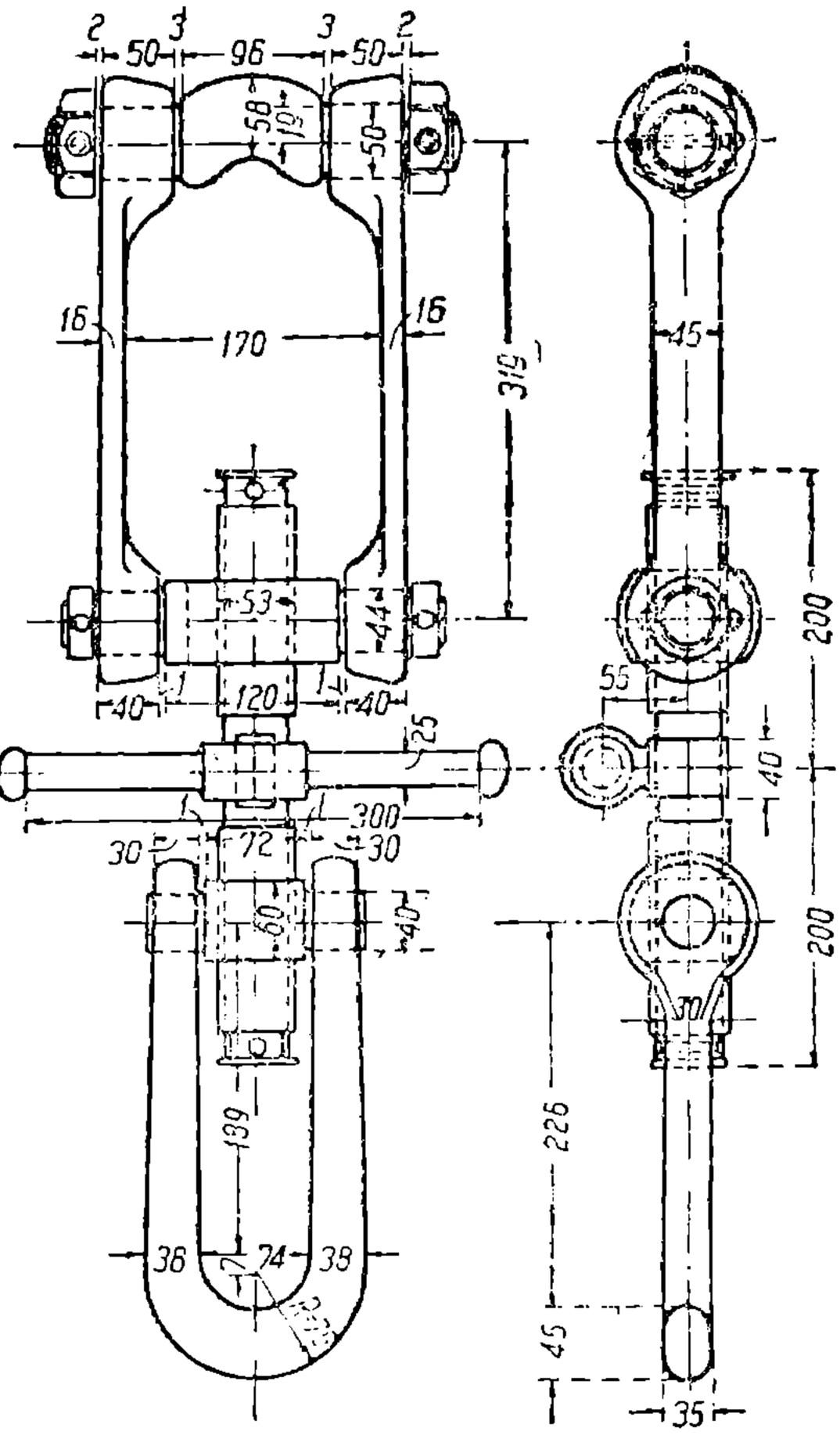


Рис. 38. Облегченная стяжка объединенного типа 1927 г.

Неудовлетворительность „нормальной“ стяжки 1892 г., вследствие ее слабости и несоответствия тяговым усилиям паровозов, имевшихся уже тогда на нашей сети, привела к разработке усиленной вагонной упряжи 1905 г. (рис. 39). Ныне и этот тип упряжи подлежит замене стяжкой 1927 г. Стяжка 1916 г. не получила

НБ УГУНТ (ДГТ)

широкого распространения в виду недостаточной прочности винта. Конструктивные недостатки стяжки 1912 г. повели к ее пересмотру, в результате чего появилась стяжка 1927 г. увеличенной прочности и легче своего прототипа на 3 *кг*. В виду этого мы и разберем этот тип упряжи, изображенной на рис. 38. Из сравнения рис. 36 и 38 видно, что в основном главнейшие размеры и тип деталей упряжи 1912 г. сохранились и в этой стяжке, и отличие этих двух моделей заключается в более рациональной форме проушин серег и отсутствии закрепительных колец и шплинтов на цапфах малой гайки.

Главнейшие элементы упряжи 1927 г.: кривой валик, серьги, скобы, винт, гайка большая, гайка малая, кольцо для гайки, наконечник для винта, ушко гайки кривого валика и рукоятка.

Крюк язляется неотъемлемой деталью винтовой упряжи, и в соответствии с типами стяжек мы имеем пять типов крюков, размеры которых приведены в таблице 2 (см. также рис. 40).

ТАБЛИЦА 2.

Размеры крюков согласно рис. 40.

Тип крюков	Сечение *AB* *мм*			Сечение *CD* *мм*			Квадратная часть *мм*	Стержни *мм*
Нормальный 1892 г. .	95	60	—	64	45	—	50 × 50	44
Усиленный 1905 г. . .	105	60	—	64	45	—	60 × 50	52
Объединенный 1912 г. .	110	60	22	67	46	22	60 × 60	52
Упряжь образца 1916 г.	135	60	22	65	44	22	60 × 60	52
Американский русского заказа 1915 г. .	146	60	22	69	46	22	60 × 70	52

Если обратиться теперь к укреплению крюка и упряжи вообще на раме повозки, то эта задача может быть решена двояким способом: путем несквозного и путем сквозного укрепления.

Принципиальная разница видна из схем сквозной и несквозной упряжи, изображенных на рис. 42.

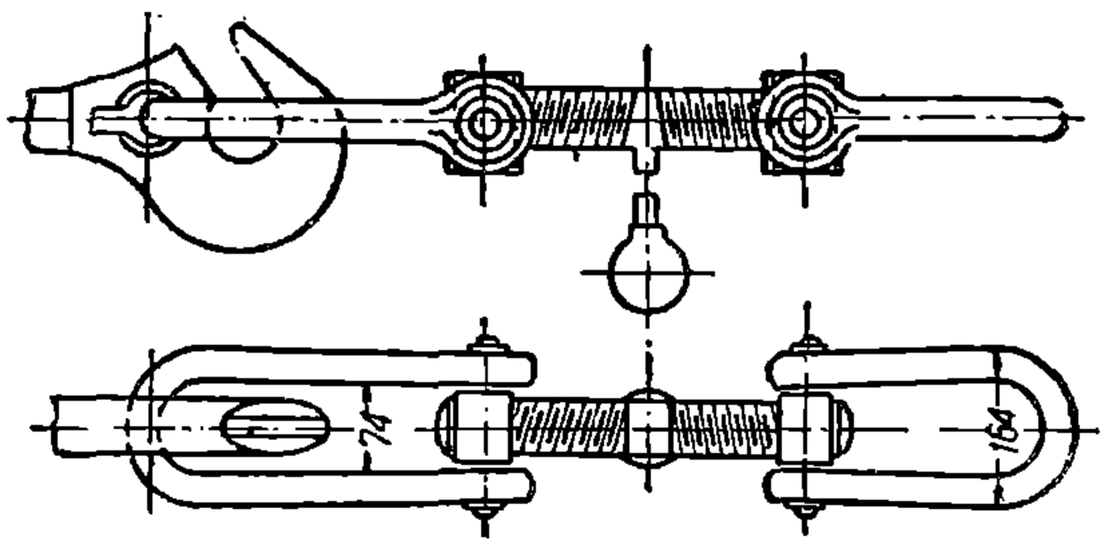


Рис. 39. Усиленная стяжка.

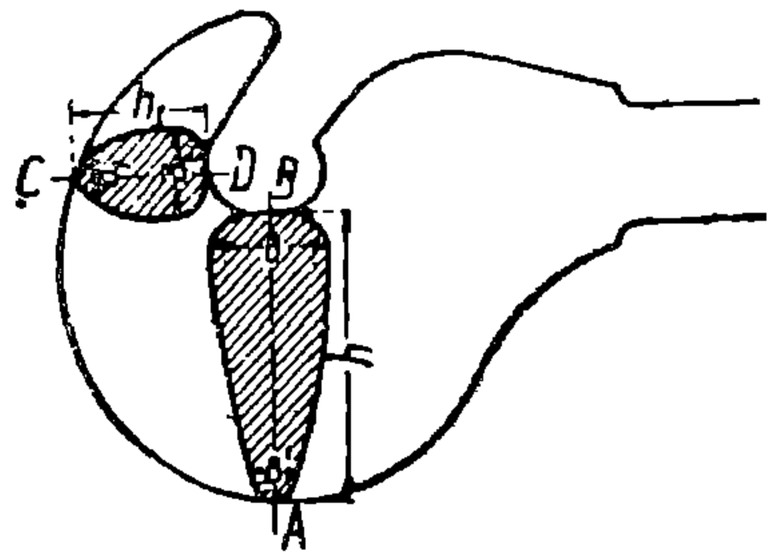


Рис. 40. Крюк.

Все рассмотренные нами типы упряжных приборов специального узкоколейного подвижного состава промышленного транспорта относятся к несквозной системе упряжи; все упряжные приборы всех без исключения локомотивов промышленного транспорта должны быть также отнесены к этому классу и лишь вагоны НКПС, не имеющие хребтовых балок (нормальный двухосный товарный вагон и платформы), имеют сквозную упряжь, изображенную на рис. 41 *а* и *б*. На всех же новых с хребтовыми балками вагонах СССР упряжь несквозная.

Принципиальная разница в поведении обоих типов упряжи видна на рис. 42; рис. 42,*а* представляет собою символическое изображение упругих и жестких связей для несквозной упряжи, а 42,*б* — для сквозной. При наличии последней, как видно из рис. 42, поезд обладает упругостью по отношению к продольным силам только при сжатии, если буфера сжатых стяжки несколько провисли. При растяжении поезда в этом случае будет иметь место жесткая передача толчков и ударов на винтовые стяжки и крюковые тяги. При наличии несквозной упряжи

НБ УКУЕТ (ДГТУ) Библиотека

как растягивающие, так и сжимающие поезд усилия воспринимаются упруго и поэтому отдача буферных пружин не может вызвать очень вредного эффекта.

Наличие буферов при винтовой сцепке является обязательным как для восприятия сжимающих поезд усилий, так и для предоставления возможности сцеп-

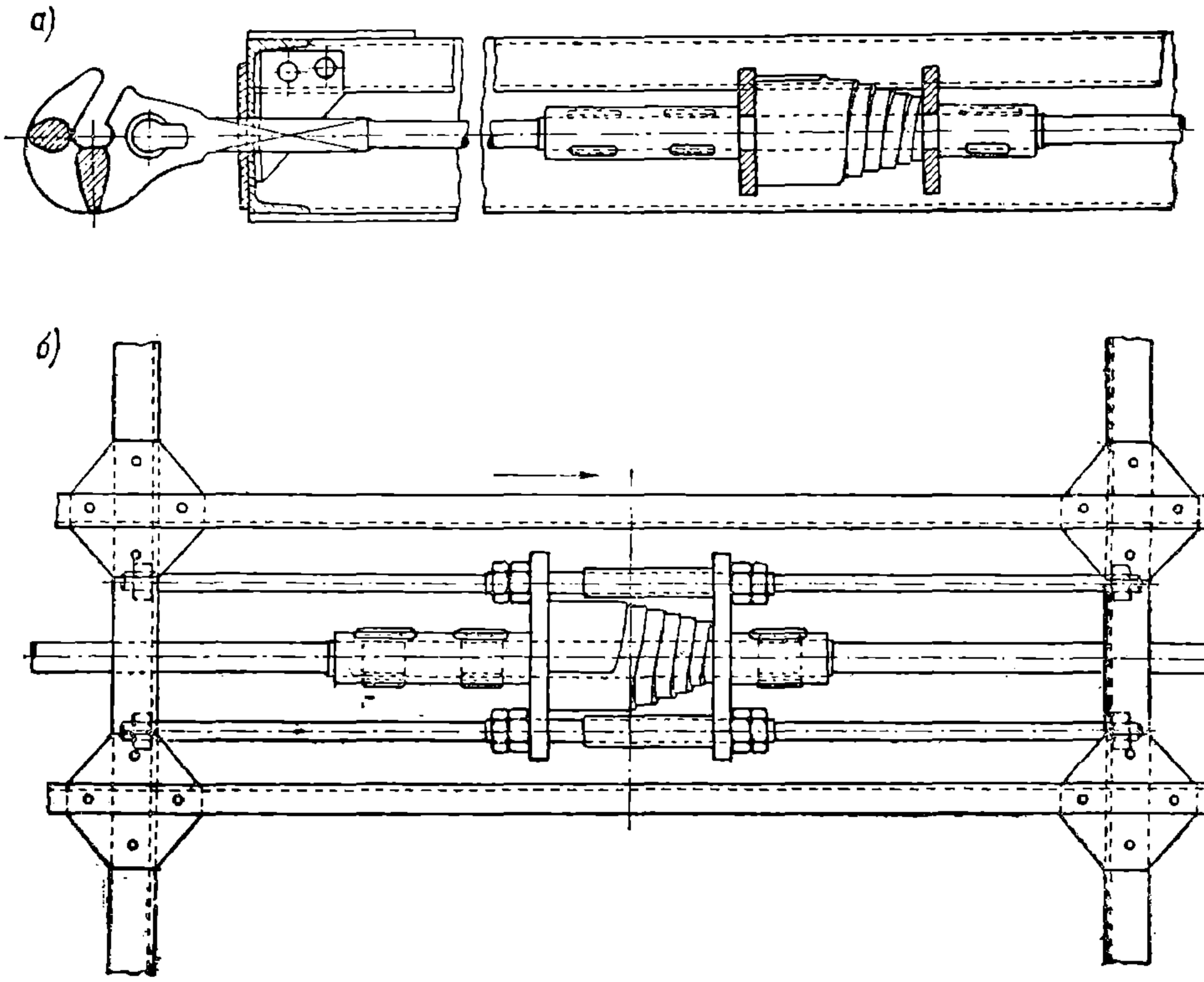


Рис. 41. Несквозная (*а*) и сквозная (*б*) упряжи.

щику поместиться в относительной безопасности между торцевыми частями повозок при сцепке и при расцепке поезда. Таким образом, если винтовая сцепка (упряжь) является тяговым или упряжным прибором, то буфер является ударным прибором. Как было видно из вышеприведенных рисунков, на узкоколейном и спе-

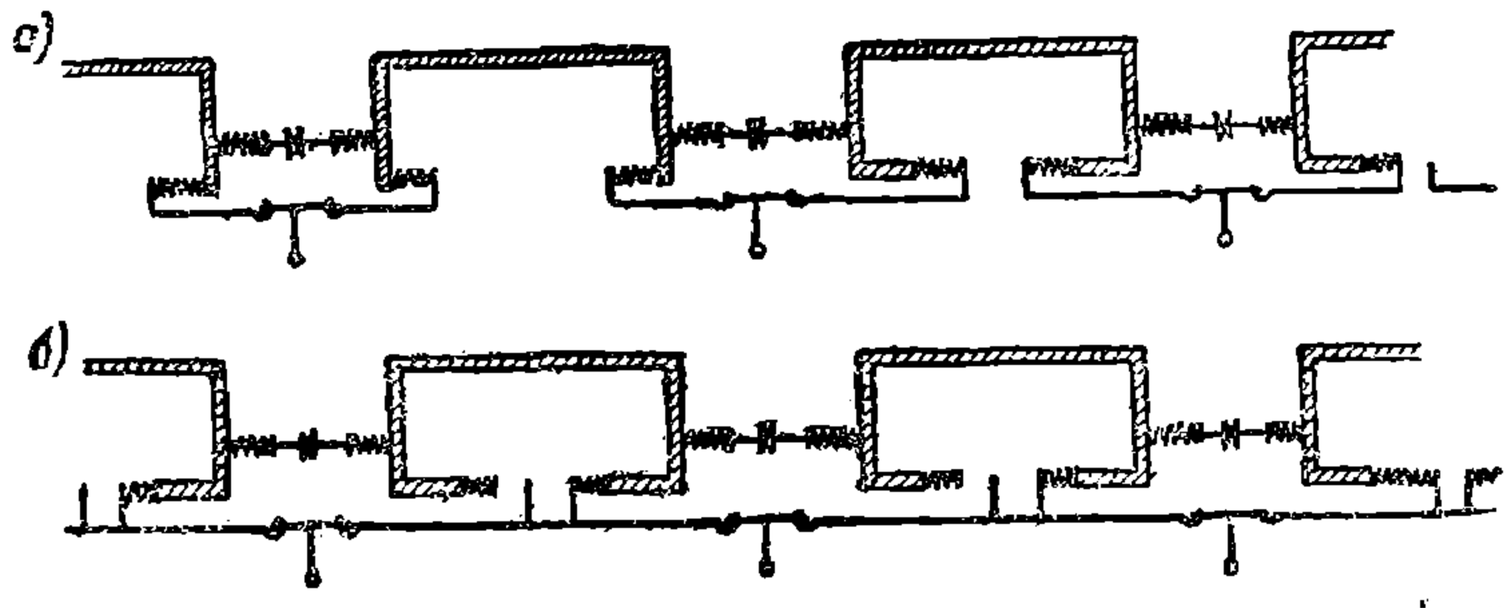


Рис. 42. Динамическая схема при несквозной (*а*) и сквозной упряжи (*б*).

циальном подвижном составе промышленного транспорта применяются ударные приборы однобуферного (центрального) типа, но на повозках, переходящих на пути промышленного транспорта с магистральных железных дорог и не имеющих автосцепки, всегда применяют двухбуферные ударные приборы, причем у нас в СССР принято делать правый буфер плоским, а левый — выпуклым. Принятые в СССР

НБ УГАЗНТ (ДИГ)

на вагонах магистральных железных дорог буфера изображены на рис. 43 (старый тип для двухосного вагона) и рис. 44 (новый тип для большегрузных вагонов).

Размеры буферов приведены в таблице 3.

Высота центров буферов до уровня головки рельса должна быть не более 1100 *мм* и не менее 1040 *мм* при том еще условии, что разница в высоте

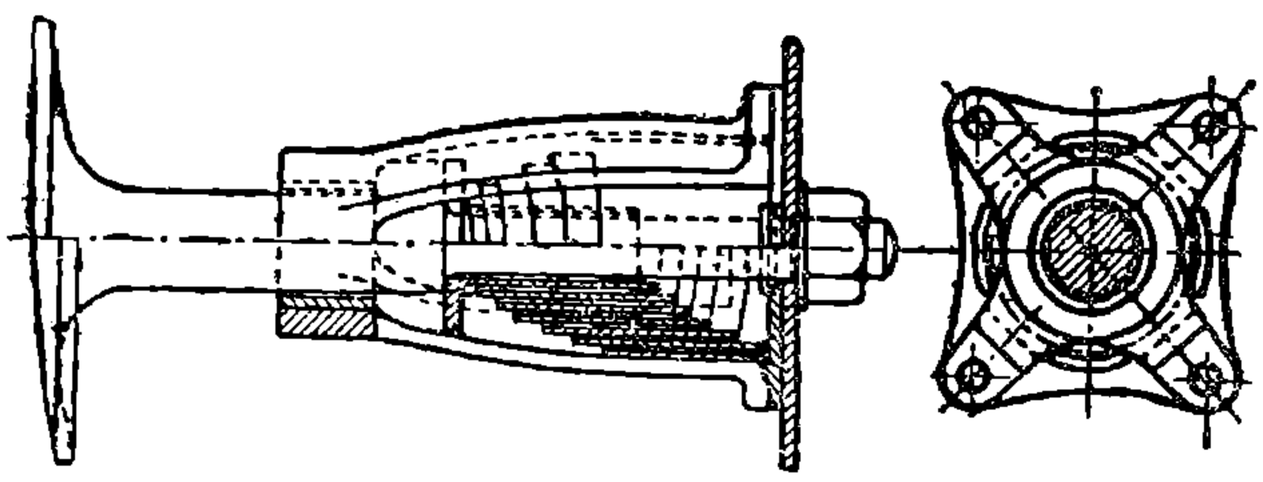


Рис. 43. Буфер двухосного товарного вагона.

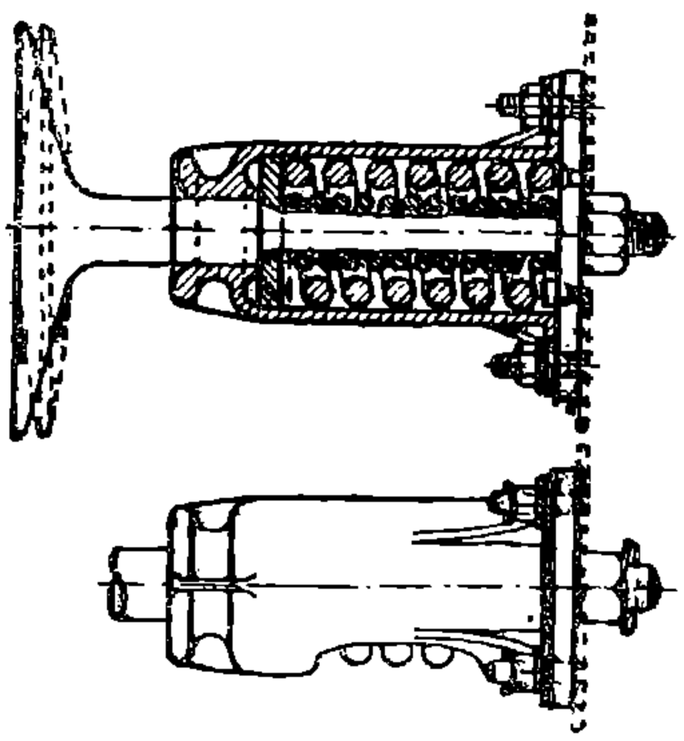


Рис. 44. Буфер четырехосного большегрузного вагона.

центров буферов на одном и том же вагонном брусе не должна быть более 15 *мм*, а для буферов разных брусьев одного и того же вагона — не более 25 *мм* как вдоль вагона, так и по диагонали.

Комплект буферного устройства состоит из буферного стержня с тарелкой, на которую непосредственно и передается удар из буферного стакана, укрепляемого четырьмя болтами к буферному брусу и предназначенного для направления стержня буферной тарелки, упорной шайбы (служащей опорой стержня тарелки на пружину), комплекта пружин (находящихся внутри буферного стакана и служащих для амортизации толчков и ударов), шайбы и гайки.

Как видно из сравнения рис. 43 и 44, старый тип буферов имеет коническую, а новый тип для большегрузных вагонов — двойные спиральные цилиндрические пружины. Следует заметить, что несмотря на то, что чем сильнее пружина буферов, тем более значительные толчки они могут воспринимать, при сильных пружинах их реакция (отдача) бывает настолько велика, что упряжные приборы могут не выдержать.

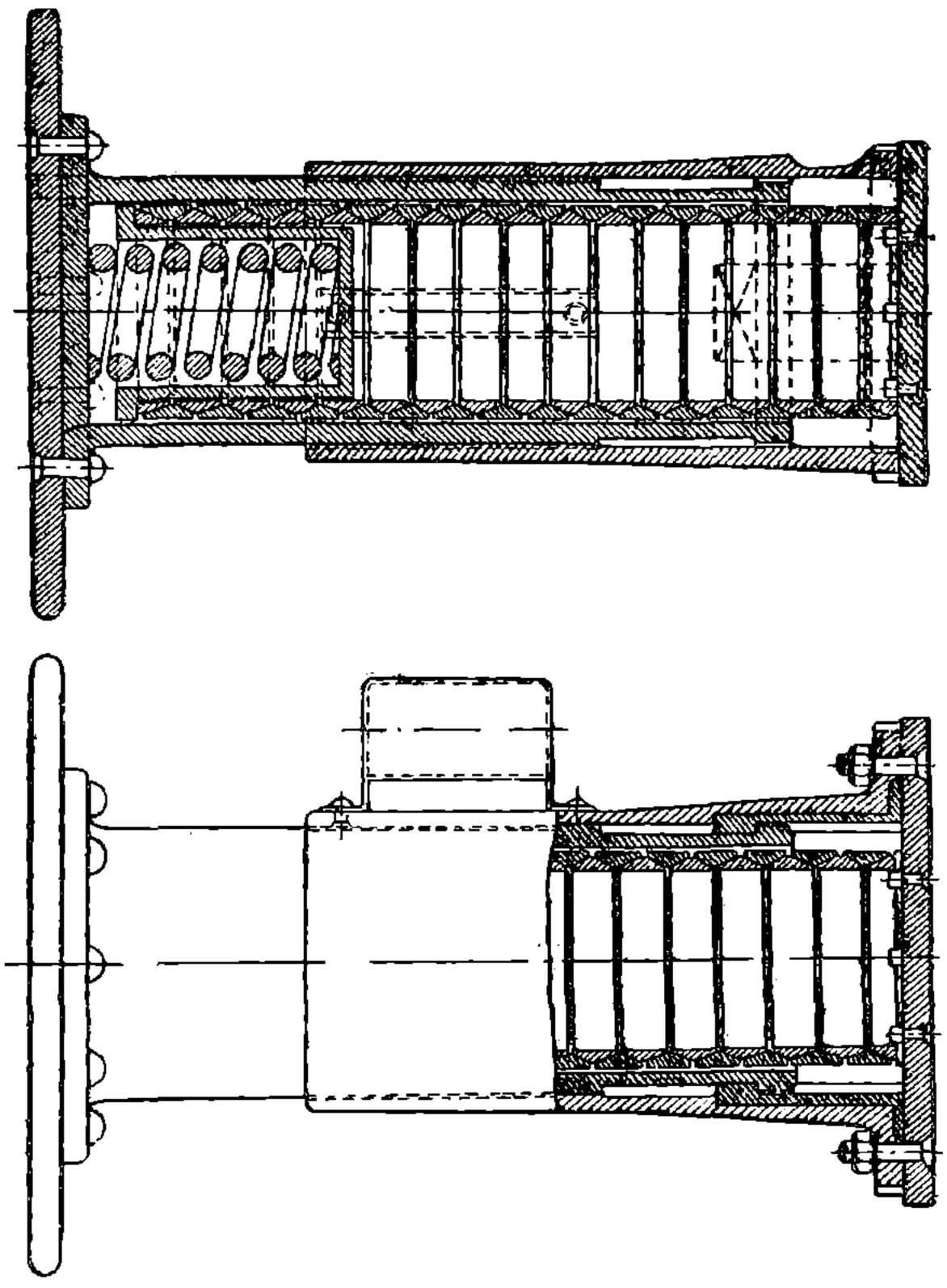


Рис. 45. Фрикционный буфер.

Для избежания этого явления переходят к ударным приборам с поглощающими аппаратами, в которых отдача поглощается обыкновенно работой сил трения.

На рис. 45 изображен буфер германских железных дорог с таким приспособлением, называемый фрикционным буфером. Однако более радикальным решением задачи является автоматическая сцепка, к рассмотрению которой мы и перейдем.

НТБ УИИНТ (ДИТ)

ТАБЛИЦА 3.

Размеры буферов вагонов магистральных железных дорог.

Тип буфера	Диаметр тарелки *мм*	Диаметр стержня *мм*	Диаметр хвостовика *мм*	Толщина и ширина пружины *мм*	Высота пружин в свободном состоянии	Толщина стенки стакана *мм*	Общая длина *мм*
Нормальный . .	340	60	45	7—127	255	15	595
Усиленный . .	340	70	45	7—152	250	15	595
Американский .	450	70	48	33— 19	295	13	595

§ 8. Автосцепка.

Автосцепка в условиях социалистического транспорта представляет собою могучее орудие реконструкции транспорта, так как позволяет не только в значительной степени упростить и ускорить процесс сцепки и расцепки поездов, но и избавиться от разрывов последних, увеличить тяговые усилия локомотивов и, следовательно, повысить веса составов, увеличить скорости движения и свести на-нет несчастные случаи со сцепщиками при составлении поездов. Переход на автосцепку у нас начался в 1933 г. и закончился в начале третьей пятилетки. Широкое распространение автосцепка получила в той стране, где она впервые и была применена, а именно в США свыше сорока-пятидесяти лет тому назад. Эта конструкция (типа Дженни) нежесткого типа была несколько видоизменена Американской ассоциацией железных дорог ARA в 1919 г. и достигла в своей модели *E* чрезвычайно большого эффекта в смысле прочности; разрывное усилие равно 250—280 *т* и, следовательно, много выше тех тяговых усилий, которые имеют место в современных локомотивах.

В европейской же практике, по целому ряду причин, автосцепка не нашла повсеместного и широкого распространения, хотя в настоящее время почти в каждой стране имеются более или менее остроумные конструкции автосцепок. Так, в Германии существуют сцепки Виллисона и Шарфенберга, в Австрии — Кюртези, во Франции — Буаро и т. д. У нас в СССР были разработаны и подверглись испытаниям в условиях эксплоатации автосцепки Кастланда, Богданова, Рыкова, Мирошниченко и Института реконструкции тяги (ИРТ), причем последняя и принята для постановки на нашем реконструируемом подвижном составе.

Требования, которые были поставлены к разработанному типу советской автосцепки, могут быть вкратце сведены к следующему:

1. Автосцепка, совмещающая в себе и тяговый и ударный приборы, должна иметь временное сопротивление при растяжении 150 *т* и при сжатии 200 *т* причем допускается дальнейшее ее усиление с сохранением сцепляемости с другими менее мощными сцепками. Таким образом, автосцепка будет способна работать в течение переходного периода при сохранении буферов и винтовой упряжи

2. Автосцепка должна осуществлять автоматическое сцепление как груженых вагонов между собою, так и с порожними двухосными вагонами, без помощи человека и на прямых, и на кривых радиусом до 135 *м* и при разности уровней вагонов в 150 *мм* при скоростях от 1 до 12 *км/час* без подклинивания вагонов и их притормаживания. Сцепление же вагонов на кривых радиусом до 90 *м* должно быть возможно при помощи человека, а на кривых радиусом до 60 *м* должно быть возможно прохождение сцепленных вагонов без опасности их схода с рельс или поломки автосцепки или рамы вагона. Также должно быть возможным прохождение сцепленных автосцепкой вагонов через гребень сортировочной горки без порчи автосцепного оборудования и рамы вагона при наименьшем из допускаемых радиусов переходной кривой.

НБ БГУТ (ДТ)

3. Расцепление должно производиться сбоку с любой стороны состава с помощью одной лишь рукоятки, причем состояние как сцепления, так и расцепления должно быть ясно видно с обеих сторон состава, а также нужно чтобы органы сцепления после расцепления вагонов сохраняли свое состояние расцепления до разведения вагонов и чтобы можно было восстанавливать сцепление расцепленных вагонов без разведения их. Кроме того автосцепка должна допускать возможность такой установки органов сцепления, чтобы можно было толкать вагоны без их сцепления.

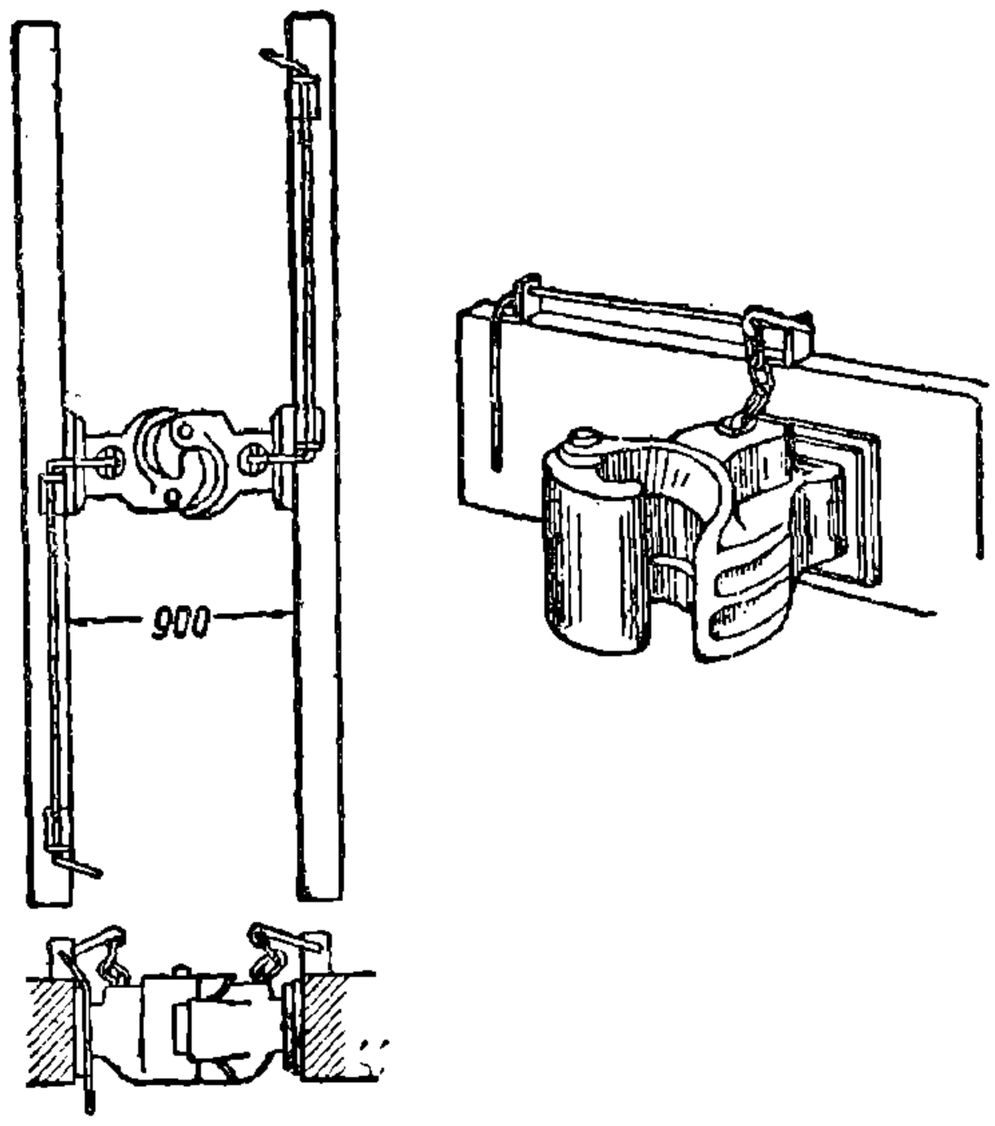


Рис. 46. Американская автосцепка.

Произведенные испытания показали, что автосцепка ИРТ-3 этим требованиям удовлетворяет, чего нельзя сказать о прочих системах автосцепок, в частности о наиболее зарекомендовавшей себя американской автосцепке ARA (бывшей МСВ), изображенной на рис. 46. Автосцепка ИРТ-3 изображена на рис. 47,*а* и *б*. Автосцепка этой системы не принадлежит к типу жестких сцепок, т. е. таких, у которых оба органа сцепления образуют в сцепленном состоянии (рис. 47,*а*) жесткий брус и не имеют перемещения один относительно другого. Неизбежные же в процессе движения поезда колебания одного вагона относительно другого в горизонтальном направлении осуществляются с помощью шарниров хвостовиков автосцепок, укрепленных в раме повозки за буферным брусом.

Все типы автосцепок совмещают в себе и тяговый и ударный прибор, причем величина усилий обоих знаков в современных автосцепках магистральных железных дорог такова, что неминуемо влечет за собою применение поглощающего аппарата.

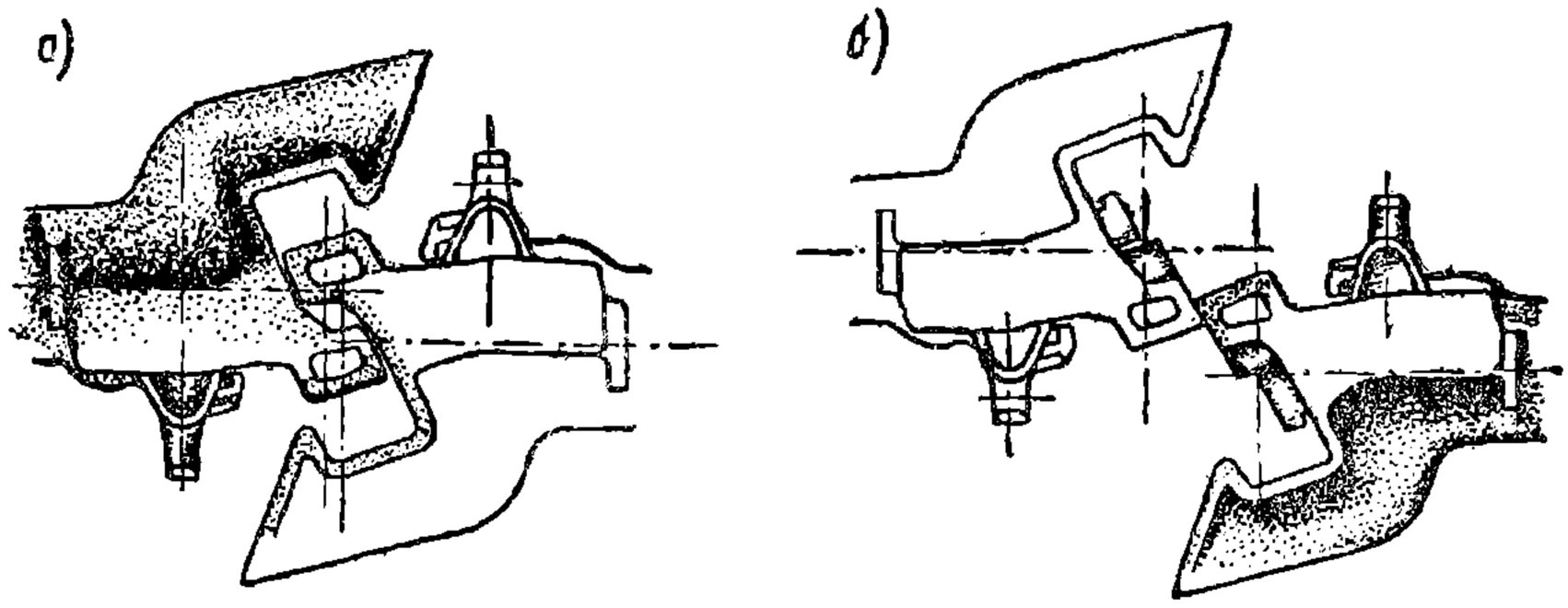


Рис. 47. Автосцепка ИРТ-3 в процессе сцепления.

Такой поглощающий аппарат, предназначенный для автосцепки ИРТ-3, изображен на рис. 48.

Идея этого аппарата заключается в том, что при сжатии его нажимной конус раздает разрезное кольцо в стороны и тем создает сильное трение между ним и внутренними стенками корпуса, поглощающее бо́льшую часть (75—95%) энергии удара.

Сцепление автосцепки ИРТ-3 с существующими упряжными приборами в период перехода с одной упряжи на другую совершается либо с помощью спе-

НБ МИИТ (ДИТ)

циально на этот предмет предусмотренной двухзвенной кулачковой переходно цепи (рис. 49), либо накидыванием винтовой упряжи на ухо автосцепки (рис. 50)

Особенности специального подвижного состава промышленного транспорта в отношении сцепных приборов типа автоматической сцепки заключаются в том, что здесь, пожалуй, нет надобности в таких мощных тяговых усилиях, как в практике нашего реконструируемого железнодорожного транспорта, но, с другой стороны, требуется особая подвижность в кривых малого радиуса и с этой точки зрения можно, пожалуй сказать, что тип такой автосцепки для указанных условий не совсем уж удачен.

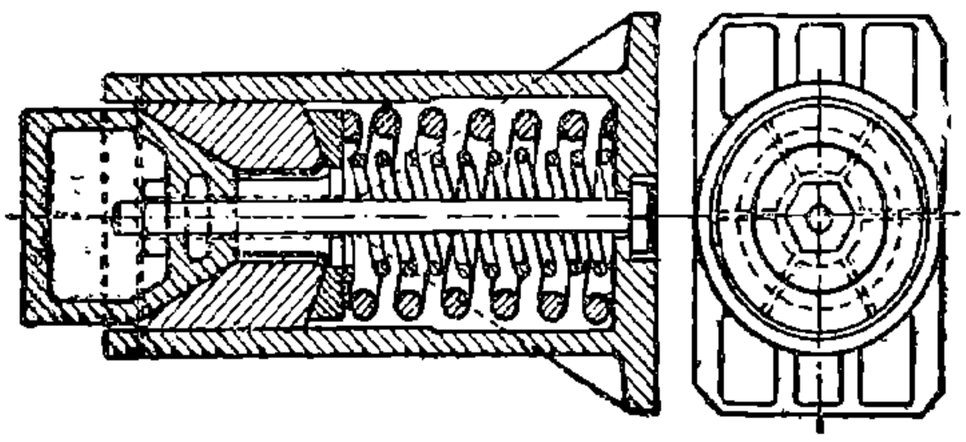


Рис. 48. Фрикционный аппарат автосцепки ИРТ-3 переходного типа.

Автосцепка узкоколейного подвижного состава в своем, так сказать эмбриональном виде показана на рис. 51, из которого видно, что этот аппарат хотя и весьма примитивен, но является специальным типом сцепки, обеспечивающим проход по кривым малого радиуса.

Более сложна, но и совершенна, конструкция американской автосцепки Томлинсона (Tomlinson), применяемой в США на городских и междугородных линиях с моторной вагонной тягой, а также на внутризаводском и внутрикарьерном транспорте, где условия прохождения подвижного состава по кривым малого радиуса еще тяжелее.

Этот тип упряжи характерен не столько своими органами сцепления и расцепления, которые в данном случае имеют стандартные очертания, позволяющие сцепляться со сцепкой МСВ, сколько устройством, допускающим смещение и поворот всего упряжного прибора относительно рамы и кузова вагона. Идея этого приспособления понятна из рис. 52.

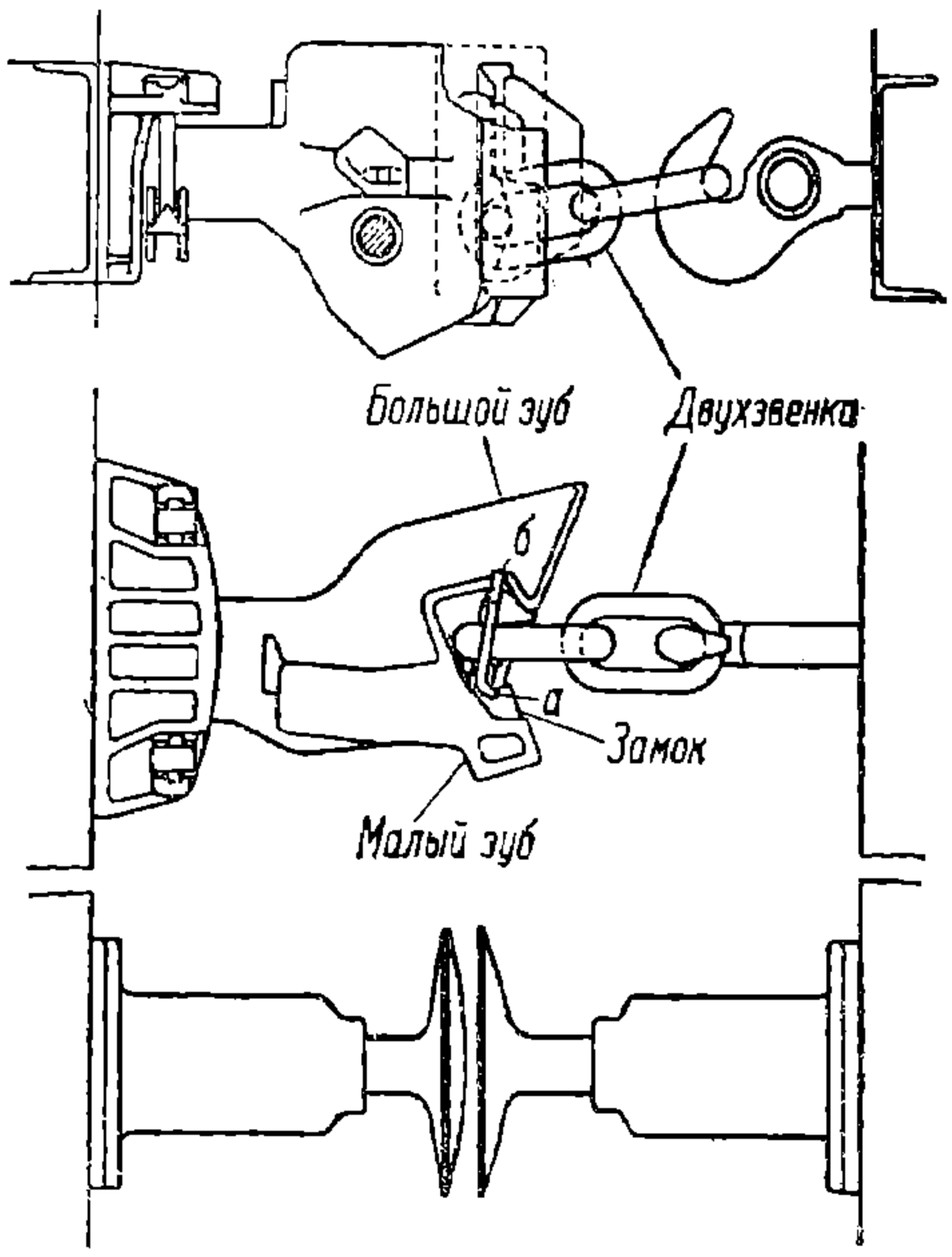


Рис. 49. Сцепление автосцепки с крюком с помощью двухзвенной кулачковой переходной цепи.

Чтобы закончить вопрос о сцепных приборах, следует указать еще на одно обстоятельство, имеющее довольно большое значение в условиях эксплоатации промышленного транспорта. Дело в том, что во многих конкретных случаях работа локомотива заключается в весьма частой прицепке и отцепке в отношении того или иного состава, стоящего, например, под погрузкой или выгрузкой в том или ином пункте производственного процесса предприятия.

Совершенно очевидно, что при достаточной частоте таких операций вопрос о времени, затрачиваемом на отцепку и прицепку, становится весьма актуальным, и время, затрачиваемое на эти операции, может, в известных случаях, составить довольно большую долю по отношению к общему балансу времени работы локомотива. Поэтому желательно всемерно уменьшать указанные потери времени, что, конечно, проще всего осуществляется применением автоматического сцепного прибора того или иного типа, позволяющего, как было изложено выше, осуществить расцепку со стороны, но требующего, как мы до сих пор видели, переоборудования всего парка подвижного состава данного предприятия указанным типом сцепного прибора.

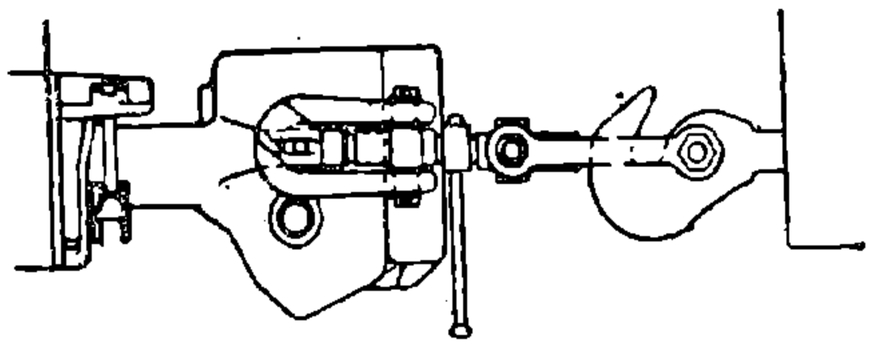
РЕПОЗИТОРИЙ УГЛТУ (ДИТ)

Если по каким-нибудь причинам это не имеет места, то можно предложить еще одну конструкцию, которая бы решила данную задачу без специальной переделки всех сцепных приборов всего парка, обращающегося на данном предприятии.

Эта конструкция заключается в том, что сцепной прибор только одного локомотива устраивается таким образом, что позволяет осуществлять расцепку со стороны и довольно быстро, заходя между торцовыми частями локомотива и первого вагона.

Очевидно, что контуры очертания этого сцепного прибора должны в точности соответствовать требованиям, которые ставятся сцепным приборам, установленным на всех вагонах парка данного предприятия, но сцепной прибор локомотива, как указано на рис. 53, удовлетворяя этим требованиям, может иметь устройство, удовлетворяющее в то же время и возможности быстрой отцепки локомотива.

Таким образом, полных выгод, получаемых от снабжения автосцепкой всего парка подвижного состава данного предприятия, здесь мы иметь не будем, но в большей мере сократим время на отцепку и прицепку локомотива, совершая эту операцию в более удобных условиях, что во многих случаях может иметь немалое значение.



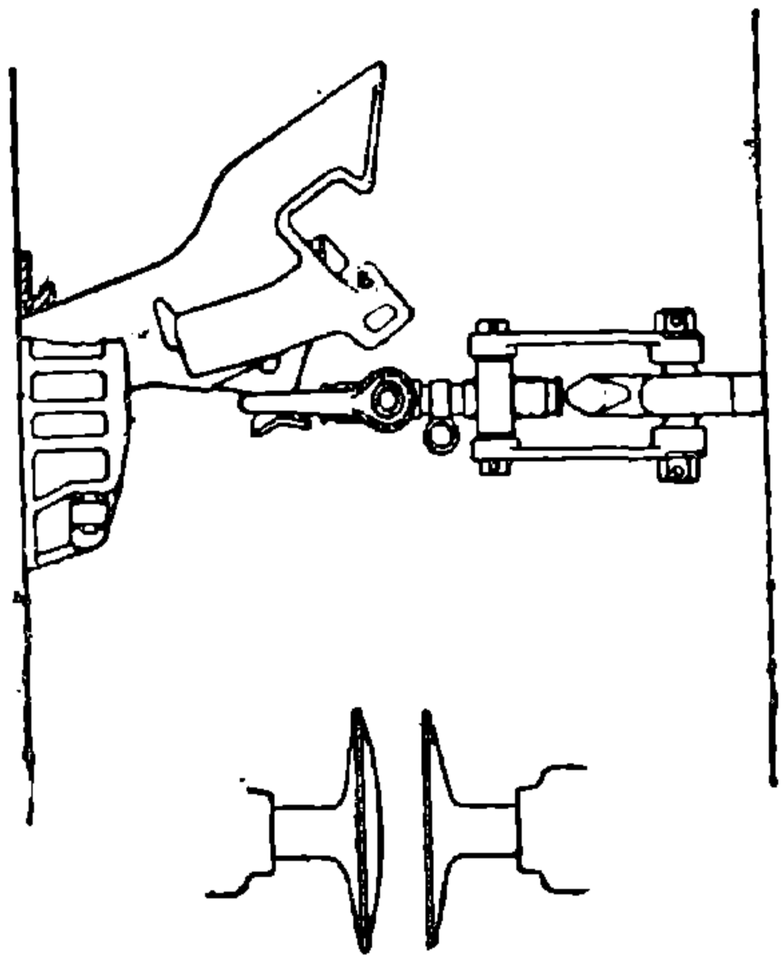
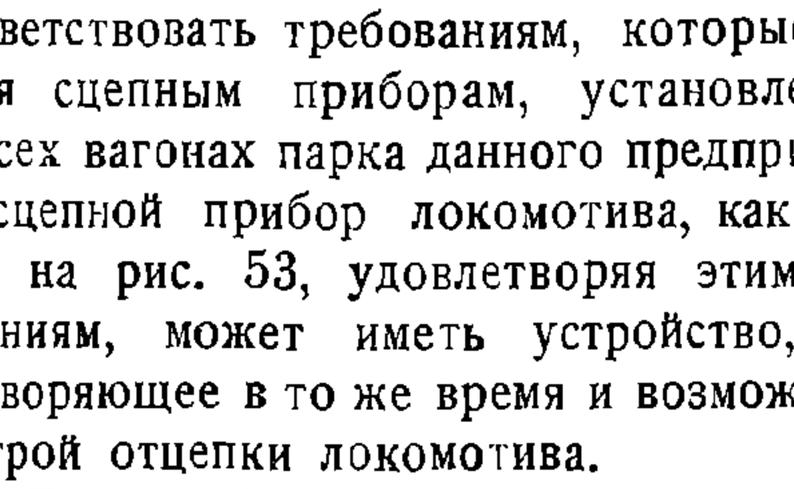


Рис. 50. Сцепление автосцепки с винтовой стяжкой.



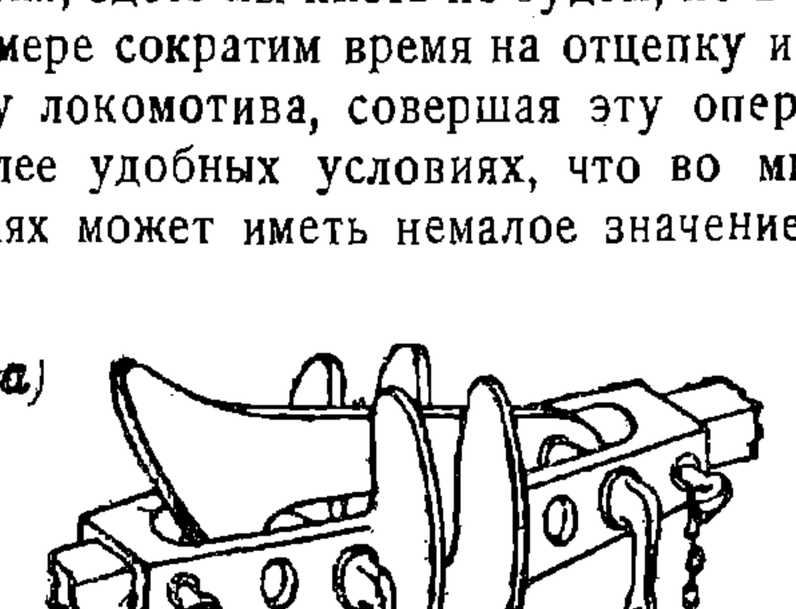


Рис. 51. Примитивная автосцепка узкоколейного подвижного состава (*а*) и комбинация автосцепки с сегментным буфером (*б*).

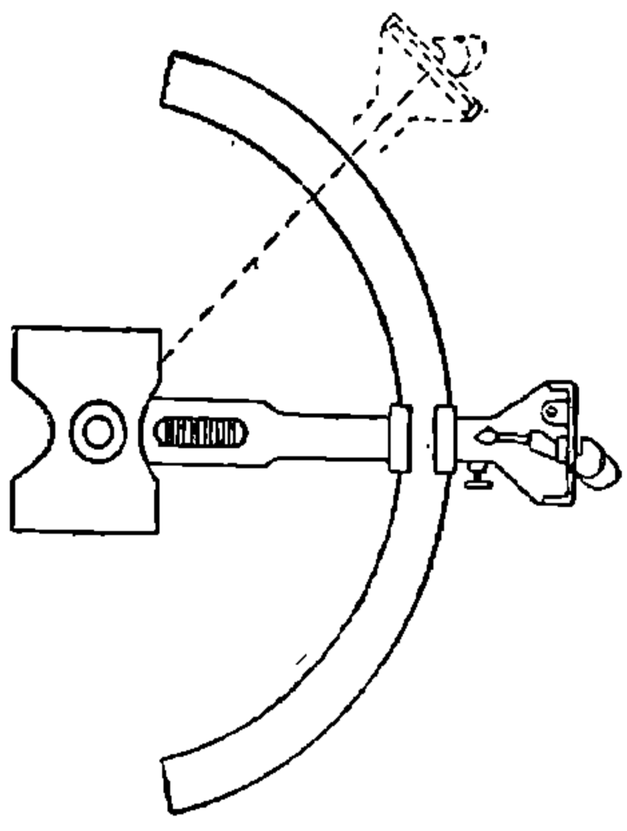


Рис. 52. Американская поворотная автосцепка.

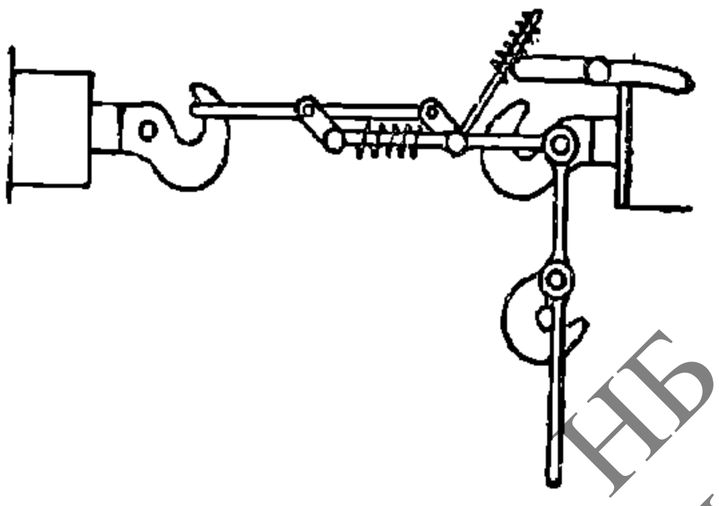


Рис. 53. Специальная конструкция для быстрой отцепки локомотива при винтовой стяжке.

НБ УДУНТ (ДИТ)

ГЛАВА II.

ПРИЦЕПНОЙ ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ПРОМЫШЛЕННОГО ТРАНСПОРТА.

§ 9. Общие сведения о прицепном подвижном составе промышленного транспорта.

При изучении вопроса о различных типах применяемого на промышленном транспорте прицепного подвижного состава следует иметь в виду, что применение того или иного типа вагона требует весьма тщательной и внимательной увязки его главнейших свойств и особенностей с условиями и требованиями производства на данном предприятии.

В главнейшем и основном эти особенности могут сказаться в отношении массовости перевозок и в отношении однообразия требований, предъявляемых каким-либо родом груза к подвижному составу, предназначенному для его перевозки.

В зависимости от соотношения между двумя указанными факторами мы можем проследить влияние их на конструкцию прицепного подвижного состава промышленного транспорта; это влияние приводит либо к известной универсальности повозки, либо к ее специфической обособленности, заключающейся в определенном целевом предназначении тех или иных элементов ее для данных производственных условий и в том числе, в первую очередь, для данного рода груза.

И в том и в другом случае это влияние сказывается не только в том отношении, что прицепной подвижной состав может приобрести некоторые характерные черты своей конструкции, резко отличающие его от прочих повозок, но и в отношении некоторых общих для всего прицепного подвижного состава элементов и характеристик повозки в целом. Такими общими характеристиками вагонов, которые должны быть приняты во внимание, являются емкость и грузоподъемность вагона, нагрузка на ось и на погонный метр пути, ширина колеи, число осей и устройство ходовых частей, разгрузочные приспособления самого вагона, устройство кузова, с точки зрения его прочности, и, наконец, габаритные размеры (наибольшая длина, ширина и высота вагона). Поэтому в дальнейшем изложении мы и будем рассматривать, главным образом, указанные особенности различных, наиболее характерных и типичных, представителей прицепного подвижного состава промышленного транспорта, так как для наших целей они являются наиболее актуальными. При этом будем иметь в виду, что разобранные нами выше некоторые общие элементы вагона, как повозки (например тормозное оборудование, упряжные и буферные приборы, буксы, колеса и т. д.), для различных условий промышленных предприятий также получают весьма существенные особенности своего устройства, но так как в большинстве случаев эти элементы устройства вагона носят характер подчиненный основным требованиям, предъявляемым к типу вагонов в каждом отдельном случае, то мы ограничимся при изложении этого раздела лишь указаниями на наиболее резкие и характерные примеры.

Перейдем теперь к упомянутым уже выше общим характеристикам прицепного подвижного состава промышленного транспорта. Прежде всего заметим, что в условиях грузовых перевозок магистральных железных дорог наиболее характерным и общеупотребительным показателем является грузоподъемность вагона, иначе именуемая подъемной силой вагона.

Под этим термином разумеется вес груза, который допускается для перевозки в данной повозке по конструктивным соображениям (т. е. по прочности частей вагона). В условиях промышленного транспорта есть целый ряд случаев, когда более характерен и важен для требований производственного процесса другой параметр, а именно емкость кузова повозки. Действительно, в условиях сырьевых баз (горнорудных и нерудных предприятий, торфоразработок и т. п.)

НБ УГЛТУ (ДИТ)

перевозимый груз может иметь такие свойства, что не его вес, а его объем будет лимитировать количество груза, перевозимого в данном вагоне, который по своей подъемной силе (т. е. по прочности отдельных частей кузова, рамы, рессор и ходовых частей) мог бы перевозить и более тяжелый абсолютно груз, если бы последний мог вместиться в данное пространство.

Особенно актуально это ограничение по объему, а не по весу, во многих повозках промышленного транспорта с ограниченным габаритом и, в частности, для колеи уже нормальной, т. е. для колеи в 750 и 1000 *мм*.

Ширококолейный же прицепной подвижной состав нормализованных типов для габарита широкой колеи имеет настолько, вообще говоря, „свободный" габарит, что объем полезной части кузова, предназначаемый для помещения груза, и абсолютно и относительно велик, и тем самым ограничение по объему заменяется ограничением по подъемной силе. Иначе говоря, это означает, что большинство магистральных вагонов рассчитано на перевозку грузов с большим объемом на тонну груза, — следовательно, относительно легких.

Следующим существенным параметром технико-экономической характеристики вагона является т а р а его, т. е. собственный вес порожнего вагона, способного принять груз и совершить перевозку. Здесь опять-таки следует подчеркнуть некоторое принципиальное различие во взглядах на этот вопрос в условиях магистрального железнодорожного транспорта и транспорта промышленного.

Так как энергия, затрачиваемая на перемещение поезда, зависит не только от веса перевозимого в нем груза, но и от собственного веса поезда, то вполне понятно стремление совершить перевозку в таких повозках, которые имеют наименьший к о э ф и ц и е н т т а р ы, т. е. отношение тары повозки к ее подъемной силе, и нужно заметить, что прогресс техники вагоностроения ясно показывает определенное стремление к уменьшению этого коэфициента, т. е. к относительному облегчению вагонов. В условиях магистрального транспорта энергия, затрачиваемая на перевозки, настолько резко и ясно связана с дальностью их и весом поезда, что стремление это вполне резонно и экономически целесообразно. Поэтому в этих условиях мы можем признать, что эту тенденцию можно ограничить лишь соображениями прочности, т. е. тем, чтобы малый собственный вес вагона не являлся причиной уменьшения его прочности. Однако в условиях промышленного транспорта ограничение стремления уменьшить коэфициент тары имеет место не только по соображениям указанного характера, но и по иным, более специфическим, мотивам. Дело в том, что в условиях промышленного транспорта прицепной подвижной состав не является просто лишь вместилищем перевозимого груза, а иногда играет весьма важную роль в самом производственном процессе, который ставит определенные требования к погрузочно-разгрузочным (в особенности к последним) устройствам повозки; вследствие этого по чисто производственным соображениям некоторое утяжеление повозки, вызываемое наличием тех или иных приспособлений или специального оборудования, дает несомненный экономический и технический эффект не только в транспортном отношении, но и в отношении самого производственного процесса. Типичным в этом отношении примером является опрокидной вагон с пневматическим централизованным опрокидыванием, применяемый на открытых разработках сырьевых баз. Вагон этот, как будет видно далее, имеет самый большой коэфициент тары, является самым тяжелым из всех грузовых вагонов и, несмотря на все усилия конструкторов облегчить его, все же должен быть тяжелее других саморазгружающихся вагонов. Вес этот вызывается наличием мощного опрокидного устройства, управляемого с локомотива. Однако это не означает ни в какой мере того, что этот тип вагона не следует применять, — наоборот, в надлежащих условиях возможность в короткий срок (от 1,5 до 3 минут) разгрузить одновременно целый состав, груженый скальной породой, дает такой производственный эффект, что при сколько-нибудь интенсивной добыче не может быть и вопроса о возможности замены этого типа вагона иным, более легким, но не имеющим указанных устройств.

НБ УГЛУНТ (ДИТ)

Кроме распространенных в оценке магистрального прицепного подвижного состава показателей „коэфициент тары" и „объем на тонну груза" в одной из отраслей промышленного транспорта, а именно на открытых разработках тех или иных полезных ископаемых, имеется еще один очень существенный для производственных требований предприятий указанного типа показатель — удельная емкость, представляющая собой отношение емкости кузова в кубических метрах к собственному весу вагона в порожнем состоянии, и удельная тара, представляющая отношение веса тары в тоннах и емкости в кубических метрах. Происхождение этих показателей, вообще говоря, понятно, если вспомнить, какое значение в данных производственных условиях имеет именно емкость, а не грузоподъемность повозки.

Кроме вышеизложенного, весьма характерными величинами является также нагрузка на ось и на погонный метр пути. Сущность этих показателей не нуждается в особых пояснениях, надобность же в них объясняется условиями допустимого воздействия подвижного состава на путь — для первого и отчасти второго термина, и для мостов, путепроводов и разгрузочных эстакад — для второго.

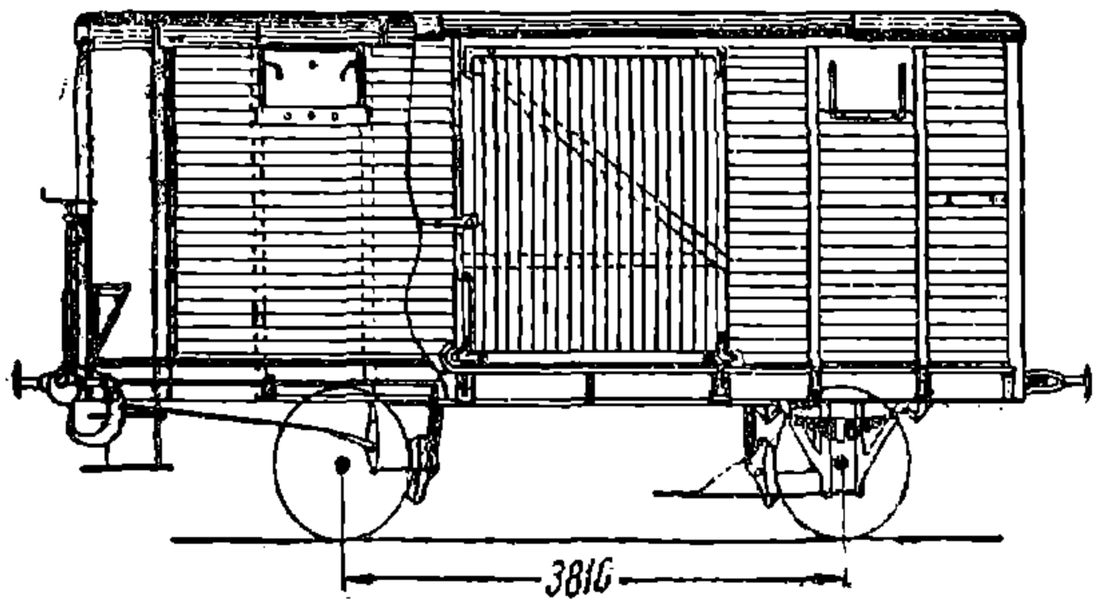


Рис. 54. Крытый товарный вагон.

К числу специфических для некоторых предприятий промышленного транспорта характеристик следует отнести понятие о погонной емкости прицепного подвижного состава, что необходимо для многих расчетов, связанных с обслуживанием многочерпаковых экскаваторов, где имеется определенная связь между производительностью экскаватора, его скоростью хода, емкостью и линейными размерами поезда. Следует отметить, что в условиях промышленного транспорта при замкнутых маршрутах и узкой колее возможны значительные отступления в смысле нагрузки на ось и нагрузки на погонный метр пути от значений, принимаемых для магистральных железных дорог.

Отступления могут быть как в сторону уменьшения этих данных (например, на переносных торфяных путях на болотах), так и в сторону увеличения (применение ковшей для жидкого металла на путях металлургических заводов, когда мы имеем нагрузки на ось и на погонный метр пути, даже превышающие максимальные, допускаемые на магистральной сети).

Что же касается до особенностей устройства кузова прицепного подвижного состава промышленного транспорта, то в этом отношении можно высказать следующие соображения общего характера. На устройстве и характере кузова сказываются сильнее всего те требования, которые род и характер груза предъявляют в отношении разгрузки и нагрузки.

Крытый вагон имеет устройство кузова, не допускающее быстрой нагрузки и разгрузки, и опоражнивание кузова должно происходить вручную через имеющиеся для этой цели двери, которые делаются обыкновенно по этой причине довольно просторными.

То обстоятельство, что кузов крытого вагона имеет крышу, не допускает, естественно, возможности удобной навалки, т. е. нагрузки массового груза сверху, и только лишь очень сыпучие грузы (как, например, зерно) позволяют осуществить наполнение вагона насыпью через люки, имеющиеся, как видно из рис. 54, в верхней части вертикальных стенок или бортов кузова этого вагона.

Применение кузовов этого типа для погрузки подобным способом настоящих навалочных грузов (угля, руды, известняка и т. п.) нецелесообразно,

НБ УДУНТ (ДИТ)

из-за неудобства такой погрузки и в особенности разгрузки [1]. Зато в тех случаях, когда содержимое кузова следует предохранять от атмосферных осадков или оберегать при дальних перевозках от возможных хищений, применение кривых кузовов представляет несомненные преимущества, позволяя осуществить перевозку груза в закрытом помещении.

То же самое имеет место при перевозке наливом жидких грузов, для чего требуется устройство на раме вагона особых специальных сосудов; такие вагоны называются цистернами.

Вагоны же для перевозки навалочных грузов, из-за необходимости наиболее удобным и простым способом совершать навалку груза сверху, обязательно должны быть открытыми, вследствие чего их иногда называют полувагонами или в другом случае платформами. Отсутствие у кузова крыши позволяет, как было уже указано выше, получить несомненные преимущества в отношении погрузки навалочного груза в любых точках горизонтальной проекции кузова, но, естественно, лишает такой вагон преимуществ в отношении защиты содержимого от атмосферных влияний.

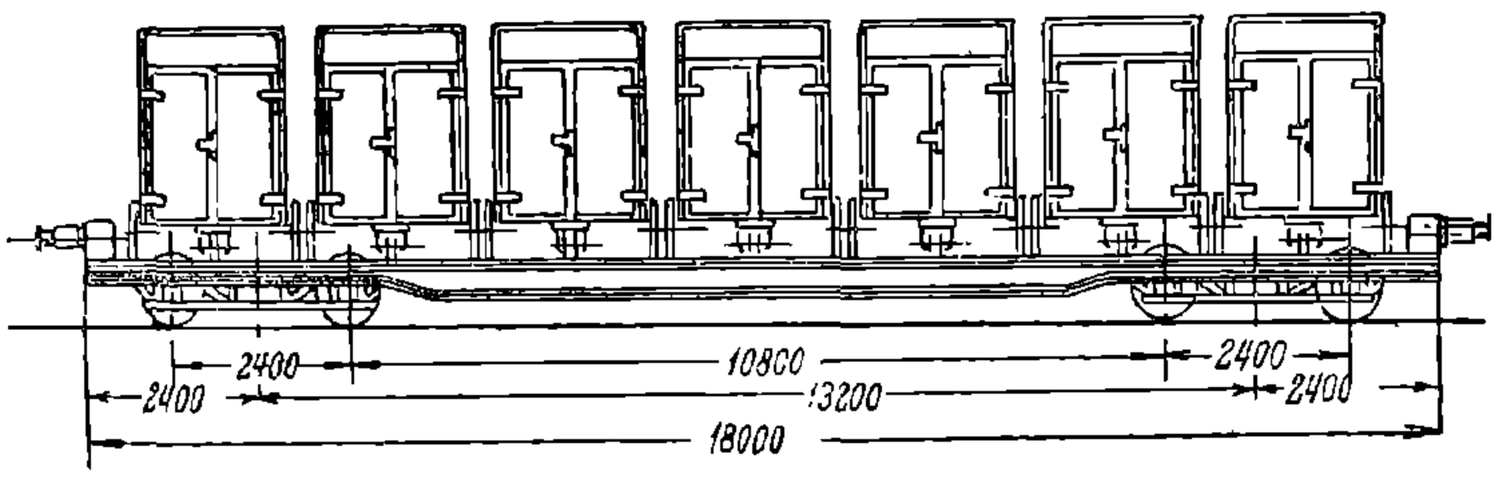


Рис. 55. Перевозка контейнеров.

Применение платформ может интересным способом комбинироваться с принципом перевозки груза в закрытом пространстве в случае наличия так называемых контейнеров (рис. 55), т. е. специальных ящиков, служащих вместилищем груза, вписывающихся в габарит подвижного состава и ставящихся краном на платформу. Чрезвычайно удобны контейнеры при комбинировании автоперевозок с железнодорожными, так как, представляя собой не что иное как специальную объемную тару — раздробленный кузов, они позволяют в значительной степени упростить операции, необходимые при доставке груза от потребителя к получателю и обратно.

Применение платформ также целесообразно в том случае, когда груз в своей собственной таре ставится и снимается краном на платформу, как, например, в случае перевозки изложниц на металлургических заводах.

Однако и в других случаях, например на карьерах камнеобрабатывающей промышленности, возможно применение простых платформ, если транспорту подлежат отдельные монолиты (блоки), которые не могут быть погружены или разгружены иначе как специальными кранами с особыми захватами (грейферами).

В этих случаях такой монолит, как изложница, требуя довольно бережного обращения, ставится на платформу при погрузке и снимается с нее соответствующим снарядом при разгрузке, и только благодаря такому устройству кузовы прицепного подвижного состава могут не иметь никаких собственных средств для саморазгрузки, т. е. будут иметь характер самой обыкновенной платформы.

Стремление упростить и ускорить процесс разгрузки приводит к тому, что стараются использовать для опоражнивания кузова силу веса самого груза. Этого

[1] Впрочем, на одном из предприятий СССР был недавно осуществлен интересный способ нагрузки бурого угля в крытые вагоны посредством приставных бункеров, временно навешиваемых на дверные проемы вагонов.

НБ УДУНТ (ДИТ)

можно достичь принципиально двумя способами, резко отличающимися друг от друга: либо давая вагону такое устройство, которое бы допускало опрокидывание всего вагона целиком в каком-либо стационарном механизме-опрокидывателе (этот случай более всего распространен в условиях подземного транспорта узкой колеи и реже [1] для вагонов широкой колеи), либо снабжая кузов вагона какими-то устройствами, допускающими опоражнивание его силою веса самого груза.

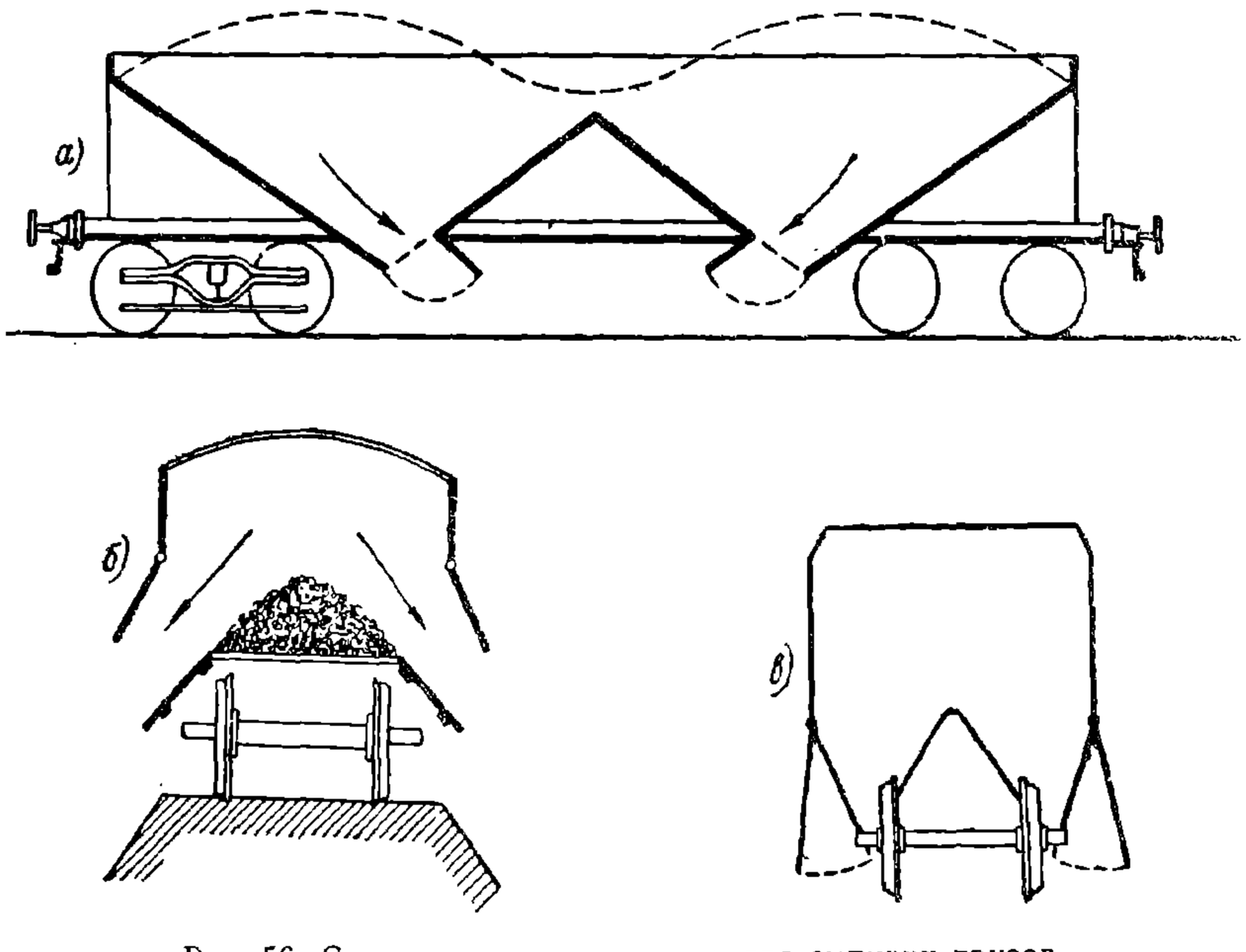


Рис. 56. Схемы разгрузки кузовов для сыпучих грузов.

Эти устройства, в свою очередь, могут быть разделены на два наиболее характерных класса: устройства, допускающие опоражнивание кузова вагона через люки или отверстия в днище, либо в бортах вагона путем высыпания содержимого, и устройства, совершающие опоражнивание путем стряхивания груза с днища вагона. Кроме того возможны (осуществляемые, правда, довольно редко) конструкции разгружающего устройства комбинированного характера, в которых используется и та и другая из указанных идей.

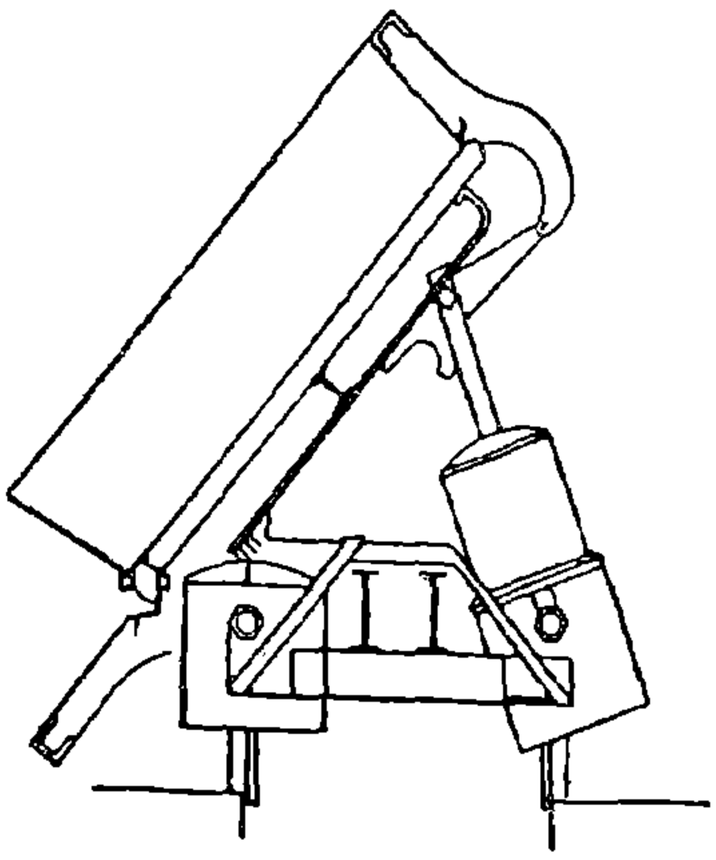


Рис. 57. Схема устройства для опрокидывания кузова.

На рис. 56,*а* изображена схема разгрузки вагона по принципу высыпания содержимого через люки, расположенные в дне кузова вагона. Подобного же рода разгрузку через люки можно осуществить несколько иным способом, а именно — располагая отверстия для высыпания груза по бортам кузова вагона. В обоих случаях для совершения полного опоражнивания кузова днище его не должно быть плоским (чтобы не было явления остаточной призмы содержимого, как это изображено на рис. 56,*б*), вследствие чего днище кузова приобретает седлообразную форму, сказываю-

[1] Например, на Прибалхашском медноплавильном комбинате для опрокидывания шестиосных полувагонов грузоподъемностью 100 *т* применены опрокидыватели роторного типа.

НТБ УДУНТ (ДИТ)

щуюся на названии этого типа вагонов (Hopper, Sattel-wagen); седлообразное возвышение днища делается по направлению продольной оси вагона и поэтому видно только в поперечном разрезе, как это схематически представлено на рис. 56,*в*. Вагоны же, где применен принцип стряхивания груза, носят название опрокидных (Dump-cars, Kipp-wagen), и в основу действия их опрокидного механизма положена идея наклонения всего днища кузова либо с открытием соответствующего борта вниз (рис. 57), либо с одновременным приподниманием этого борта кверху, либо (всего реже осуществляемая конструкция) с поворачиванием борта кузова относительно продольной оси.

Для транспорта промышленных предприятий указанные особенности разгрузки создают существенное различие в смысле применимости данного типа вагона. Типы вагонов с седлообразным дном и с разгрузкой через дно не допускают боковой разгрузки (на сторону) и в виду этого могут применяться лишь для разгрузки на эстакадах и разгрузочных путях, проложенных над приемным сооружением (бункером). Поэтому эти типы имеют применение, главным образом, на заводском транспорте, а на открытых разработках лишь для транспорта полезного ископаемого. Транспорт же пустой породы (вскрыши) в отвал не может быть осуществлен подобными вагонами, так как образование отвала по самой сути процесса требует боковой разгрузки; для этой цели и служат опрокидные вагоны. С другой стороны, эти последние также могут быть применены для полезного ископаемого, если только пути на приемных сооружениях устроены таким образом, что допускают применение боковой разгрузки, что осуществить не трудно. Таким образом вагоны с опрокидным кузовом могут быть использованы и для транспорта вскрыши в отвал и для транспорта полезного ископаемого на фабрику или тот или иной приемный пункт, в то время как прочие вагоны для этих двух надобностей использованы быть не могут.

Кроме того и особенности перевозимого груза также оказывают существенное влияние на применимость того или иного типа вагона.

Груз может иметь малую кусковатость и приближаться по своему характеру к сыпучему телу и может состоять из кусков относительно больших размеров (до 800—1000 *мм* и даже выше), как, например, на открытых разработках в случае применения взрывных работ и экскаваторов с ковшом большой емкости (до 4 $м^3$).

Для последних условий разработок единственным типом откаточного сосуда может быть опрокидной вагон, так как только в этом типе можно обеспечить такую конструкцию всего кузова, чтобы крупные куски не вызывали задержек и неисправности действия опрокидного механизма как при погрузке, так и при разгрузке их. Конечно, и при разработке сыпучих тел можно применять также тип опрокидного вагона.

Для сыпучих же тел с успехом применимы вагоны, кузовы которых опоражниваются путем высыпания содержимого через отверстия, так как при сыпучих телах возможность отказа в действии разгрузочного устройства из-за застревания больших кусков отпадает.

Устройство для опоражнивания кузова может, наконец, различаться и по типу своего привода в действие. Приведение в действие разгрузочного устройства может происходить ручным способом (как это имеет место в большинстве случаев для вагонов даже большой емкости с высыпанием содержимого через люки, и для опрокидных, но малой емкости) или для этой цели может служить пневматическое устройство, что допускает централизованное (или автоматическое) опрокидывание всего состава с локомотива (что необходимо для работ на отвале), или раздельно каждого вагона, что необходимо большей частью на приемных площадках для полезного ископаемого.

Ограничиваясь в отношении общих характеристик прицепного подвижного состава вышеизложенным, мы перейдем к рассмотрению конкретных представителей этого класса повозок, начиная это изучение с наиболее простых и примитивных по своему устройству вагонеток узкой колеи.

НБ УГЛТУ (ДГТ)

§ 10. Прицепной подвижной состав узкой колеи.

Этот подвижной состав в значительной степени специализирован по роду тех производственных процессов, которые характеризуют собою ту или иную отрасль промышленности, — в первую очередь это относится, конечно, к роду груза и условиям его погрузки и разгрузки. Весьма характерным фактором является также тот габарит, в котором должен уместиться подвижной состав. Наиболее жесткие требования предъявляет в этом отношении подземный рудничный транспорт, с описания характерных особенностей вагонеток которого мы и начнем рассмотрение вопроса.

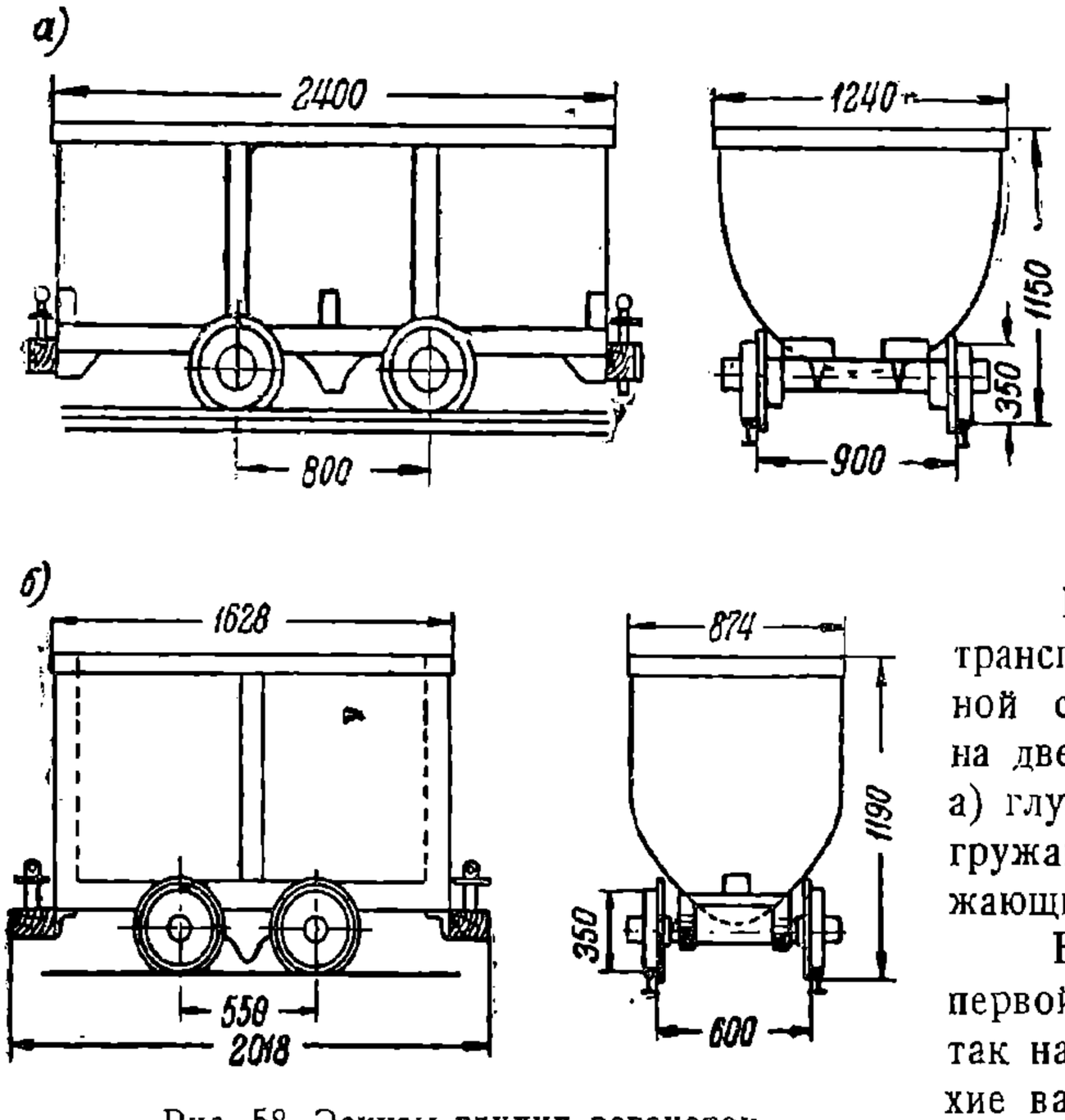


Рис. 58. Эскизы глухих вагонеток.

В условиях подземного транспорта прицепной подвижной состав можно подразделить на две крупные группы повозок: а) глухие вагонетки (несаморазгружающиеся) и б) саморазгружающиеся вагонетки.

В виде примера повозок первой группы мы рассмотрим так называемые стандартные глухие вагонетки для угля, для колеи 600 и 900 *мм* (рис. 58), имеющие грузоподъемность в 1 и 2 *т*. Главнейшие их данные приведены в таблице 4 наряду с данными для стандартных германских вагонеток для угля.

ТАБЛИЦА 4.

Главнейшие данные относительно глухих вагонеток для угля.

Емкость $м^3$ / Данные		Стандарт СССР		Германский стандарт		
		1,1	2,2	0,75	0,875	1,0
Ширина колеи	*мм*	600	900	600	600	600
Грузоподъемность	*т*	1	2	0,680	0,80	0,9
Габаритная ширина кузова . . .	*мм*	880	1240	800	801	802
Габаритная длина кузова . .	*мм*	1654	2428	1644	1744	1844
Габаритная длина со сцепкой	*мм*	2020	2810	1700	1800	1900
Высота от головки рельса . .	*мм*	1190	1150	1000	1075	1150
Собственный вес	*т*	0,75	1,165	0,535	0,615	0,72
Коэфициент тары		0,75	0,583	0,788	0,77	0,8
Удельная емкость	$м^3/т$	1,47	1,88	1,4	1,42	1,39
Погонная емкость	$м^3/м$	0,545	0,783	0,44	0,485	0,525

Как видно из данных этой таблицы, наши вагонетки обладают большей емкостью и грузоподъемностью по сравнению с германскими стандартными, что объясняется

НБ УДУНТ (ДПТ)

резко выраженной тенденцией при реконструкции наших шахт переходить к шахтам большой производительности, когда укрупнение подвижного состава весьма целесообразно. Вагонетки эти глухие, т. е. не имеют возможности разгружаться иначе как в стационарных опрокидных устройствах (в большинстве случаев барабанного типа), зато отличаются дешевизной и, как видно из таблицы 4, сравнительно небольшим собственным весом по сравнению с другими видами вагонеток для подземной откатки, снабженных устройствами для саморазгрузки.

Сцепные приборы, следовательно, должны обязательно допускать вращение вагонеток относительно продольной оси; кроме того следует заметить, что в остальных деталях своего устройства вагонетки эти характеризуются малой базой (550 *мм* для колеи 600 *мм* и 800 *мм* для колеи 900 *мм*), внутренними буксами со свободной насадкой одного колеса (реже двух) на оси и малым диаметром колес по кругу катания — 350 *мм*.

К числу глухих вагонеток сырьевых баз следует отнести также вагонетку для сланца, грузоподъемностью 2 *т* и емкостью 1,82 $м^3$ для колеи 900 *мм*. Вагонетка эта также имеет внутреннюю раму, но кузов ее имеет малую высоту в виду необходимости ручной нагрузки лопатами через верх.

Постановка специальной стяжки, допускающей вращение одной вагонетки относительно другой вокруг продольной оси, возможна и в этом случае, хотя сама по себе вагонетка предназначена для ручной разгрузки.

Главнейшие габаритные данные, необходимые для проектирования, приведены в таблице 5.

ТАБЛИЦА 5.

Главнейшие данные глухой вагонетки для сланца.

Ширина колеи	*мм*	900	Жесткая база	*мм*	800
Емкость .	$м^3$	1,82	Диаметр колес по кругу катания . .	*мм*	350
Грузоподъемность	*т*	2	Собственный вес	*т*	1,038
Габаритная ширина кузова	*мм*	1240	Коэфициент тары		0,52
Габаритная длина кузова	*мм*	2374	Удельная емкость	$м^3/т$	1,75
Габаритная длина вагонетки	*мм*	2810	Погонная емкость	$м^3/м$	0,65
Высота от головки рельса	*мм*	850			

Вагонетка эта также умещается в габарит подвижного состава для подземных выработок при ширине колеи 900 *мм*, что объясняется тем, что она запроектирована Ленинградским филиалом Гипрошахта для подземных сланцевых разработок.

Переходя к саморазгружающимся вагонеткам узкой колеи, применяемым в горнорудной промышленности, заметим, что и в этой области мы имеем осуществление разгрузки двумя главнейшими способами по принципу просыпания содержимого через отверстия и по принципу стряхивания его.

Представителем прицепного подвижного состава с разгрузкой по первому способу является вагонетка типа Сэндфорд Дэй (Sandford & Day), представителем второго — вагонетка типа Грэнби (Granby).

Идея, предложенная фирмой Sandford & Day Iron Works, заключается в использовании для разгрузки составного днища кузова, состоящего из трех своеобразной формы частей *x*, *y*, *z*, как видно из рис. 59,*а*, представляющего схематический разрез днища кузова этой вагонетки.

Из этого рисунка видно, что первая фасонная часть днища *x* вращается около оси *A* вагонетки и имеет такую форму, что своим правым крайним бортом удерживает следующую часть днища *y*, вращающуюся, в свою очередь, относительно оси *B* и удерживающую третью часть днища *z*. Эта последняя вращается вокруг специальной оси *C* и лежит на закругленной части днища *y*. При освобождении специальной защелки (от руки или на ходу при прохождении особой направляющей, неподвижно укрепленной сбоку пути в месте разгрузки) часть днища кузова освобождается и начинает опускаться под действием силы тяжести

УГЛТУ НБ (ДИТ)

груза, поворачиваясь относительно оси *A*, тем самым освобождая и часть днища кузова *y*, как это видно из рис. 59,*б*. При дальнейшем поворачивании части *y* она, в свою очередь, начинает поворачиваться и освобождает действием тяжести

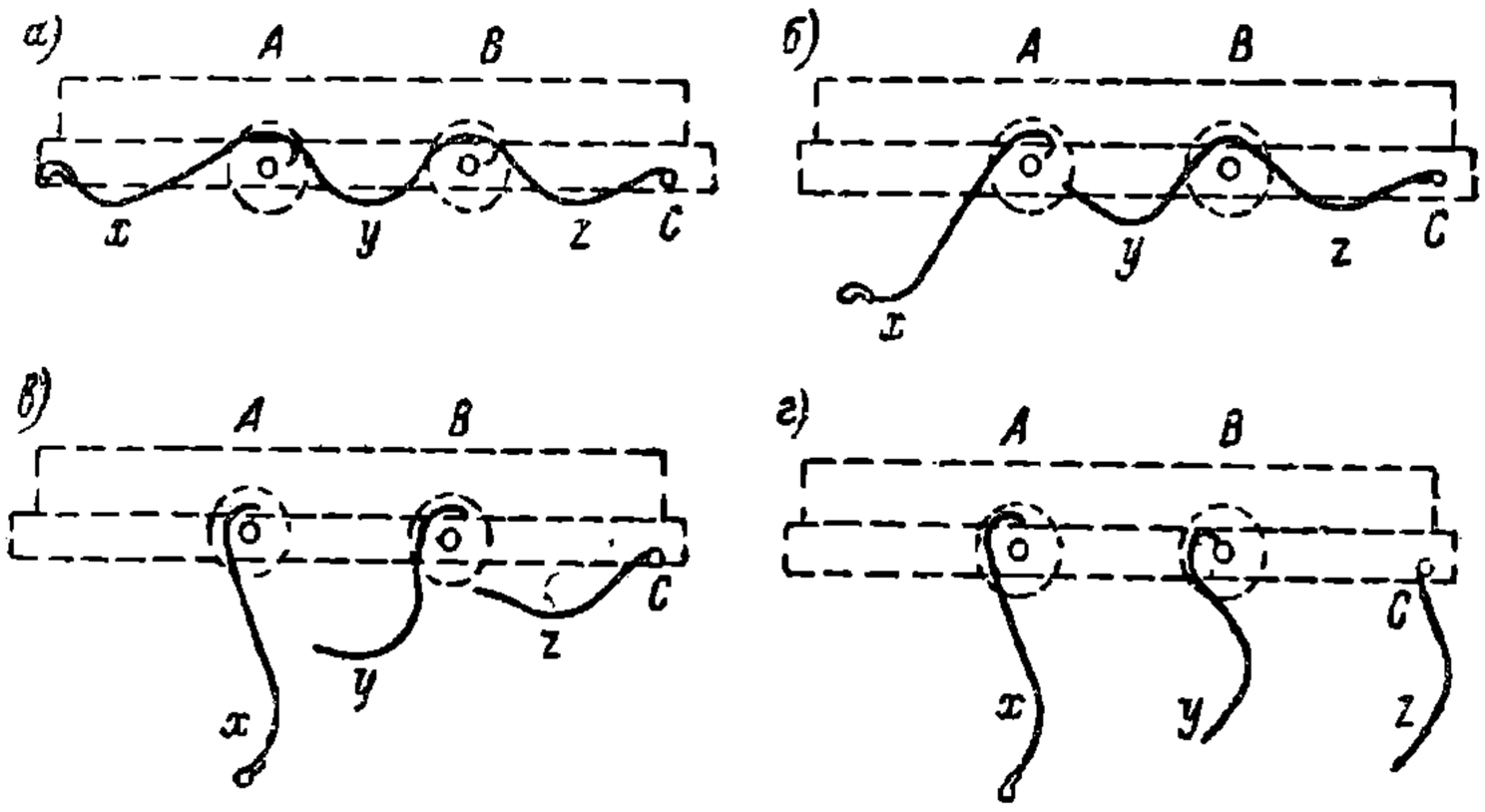


Рис. 59. Схема разгрузки открыванием днища Sandford & Day.

груза и часть днища *z* (рис. 59,*в*). В результате все три части днища кузова повиснут, как показано на рис. 59,*г*, и груз просыпется сквозь отверстия, обра-

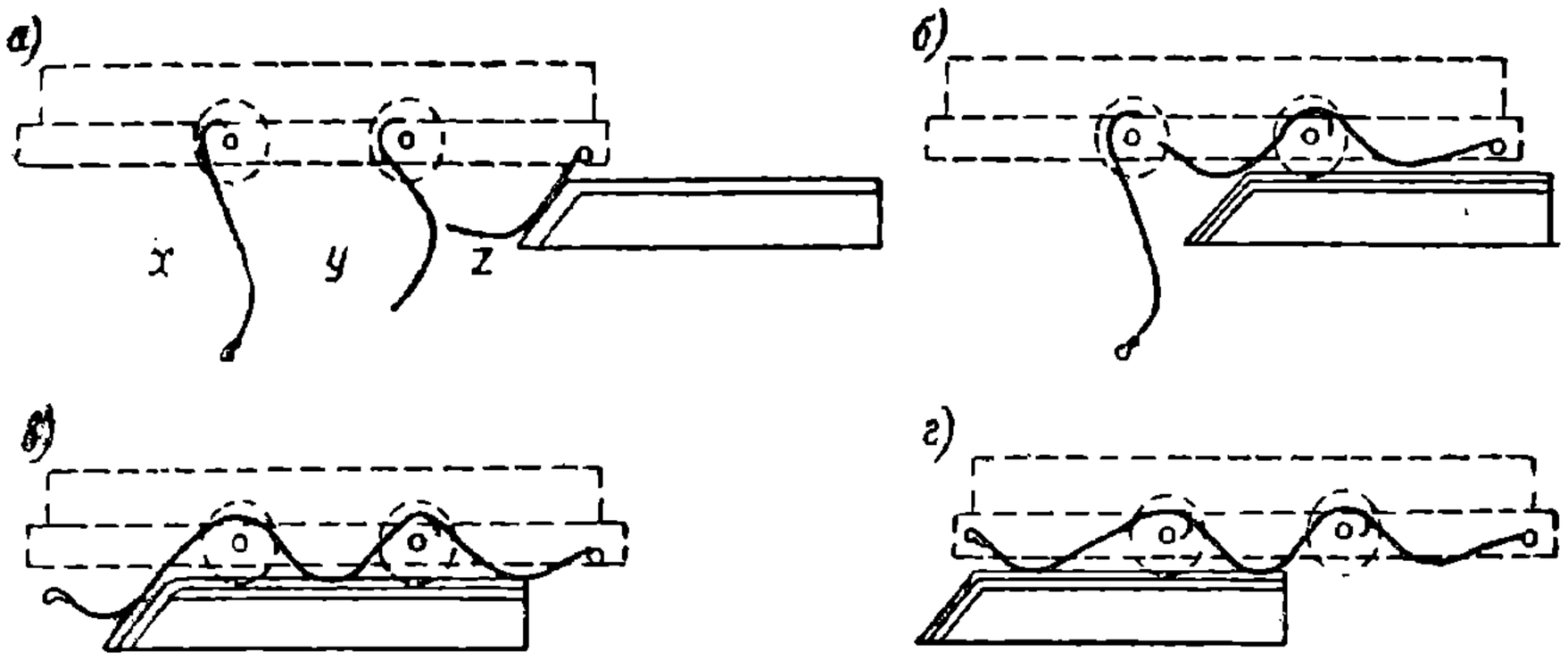


Рис. 60. Схема закрывания днища Sandford & Day.

зовавшиеся рассмотренным способом. В этой вагонетке достигнута также и автоматизация закрывания днища кузова после разгрузки, что делается прохождением вагонетки через другую направляющую — упор, расположенную уже между рельсами и действие которой понятно из схемы, изображенной на рис. 60. Закрывание днища кузова происходит, как видно из рис. 60, в обратном порядке, т. е. сначала закрывается часть *z*, потом часть *y*, удерживая собою *z*, и, наконец, часть *x*, которая будет удержана защелкой, вследствие чего все части днища кузова *x*, *y*, *z* будут удерживать друг друга.

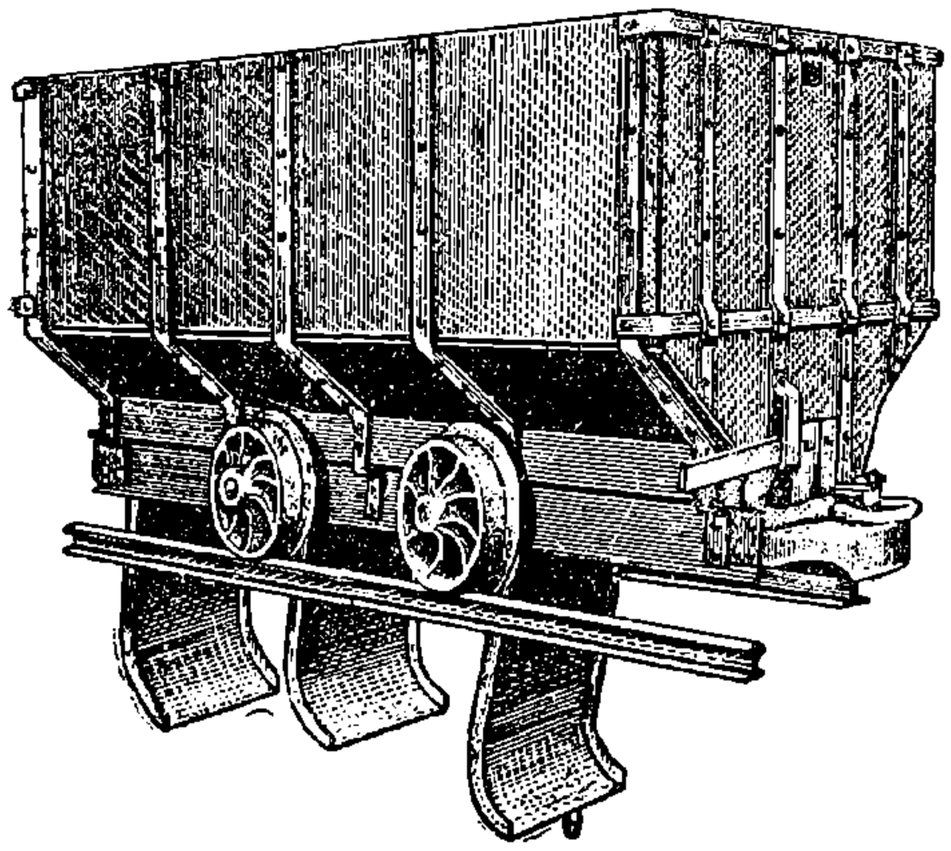


Рис. 61. Общий вид вагонетки типа Sandford & Day.

На рис. 61 изображена саморазгружающаяся вагонетка этого типа, где видно все описанное устройство. Волнообразно изогнутые листы котель-

НВ УДУНТ (ДИТ)

ного железа, из которого изготовлено днище кузова, подкреплены для большей жесткости ребрами из железа таврового или уголкового сечения. Днище кузова является, таким образом, наиболее характерным устройством в вагонетках этого типа; само же вместилище для перевозимого груза — кузов и борты его — может быть выполнено произвольных форм и размеров в высоту при данной ширине, как это видно из рис. 61. Поэтому фирма, являющаяся владелицей этого патента, изготовляет массовым способом лишь эту существенно новую, в смысле идеи разгрузки, часть повозки как стандартный тип, остальная же часть кузова, т. е. борты его, делается в различных исполнениях по желанию заказчика.

В виду того, что до 1931—1932 гг. эти вагонетки в довольно большом относительно количестве импортировались в СССР, и следовательно, имеется известный шанс инженеру промышленного транспорта столкнуться с ними на практике, мы приведем некоторые данные об американском исполнении этой системы.

Заводом Сэндфорд Дэй изготовляются вагонетки рассматриваемого типа в трех видах: Style S — металлический кузов, Style A — комбинированный кузов и Style W — весь деревянный кузов. Кроме того все три типа сооружаются этой фирмой для колеи 36″ (914 *мм*), 42″ (1067 *мм*), 44″ (1115 *мм*) и 48″ (1220 *мм*); эти колеи являются стандартными для рельсовых путей промышленного транспорта США.

Весовые данные этих вагонеток приведены в таблице 6.

ТАБЛИЦА 6.

Главнейшие данные вагонеток типа Сэндфорд Дэй.

Данные	Style S	Style A	Style W
Емкость вагонетки в кубических футах	200	120	79
Емкость вагонетки в кубических метрах	5,65	3,4	2,2
Высота над головкой рельса *мм*	1630	1220	865
Собственный вес . *т*	2,15	1,41	1,2
Удельная емкость . $м^3/т$	2,62	2,4	1,83

Большие эксплоатационные удобства, применимость этого типа вагонеток для транспорта не только угля, но и других видов навалочного груза руды, известняков и т. п. привели к необходимости освоения производства этого вида

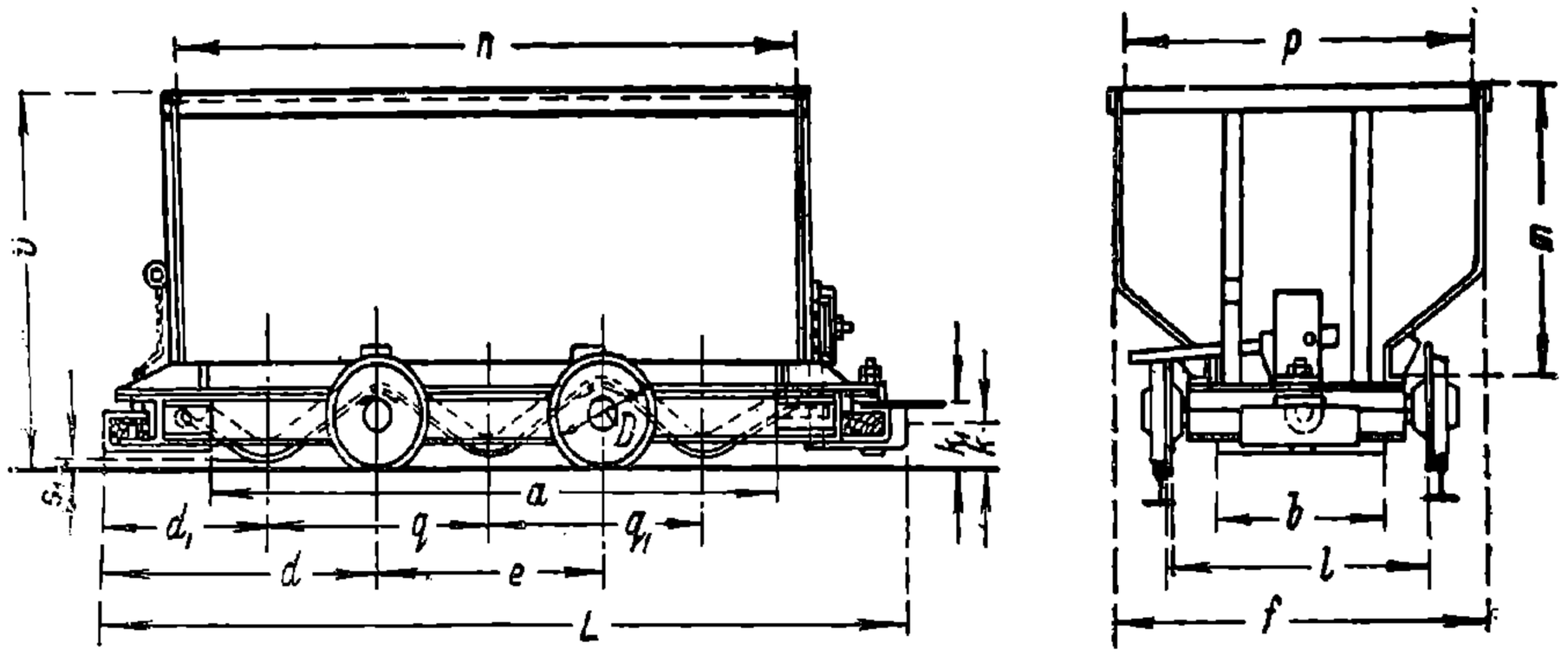


Рис. 62. Эскиз саморазгружающейся вагонетки.

повозок и нашей советской промышленностью. Изготовляемая у нас в СССР вагонетка этого типа изображена на рис. 62, данные же о весах и размерах приведены в табл. 7, причем, как видно из данных этой таблицы, вагонетки эти сооружаются емкостью от 2 до 3 $м^3$ и только для колеи 900 *мм*.

Вагонетки этого типа имеют разгрузку через дно и требуют разгрузочных устройств, лежащих вертикально над осью пути, между тем во многих случаях требуется разгрузка на сторону. Кроме того разгрузка через дно хотя и дает в данном случае достаточное пространство для просыпания груза, но, с другой

НБ УИИТ (ДИТ)

ТАБЛИЦА 7.

Размеры и данные к рис. 62,

Габаритные размеры																								Максимальное давление		Тара	Емкость	Грузоподъемность	Ширина колеи
d_1	D	e	f	h	k'	L	m	n	p	q	q_1	s_1	a	b	d	d_1	D	e	f	h	k'	L	на 1 пог. м пути	на ось				
мм																								т		кг	$м^3$	т	мм
—	350	800	1 240	—	215	2 810	875	2 280	1 206			32		586	1 005	—	350	800	1 240	—	215	2 810	1,17	1,65	1 306	2,2	2,0	900
—	—	—	1 300	—	—	2 750	875	2 360	1 210			—		—	—	—	—	—	1 300	—	—	2 750	—	—	—	—	2,0	900
—	—	900	1 460	—	215	3 284	925	2 845	1 496			25		636	1 192	—	—	900	1 460	—	215	3 284	1,45	2,38	1 763	3,3	3,0	900

стороны, разгрузка по типу стряхивания содержимого на сторону не ставит таких ограничений в отношении кусковатости перевозимого груза.

Поэтому мы перейдем к другому типу саморазгружающихся вагонеток, а именно к вагонеткам типа Грэнби, изображенным на рис. 63.

Вагонетки этого типа могут разгружаться только на ходу, причем идея опрокидного механизма в данном случае заключается в том, что при движении вагонетки в направлении стрелки ролик A, приводящий в действие рычажный опрокидной механизм, набегает на направляющую C, которая, благодаря плавному очертанию ($KK — MM$), заставляет ролик A приподняться до отказа совместно с кузовом и привести последний в положение, указанное на рис. 63,*в*; тогда рычаг XY приподнимает один из бортов вагонетки, вследствие чего содержимое кузова стряхивается на сторону. Направляющая C устраивается таким образом, чтобы ролик A, постепенно понижаясь, занял свое первоначальное положение и чтобы тем самым вагонетка приняла положение, допускающее ее дальнейшее следование по откаточным штрекам к месту нагрузки. На рис. 63 видно предохранительное, против опрокидывания всей вагонетки на ходу при разгрузке, приспособление, заключающееся в ролике B, прикрепленном к раме тележки и в момент разгрузки подходящем под направляющую DD, вследствие чего вагонетка в целом имеет только одну степень свободы, и колеса ее приподняться над рельсом не могут[1].

Из вышеизложенного ясно, что разгрузка вагонеток типа Грэнби происходит только в тех пунктах, где находятся указанные направляющие, что, в свою очередь, затрудняет использование этого типа саморазгружающихся вагонов там, где необходим известный фронт разгрузки, т. е. где разгрузку необходимо осуществлять на известном протяжении, как, например, на отвалах. В этом последнем случае для применения вагонеток типа Грэнби необходимо осуществить передвижные направляющие, чтобы тем самым достичь указанной цели, разгружая поезд не в одной точке, а на известном протяжении.

[1] Наличие этого приспособления дает гарантию против опрокидывания вагонетки при разгрузке, но иногда обходятся и без данного устройства.

НБ УДУНТ (ДИТ)

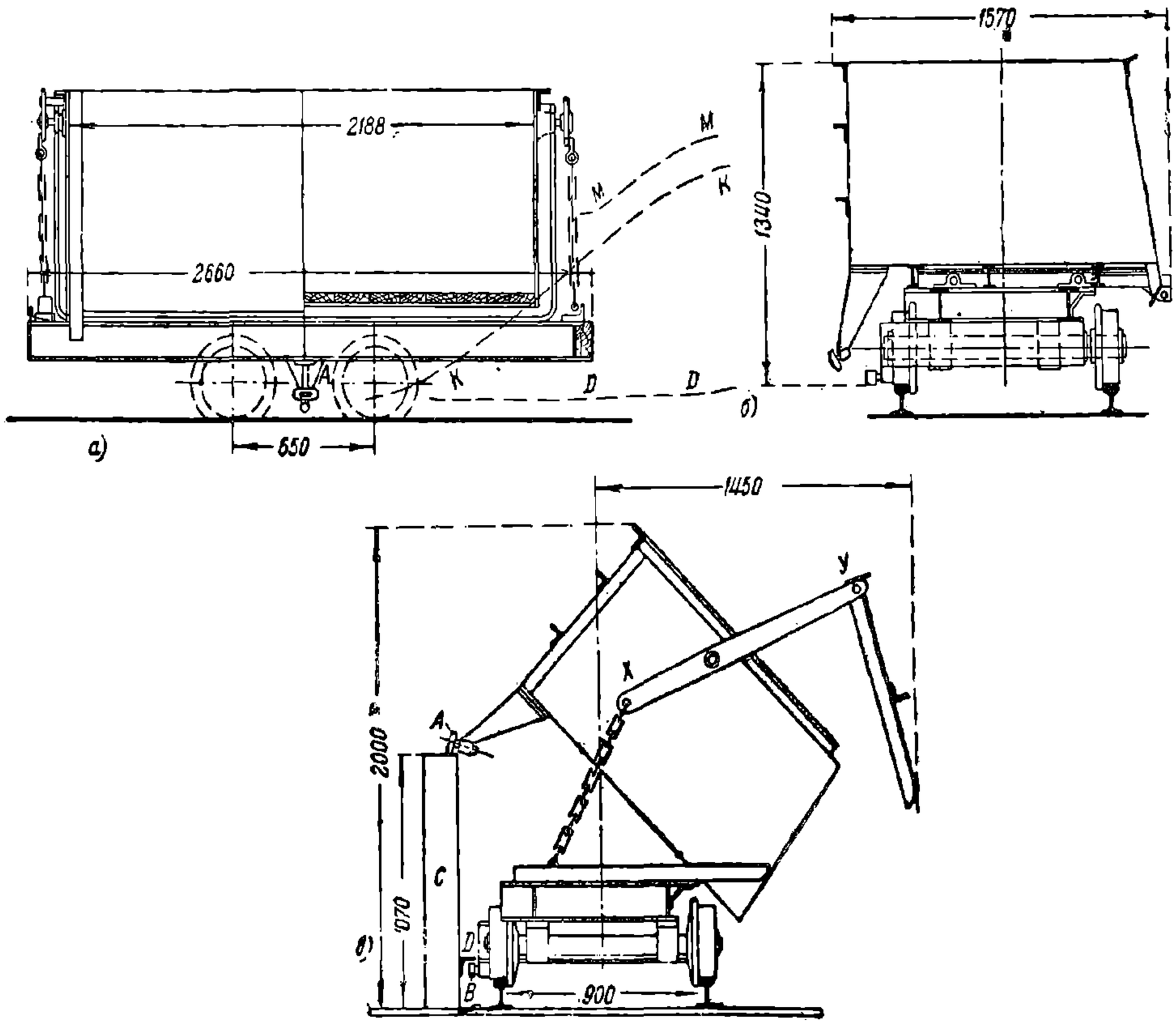


Рис. 63. Вагонетка типа Грэнби для разгрузки на ходу.

В таблице 8 даны наиболее существенные сведения об изготовляющихся в СССР вагонетках этой конструкции.

ТАБЛИЦА 8.

Главнейшие данные вагонеток типа Грэнби, изготовляющихся в СССР.

Данные		Грузоподъемность 3 *т*	Грузоподъемность 7 *т*	Данные		Грузоподъемность 3 *т*	Грузоподъемность 7 *т*
Ширина колеи	*мм*	900	750	Собственный вес вагонетки	*т*	1,6	4,5
Емкость . . .	$м^3$	3,0	4,5	Коэфициент тары		0,535	0,64
Длина габаритная	*мм*	2 660	5 015	Удельная емкость	$м^3/т$	1,87	1,00
Ширина габаритная	*мм*	1 570	2 000	Погонная емкость	$м^3/м$	1,15	0,89
Высота габаритная	*мм*	1 340	1 900				
Жесткая база	*мм*	650	2 000				

Рассмотренные нами выше вагонетки Грэнби и Сэндфорд Дэй представляют собою повозки, обладающие если не вполне автоматизированной, то в высокой степени механизированной разгрузкой и для узкоколейного промышленного транспорта большой, сравнительно, емкостью. Между этими представителями узкоколейного прицепного подвижного состава и стандартными глухими вагонетками для угля существует целая группа повозок также для узкоколейного транспорта, имеющих разгрузку кузова, но несколько проще, чем это осуществляется в описанных конструкциях.

НБ УГЛТУ (ДГТ)

Сюда следует отнести прежде всего вагонетку, изготовляемую серийным образом на одном из заводов Московского областного треста горного машиностроения.

Рама этих вагонеток (рис. 64) в отличие от всех, рассмотренных выше, деревянная и состоит из двух продольных брусьев, обитых железом, к которым прикрепляются, с одной стороны, буксы, упряжные приборы, с другой — стойки, на которых покоится на цапфах опрокидной кузов вагонетки. Опрокидывание кузова происходит вручную и состоит во вращении кузова относительно той или иной пары цапф в зависимости от того, в какую сторону должно происходить это опрокидывание. Как видно из эскиза, где положение кузова вагонетки показано пунктиром, разгрузка здесь происходит по принципу стряхивания груза, а не просыпания его через люки.

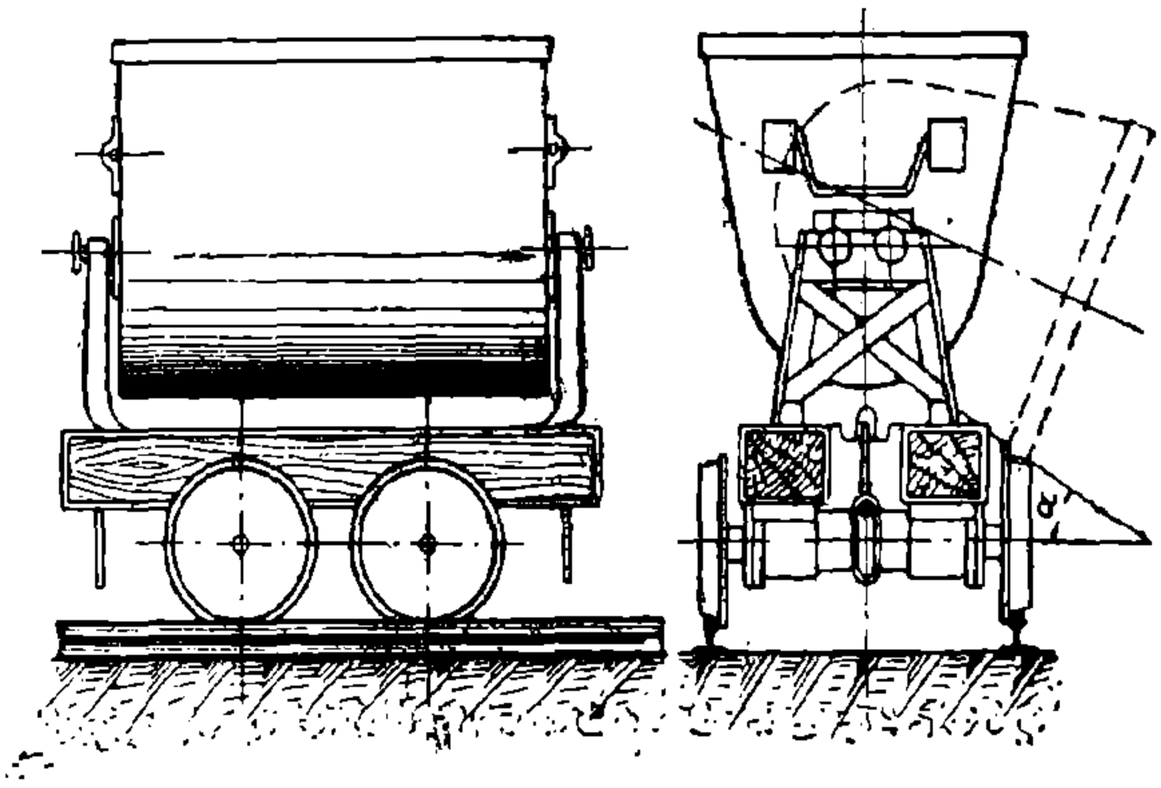


Рис. 64. Эскиз опрокидной вагонетки.

Данные относительно этой вагонетки приведены в таблице 9.

Все рассмотренные выше повозки отличались небольшими габаритами, что объясняется их предназначением для нужд подземного рудничного транспорта. Для узкоколейных же рельсовых путей, но проложенных по поверхности, габаритные ограничения менее строги, и есть возможность в последнем случае применить повозки больших внешних размеров для той же ширины колеи.

Мы начнем рассмотрение прицепного узкоколейного подвижного состава для рельсовых путей открытых разработок с так называемых вагонеток типа Коппель, предназначенных для колеи 750 *мм*.

ТАБЛИЦА 9.

Главнейшие данные вагонеток с опрокидным кузовом.

Ширина колеи	*мм*	500—600	Диаметр колес по кругу катания	*мм*	300
Емкость кузова	$м^3$	0,35	Собственный вес (тара) .	*т*	0,310
Грузоподъемность	*т*	0,75	Коэфициент тары		0,413
Длина габаритная	*мм*	1 130	Удельная тара . .	$м^3/т$	0,89
Ширина габаритная .	*мм*	690	Удельная емкость	$м^3/т$	1,13
Высота от уровня головки рельса . .	*мм*	1 100	Погонная емкость	$м^3/м$	0,31
Жесткая база	*мм*	400			

Подобного рода вагонетки, изображенные на рис. 65,*а*, изготовляются ныне у нас в СССР Проскуровским заводом, ленинградским заводом „Союзтрансстрой“ и др. В виду значительно более свободного габарита здесь буксы наружные, колесная пара имеет жестко насаженные на ось колеса и шейки, вращающиеся в наружных буксах, прикрепленных к металлической раме. Рама представляет собою обвязку корытного (реже углового) железа, к которой прикреплены деревянные брусья, заменяющие ударные приборы и стойки, на которых покоится призматический, треугольного сечения, кузов, при опрокидывании имеющий наклон своего борта к горизонтали под углом 36—38° (см. пунктирное положение кузова на рис. 65,*а*). Опрокидывание осуществляется вручную на обе стороны по желанию, и в виду довольно большого усилия, требуемого для приподнимания кузова, этот тип вагонеток не делается большой емкости. У нас в СССР вагонетки этого типа изготовляются грузоподъемностью от 1 до 3 *т* при емкости от 0,75 до 1,5 $м^3$.

Главнейшие данные об этом типе вагонеток сведены в таблицу 10.

НБ УГЛТУ (ДГТ)

Опрокидные вагонетки, начиная с грузоподъемности 2—3 *т*, становятся неудобными для опрокидывания кузова вручную, и по этой причине для емкостей начиная с 2—2,5 $м^3$ применяют опрокидывание кузова уже не непосредственным воздействием на него усилия рабочего, а увеличением в несколько раз посредством рычажной передачи.

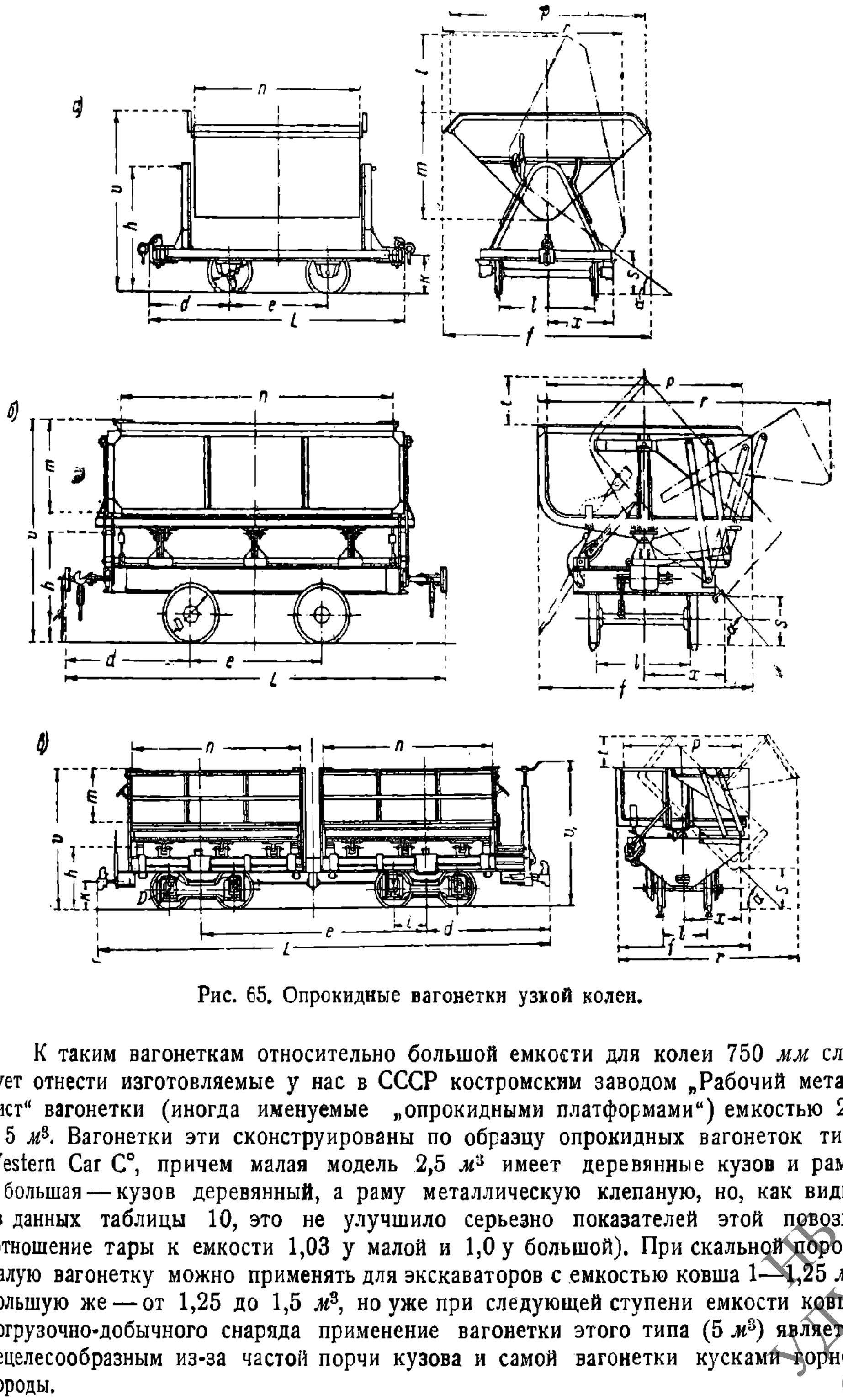


Рис. 65. Опрокидные вагонетки узкой колеи.

К таким вагонеткам относительно большой емкости для колеи 750 *мм* следует отнести изготовляемые у нас в СССР костромским заводом „Рабочий металлист" вагонетки (иногда именуемые „опрокидными платформами") емкостью 2,5 и 5 $м^3$. Вагонетки эти сконструированы по образцу опрокидных вагонеток типа Western Car C°, причем малая модель 2,5 $м^3$ имеет деревянные кузов и раму, а большая — кузов деревянный, а раму металлическую клепаную, но, как видно из данных таблицы 10, это не улучшило серьезно показателей этой повозки (отношение тары к емкости 1,03 у малой и 1,0 у большой). При скальной породе малую вагонетку можно применять для экскаваторов с емкостью ковша 1—1,25 $м^3$, большую же — от 1,25 до 1,5 $м^3$, но уже при следующей ступени емкости ковша погрузочно-добычного снаряда применение вагонетки этого типа (5 $м^3$) является нецелесообразным из-за частой порчи кузова и самой вагонетки кусками горной породы.

УДК (ДИТ)

Та

Размеры и

Ширина колеи	Грузоподъемность	Емкость	Габари											
			d		D	e	f	h	k	L		m	n
			тормозного вагона	нетормозного вагона						тормозного вагона	нетормозного вагона		
мм	т	м³	мм										
750	1,0	1,0	—		600	350	800	1 500	865	280	—	1 980	765	1 650
750	2,0	1,0	340		540	300	850	1 585	750	275	2 330	1 930	770	1 400
750	3,0	1,5	1013		613	350	850	1 930	900	300	2 476	2 076	885	1 500

ТА

Размеры и да

Ширина колеи	Грузоподъемность	Емкость	Габари								
			d	D	e	f	h	i	k	L	m
мм	т	м³	мм								
600	10,0	6,0	1 872	500	3 410	1 975	—	475	400	6 654	—
914	8,0	4,0	{ 1 243 / 1 823 }	500	1 300	1 940	950	—	600	{ 3 785 / 4 365 }	850

ТАБ

Размеры и

Ширина колеи	Грузоподъемность	Емкость	Габари						
			d	D	e	f	k	L	m
мм	т	м³	мм						
750	2,5	2,0	1 167	400	900	1 800	436	3 234	
750	2,5	2,0	1 317	400	900	1 800	436	3 725	

НБ УДУНТ (ДИТ)

А 10.

ие к рис. 65,*а*.

Размеры						Минимальный радиус кривой	Максимальное давление				Тара		Стоимость	
							на ось		на 1 *пог. м* пути					
r	*s*	*t*	*v*	*x*	*a*		тормозного вагона	нетормозного вагона	тормозного вагона	нетормозного вагона	тормозного вагона	нетормозного вагона	тормозного вагона	нетормозного вагона
						м	*т*						руб.	
1330	220	420	1 385	500	—	—	—	0,775	—	2,04	—	0,55	—	500
—	480	150	1 270	550	38	7,5	1,4	1,3	—	—	0,6	0,5	600	550
—	505	250	1 500	550	38	7,5	2,0	1,9	—	—	0,8	0,7	800	750

ЦА 11.

рис. 65,*б* и 65,*в*.

Разме ы								Мин. радиус кривой	Максимальное давление		Тара	Стоимость
									на ось	на 1 *пог. м* пути		
p	*r*	*s*	*t*	*v*	v_1	*x*						
								м	*т*		*т*	руб.
1800	—	—	—	1 750	1 910	—	40°	—	7,7	—	5,450	—
1800	2 870	350	350	1 950	—	800	45°	15	5,7 6,0	—	3,2 3,5	3 200 3 500

ЦА 12.

ные к рис. 66.

размеры					Мин. радиус кривой	Максимальное давление		Тара	Стоимость
						на ось	на 1 *пог. м* пути		
n	*p*	*r*	*s*	*v*	*м*	*т*		*т*	руб.
2100	1 600	2 830	636	1 286	8	1,8	—	1,10	1 200
2100	1 600	2 830	636	1 286	8	1,9	—	1,30	1 200

НБ УДУНТ (ДНТ)

Вагонетки с односторонним опрокидыванием для колеи 600 и 914 *мм* строились заводом „Союзтрансстроя“ и „Металлотрансстроя“ в Ленинграде (см. рис. 65,*б* и *в*), с той только разницей, что они являются целиком металлическими конструкциями.

Главнейшие данные об этих вагонетках приведены в таблице 11.

Большие относительно массы, имеющие место в данных конструкциях, приводят к некоторым конструктивным усложнениям. Так например, ударные и упряжные приборы уже отходят от примитивных конструкций вагонеток малой емкости для подземного транспорта и „коппелевских“, и в данном случае имеют место уже более совершенные конструкции в виде центрального буферного упряжного прибора и т. д.

Кроме того, вагонетки емкостью 6—10 $м^3$ уже по своим размерам кузова и по нагрузке на ось должны иметь четыре оси, группирующиеся в две двухосные поворотные тележки.

Появляется также надобность в тормозном оборудовании, и вагонетки начинают снабжаться ручными колодочными тормозами [1].

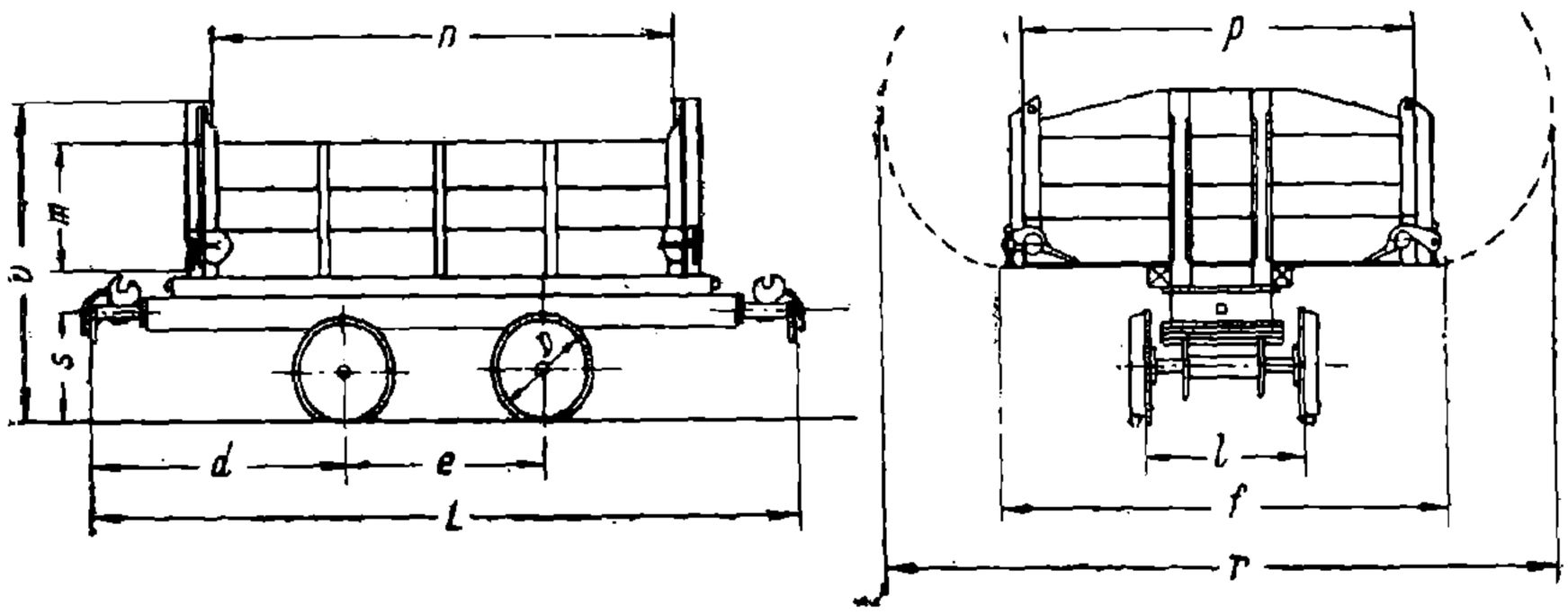


Рис. 66. Вагонетка с откидными бортами.

Заводом „Союзтрансстрой“ в Ленинграде изготовляются также вагонетки узкой колеи (750 *мм*) с неподвижным днищем кузова, но с откидными бортами (рис. 66). Вагонетки эти, как видно из рисунка, двухосные и имеют деревянный кузов. Опоражнивание вагонетки происходит открыванием вручную бортов, которые откидываются кверху, вращаясь на шарнирах, ясно видных на чертеже.

Открывание бортов, как уже было указано выше, происходит вручную, а вращение их происходит под напором груза, содержащегося в кузове. Таким образом груз здесь не стряхивается, а просыпается в образовавшиеся прозоры-отверстия между бортами и днищем кузова. Рама внутренняя и буксы тоже внутренние, скользящего трения. Колесная пара нормальная, с колесными центрами, жестко насаженными на ось.

Главнейшие данные этой вагонетки приведены в таблице 12.

Весьма интересную группу узкоколейных повозок представляют вагоны для особо легких грузов, в частности для торфа, изображенные на рис. 67. Вагонетки эти строятся для колеи 750 *мм*, и их характерной особенностью является относительно большая емкость при малой грузоподъемности. Это объясняется тем, что торф характеризуется чрезвычайно небольшим удельным весом (0,35—0,5 в зависимости от влажности), и вследствие этого одна тонна торфа занимает объем, раз в 5—6 больший объема руды или скальной породы.

Как видно из таблицы 13, где сведены главнейшие данные, характеризующие этот тип вагонеток, большой объем кузова требует уже значительно большей базы при больших относительно свесах кузова.

[1] В настоящее время конторой „Стройпроектмашина“ разработан проект стандарта на опрокидные вагонетки емкостью 3, 6 и 9 $м^3$ для колеи 750 *мм*.

НТБ УДУНТ (ДИТ)

Рамы и буксы во всех случаях наружные, насадка колес на оси жесткая. Вагонетки снабжены центральным ударноупряжным буферным прибором, рессорным подвешиванием и, кроме всего вышеуказанного, имеют характерные приемы разгрузки кузова.

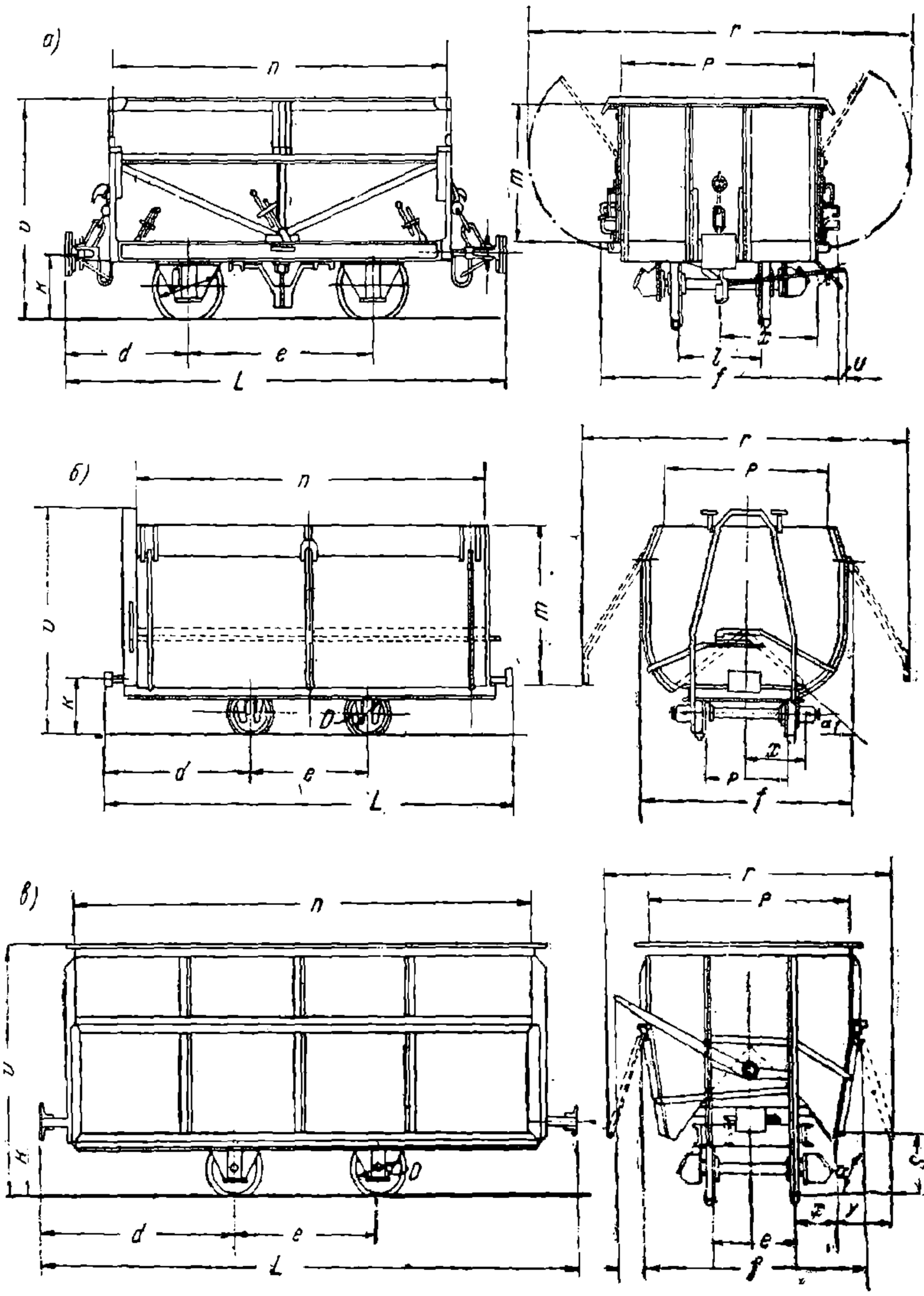


Рис. 67. Вагонетки для торфа (саморазгружающиеся).

Разгрузка этих вагонеток также происходит откидыванием бортов кверху посредством вращения бортов вокруг соответственно предусмотренных для этой цели шарниров, только, в виду наклонности торфа к слеживанию и образованию сводов, днище кузова делается не горизонтальным, а седлообразным (рис. 67,*б*) с наклоном граней от 40 до 50°. Характерным отличием этих вагонеток является также относительно большая высота их кузова (от 1170 до 2030 *мм*), что объясняется необходимостью иметь большой удельный объем кузова.

Главнейшие данные этих вагонеток сведены в таблицу 13.

Для перевозки длинных и громоздких предметов, как, например, рельсов, леса и тому подобных грузов, целесообразно применять платформы, которые и для узкоколейных путей находят себе широкое применение.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Главнейшие данные вагонеток узкои

Ширина колеи	Грузоподъемность	Емкость	Габаритный										
			d		D	e	f	k	L		m	n	p
			тормозного вагона	нетормозного вагона					тормозного вагона	нетормозного вагона			
мм	т	м³	мм										
750	5,0	5,5	1 638	1 136	529	1 700	1 950	515	4 471	3 971	1 050	3 000	1750
750	1,9	6,5	—	—	450	1 050	1 800	—	—	—	—	3 100	1556
750	3,0	7,0	2 107	1 553	400	1 300	2 066	590	4 950	4 406	—	3 600	1900

Главнейшие данные о четырехосной

Ширина колеи	Грузоподъемность	Емкость	Габаритные							
			d						L	
			нетормозного вагона	D	e	f	i	k	нетормозного вагона	
мм	т	м³	мм							
750	6,0	—	1 540	400	3 580	2 180	425	640	6660	

Размер

Ширина колеи	Грузоподъемность	Емкость	Габариты											
			a	d		D	e	f	f_1	i	k	L	
				тормозного вагона	нетормозного вагона							тормозного вагона	нетормозного вагона
мм	т	м³	мм										
750	12,4	—	—	—	—	—	6 100	—	—	1 000	—	10 570	9970

[1] Вагоны этого типа курсируют по железнодорожным путям узкой колеи; серийное же

НБ УДУНТ (ДИТ)

ЛИЦА 13.

колеи для транспорта торфа (рис. 67).

размеры					Минимальный радиус кривой	Максимальное давление				Тара		Стоимость	
						на ось		на 1 *пог. м* пути					
r	*t*	*u*	*v*	*x*		тормозного вагона	нетормозного вагона	тормозного вагона	нетормозного вагона	тормозного вагона	нетормозного вагона	тормозной вагонетки	нетормозной вагонетки
					м	*т*				*т*		руб.	
2 600	—	100	1 771	880	25	3,8	3,5	—	—	2,3	2,0	2 800	2 500
—	—	—	1 840	—	—	—	1,6	—	—	—	1,3	—	—
—	—	180	2 030	—	15	3,0	2,8	—	—	2,8	2,5	—	—

ЛИЦА 14.

платформе для колеи 750 *мм* (рис. 68).

размеры				Минимальный радиус кривой	Максимальное давление		Тара	Стоимость	
					на ось	на 1 *пог. м* пути			
n	*p*	*s*	*v*		нетормозного вагона		нетормозного вагона	тормозного вагона	нетормозного вагона
				м	*т*		*т*	руб.	
5 980	2 000	780	790	10,0	4,5	—	2,98	—	7 000 5 200

ЛИЦА 15[1].

данные к рис. 70.

размеры							Минимальный радиус кривой	Максимальное давление				Вес	
								на ось		на 1 *пог. м* пути			
m	*n*		*p*	*v*	*s*			тормозного вагона	нетормозного вагона	тормозного вагона	нетормозного вагона	тормозного вагона	нетормозного вагона
	тормозного вагона	нетормозного вагона											
							м	*т*					
—	9 100	—	2 250	3 100	—		—	—	—	—	—	7,85	7,25

производство их прекращено.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Платформа (рис. 68) для колеи шириной 750 *мм* грузоподъемностью 6 *т* имеет довольно большую для узкоколейных повозок длину 6660 *мм* и по этой причине имеет ходовые части в виде двух двухосных тележек с жесткой базой 850 *мм*, что позволяет ей проходить, несмотря на свою длину, по кривым радиуса 10—12 *м*.

Прочие данные относительно этой платформы сведены в таблицу 14.

Кроме рассмотренных выше повозок, в практике узкоколейно-промышленного транспорта находят себе применение многие повозки специального назначения, как, например, изображенные на рис. 69*а*, *б* и *в*.

Крытые вагоны (рис. 70) в узкоколейном промышленном транспорте имеют, по вышеизложенным причинам, небольшое распространение, и ныне серийное производство вагонов этого типа прекращено, но в виду того, что на существующих предприятиях можно встретиться в отдельных случаях с подобного рода повозками, мы приводим в таблице 15 главнейшие данные четырехосного крытого вагона колеи 750 *мм*.

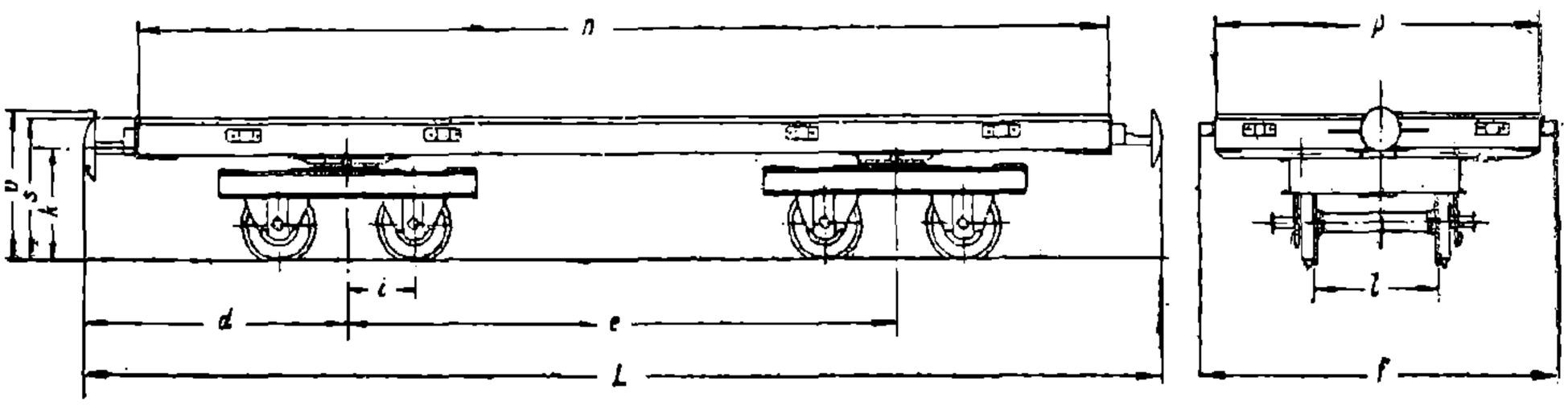


Рис. 68. Четырехосная платформа узкой колеи.

Рассмотренные нами вагоны узкоколейных промышленных дорог не исчерпывают собою вопроса, так как повозки, служившие предметом рассмотрения, хотя и имели достаточно характерные черты своего устройства, но ширина колеи и габарит не позволяли осуществить сколько-нибудь значительных емкости и грузоподъемности, что требовало бы более совершенных и отчасти сложных конструктивных решений.

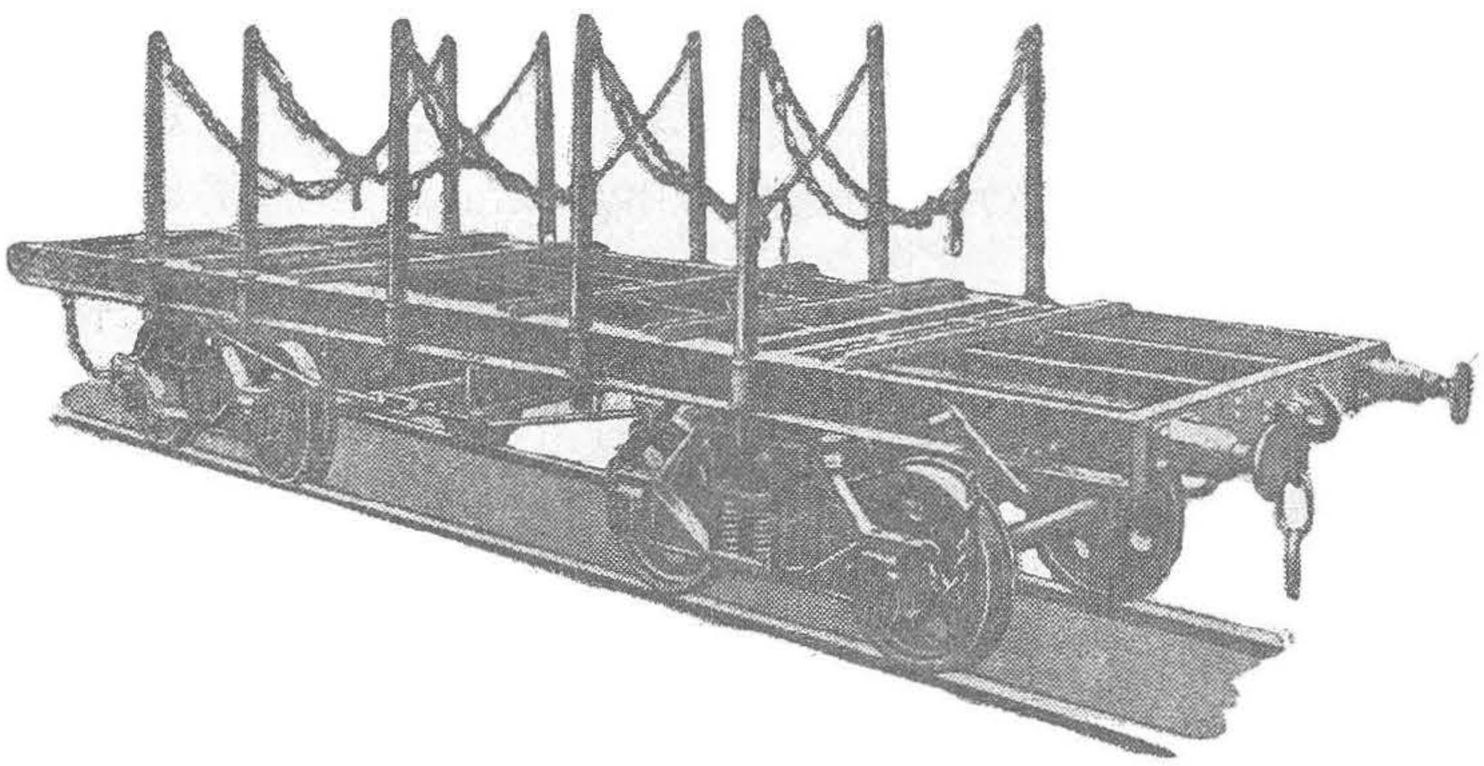
Ширина колеи 750 и 900 *мм* в подземных условиях ограничивала те возможности, которые находятся в распоряжении конструкторов для решения новых более сложных задач вагоностроения.

Между тем существует большой класс повозок промышленного транспорта, хотя и принадлежащих формально к группе узкоколейного подвижного состава, но тем не менее и качественно и количественно подходящих по своим показателям и характеристикам (а отчасти и по своему устройству) к весьма совершенным образцам подвижного состава широкой колеи. Речь идет о вагонах специального типа, предназначенных для колеи 900—1000 *мм*, но для путей промышленного транспорта, расположенных на поверхности.

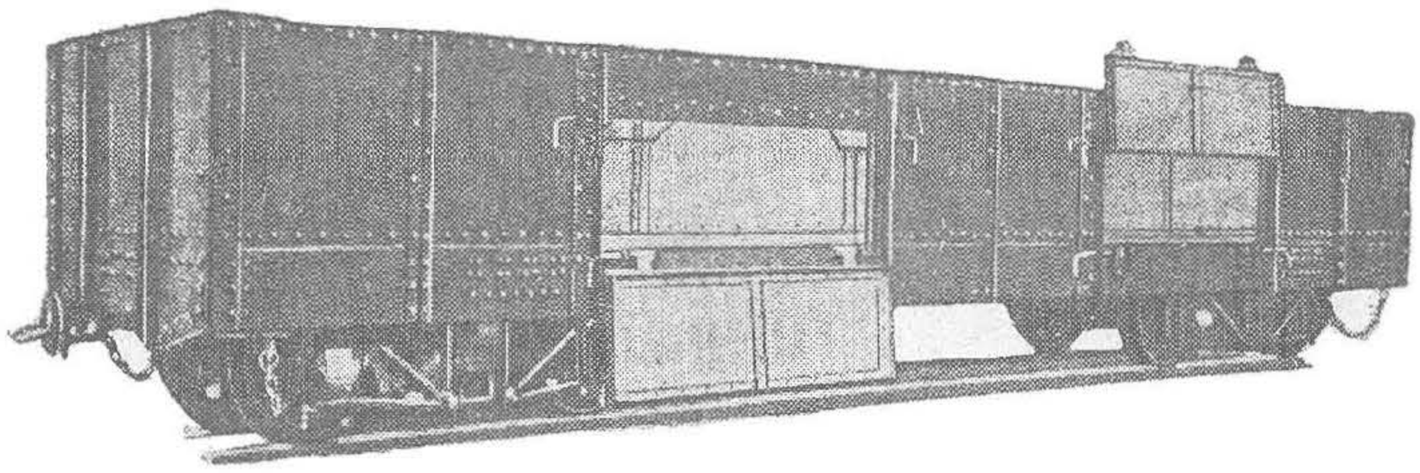
Как будет видно из дальнейшего, эта ширина колеи при соответствующем габарите позволяет достичь весьма удовлетворительных значений характеристик и показателей и, с другой стороны, в отношении емкости, грузоподъемности и нагрузок на ось приблизиться к соответствующему ширококолейному подвижному составу. Это обстоятельство приводит к тому, что в ряде стран при тяжелых топографических условиях колея шириной 914—1067 *мм* применяется не только для промышленного, но и для магистрального транспорта (Южно-Африканские железные дороги, японские, ряд линий в Южной Америке, на о. Яве и т. д.), но мы, однако, не будем расширять проблемы в этом направлении, а ограничим ее лишь надобностями и особенностями промышленного транспорта.

НБ УГЛТУ (ДГТ)

а)



б)



в)

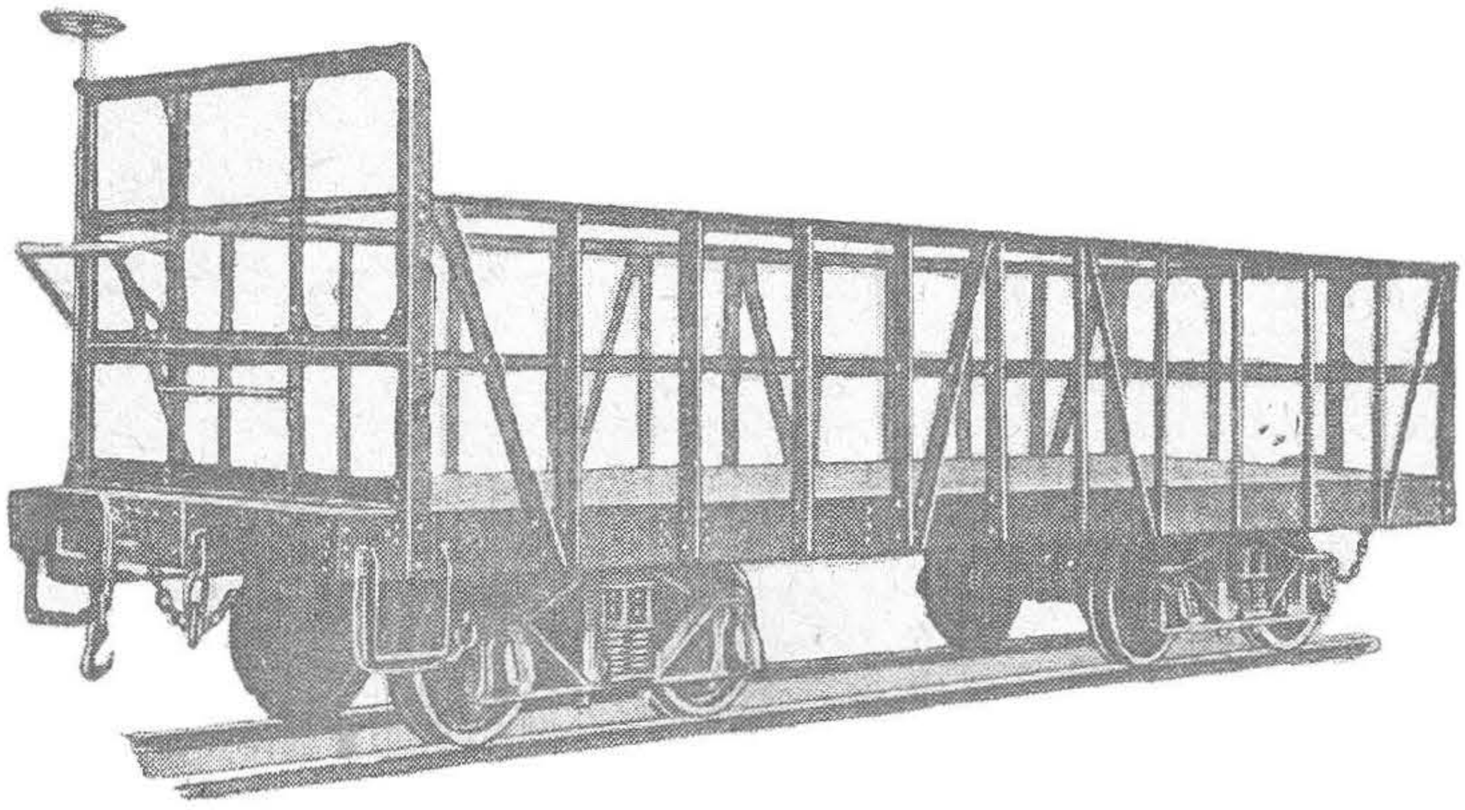


Рис. 69. Узкоколейные повозки специального назначения.

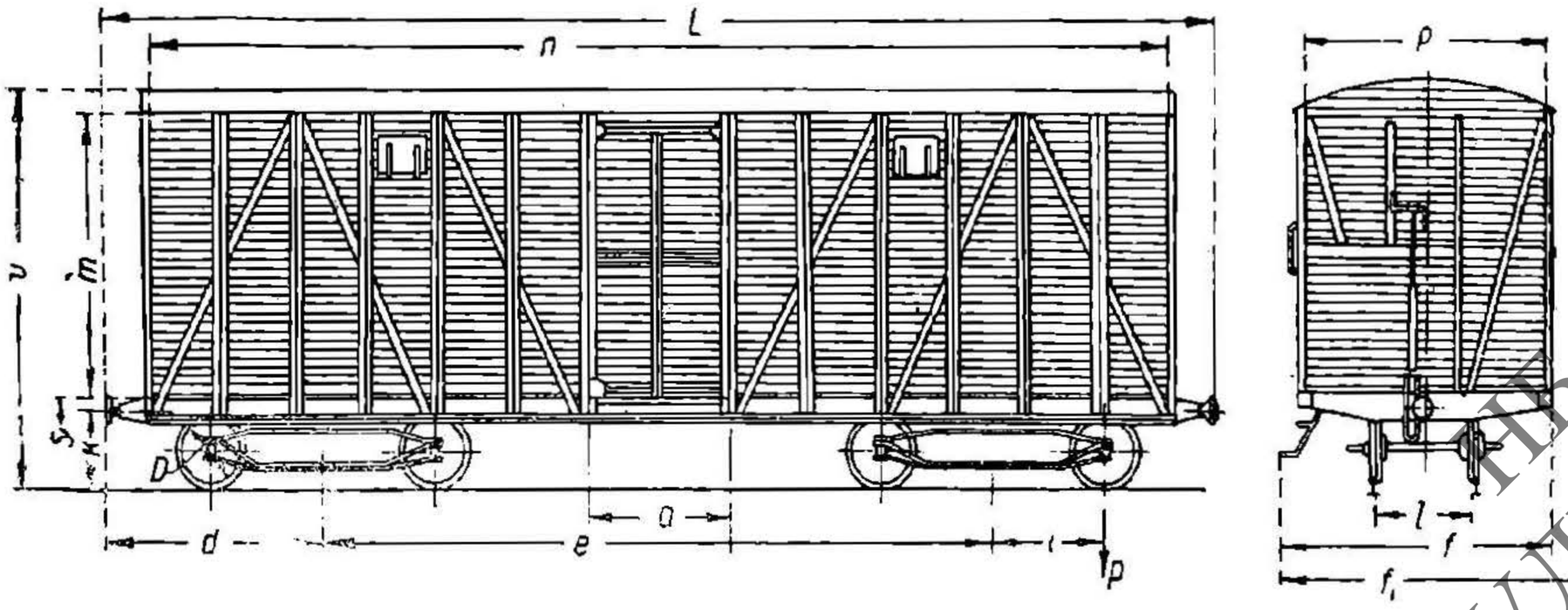


Рис. 70. Четырехосный крытый вагон узкой колеи.

НВ УДУНТ (ДИТ)

Подвижной состав колеи 900 *мм* наиболее распространен для целей промышленного транспорта в Германии, главным образом для нужд откатки на открытых разработках рудных и нерудных полезных ископаемых.

В виду ряда причин производственного характера (подробно разобранных выше) вагоны обычного типа (без устройств, обеспечивающих быструю разгрузку) на открытых разработках в качестве откаточного сосуда применяются редко, и лишь вагоны с седлообразным дном нашли в Германии применение для транспорта полезного ископаемого (главным образом бурого угля), причем они имеют специальные размеры, чтобы удовлетворить габаритным требованиям прохода через порталы многоковшовых экскаваторов.

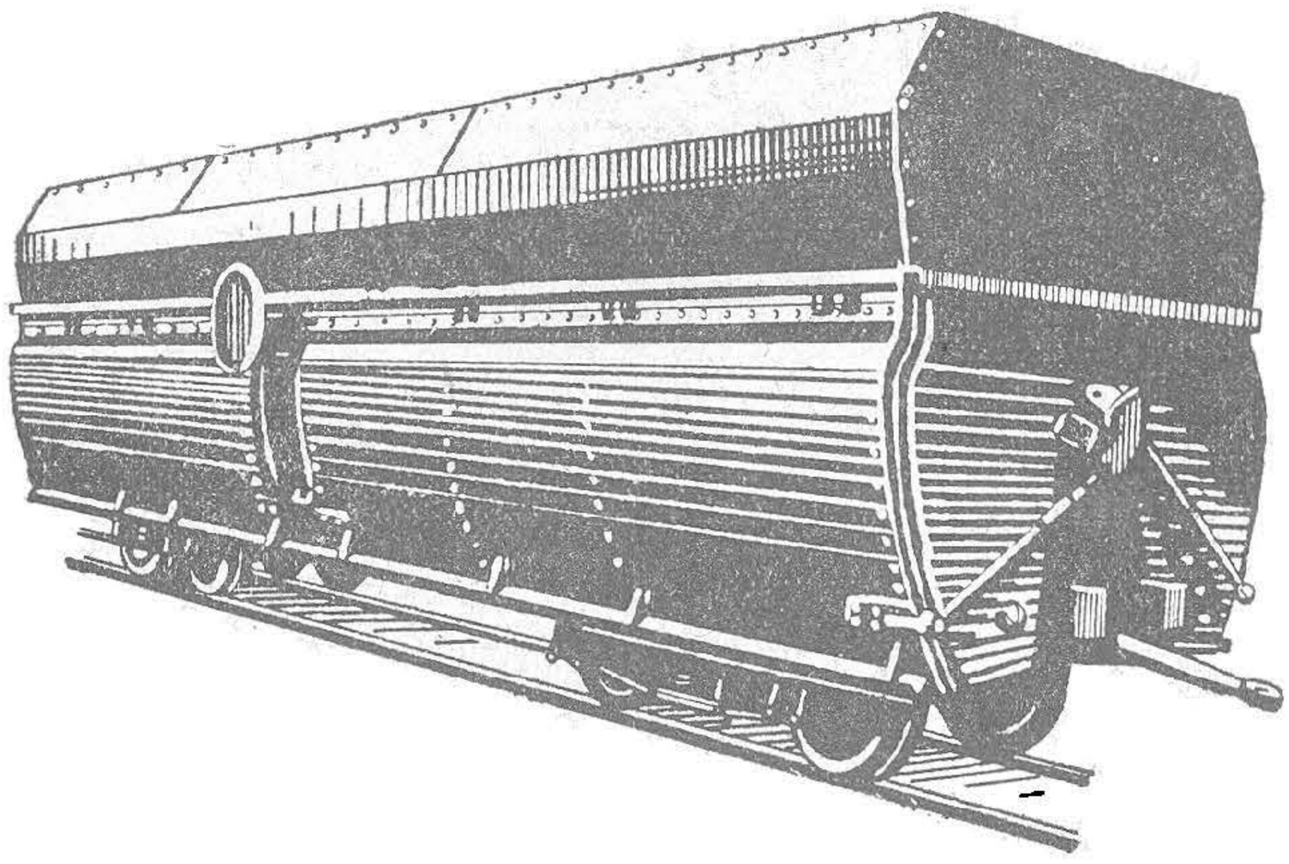


Рис. 71. Саморазгружающийся вагон с открыванием бортов.

Типичный вагон для бурого угля с седлообразным дном, изготовляемый фирмой Оренштейн и Коппель, изображен на рис. 71 (с тормозной площадкой для ручного торможения).

Емкость этого хоппера (на колею 900 *мм*) составляет 35 $м^3$, подъемная сила (грузоподъемность) — 25 *т*, при длине около 11 *м* и собственном весе вагона 13 600 *кг*. Это дает, таким образом, коэфициент тары, равный $\frac{13,6}{2,5} \approx 0,55$, удельную емкость, равную $\frac{13,6}{35} \approx 0,39$ $т/м^3$, а погонную емкость $\frac{35}{11} = 3,2$ $м^3$ на погонный метр длины вагона, что позволяет применить этот вагон для очень медленно движущихся мощных многоковшовых экскаваторов.

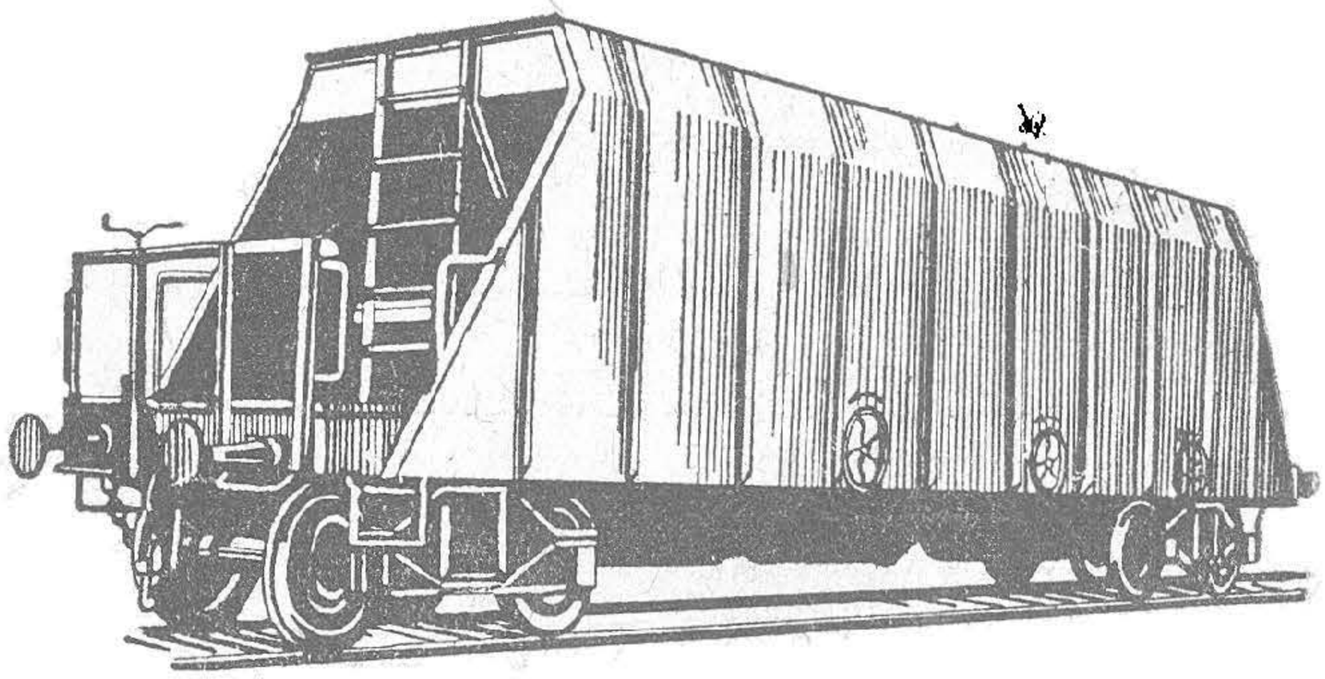


Рис. 72. Саморазгружающийся вагон с открыванием люков.

На рис. 72 изображен вагон, несколько меньшей емкости, а именно 27 $м^3$, подъемной силой 20 *т*, при собственном весе 11 800 *кг*, или 11,8 *т*, для той же колеи 900 *мм*, для которого коэфициент тары равен $\frac{11,8}{20} = 0,59$, и удельная тара $\frac{11,8}{27} = 0,437$ $т/м^3$. Наконец, наименьшая по емкости модель вагонов с седлообразным дном характеризуется емкостью 20 $м^3$, подъемной силой 15 000 *кг*, или 15 *т*, и собственным весом 10 100 *кг*, или 10,1 *т*, т. е. коэфициентом тары $\frac{10,1}{15} = 0,673$, а удельной тарой (отношением собственного веса вагона к емкости его) $\frac{10,1}{20} = 0,505$ $т/м^3$. Длина его около 10 *м*, что дает погонную емкость

НТБ УДУНТ (ДИТ)

около 2 $м^3$ на погонный метр, что, как было указано выше, является наиболее ходовой цифрой для германских многоковшовых экскаваторов.

В тех случаях, когда по роду производственного процесса требуется разгрузка на сторону (как, например, на отвалах), и притом всего поезда одновременно, должны быть применены опрокидные вагоны, также нашедшие себе широкое применение для колеи 900—1000 *мм*.

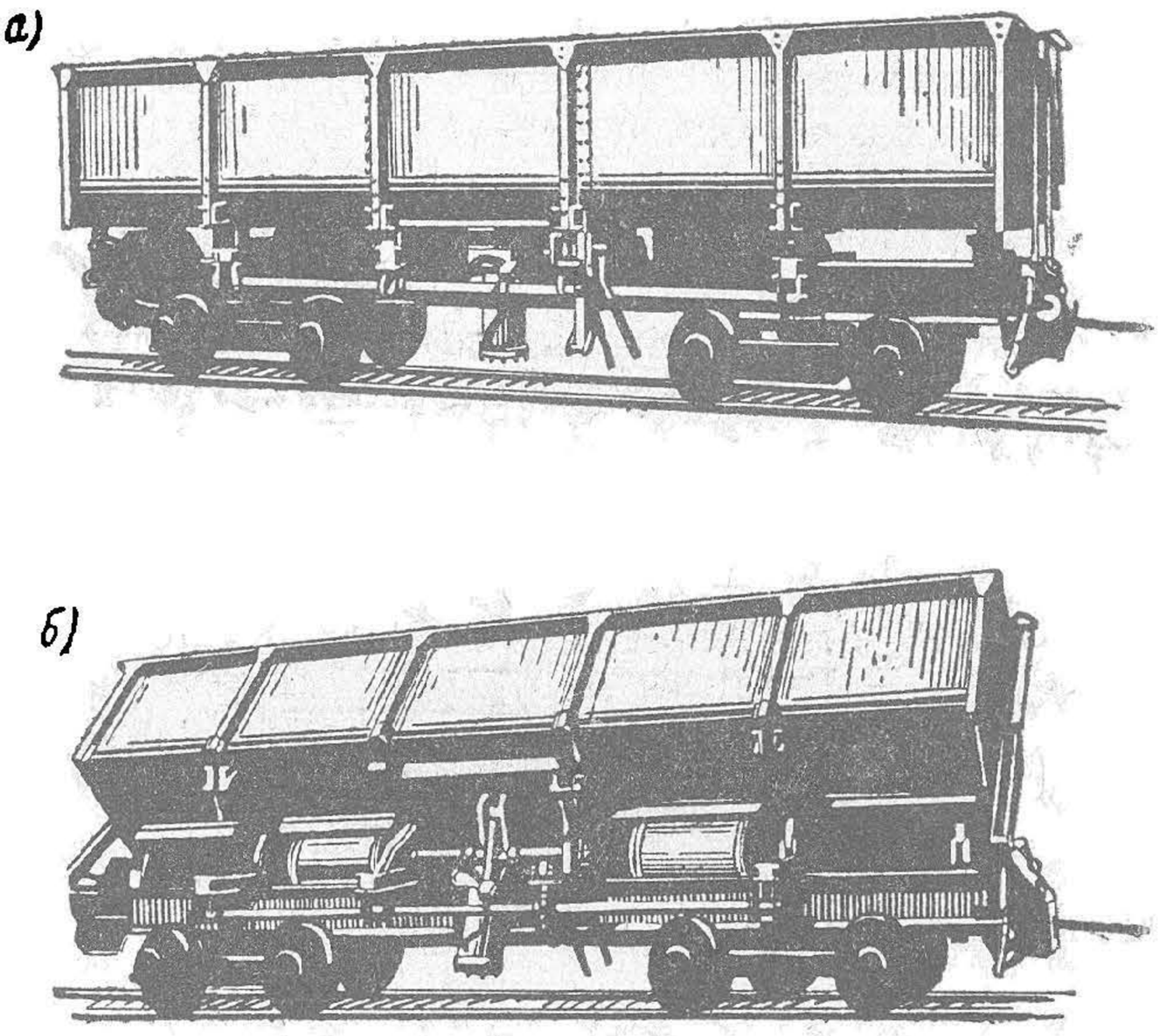


Рис. 73. Саморазгружающийся опрокидной вагон.

Опрокидные вагоны по их устройству можно квалифицировать, исходя из различных признаков, характерных для их конструкции. Прежде всего их можно квалифицировать по способу опрокидывания вагона: допускает ли данная конструкция опрокидывание кузова только на одну сторону или на обе; по устройству опрокидного механизма и по устройству кузова, т. е. каким образом осуществляется раскрытие борта и приподнимание кузова.

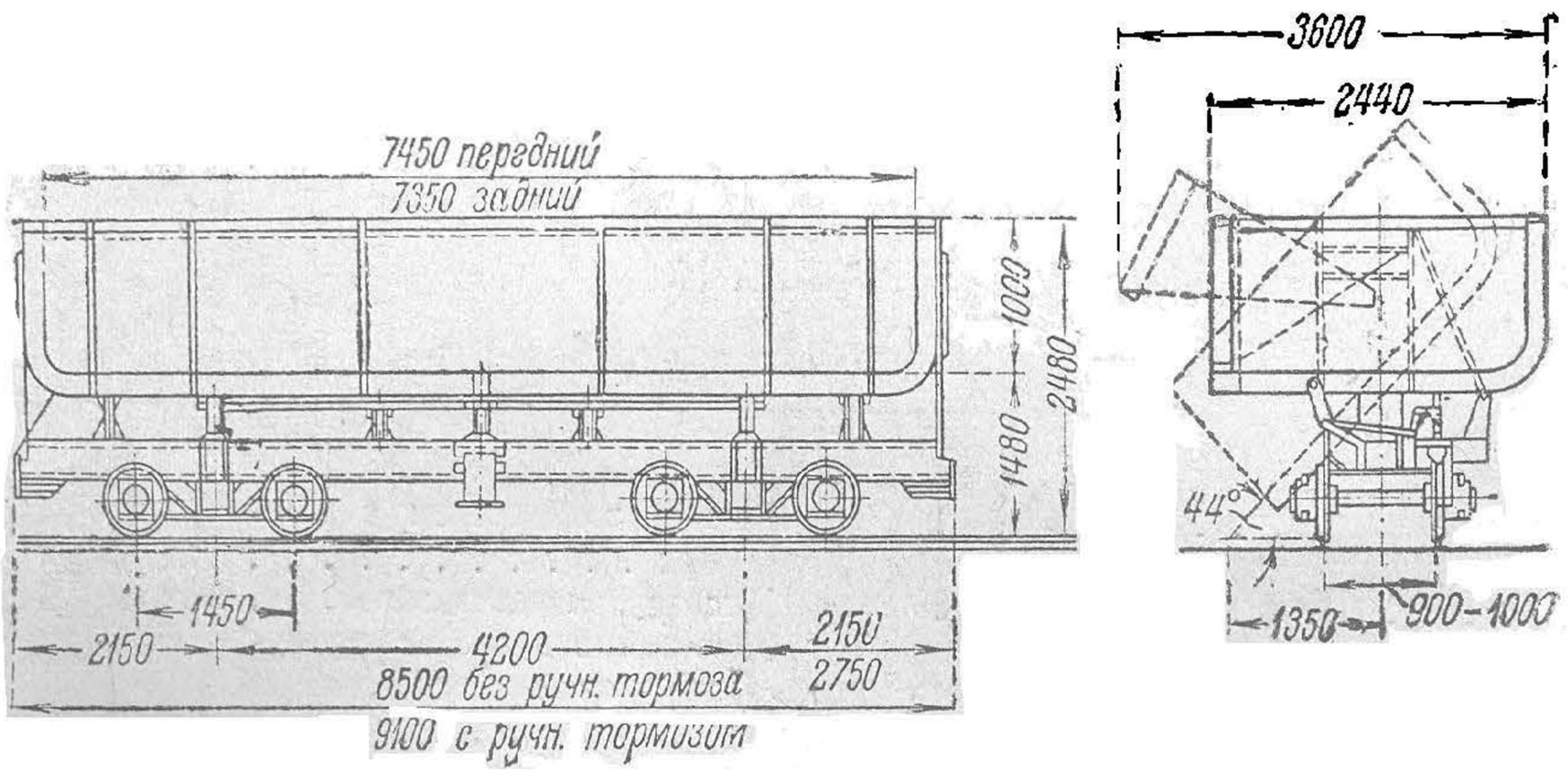


Рис. 74. Схема опрокидного вагона с автоматической односторонней разгрузкой колеи 900—1000 *мм*.

Практически, кроме того, чрезвычайно важна и крепость пола и бортов кузова, так как это имеет большое значение для возможности использования кузова в тех или иных условиях погружаемого материала.

Общее представление о внешнем виде такого вагона можно составить по рис. 73, где изображен опрокидной вагон емкостью в 16 $м^3$ в нормальном положении (*а*) и в положении при опрокидывании кузова (*б*). Примерные же габаритные размеры вагонов этого типа можно видеть на рис. 74. Излюбленным типом опрокидного вагона в западноевропейских условиях является четырехосный вагон

НБ УГЛТУ (ДГТ)

с опрокидыванием кузова на две или на одну сторону (последнее чаще) колеи 900—1000 *мм* (последнее реже), имеющий собственный вес от 16 до 18 *т*, ширину от 2300 до 2500 *мм*, длину от 8000 до 9100 *мм*, колеса диаметром 650 *мм*, две двухосных тележки типа „Даймонд" (или по аналогичному с ним германскому патенту) с жесткой базой от 1300 до 1700 *мм*, чаще 1450 *мм*. Угол опрокидывания кузова 42—45°.

Грузоподъемность их обычно от 30 до 32 *т*. Это дает следующие характерные показатели. Коэфициент тары от 0,48 до 0,60, что значительно выше соответствующего показателя для вагонов с седлообразным дном, но находит себе объяснение в наличии мощного пневматического опрокидного механизма, а также более сложного устройства кузова. Удельная тара на кубометр емкости также по этой причине выше — от 0,96 до 1,13, смотря по тому, двухстороннее или одностороннее опрокидывание имеет вагон.

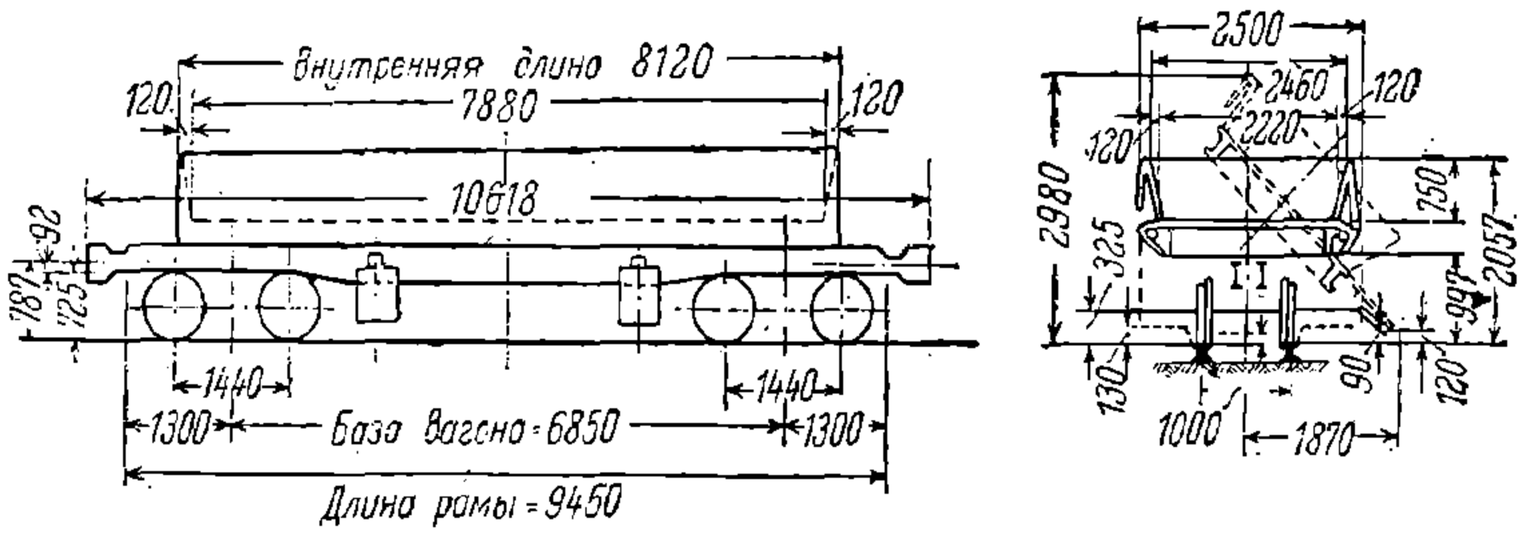


Рис. 75. Схема советского 4-осного опрокидного вагона метровой колеи.

Соответственно опрокидному вагону американской фирмы Magor Car C° у нас в СССР для нужд открытых разработок многих предприятий типа сырьевых баз (Ураласбест, Магнезиты, Положские глины и т. д.) ЦВКБ разработан тип опрокидного вагона метровой колеи, изображенный на рис. 75, на котором и нанесены главнейшие размеры этого демпкара.

Данные о главнейших показателях этой повозки, изготовлявшейся Калининским заводом, сведены в таблицу 16.

ТАБЛИЦА 16.

Главнейшие данные демпкара метровой колеи.

Емкость кузова .	$м^3$	14	Высота в порожнем состоянии . . .	*мм*	2 055
Грузоподъемность нормальная	*т*	30	Высота при разгрузке .	*мм*	3 020
Грузоподъемность максимальная . .	*т*	45	Расстояние наиболее удаленной части от оси пути при разгрузке	*мм*	1 870
Собственный вес вагона	*т*	23	Угол наклона днища кузова при разгрузке		45°
Габаритная длина вагона между буферами .	*мм*	10 420	Коэфициент тары		0,78—0,51
Габаритная ширина вагона	*мм*	2 612			

Эти опрокидные вагоны являются, пожалуй, наиболее сложными повозками, обладающими весьма совершенным оборудованием для централизованного опрокидывания кузовов как каждого вагона в отдельности, так и всего состава в целом. Первая операция осуществляется окрытием опрокидного крана на том вагоне, разгрузка которого требуется в данный момент, вторая же — открыванием крана на локомотиве, где имеется специальный компрессор для получения сжатого воздуха, передающегося по специальным воздухопроводам в резервуары каждого вагона.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Наличие на локомотиве источника сжатого воздуха позволяет для этого типа вагонов применить и пневматические тормоза того или иного устройства.

Сцепные приборы в этих повозках обычно значительно мощнее, так как предназначаются для восприятия значительно бóльших усилий, чем имеющие место в случае вагонеток. Обычно здесь целесообразнее всего применять центральный секторный буферно-упряжный прибор, хотя в иных случаях применяется и автосцепка или двухбуферные приборы с винтовой упряжью; последние всего реже.

§ 11. Прицепной подвижной состав широкой колеи.

Рассмотрим повозки, применяемые в промышленном транспорте при наличии рельсовых путей широкой колеи 1524 *мм*, являющейся у нас в СССР стандартной для железнодорожной магистральной сети.

По этой причине приходится иметь в виду не только специальный прицепной подвижной состав промышленного транспорта, но и те повозки, которые, обращаясь на железнодорожных путях магистрального транспорта, передаются на пути промышленных предприятий и нормализованы по требованиям магистрального, а не промышленного транспорта.

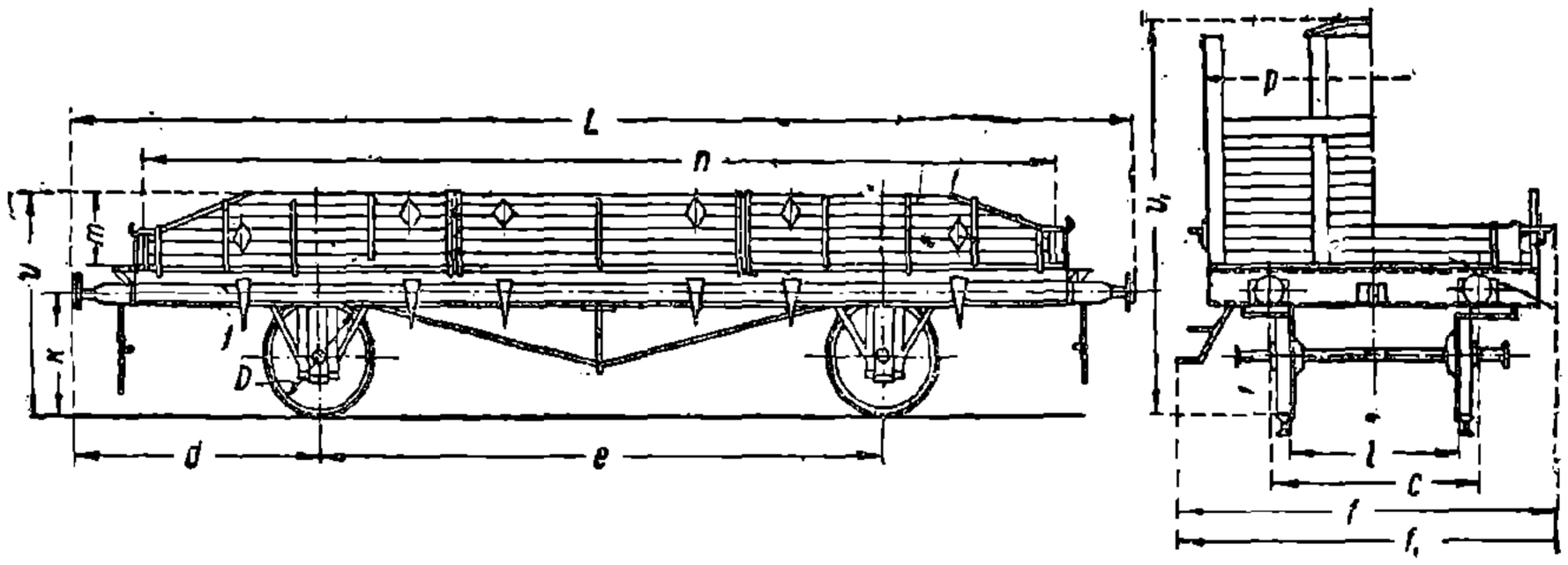


Рис. 76. Двухосная платформа широкой колеи.

Естественно, что для подобного прицепного подвижного состава должна быть соблюдена унификация в отношении габаритов, упряжных приборов, тормозов и пр.

Мы начнем рассмотрение вопроса с повозок наипростейшего характера, а именно платформ.

Платформы можно разбить на два класса — платформы общего пользования и платформы специального назначения.

К первой группе следует отнести, во-первых, двухосную платформу (б. нормального типа), годную для перевозки лесных, штучных и навалочных грузов. Борта у этой платформы, изображенной на рис. 76, откидные, небольшой высоты (229 *мм*), что отчасти не позволяет во многих случаях использовать полностью грузоподъемность ее при навалочных грузах удельного веса в насыпке, меньшего 2—2,3. Платформы эти изготовляются как тормозные, так и нетормозные, причем следует указать, что емкость тормозных платформ на 3—5% ниже, чем нетормозных. Стремление улучшить использование подъемной силы при навалочных грузах привело к созданию платформ с высокими бортами (350 и 624 *мм*). В таблице 17 приведены главнейшие данные относительно двухосных платформ широкой колеи, причем следует указать, что платформа, охарактеризованная во второй строке таблицы, в настоящее время производством прекращена, хотя и обращается на путях как магистральной сети, так и промышленного транспорта.

Приведенные в таблице 17 платформы имеют две оси и вследствие этого довольно большую жесткую базу порядка 3900—5500 *мм*. Стремление получить достаточно длинную платформу, но хорошо вписывающуюся в кривые, привело к появлению четырехосной платформы на двух двухосных поворотных тележках.

НБ УДУНТ (ДИТ)

ТАБ J

Размеры и

Ширина колеи	Грузоподъемность	Емкость	Габаритные раз.											
			c	d		D	e	f	f_1	k	L	
				с ручным и автоматическим тормозом	с автоматическим тормозом и без тормоза						с ручным и автоматическим тормозом	с автоматическим тормозом и без тормоза
мм	т	м³	мм									
1 524	16,5	5,5	1 782	2 447	2 447	1 050	5 500	3 100	3 321	1 060	10 394	10 394
1 524	20,0	—	1 782	1 390	1 390	1 050	3 900	3 100	3 216	1 060	7 870	7 870
1 524	20,0	15,4	1 782	2 447	2 447	1 050	5 500	3 070	3 101	1 100	10 394	—

ТАБ

Размеры и

Ширина колеи	Грузоподъемность	Емкость	Габаритные раз											
			c	d		D	e	f	f_1	i	k	L	
				с ручным и автоматическим тормозом	с автоматическим тормозом							с ручным и автоматическим тормозом	с автоматическим тормозом и без тормоза
мм	т	м³	мм										
1 524	45,4	—	1 782	2 166	2 166	950	9 058	2 830	3 055	953	1 040	13 390	13 390
1 524	50	—	1 782	2 447	2 447	950	9 300	2 870	3 055	875	1 040	14 194	14 194

НБ УДУНТ (ДИТ)

ЛИЦА 17.

данные к рис. 76.

м е р ы						Минимальный радиус кривой	Максимальное давление				Тара		Стоимость	
	n						на ось		на 1 *пог. м* пути					
m	с ручным и автоматическим тормозом	с автоматическим тормозом и без тормоза	*p*	v_1			тормозного вагона	нетормозного вагона	тормозного вагона	нетормозного вагона	тормозного вагона	нетормозного вагона	тормозного вагона	нетормозного вагона
						м	*т*						руб.	
229	8 612	9 104	2 740	1 521	3 235	60	12,2	11,6	2,34	2,24	7,8	6,8	5 177	4 577
350	6 680	5 930	2 794	1 642	3 235	40	—	—	—	—	—	—	—	—
624	8 364	9 114	2 750	1 949	3 707	60	14,7	14,3	2,83	2,75	9,0	8,65	—	—

ЛИЦА 18.

данные к рис. 77.

м е р ы						Минимальный радиус кривой	Максимальное давление				Тара		Стоимость
	n						на ось		на 1 *пог. м* пути				
с ручным и автоматическим тормозом	с автоматическим тормозом и без тормоза	*p*	*s*	*v*	v_1		тормозного вагона	нетормозного вагона	тормозного вагона	нетормозного вагона	тормозного вагона	нетормозного вагона	тормозного вагона
						м	*т*						руб.
—	12 198	2 730	1 240	1 240	—	25	17,1	—	5,12	—	18,4	—	15 000
12 910	12 910	2 730	1 240	1 570	—	25	15,2	15,1	4,26	4,25	10,5	10,35	—

НБ УДУНТ (ДИТ)

Этот тип платформ, изображенный на рис. 77, имеет полезную длину пола свыше 12 *м* при жесткой базе тележки 1900—1750 *мм*. Данные этого типа платформ, обращающихся на путях СССР, приведены в таблице 18, причем следует указать, что первый тип платформы, не имеющей бортов, теперь не производится.

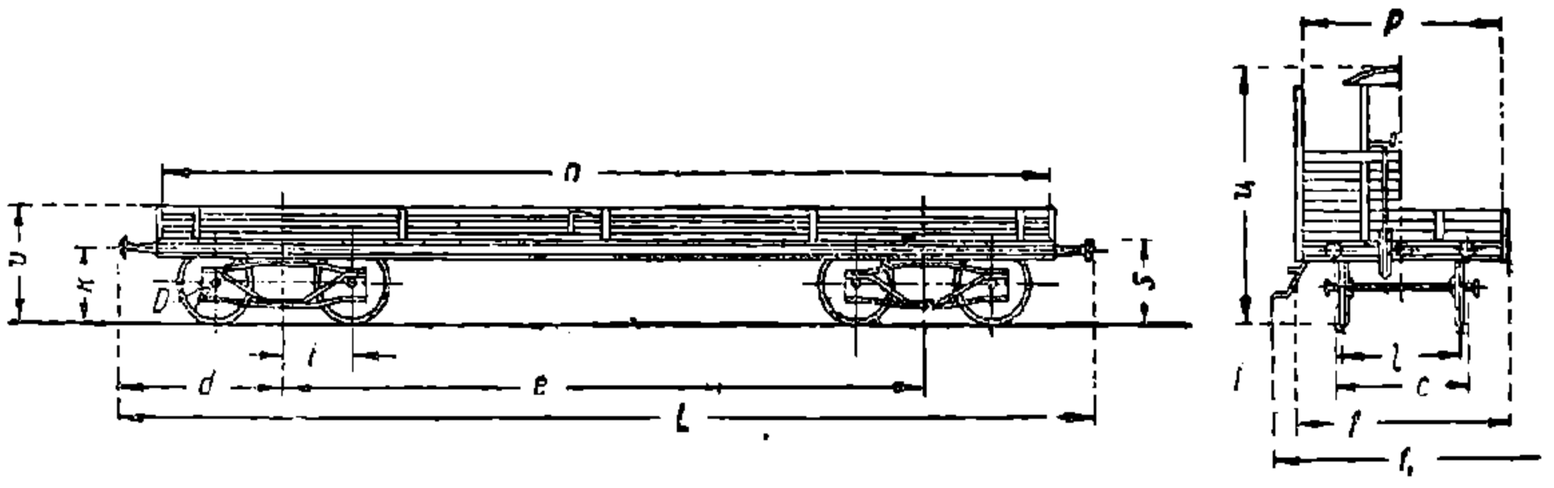


Рис. 77. Четырехосная платформа нормальной колеи.

Приведенные в таблице 18 платформы имеют раму целиком металлическую с хребтовой балкой и приспособленную для подстановки автосцепки. Кузов этой платформы состоит из днища с настилом, восьми продольных и двух поперечных откидных бортов, причем высота поперечных бортов 300 *мм*, а продольных — 450 *мм*.

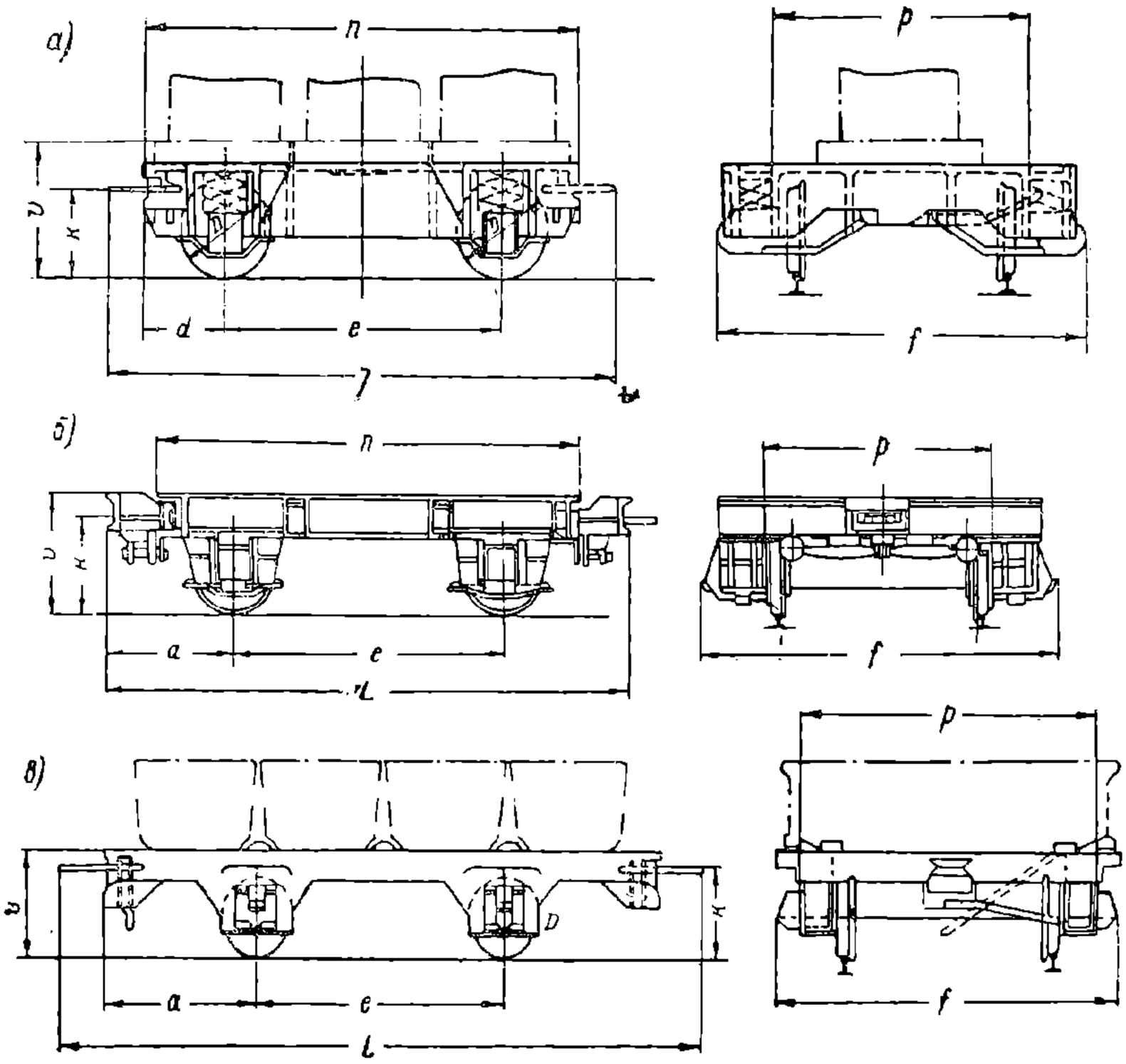


Рис. 78. Специальные платформы для предприятий черной металлургии.

Переходя к платформам специального назначения, следует указать, что они предназначаются главным образом для нужд внутризаводского транспорта предприятий черной металлургии. Мы здесь укажем два типа тележек-платформ для перевозки изложниц (рис. 78,*а* и 78,*б*) и мульд (рис. 78,*в*), в которых перевозятся руда, скрап и флюсы для металлургических процессов.

Данные относительно этих двухосных платформ специального назначения приведены в таблицах 19 и 20.

НБ НУДУНТ (ДИТ)

ТАБЛИЦА 19.

Размеры и данные к рис. 78,*а* и 78,*б*.

Ширина колеи	Грузоподъемность	Емкость	Габаритные размеры									Минимальный радиус кривой пути	Максимальное давление		Тара
			d	*D*	*e*	*f*	*k*	*L*	*n*	*p*	*v*		на ось	на 1 *пог. м* пути	
м м	*т*	*м*³	*мм*									*м*	*т*		*т*
1 524	37,5	—	840	550	2 020	2 562	586	3 700	3 160	1 780	736	—	21,85	—	7,0
1 524	26	—	585	575	2 030	2 815	590	3 780	3 200	1 820	900	40	18,5	—	11,5

ТАБЛИЦА 20.

Размеры и данные к рис. 78,*в*.

Ширина колеи	Грузоподъемность	Емкость	Габаритные размеры									Минимальный радиус кривой пути	Максимальное давление		Тара
			d	*D*	*e*	*f*	*k*	*L*	*n*	*p*	*v*		на ось	на 1 *пог. м* пути	
мм	*т*	*м*³	*мм*									*м*	*т*		*т*
1 524	24	—	1 145	550	1 840	2 500	550	4 710	3 630	2 150	755	—	14,5	—	5,3

НБ УДУНТ (ДИТ)

Кроме упомянутых выше двухосных платформ для предприятий черной металлургии, имеется и четырехосная платформа грузоподъемностью 60 *т*, данные которой следующие (см. табл. 21):

ТАБЛИЦА 21.

Размеры и главнейшие данные четырехосной платформы для предприятий черной металлургии.

Число осей . .		4	Высота пола от уровня головки рельса с железным полом	*мм*	1203
Грузоподъемность .	*т*	60	База .	*м*	7,2
Собственный вес с бетонным полом	*т*	22	Площадь пола	$м^2$	35
Собственный вес с железным полом . . .	*т*	18	Давление на погонный метр пути с бетонным полом .	*т/м*	8,1
Длина платформы . .	*м*	10,82	Давление на погонный метр пути с железным полом . .	*т/м*	7,8
Ширина платформы с бетонным полом	*м*	3,25	Коэфициент тары с железным полом .		0,37
Ширина платформы с железным полом	*м*	3,23	Коэфициент тары с бетонным полом .		0,30
Высота пола от уровня головки рельса с бетонным полом .	*мм*	1303			

В этой платформе имеются тележка типа Даймонд и рама с хребтовой балкой, приспособленная для постановки автосцепки.

К числу совершенно открытых повозок следует отнести и изготовляемые заводом „Красный Профинтерн" в г. Бежецке транспортеры (рис. 79), предназначенные для перевозки особо длинных и громоздких индивидуальных грузов, как, например, трансформаторов, роторов турбогенераторов и тому подобных отдельных элементов тяжелого машиностроения.

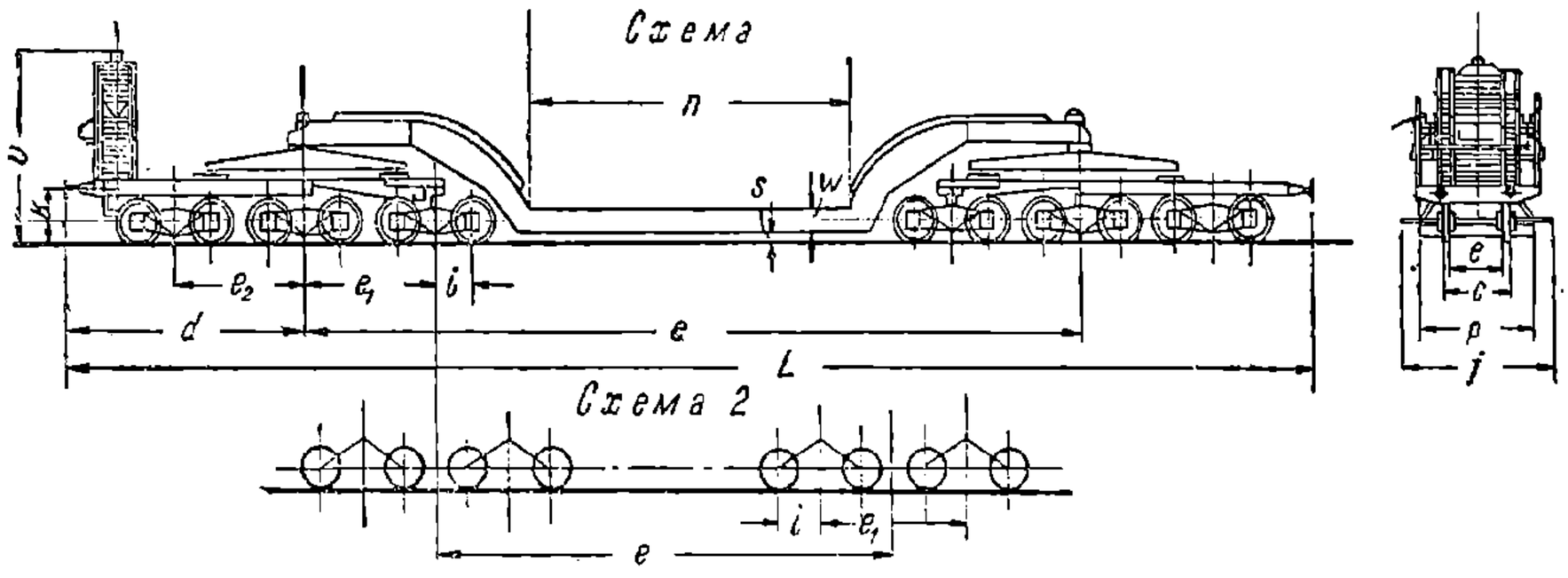


Рис. 79. Специальные платформы „транспортеры" для перевозки громоздких грузов.

В виду большой грузоподъемности таких повозок (70—150 *т*) возникает надобность в распределении этой нагрузки на значительное число осей (8—12 осей), что, в свою очередь, приводит к своеобразному устройству тележек для перераспределения поровну нагрузок по отдельным осям.

Несмотря на большую длину этих повозок (22—31 *м*) жесткая база их невелика (1750 *мм*), так как они комплектуются из типовых тележек Даймонд, что позволяет транспортерам по своим ходовым свойствам вписываться в кривые радиусом 70 *м*. При этом, однако, следует иметь в виду, что вследствие большой длины рамы только при прохождении кривых радиусом не менее 400 *м* эти повозки умещаются в габарите, при меньших же радиусах середина рамы выходит из габарита.

Главнейшие данные этих транспортеров сведены в таблицу 22.

НВ УДУНТ (ДИТ)

ТАБЛИЦА 22.

Размеры и данные к рис. 79.

Ширина колеи	Грузоподъемность	Габаритные размеры															Минимальный радиус кривой	Максимальное давление		Тара
		c	*d*	*D*	*e*	e_1	e_2	*f*	*i*	*k*	*L*	*n*	*p*	*s*	*v*	*w*		на ось	на 1 *пог. м* пути	
мм	*т*	*мм*															*м*	*т*		*т*
1 524	70,0	1 782	4 161	950	14 300	3 200	—	3 000	875	1 040	22 622	7 000	3 000	210	3 765	779	70	14—15	5,2—5,4	42—37
1 524	150,0	1 782	5 595	950	20 080	3 500	350	2 730	875	1 040	31 270	8 500	2 790	240	3 768	906	70	20,4	7,84	96,0

ТАБЛИЦА 23.

Размеры и данные к рис. 82, *а*.

Ширина колеи	Грузоподъемность	Емкость	Габаритные размеры														Минимальный радиус кривой	Максимальное давление		Тара с футеровкой
			c	*d*	*D*	*e*	*f*	*h*	*i*	k/k_1	*L*	*n*	*p*	*v*	v_1	*y*		на ось	на 1 *пог. м* пути	
мм	*т*	$м^3$	*мм*														*м*	*т*		*т*
1 524	80,0	18	1 782	1 810	840	4 900	3 300	2 760	800	$\frac{1\,000}{1\,085}$	8 520	3 150	3 150	4 240	4 010	3 620	65	38	17,8	72

НБ УДУНТ (ДИТ)

В практике промышленного транспорта за границей имеется довольно большое число таких специальных повозок, которые схематически даны на рис. 80 и 81.

К числу специального прицепного подвижного состава промышленного транспорта относятся также специальные повозки-ковши, предназначенные для перевозки жидкого металла или шлака, с чем приходится иметь дело в металлургической промышленности.

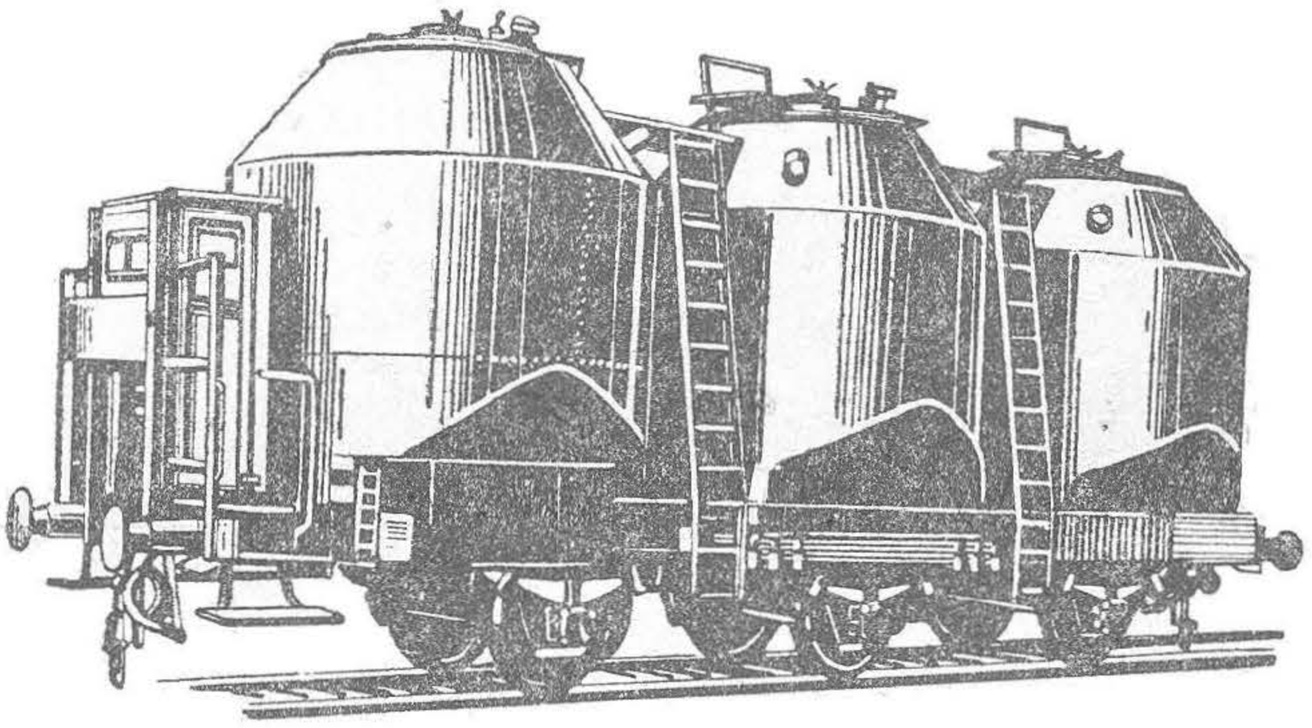


Рис. 80. Специальный вагон для перевозки угольной пыли.

На рис. 82,*а* изображена такая повозка, так называемая тележка для перевозки жидкого чугуна, состоящая из двух поворотных тележек Даймонд, на которых покоится рама с пониженной серединой, поддерживающая опоры для цапф ковша емкостью в 18 $м^3$ без футеровки и 12 $м^3$ с футеровкой. В виду большого удельного веса груза грузоподъемность этой повозки 80 *т* при собственном весе в 72 *т*. При четырех осях это дает нагрузку на ось около 38 *т*, а на погонный метр пути 17,8 *т*, что, пожалуй, является максимальными величинами не только в промышленном, но и в магистральном железнодорожном транспорте. Остальные данные приведены в таблице 23.

Этот ковш предназначен для заводов черной металлургии; для заводов же цветной металлургии (Прибалхашского медноплавильного комбината) запроектирован ковш, изображенный на рис. 82,*б*. Опрокидное устройство, как видно из этого рисунка, заключается в электромоторном приводе, предназначенном для наклона ковша.

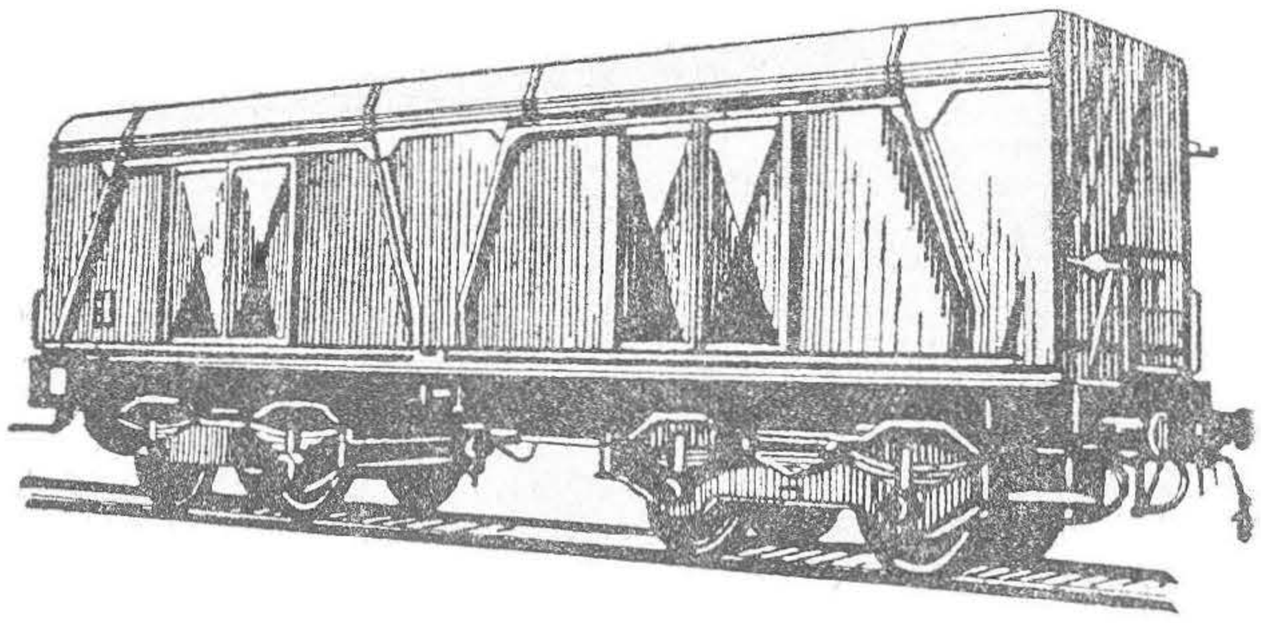


Рис. 81. Вагон для перевозки угольной мелочи.

Кроме того в металлургической промышленности (при бессемеровском процессе) применяются вагоны-миксеры, представляющие собою футерованные сосуды бицилиндроконической формы, покоящиеся на специальных подшипниках-постаментах, укрепленных на раме, как это можно видеть из рис. 83.

Наконец, для перевозки шлака запроектирован Гипромезом специальный ковш, покоящийся на двухосной тележке емкостью 7 $м^3$ и грузоподъемностью 25 *т*, что сделано совершенно правильно, так как шлаки — груз много легче жидкого металла.

Ковш этот схематически изображен на рис. 84, а главнейшие его данные сведены в таблицу 24.

Следует отметить, что ковш этот предназначен не для простой сцепки с локомотивом, а для канатной тяги посредством лебедки или шпиля либо стационарных, либо укрепленных на локомотиве, как это иногда делается на некоторых промышленных электровозах.

Рассмотренные нами выше повозки характеризуются тем, что они предназначаются для столь специфических грузов и условий, что их обращение по магистральной сети железных дорог весьма проблематично и нецелесообразно.

НБ УДУНТ (ДИТ)

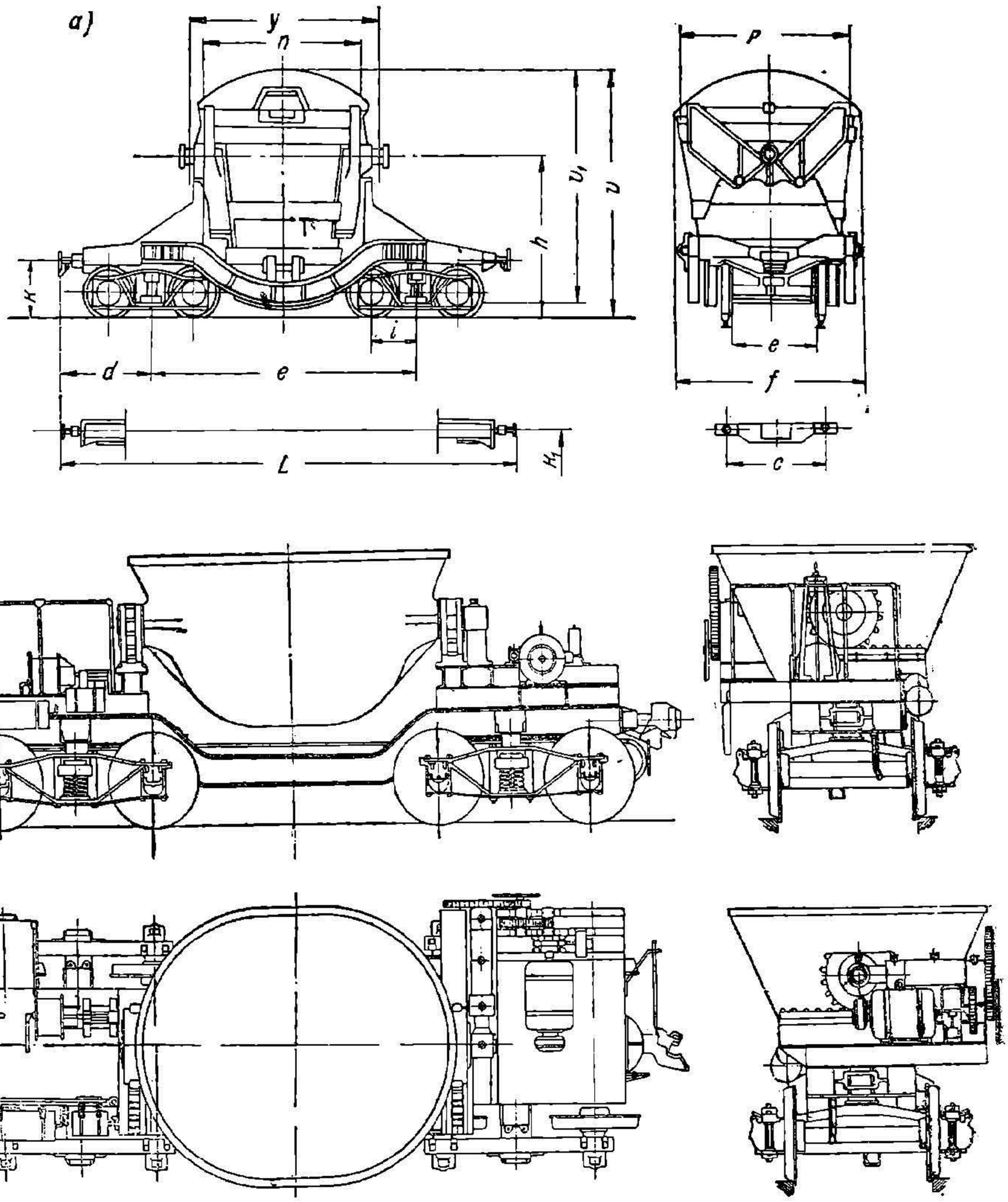


Рис. 82. Ковши для перевозки жидкого металла.



Рис. 83. Вагон миксер.

По сути дела эти повозки предназначены для обслуживания определенных производственных процессов промышленных предприятий, и вследствие этого они обращаются на определенных замкнутых маршрутах.

НБ УДУНТ (ДИТ)

ТАБЛИЦА 24.

Размеры и данные к рис. 84.

Ширина колеи	Грузоподъемность	Емкость	Габаритные размеры							
			d	*D*	*e*	*f*	*L*	*m*	*n*	*v*
мм	*т*	*м*³	*мм*							
1 524	25	7,0	420	840	2 450	3 360	3 290	2 180	3 000	2 500

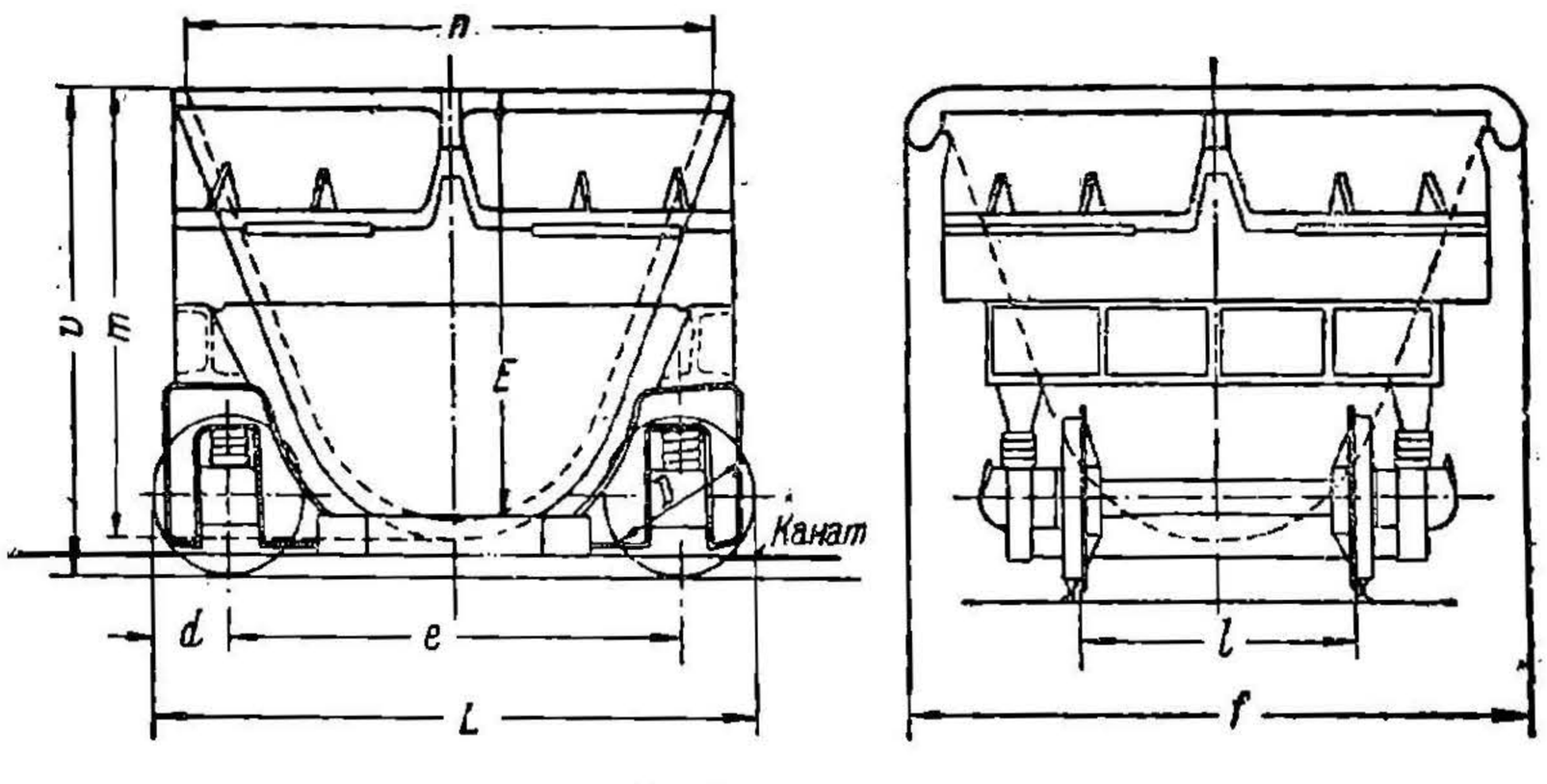


Рис. 84. Двухосный ковш.

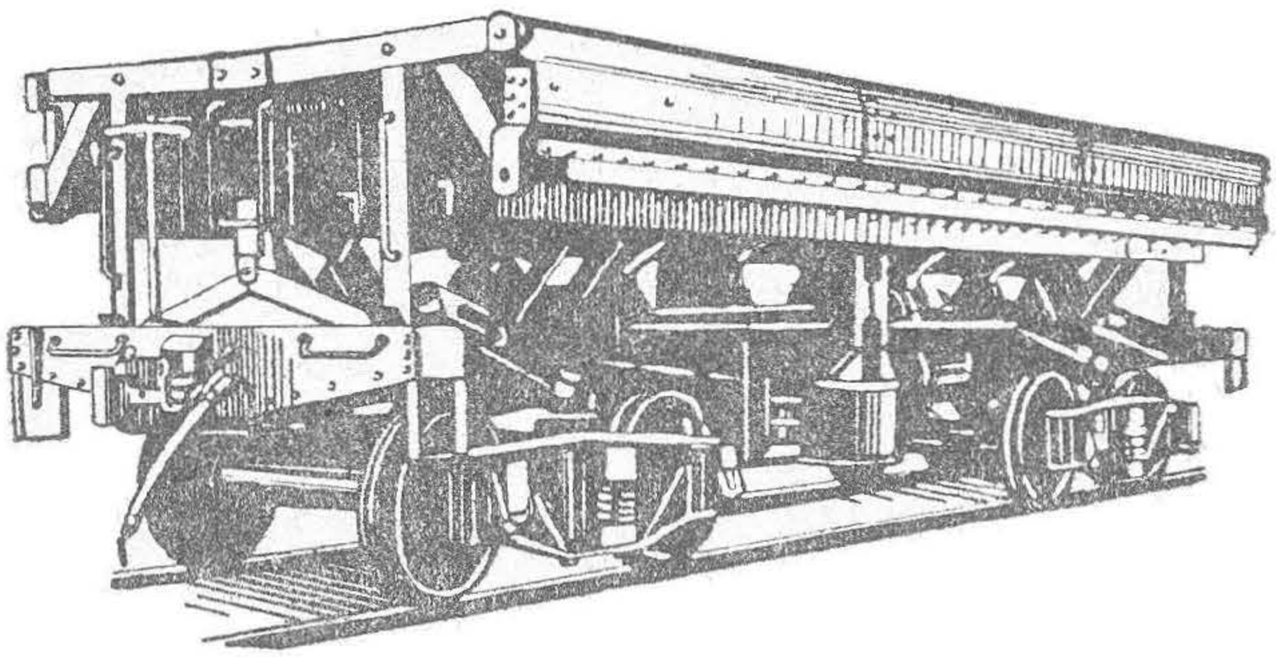


Рис. 85. Четырехосный опрокидной вагон с пневматическим опрокидыванием.

В дальнейшем мы перейдем к рассмотрению вагонов, которые также обращаются в промышленном транспорте на замкнутых маршрутах, но это обстоятельство для них не так очевидно, как для повозок, описанных выше.

Речь идет об автоматически разгружающихся вагонах посредством пневматического опрокидывания кузова, о так называемых демпкарах. В виду того, что на промышленном транспорте СССР до освоения нашей вагоностроительной промышленностью такие вагоны импортировались, мы приведем здесь данные об опрокидных вагонах широкой колеи, изготовлявшихся заграничными фирмами — германскими и американскими (рис. 85).

В таблице 25 приведены данные для европейских опрокидных вагонов, а в таблице 26 — для американских.

НВ УДУНТ (ДИТ)

ТАБЛИЦА 25.

Данные об европейских опрокидных вагонах широкой колеи.

Данные		Фирма					
		Сормовский завод	Крупп	Линке-Гофман-Буш	Оренштейн и Коппель	Оренштейн и Коппель	Оренштейн и Коппель
Ширина колеи	*мм*	1 524	1 435	1 435	1 435	1 524	1 524
Емкость кузова	$м^3$	15,4	23	36	25	18	23
Грузоподъемность .	*т*	40	60	92	45	20	60
Собственный вес (тара)	*т*	27	22	27	27	12,45	12,38
Число осей . .	. .	4	4	4	4	2	4
Габаритная длина	*мм*	10 190	10 000	10 950	12 600	8 380	11 580
Габаритная ширина .	*мм*	3 130	2 900	3 200	3 200	2 950	3 200
Габаритная высота	*мм*	2 770	2 600	2 800	2 600	2 580	2 750
Высота сцепки .	*мм*	1 050	1 050	1 050	1 050	1 050	1 030
Расстояние между шкворнями . .	*мм*	5 170	7 200	7 500	8 000	—	7 620
Жесткая база	*мм*	1 905	1 600	1 725	1 725	4 000	1 725
Диаметр колес .	*мм*	1 050	838	850	838	1 050	838
Способ разгрузки	.	Двусторонний	Односторонний	Односторонний	Ручной двусторонний	Двусторонний	Двусторонний
Угол разгрузки	.	45°	45°	45°	42°	42°	44°
Показатели:							
Удельная тара на кубический метр емкости	.	1,75	0,96	0,75	1,08	0,96	1,06
Коэфициент тары	.	0,686	0,367	0,294	0,6	1,623	0,572
Погонная емкость	. $м^3/м$	1.51	2,3	3,28	1,98	1,55	1,98
Нагрузка на ось	*т*	16,7	20,5	29,7	18	16,23	21
Погонная нагрузка на метр .	*т*	6,55	8,2	10,9	5,7	3,87	7,25

При этом данные о построенном Сормовским заводом опрокидном вагоне пришлось поместить в таблицу 25, хотя по типу этот вагон соответствует американским образцам.

Кроме того в последнее время на заводе им. „Правды“ приступили к постройке четырехосного опрокидного вагона по образцу Magor Car C° (для Магнитогорского рудника) емкостью 31,8 $м^3$ и грузоподъемностью 60 *т* с боковыми шарнирами и откидными бортами.

К числу прицепного подвижного состава, обращающегося на внутризаводских, подъездных и магистральных путях, следует отнести, во-первых, гондолу.

Гондолы, изготовляемые в СССР Крюковским и Сормовским заводами рассчитаны на грузоподъемность 60 *т* при емкости[1] их в 66—64 $м^3$, т. е. могут дать полное использование емкости своего кузова лишь при угле или грузе с удельным весом, меньшим единицы (около 0,9). Кузов этих вагонов иногда целиком металлический (иногда обладает только металлической обрешеткой призматической формы) и имеет два рода отверстий для разгрузки — бортовые люки в нижней части кузова и дверцы в вертикальных бортах (сбоку и в лобовых частях кузова).

Бортовые люки имеют затворы, состоящие из крючьев, зацепляющихся зубьями за уголки на люках, причем открывание люков происходит путем осво-

[1] Заводом им. „Правды“ строится, кроме того, шестиосный полувагон, именуемый также „глухой гондолой“, емкостью 57 $м^3$, грузоподъемностью около 100 *т*.

НБ УДМТ (ДИТ)

ТАБЛИЦА 26.

Данные об американских опрокидных вагонах широкой колеи.

Данные		Фирма							
		Western C°				Magor Car C°			
Емкость . . .	куб. ярдов	45	30	20	12	30	25	20	12
Ширина колеи	*мм*	1 435	1 435	1 435	1 435	1 435	1 435	1 435	1 435
Емкость кузова	$м^3$	34,2	22,8	15,2	9,12	22,8	19	15,2	9,12
Грузоподъемность .	*т*	45,36	45,36	36,29	22,68	63,5	45,36	36,4	21,8
Собственный вес (тара)	*т*	31,1	30,2	22,6	12,7	38,9	28,6	23,6	15,5
Число осей . .		4	4	4	4	4	4	4	4
Габаритная длина	*мм*	12 600	12 600	9 720	7 320	11 470	10 800	9 160	7 620
Габаритная ширина	*мм*	3 150	3 150	3 150	3 150	3 200	3 200	3 200	3 050
Габаритная высота	*мм*	3 200	2 700	2 590	2 360	2 850	2 850	2 600	2 300
Высота сцепки	*мм*	876	876	876	876	876	876	876	876
Расстояние между шкворнями	*мм*	7 620	7,62	5 080	3 560	7 610	7 300	5 180	4 650
Жесткая база	*мм*	1 680	1 680	1 680	1 680	1 680	1 680	1 680	1 680
Диаметр колеса	*мм*	840	840	840	840	840	840	840	712
Способ разгрузки		Д	в у	с т	о р	о н	н и	й	
Угол разгрузки		45°	45°	45°	45°	50°	50°	50°	50°
Показатели:									
Удельная тара на кубический метр емкости		0,91	1,32	1,49	1,4	1,71	1,5	1,56	1,7
Коэфициент тары		0,685	0,67	0,62	0,56	0,613	0,63	0,65	0,71
Погонная емкость	$м^3/м$	2,71	1,81	1,57	1,25	1,98	1,76	1,66	1,2
Нагрузка на ось	*т*	19	18,7	14,7	8,8	25,4	18,5	14,7	9,3
Погонная нагрузка на метр	*т*	6,05	6,0	6,05	4,82	8,97	6,85	6,55	4,87

бождения предохранительного сектора и сдвижки ломиком крючьев в сторону. Характернейшую особенность гондол составляет плоское днище кузова, поэтому через бортовые люки сыпучие грузы не могут высыпаться полностью, и на днище остается призма сообразно углу естественного откоса перевозимого сыпучего тела, что требует вмешательства человека для дополнительной ручной разгрузки этой призмы лопатами. Чтобы рабочий мог войти в кузов предусмотрены сравнительно емкие двери в вертикальных бортах.

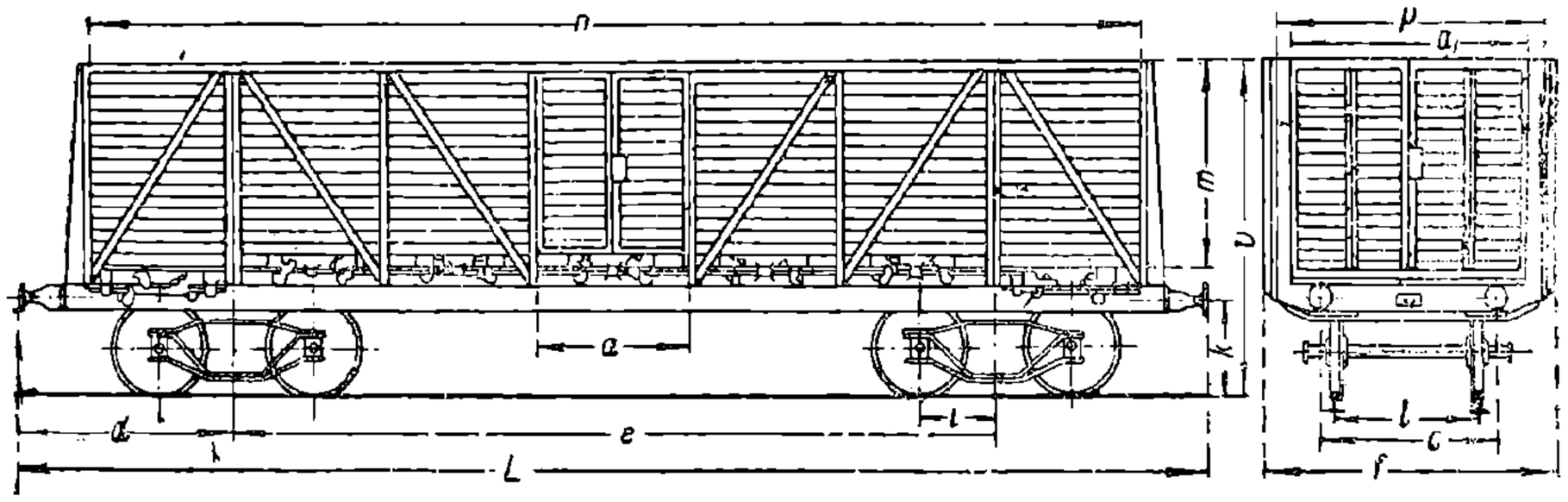


Рис. 86. Гондола советского производства.

Как видно, по степени механизации разгрузочного процесса, гондолы стоят не очень высоко, но их достоинство заключается в большой, сравнительно, емкости и в такой форме днища, которая позволяет перевозить, кроме грузов в виде сыпучих тел, еще и отдельные предметы (лес, доски, рельсы, балки и т. п.).

Изготовляемые у нас в СССР гондолы изображены на рис. 86, главнейшие же данные сведены в таблицу 27.

НБ УГЛТУ (ДГТ)

Другими более совершенными в отношении разгрузки вагонами являются повозки с кузовами бункерообразной формы, благоприятствующей высыпанию содержимого в разгрузочные отверстия — люки. В германской практике распространены также вагоны, у которых днище имеет седлообразную форму, причем ось „седла“ совпадает с осью пути; в американской практике вагоны несколько иного типа: у них наклон плоскостей осыпания направлен поперек пути и уже в центральной части кузова между тележками имеются плоскости, направляющие содержимое к люкам, расположенным так, что опоражнивание совершается по обе стороны пути. Эти вагоны (Hopper car, рис. 87) бункерного типа и применены у нас в СССР для перевозки угля, руды и тому подобных грузов, имеющих возможность пройти через отверстия люков и, следовательно, приближающихся по своим свойствам к сыпучим телам.

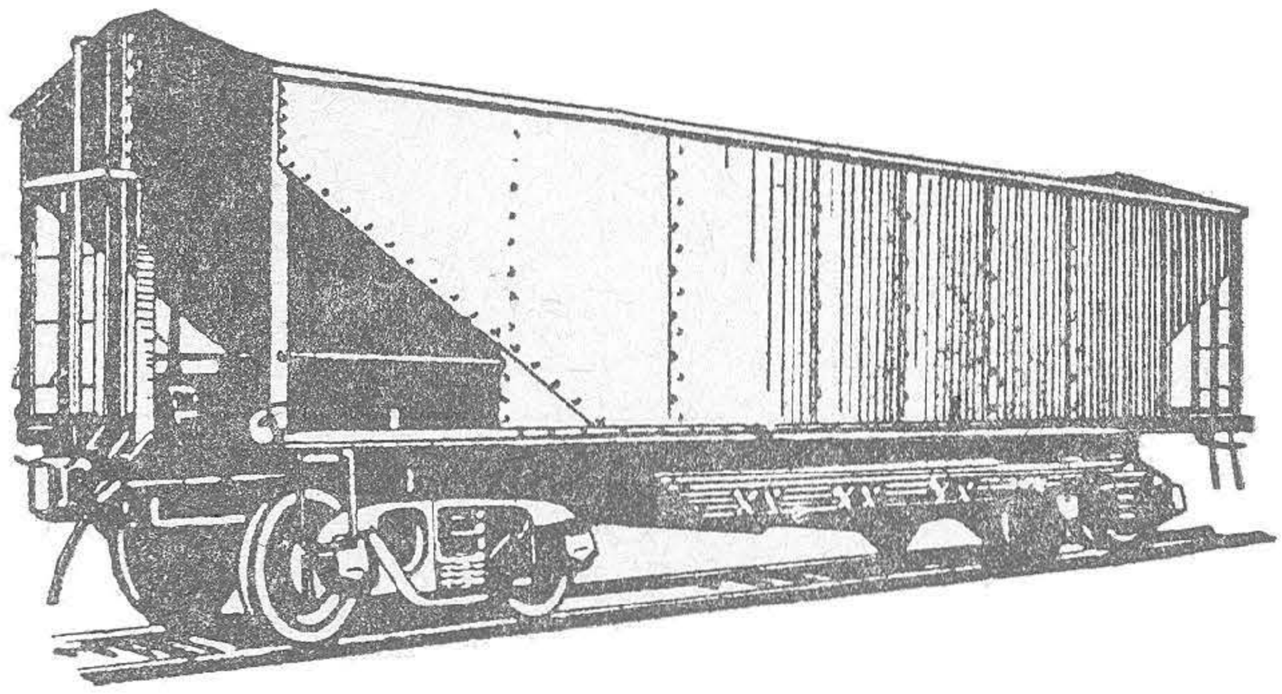


Рис. 87. Четырехосный хоппер американского типа.

На рис. 88 изображен общий вид советских четырехосных хопперов для угля, что соответствует соотношению грузоподъемности и емкости. Кроме четырехосного хоппера наши заводы строят и двухосный емкостью 26 $м^3$ и грузоподъемностью 25 $т$. Данные об этих вагонах приведены в таблице 28.

Кузовы этих хопперов изготовляются с деревянной обшивкой и металлические (сварные и клепаные). Рама — с хребтовой балкой для несквозной упряжи, допускающая постановку автосцепки. Механизм затвора боковых люков (размером

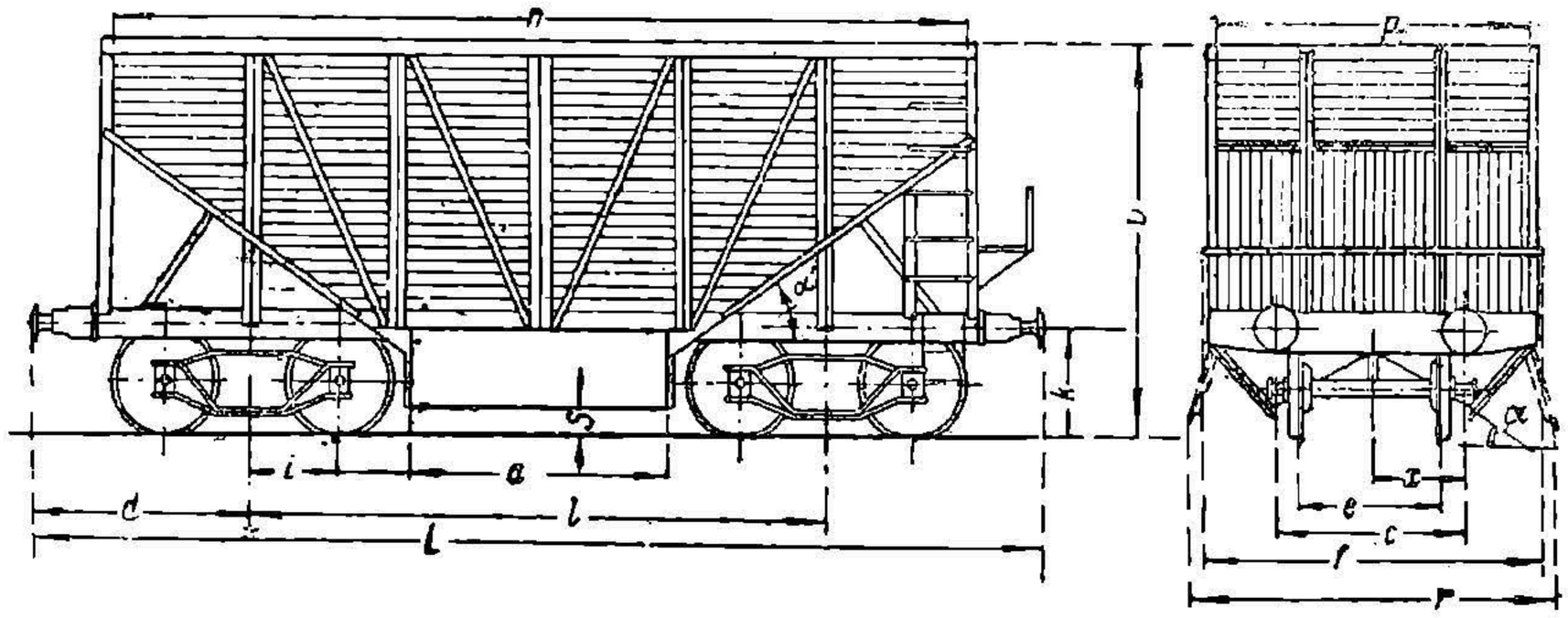


Рис. 88. Советский четырехосный хоппер.

2100 × 600 *мм*) состоит из приводного вала и рычага, соединенного тягами, укрепленными на дверцах. Открывание и закрывание люков происходят, следовательно, вручную и раздельным образом. К сожалению, имеются некоторые сведения о недостаточной устойчивости этих повозок.

Рассмотренные выше хопперы слабы для руды, и их емкость не соответствовала бы грузоподъемности при насыпке груза удельным весом в насыпке около 2 (что обычно и имеет место для большинства рудных и нерудных полезных ископаемых), поэтому для руды строится заводом им. „Правды“ в Днепродзержинске (УССР) четырехосный хоппер с емкостью кузова 28 $м^3$ при грузоподъемности 70 $т$ на внутризаводских путях и 40 $т$ на сети магистральных дорог НКПС[1]. Хоппер этот строится и сейчас с автосцепкой ИРТ-3 или американской,

[1] Разница в грузоподъемности хоппера на магистральных и промышленных путях обусловлена чрезмерной нагрузкой на ось, не допускаемой по условиям НКПС.

НБ УГЛТ (ДГТ)

ТАБЛ

Размеры и да

Ширина колеи	Грузоподъемность	Емкость	Габаритные размеры											
			a	a_1	*c*	*d*	*D*	*e*	*f*	*i*	*k*	*L*	*m*
мм	*т*	*м*³	*мм*										
1 524	60	66,7	1 570	2 610	1 782	2 620	950	8 650	3 360	875	1 040	13 890	1 88
1 524	60	64,2	1 258	800	1 782	2 536	950	9 480	3 160	875	1 060	14 550	1 72

ТАБЛИ

Размеры и да

Ширина колеи	Грузоподъемность	Емкость	Габаритные размеры											
			a	*c*	*d*		*D*	*e*	*f*	*i*	*k*	*L*		*n*
					с ручным и автоматическим тормозом	с автоматическим тормозом и без тормоза						с ручным и автоматическим тормозом	с автоматическим тормозом и без тормоза	
мм	*т*	*м*³	*мм*											
1 524	25	26	2 100	1 782	1 010	1 010	1 050	3 900	2 996	—	1 040	5 920	5 920	4 61
1 524	60	66,7	2 510	1 782	2 095	—	950	5 810	3 194	875	1 040	10 000	10 000	8 74

ТАБЛИ

Размеры и дан

Ширина колеи	Грузоподъемность	Емкость	Габаритные размеры										
			a	*d*	*D*	*e*	*f*	*i*	*L*	*n*	*p*	*s*	*v*
мм	*т*	*м*³	*мм*										
1 524	70,0	28,6	1 500	1 475	950	4 350	3 240	875	7 550	5 900	3 114	535	3 500

НБ УДУНТ (ДИТ)

ЛИЦА 27.

данные к рис. 86.

			Зев люка		Минимальный радиус кривой	Максимальное давление				Тара		Стоимость	
						на ось		на 1 *пог. м* пути					
n	*p*	*v*	над колесами	между колесами		тормозного вагона	нетормозного вагона	тормозного вагона	нетормозного вагона	тормозного вагона	нетормозного вагона	тормозного вагона	нетормозного вагона
			мм		*м*	*т*				*т*		руб.	
12000	2 970	3 270	435	710	—	19,1	—	5,70	—	19,5	—	—	—
13270	2 810	3 215	450	730	110	20,5	—	5,66	—	20,1	—	16 000	—

ЦА 28.

ные к рис. 88.

								Максимальное давление				Тара		Стоимость	
								на ось		на 1 *пог. м* пути					
p		*s*	*v*	*x*		Зев выходного отверстия	Максимальный радиус кривой	тормозного вагона	нетормозного вагона	тормозного вагона	нетормозного вагона	тормозного вагона	нетормозного вагона	тормозного вагона	нетормозного вагона
					град.	*мм*	*м*	*т*				*т*		руб.	
2870	3 300	450	3 120	—	40	675	—	1 325	1 325	6,8	6,2	—	11,5	—	—
3080	3 630	250	3 780	1 015	39/35	750	—	198	—	792	—	17,5/19,1	—	13 000	—

ИЦА 29.

ые к рис. 89, *а*.

			Зев выходного отверстия	Минимальный радиус кривой	Максимальное давление				Тара		Стоимость	
					на ось		на 1 *пог. м* пути					
x		α_1			тормозного вагона	нетормозного вагона	тормозного вагона	нетормозного вагона	тормозного вагона	нетормозного вагона	тормозного вагона	нетормозного вагона
			мм	*м*	*т*				*т*		руб.	
460	50° 30′	49° 30′	~ 920	—	21,56	—	11,8	—	17,0	16,2 / 17,6	—	15 000

НБ УДУНТ (ДИТ)

так как предназначен, главным образом, для внутризаводских замкнутых маршрутов, где внедрение автосцепки, очевидно, всего легче и скорее осуществить.

Разгрузочный механизм состоит из вала, укрепленного на крыше бункера и соединенного рычагами с другой крышкой, причем по концам рычагов укреплены цепи, закрывающие и открывающие крышки и навертывающиеся на вал, расположенный поперек вагона и имеющий маховичок, поворотом которого осуществляются открывание и закрывание люков. Необходимо указать, что разгрузка происходит не на стороны, а между рельсами, что, естественно, требует применения этого вагона только на бункерах, где предусмотрен этот способ разгрузки.

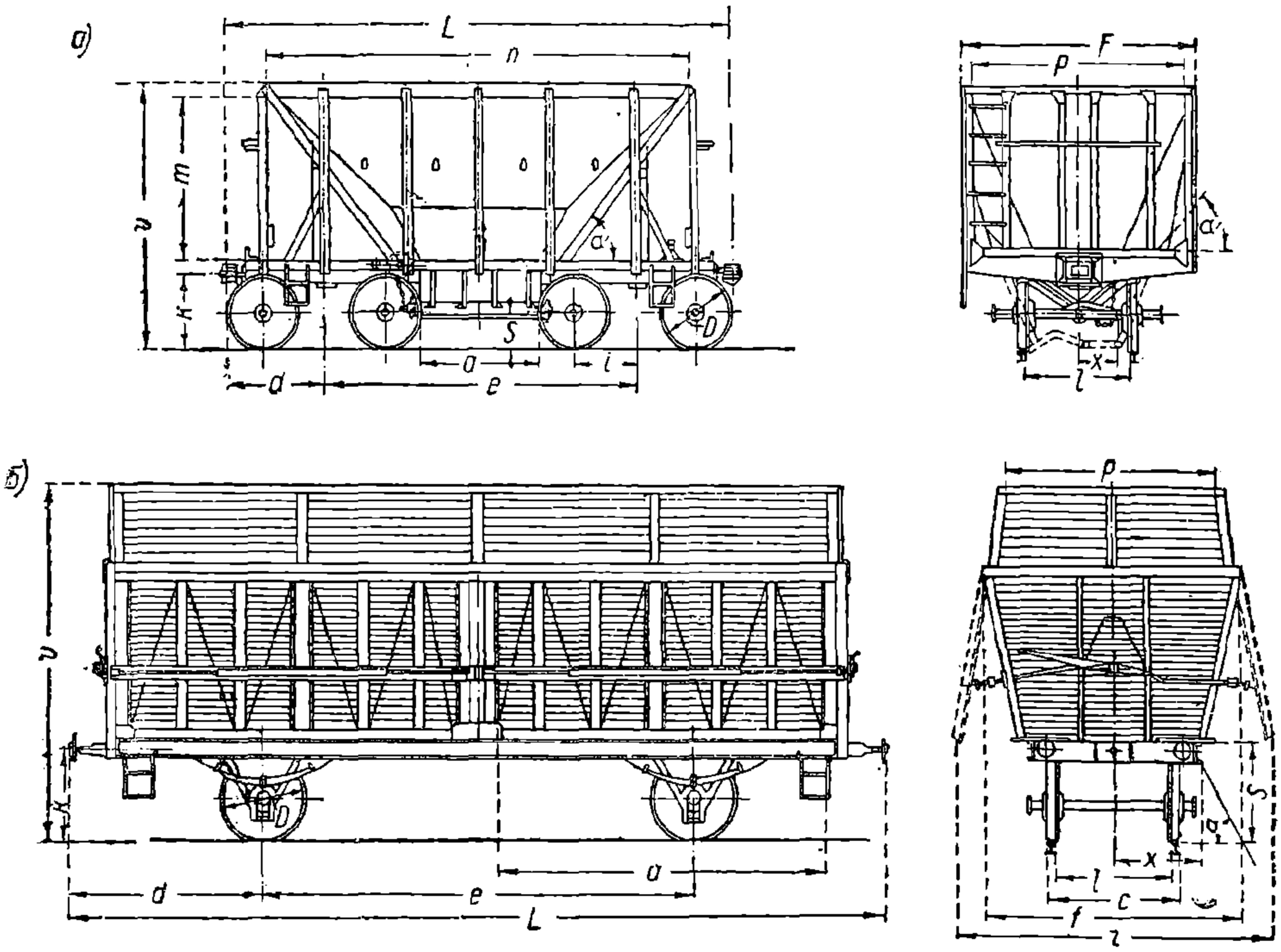


Рис. 89. Двухосный хоппер (*а*) и вагон с разгрузкой по бортам (*б*).

Как и в предыдущих моделях хопперов, разгрузка совершается раздельно и вручную, требуя наличия какого-либо агента около разгружаемого вагона для открывания затворов люков посредством описанного выше механизма.

Главнейшие данные этого хоппера, изображенного на рис. 89, *а*, приведены в таблице 29.

Этот хоппер предназначен для перевозки грузов более или менее тяжелых; для транспорта же торфа, т. е. очень легкого груза (0,35 *т*/*м*³), предназначен полувагон типа хоппера нормальной колеи. Этот тип хоппера для торфа изображен на рис. 89, *б*, причем емкость кузова этой двухосной повозки значительна (53 *м*³), а грузоподъемность относительно невелика (20 *т*). Строится этот хоппер заводом им. Урицкого в г. Брянске. Хоппер этот правильнее было бы назвать вагоном с седлообразным дном, так как он, как видно из рисунка, более подходит к германской схеме устройства кузова таких вагонов.

Разгрузочный механизм состоит из системы рычагов, соединенных с тягами, укрепленными на дверцах. Борта откидываются в сторону, как показано пунктиром, и груз (торф) соскальзывает с наклонного седлообразного днища (имеющего очень большой угол наклона — 60°) в образовавшееся таким образом отверстие.

Данные об этом саморазгружающемся вагоне широкой колеи для торфа приведены в таблице 30.

НБ УГЛТУ (ДИТ)

Перейдем к рассмотрению тех типов прицепного подвижного состава, которые по сути дела разрабатывались для применения на путях магистрального, а не промышленного транспорта и для надобностей и условий магистральных железных дорог общего пользования. Наиболее типичными в этом отношении повозками являются крытые вагоны: как двухосные, так и четырехосные большегрузные. Реконструкция железнодорожного транспорта ныне проводится под знаком замены бывшего „нормального" двухосного товарного вагона большегрузным четырехосным товарным же вагоном, приспособленным для постановки автосцепки, имеющим автотормоза и вообще оборудованным всеми необходимыми средствами современной транспортной техники. Тем не менее при изложении настоящего раздела курса невозможно оставить без внимания и такую в настоящий момент устарелую конструкцию, как „нормальный" двухосный крытый товарный вагон, так как около трехсот тысяч таких вагонов еще имеют обращение на железных дорогах сети НКПС и, следовательно, попадают на пути промышленного транспорта. С другой стороны, то обстоятельство, что эти повозки не являются

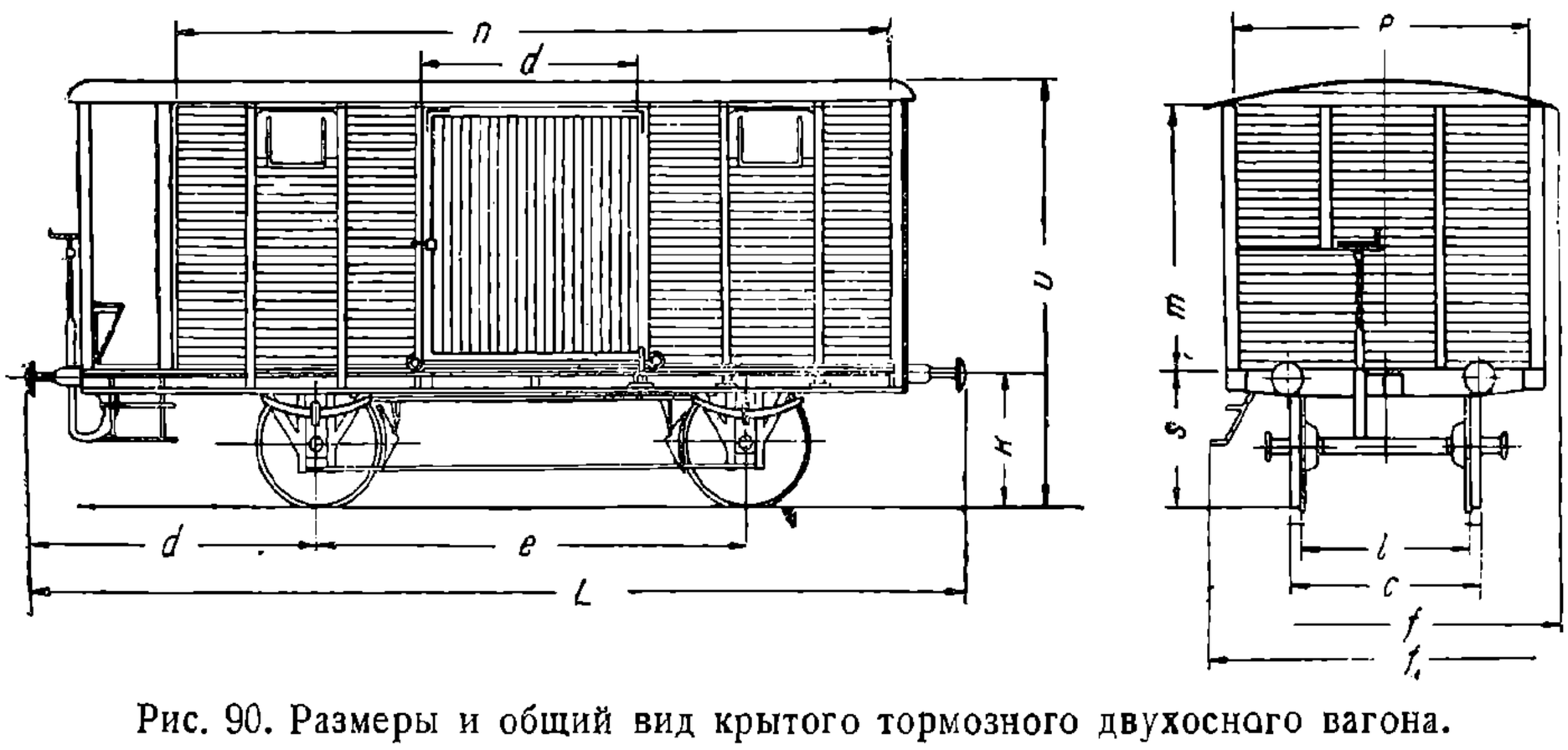


Рис. 90. Размеры и общий вид крытого тормозного двухосного вагона.

специфически „промышленным транспортным" подвижным составом и достаточно описаны в обычной железнодорожной литературе, заставляет нас в данном курсе промышленного транспорта ограничиться возможно краткими и сжатыми сведениями по этому вопросу.

Изображенный на рис. 90 называвшийся ранее „нормальный двухосный крытый вагон" грузоподъемностью 16,5 *m*, по существу говоря, был запроектирован свыше сорока лет тому назад для подъемной силы 750 пудов и ныне, лишь с небольшим усилением осей и рессор, работает при нагрузке в 1000 пуд. = =16,5 *m*, т. е. с перегрузкой в 33%. Главнейшими конструктивными недостатками этого вагона являются слабые оси, дающие высокий процент отцепок по горению, слабый кузов, плохо выдерживающий нагрузку насыпью тяжелых сыпучих грузов, слабая рама, плохо сопротивляющаяся ударам при толчках на маневрах, и, наконец, слабый и неправильно устроенный в принципе сцепной прибор. Слабость „нормального" крытого двухосного вагона привела к постройке в период с 1928 по 1931 год тоже двухосного, но более солидного вагона, имеющего подъемную силу 20 *m*.

Однако это произошло за счет утяжеления всей конструкции и ухудшения коэфициента тары (0,43 для 16,5-тонного нетормозного вагона и 0,52 для 20-тонного такого же вагона). Следует указать, что и тот и другой тип вагона, по существу, является наследием дореволюционного железнодорожного хозяйства и не соответствует основам и стилю реконструируемой индустрии и крупному механизированному земледелию. Социалистическая реконструкция нашего народного хозяйства требует такой же реконструкции транспорта, что в свою очередь диктует применение большегрузного подвижного состава, т. е. четырехосных

НВ УДУНТ (ДИТ)

Разм

Ширина колеи	Грузоподъемность	Емкость	Габаритные ра										
			a	c	d		D	e	f	k	L		
					с тормозной площадкой	с нетормозной площадкой					с тормозной площадкой	с нетормозной площадкой	
мм	*т*	*м*^{3}	*мм*										
1 524	20,0	53,0	4 440	1 782	2 445	2 445	1 050	5 500	3 250	1 109	10 390	10 390	4

Разме

Ширина колеи	Грузоподъемность	Емкость	Габаритные раз										
			a	c	d		D	e	f	f_1	k	тормозного вагона	
					с ручным автоматическим тормозом	с автоматическим тормозом и без тормоза							
мм	*т*	*м*^{3}										*мм*	
1 524	16,5	41,0	2 080	1 700	2 514	—	1 000	3 310	2 870	3 216	1 065	8 23	
1 524	20,0	45,3	2 080	1 700	2 540	—	1 050	3 900	2 870	3 216	1 092	8 58	

Размеры

Ширина колеи	Грузоподъемность	Емкость	Габаритные разм											
			a	c	d		D	e	f	f_1	i	k	тормозного вагона	
					с ручным автоматическим тормозом	с автоматическим тормозом и без тормоза								
мм	*т*	*м*^{3}											*мм*	
1 524	40,0	80,0	1 800	1 782	—	2 430	1 050	9 058	2 990	3 216	953	1 060	13 918	
1 524	50,0	70,5	1 830	1 782	3 253	2 503	1 050	9 272	2 990	3 158	953	1 060	15 028	

НБ УИИТ (ДИТ)

ЦА 30.

ные к рис. 89,*б*

r	*s*	*v*	*x*	град.	Зев выходного отверстия *мм*	Минимальный радиус кривой *м*	Максимальное давление на ось, *т*: с тормозной площадкой	Максимальное давление на ось, *т*: с нетормозной площадкой	Максимальное давление на 1 *пог. м* пути, *т*: с тормозной площадкой	Максимальное давление на 1 *пог. м* пути, *т*: с нетормозной площадкой	Тара, *т*: с тормозной площадкой	Тара, *т*: с нетормозной площадкой	Стоимость, руб.: с тормозной площадкой	Стоимость, руб.: с нетормозной площадкой
4430	1229	4264	1097	60	1000	60	16,00	15,65	909	—	~120	~11,5	10000	—

ЦА 31.

ные к рис. 90.

m	*n*: с ручным и автоматическим тормозом	*n*: с автоматическим тормозом и без тормоза	*p*	*v*	*s*	Минимальный радиус кривой *м*	Максимальное давление на ось, *т*: тормозного вагона	Максимальное давление на ось, *т*: нетормозного вагона	Максимальное давление на 1 *пог. м* пути, *т*: тормозного вагона	Максимальное давление на 1 *пог. м* пути, *т*: нетормозного вагона	Тара, *т*: тормозного вагона	Тара, *т*: нетормозного вагона	Стоимость, Руб.: тормозного вагона	Стоимость, Руб.: нетормозного вагона
2222	6400	6400	2743	3598	1233	40	12,8	1,177	292	308	8,0	7,04	—	—
2500	6680	6680	2750	3947	1250	40	15,0	15,2	3,61	3,86	11,2	10,4	—	3890

ЦА 32.

ые к рис. 91.

m	*n*: с ручным и автоматическим тормозом	*n*: с автоматическим тормозом и без тормоза	*p*	*s*	*v*	Минимальный радиус кривой	Минимальное давление на ось, *т*: тормозного вагона	Минимальное давление на ось, *т*: нетормозного вагона	Минимальное давление на 1 *пог. м* пути, *т*: тормозного вагона	Минимальное давление на 1 *пог. м* пути, *т*: нетормозного вагона	Тара, *т*: тормозного вагона	Тара, *т*: нетормозного вагона
2377	12640	—	2667	1200	3747	—	15,2	—	4,35	—	20,6	—
2500	13000	13000	2750	1266	3956	110	18,12	17,85	4,82	5,07	~22,5	21,4

НБ УДУНТ (ДИТ)

вагонов грузоподъемностью 50—60 *т*. Вследствие этого упомянутые выше двухосные вагоны, главнейшие данные о которых приведены в таблице 31, ныне уже не строятся, заменяясь большегрузными четырехосными вагонами, изображенными на рис. 91. Данные этого вагона приведены в таблице 32.

Ходовые части большегрузного четырехосного вагона состоят из двух поворотных двухосных тележек типа Даймонд, имеющих базу 1905 *мм* при диаметре колес 1050 *мм*. Рама вагона металлическая клепаная, с хребтовой

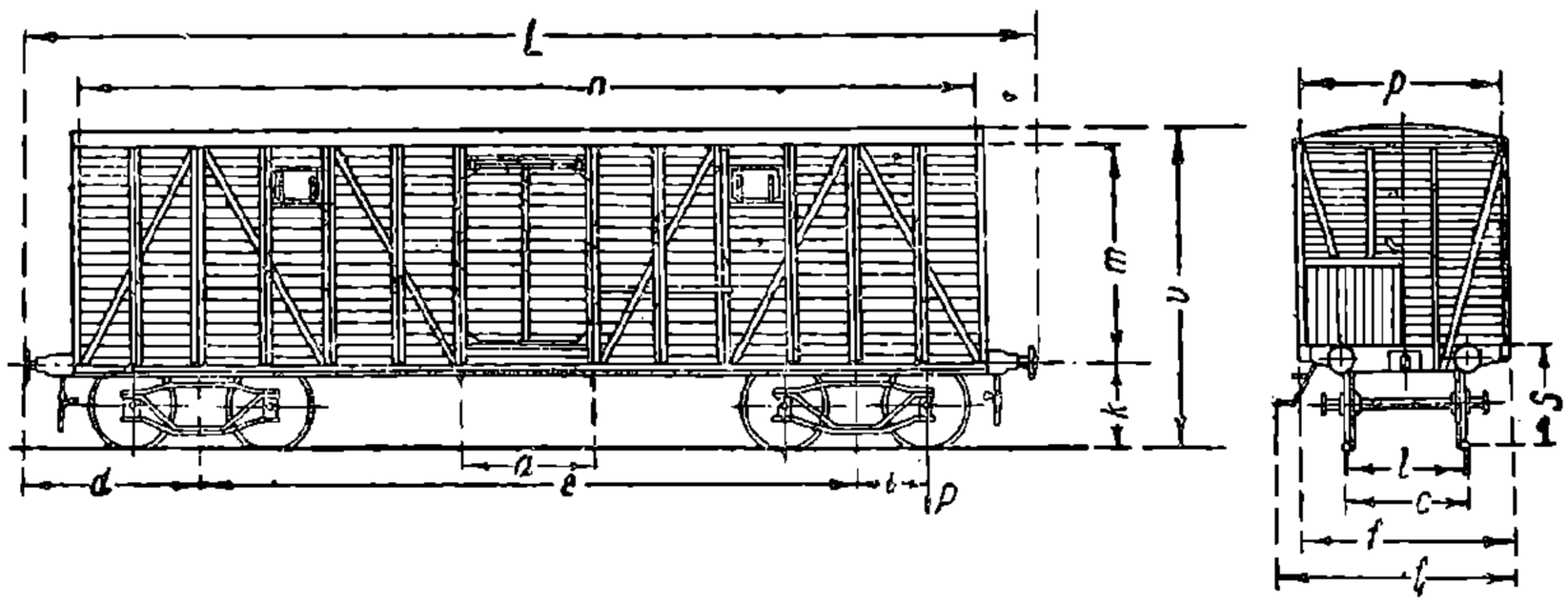


Рис. 91. Большегрузный четырехосный товарный вагон нормальной колеи.

балкой, приспособлена для постановки автосцепки, упряжь несквозная, остов же кузова металлический, раскосно стоечный из сортового железа, обшит сосновыми досками. Вагоны, приведенные в таблице 32, предполагалось ранее сделать нормальными типами большегрузных вагонов на сети НКПС, но ныне эти вагоны производством прекращены и заменены вагоном, который строится способом массового производства, начиная с 1936 года. В этом последнем широко проведена замена клепаных конструкций сварными, что позволило, как видно из таблицы 33, облегчить собственный вес вагона на 1 *т*, т. е. почти на 5%.

ТАБЛИЦА 33.

Главнейшие данные и размеры четырехосных большегрузных вагонов.

Число осей .		4	Длина свешивающихся частей . . .	*мм*	1 840
Грузоподъемность . . .	*т*	50	Общая длина нетормозного вагона с буфером	*мм*	14 700
Собственный вес вагона	*т*	21,5	Общая длина тормозного вагона . . .	*мм*	15 320
Объем кузова .	$м^3$	91,6	Площадь пола . .	$м^2$	36,936
Длина кузова внутренняя .	*мм*	13 430	Коэфициент тары . .		0,48
Ширина кузова . . .	*мм*	2 750	Нагрузка на ось . . .	*т*	17,8
Внутренняя высота кузова по стенке	*мм*	2 431	Нагрузка на один погонный метр пути .	*т/м*	4,85
Длина рамы . .	*мм*	13 510			
База вагона (расстояние между шкворнями тележек)	*мм*	9 830			

Кузовы этих вагонов имеют две погрузочные задвижные двери, по одной с каждой стороны, и четыре люка, по два с каждой стороны.

По своему конструктивному выполнению и прочности отдельных элементов (в особенности рамы и кузова) этот тип прицепного подвижного состава не может и сравниваться с бывшим нормальным двухосным товарным вагоном.

Главнейшие преимущества четырехосных большегрузных вагонов перед двухосными заключаются: во-первых, в большой подъемной силе, что приводит к возможности иметь в наличии столько же упряжных и ударных приборов, торцевых стен, буферных брусьев, как и в малогрузном вагоне; во-вторых, в возможности иметь более короткий поезд для перевозки того же количества грузов,

НБ УДУНТ (ДИТ)

что полезно не только в отношении использования длины станционных и маневровых путей, но и в отношении уменьшения сопротивления движению поезда; в-третьих, в легкости прохода кривых, особенно малого радиуса, вследствие малой жесткой базы поворотных тележек, в сокращении маневровой работы, уменьшении вероятности всякого рода происшествий, связанных с поломками сцепок, ходовых частей, рамы и кузовов, и большей простоте и дешевизне перехода на автотормоза и автосцепку. Эти преимущества весьма существенны для магистрального транспорта, но они же еще более разительно должны сказаться и для транспорта промышленных предприятий.

К некоторым недостаткам большегрузных вагонов с точки зрения промышленного транспорта следует отнести затруднения при нагрузке и выгрузке массовых грузов вследствие большей длины кузова при наличии одной лишь двери с каждой стороны, что иногда заставляет прибегать к особым приспособлениям для разрыхления или подгребания груза.

§ 12. Цистерны.

Специальные повозки, служащие для перевозки наливом жидких грузов (главным образом нефти и ее продуктов), называются цистернами; они изображены схематически на рис. 92,*а*, *б* и *в*, и данные их приведены в таблице 34.

ТАБЛИЦА 34.

Главнейшие данные и размеры изготовляющихся в СССР цистерн.

Данные		Тип					
		Двухосные цистерны		Четырехосные цистерны			
		Бывшая „нормальная“	25-тонная	Англо-германская	Московско-Казанская	Канадская	50-тонная (СССР)
Подъемная сила .	*т*	14,5	25	27,4	28,2	46,8	46,8
Объем резервуара .	*м*³	15,5	25	29,3	30	50	50
Собственный вес цистерны:							
нетормозной .	*т*	7,55	10,5	14,6	21,4	—	21,4
тормозной	*т*	8,18	11,3	—	—	23,3	23,8
База . . .	*м*	3,81	3,9	8,0	11,5	7,0	7
Жесткая база . .	*м*	3,81	3,9	1,8	1,8	—	1,8
Давление на ось .	*т*	11,0	17,5	10,5	12,4	17,7	17,0
Нагрузка на 1 *пог. м* пути .	*т*	2,9	4,07	3,34	3,68	6,41	5,8
Длина рамы цистерны с буферами .	*м*	7,634	8,924	12,59	13,5	12,19	12,19 / 11,99
Коэфициент тары .		0,564	0,45	0,54	0,76	0,59	0,51

На нашей сети обращаются старые двух- и трехосные цистерны подъемной силы 12,5—14—15—16 *т* и четырехосные цистерны, построенные в Англии, Германии и Канаде, грузоподъемностью 30—40 *т*.

Начиная с 1931 года в СССР строятся только два типа цистерн: двухосная 25-тонная и четырехосная 50-тонная. Существенной частью каждой цистерны является сосуд для помещения жидкости (котел), изготовлявшийся ранее клепаным, а ныне — сварным. Кроме того необходимы сливные приборы и предохранительные клапаны (как, например, для цистерн, предназначающихся для транспорта бензина). На строящихся ныне цистернах для нефти и керосина ставятся сливные приборы системы Д. А. Утешинского, имеющие то достоинство, что при наличии этого прибора нет необходимости (в случае порчи прибора) слива цистерны

НБ КУЖТ (ЦИТ)

и залезания внутрь котла для осмотра, так как прибор, разработанный Д. А. Утешинским, легко извлекается без потери жидкости для осмотра и ремонта.

В цистернах, предназначенных для транспорта бензина, имеется для слива бензина сифонный прибор, состоящий из сифонной трубы, обогревателя (змеевика) на случай, если в поддоне замерзнет вода, и „глазка“ (отверстия в колпаке) для замера уровня наливаемой жидкости, для выхода газов и для впуска воздуха при сливе бензина через сифон. Глазок нормально закрыт колпаком, который имеет отверстия, перекрываемые сеткой Дэви.

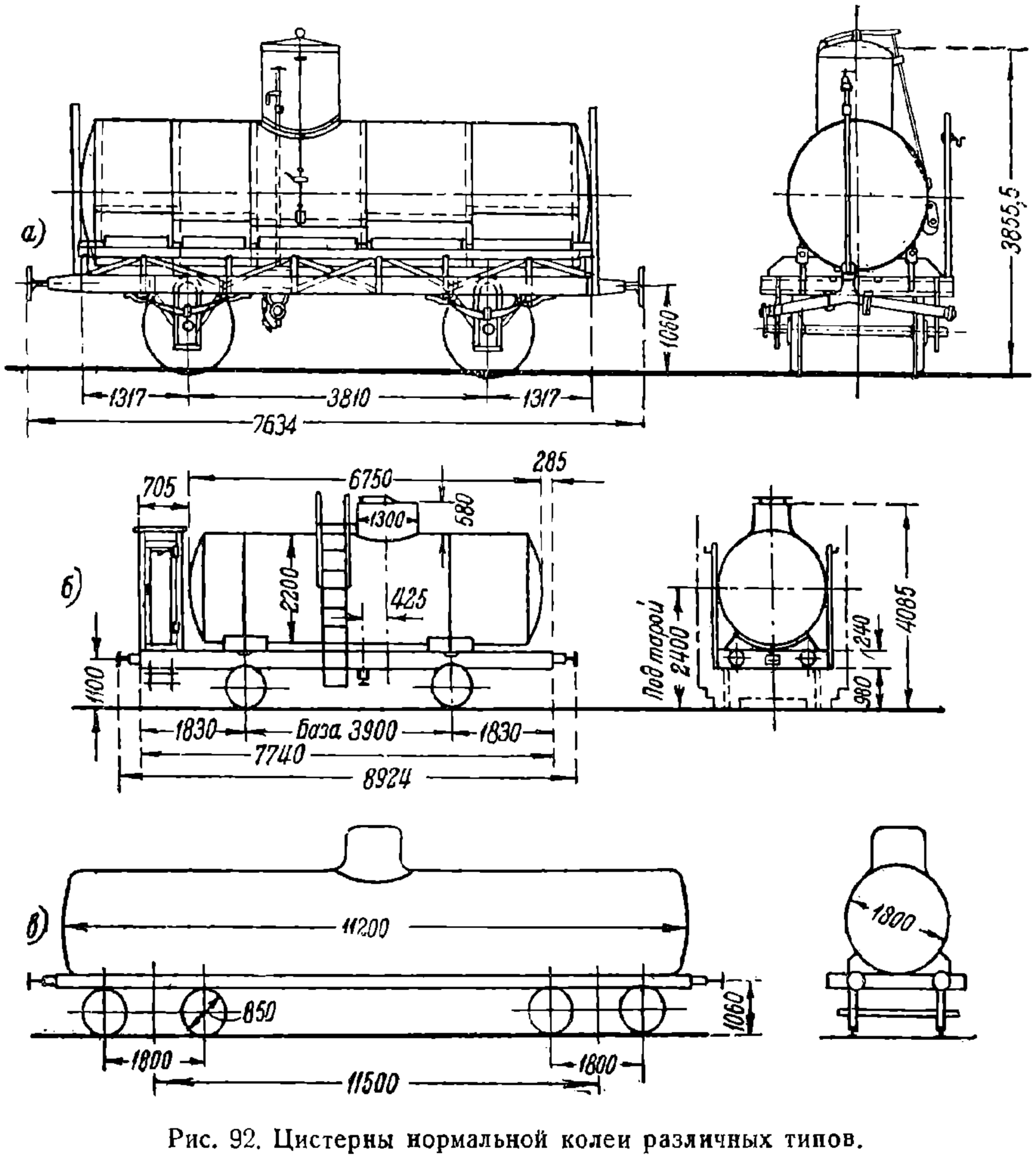


Рис. 92. Цистерны нормальной колеи различных типов.

Кроме нефтяных и бензиновых цистерн, имеются еще цистерны для перевозки кислот, спирта и тому подобных химически активных грузов.

В общем конструкция цистерн, предназначенных для транспорта этих последних грузов, аналогична рассмотренным выше, за исключением устройства кузова-котла, который делается так, что изнутри резервуаров стенки покрываются веществом, предохраняющим железо от коррозии.

Таким образом, в зависимости от рода жидкости стенки резервуаров делаются: для соляной кислоты — железные с резиновой обкладкой внутри, для серной кислоты — железные освинцованные со специальными сливными приспособлениями,

НБ УДУНТ (ДИТ)

для азотной кислоты — алюминиевые, для жидкого аммиака — стальные с изоляцией, для жидкого хлора — стальные.

Данные о строящейся ныне цистерне для перевозки соляной кислоты приведены в таблице 35.

ТАБЛИЦА 35.

Данные о цистернах для перевозки соляной кислоты.

Число осей . .	. .	2
Подъемная сила	*т*	25
Объем резервуара .	$м^3$	22,4
База	*м*	3,9
Длина рамы с буферами .	*м*	8,59

§ 13. Моторные (самодвижущиеся) вагоны промышленного транспорта.

Комбинация вагона с локомотивом в одной повозке нашла себе применение на путях промышленного транспорта, хотя и не в такой мере, как в городском. Эта комбинация в подавляющем большинстве случаев осуществляется применением электрической энергии для передвижки таких повозок, и по этой причине мы рассмотрим здесь лишь общие черты, характеризующие этот тип повозок, оставив более подробное изучение локомотивной части (двигателей, приборов управления и устройств для токособирания) на тот отдел курса, где мы особо будем заниматься изучением основ электрической тяги.

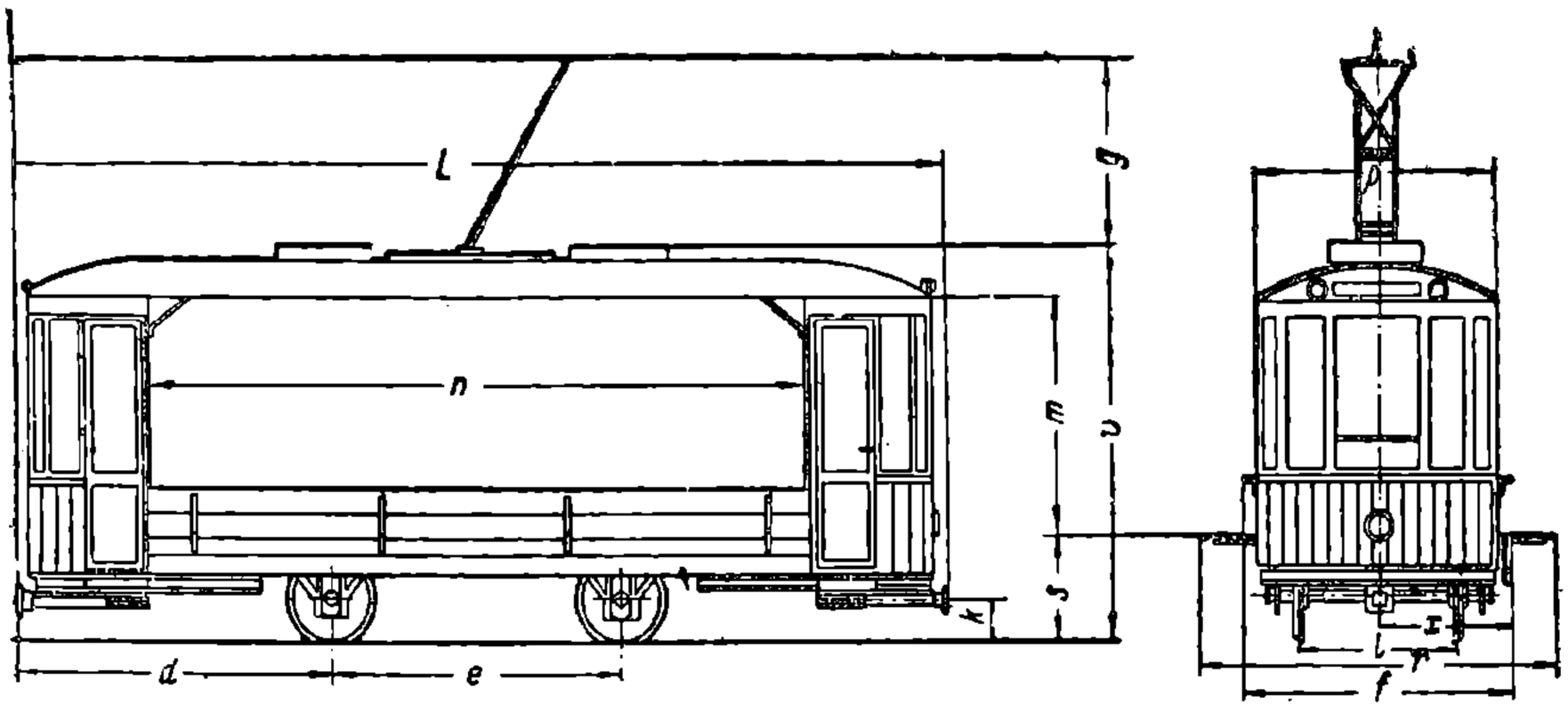


Рис. 93. Грузовой моторный вагон трамвайного типа.

Главной причиной того, что моторные вагоны промышленного транспорта — повозки с электрический тягой, является та особенность электромоторного привода, что тяговые электродвигатели, имея очень малый, сравнительно, объем, могут размещаться непосредственно на поворотных тележках, вследствие чего рама повозки остается свободной и может служить для размещения кузова со всем тем оборудованием последнего, которое необходимо по роду груза и характеру данной повозки.

Наипростейшим образцом моторного грузового вагона является грузовой вагон трамвайного типа, изображенный на рис. 93, для колеи 1524 *мм*. Как видно из рисунка, этот вагон предназначен для перевозки либо штучных грузов, либо если и навалочных, то только при таком способе нагрузки их, который не требует наваливания их сверху. Это явствует из того, что этот тип моторного

НБ УДУНТ (ДИТ)

грузового вагона получился из трамвайного вагона исключением боковых стенок (бортов) и заменой их невысокими откидными бортами. Размеры этого вагона приведены в таблице 36.

ТАБЛИЦА 36.

Размеры и данные к рис. 93.

Ширина колеи *мм*	*d*	*D*	*e*	*f*	*g*	*k*	*L*	*m*	*n*	*p*	*r*	*s*	*v*	*x*
	мм													
1 524	3 635	850	3 000	2 440	—	400	10 270	2 002	6 890	2 020	2 650	985	3 400	2 400

Главнейшие данные этого моторного вагона приведены в таблице 37.

ТАБЛИЦА 37.

Данные моторного вагона.

Грузоподъемность	*т*	10
Собственный вес	*т*	5,5
Суммарная часовая мощность обоих двигателей	kW	51,6
Скорость при часовом режиме	*км/час*	15
Сила тяги .	*кг*	1 000

Вагон вписывается в кривую радиусом 15 *м* и предназначен для обращения по трамвайным путям, электрифицированным по системе постоянного тока при напряжении 550 V.

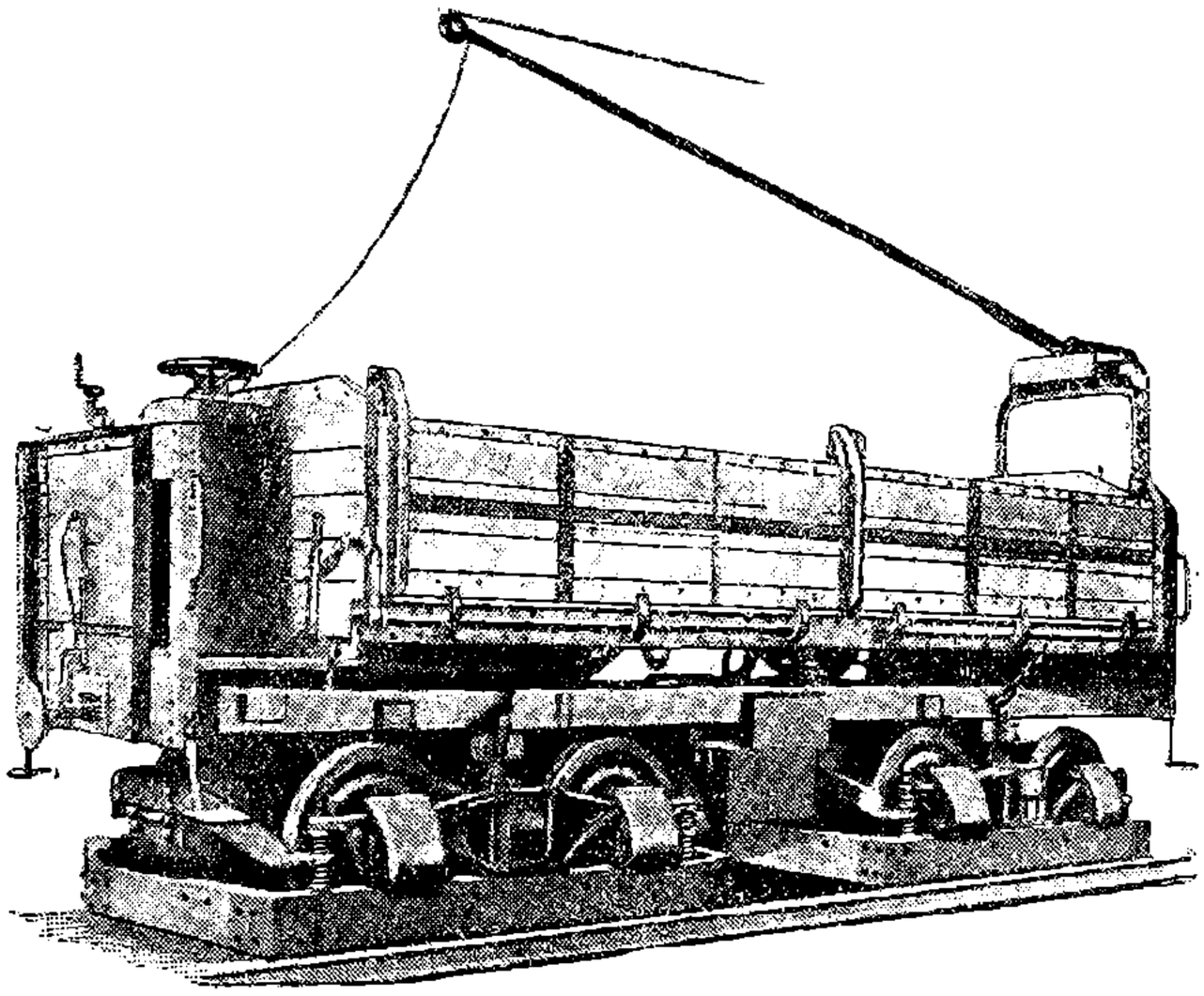


Рис. 94. Моторный опрокидной вагон промышленного транспорта европейского типа.

Более специализированными моторными вагонами являются грузовые моторные вагоны для промышленного транспорта; на рис. 94 изображен такой

НБ УДУНТ (ДПТ)

опрокидной европейского типа саморазгружающийся вагон для ширины колеи 1000—1676 *мм*.

Вагон этот уже никакой крыши не имеет и предназначается для погрузки горной массы сверху; для этой цели контактный провод в месте погрузки смещается в бок от оси пути на необходимое расстояние, а токоприемник, укрепленный на специальной П-образной подстройке, может, поворачиваясь на своем шкворне, следовать за проводом.

Более сложна конструкция американского опрокидного вагона стефенсоновской колеи (1435 *мм*), изготовляемого американской фирмой Differential Car C° для емкости 16—20 $м^3$ и предназначаемого по устройству кузова для очень

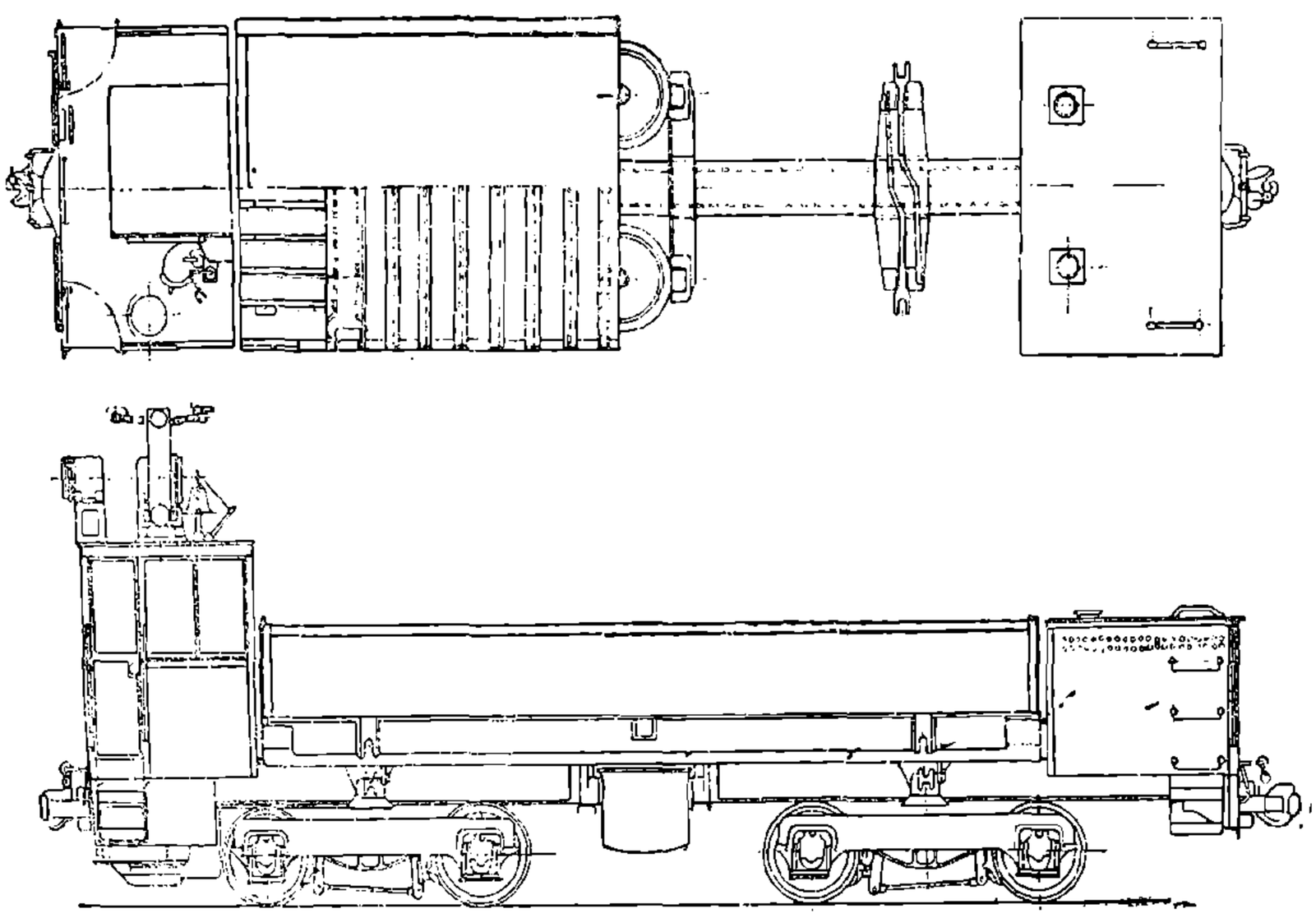


Рис. 95. Моторный опрокидной вагон американского типа.

тяжелых условий работы — скальной породы. Вагон этот, как показывает рис. 95, обладает крытой кабиной — постом управления, на крыше которой укреплено токоприемное устройство.

Для перевозки же бурого угля, руды небольшой кусковатости и тому подобных навалочных грузов, имеющих характер сыпучего тела, германская техника разработала тип вагона бункерного с ручным открыванием люков, через которые и происходит опоражнивание кузова. Такой тип вагона изображен на рис. 96.

Идея применения в промышленном транспорте подобных вагонов заключается в том, что в известных условиях требуется осуществлять не особенно большие, но зато частые отправки, вследствие чего наличие отдельного локомотива (в данном случае электровоза) не рентабельно. Между тем подобный саморазгружающийся моторный вагон вполне способен работать в одиночку и в то же время может быть в других случаях сцеплен с одним или несколькими (смотря по тяговым условиям) саморазгружающимися вагонами и тем самым достичь известного экономического и технического эффекта.

Наиболее же сложным и специализированным представителем моторных вагонов промышленного транспорта является так называемый трансферкар — вагон, представляющий собою не просто повозку, а до известной степени целую механизированную установку для транспорта кокса и руды со складов в скиповые ямы доменных печей заводов черной металлургии.

УДУНТ (ДИТ)

Мы опишем здесь изготовляющийся у нас в СССР Мытищенским заводом коксовый трансферкар. Как видно из рис. 97, изображающего общий вид транс-

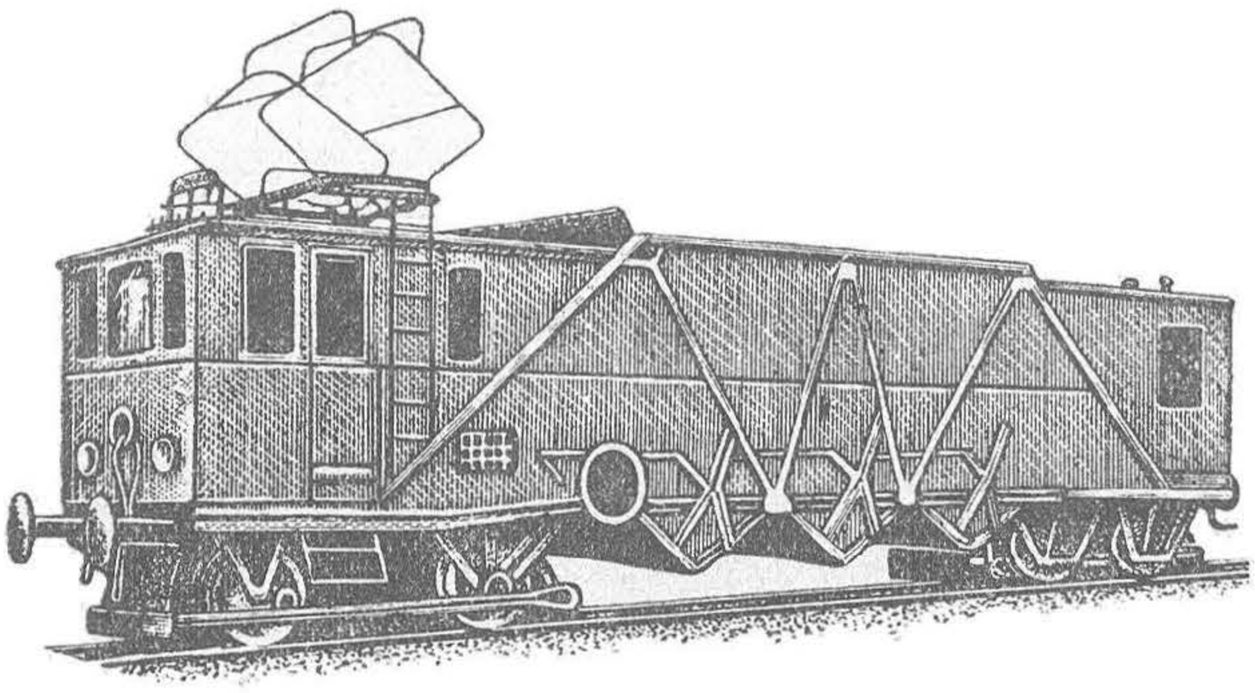


Рис. 96. Моторный вагон бункерного типа (с седлообразным дном).

феркара, он представляет собою длинную четырехосную повозку, имеющую две двухосных поворотных тележки, поддерживающих длинную раму особого устрой-

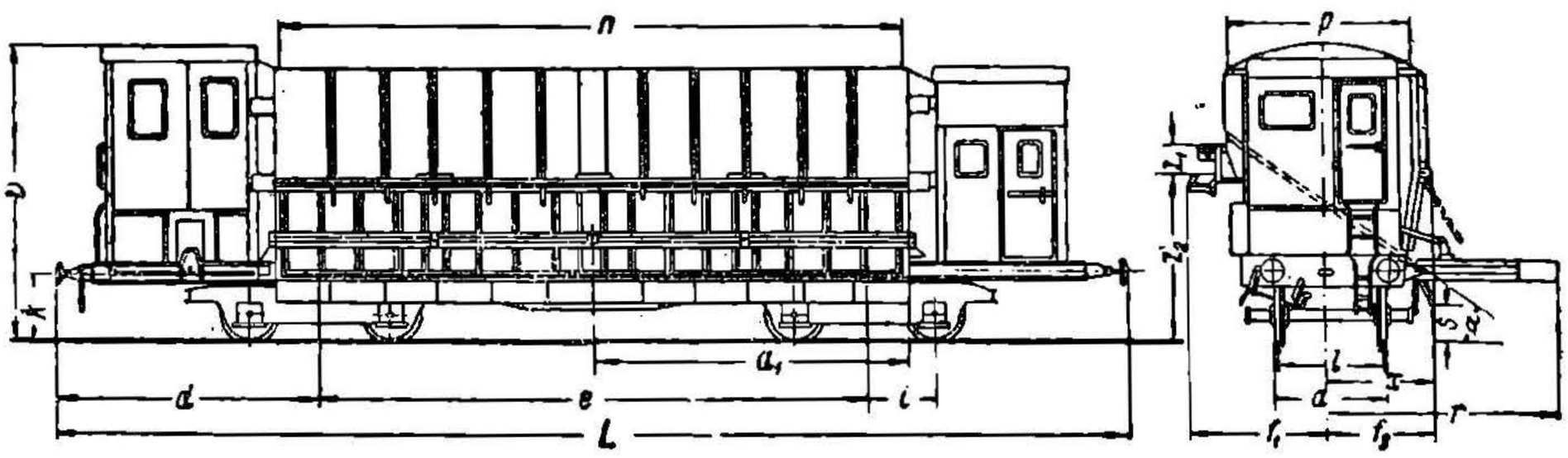


Рис. 97. Общий вид трансферкара.

ства, по концам которой расположены кабины управления, а средняя часть поддерживает особого устройства кузов (рис. 98). Из последнего рисунка, предста-

ТАБЛИ

Размеры и дан

Ширина колеи	Грузоподъемность	Емкость	Габаритные раз											
			a_1	c	d	D	e	f_1	f_2	i	k	L	n	
мм	m	$м^3$											*мм*	
1 324	30	59,6	4 870	1 782	4 110	950	8 540	2 200	1 585	1 100	1 050	16 760	10 000	3 000

НБ УДУНТ (ДИТ)

вляющего разрез трансферкара по кузову, видно, что кузов имеет днище, наклоненное в одну сторону под углом 35° и выложенное клинкером для удобства соскальзывания кокса при разгрузке. Кузов весь металлический, и под наклон-

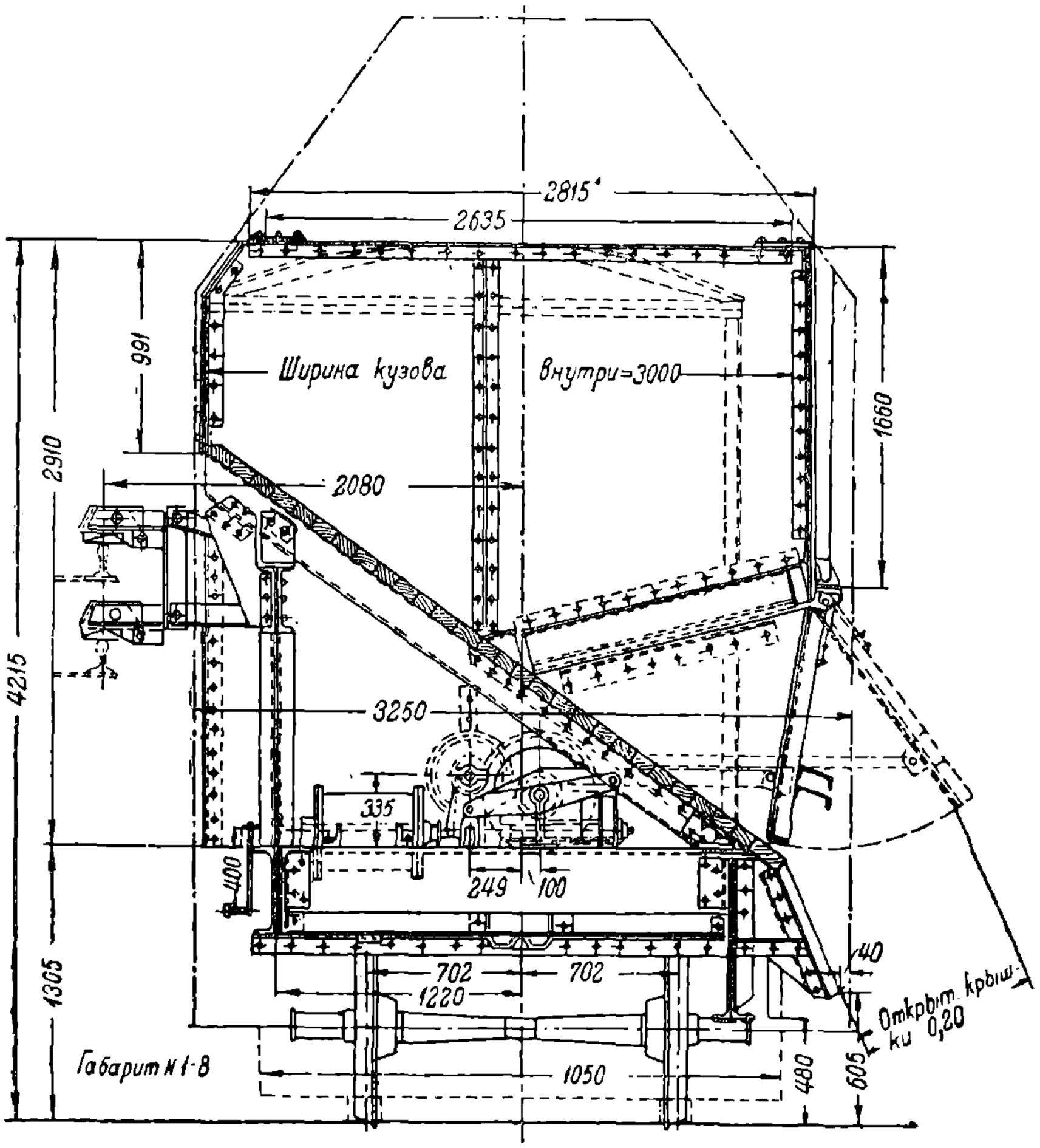


Рис. 98. Разрез трансферкара.

ЦА 38.

ные к рис. 97.

меры								Род тока	Тип мотора	Открытие люка	Минимальный радиус кривой	Максимальное давление		Тара
r		v	x	z_1	z_2	z_3						на ось	на 1 пог. м пути	
										мм	*м*	*т*		*т*
3 570	606	4 612	1 585	470	2,300	2,080	35	—	А-БН-2	920	—	23,0	6,0	62,0

НБ ХГУНТ (ДНТ)

ным днищем его находятся разгрузочные механизмы — ручной и пневматический. В кабинах управления размещены приборы управления разгрузочными механизмами, двигателями трансферкара и специальными пневматическими толкателями. Под двойным полом высокой кабины находится цилиндр толкателя, который служит для проталкивания вагонов, стоящих на соседнем пути, и тем освобождает от специального маневрового локомотива.

Если принять во внимание, что трансферкар имеет еще и пневматические тормоза, то станет ясным, что для снабжения всего довольно солидного пневматического хозяйства этой повозки требуется достаточно мощный и производительный источник сжатого воздуха. Этим источником является двухцилиндровый мотор-компрессор, расположенный в низкой кабине, производительностью 80 $м^3$ сжатого воздуха в час при давлении в 6 $кг/см^2$ при мощности электродвигателя 20 kW. Обе тележки трансферкара моторные, и каждая ось имеет по одному тяговому электродвигателю ДБИ-2 часовой мощности 95 *ЛС*, так что полная мощность всех тяговых электродвигателей трансферкара 380 *ЛС*. Токособирание происходит посредством скольжения двух контактных башмаков по специальным контактным рельсам, расположенным сбоку пути на высоте около 2 *м* со стороны, противоположной люкам кузова.

В практике американских и германских заводов встречаются и трансферкары трехфазного тока, но изготовляемые у нас в СССР коксовые трансферкары предназначены для постоянного тока 200 или 600 V. Габаритные данные сведены в таблицу 38.

НБ УДУНТ (ДИТ)

ЧАСТЬ II.

ЛОКОМОТИВЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ТРАНСПОРТА.

§ 14. Общие соображения о тяговых свойствах локомотивов.

В практике промышленного транспорта существует целый ряд локомотивов с весьма различными источниками энергии. Встречаются локомотивы паровые, электрические, с двигателями внутреннего сгорания, со сжатым воздухом и т. д. Само собой разумеется, что природа указанных источников энергии сказывается на свойствах развиваемого различными локомотивами тягового усилия; однако, каковы бы ни были те силы, которые действуют внутри локомотива, возможность движения локомотива по рельсам зависит от природы внешних сил, связывающих локомотив с путем, — скажем, от условий соприкосновения колес с рельсами, так как та сила, которую развивает любой двигатель, в виде того или иного вращающего момента на окружности сцепных колес, является, с механической точки зрения, силой внутренней и, следовательно, сдвинуть систему она не может. Для движения повозки (в данном случае локомотива) необходимо иметь внешние силы, которые в локомотивах промышленного транспорта резко расчленяются на два класса.

В громадном большинстве случаев такой внешней силой является горизонтальная реакция силы трения гладких колес локомотива о рельсы, но в отдельных случаях на промышленном транспорте используется для тяги реакция между специальным зубчатым колесом и зубчатой же рейкой (кремальерой), по которой катится указанная зубчатка, почему такие локомотивы, резко различаясь по своему устройству от обычных, носят название „зубчато-реечных“ или просто зубчатых.

Оставляя в стороне зубчатые дороги, рассмотрим (рис. 99) условия взаимодействия колеса, движущегося по гладкому рельсу, в том случае, когда к этому колесу приложен некоторый момент вращения M, действующий так, что он стремится повернуть колесо в направлении стрелки, как показано на рис. 99. Тогда этот момент вращения M можно заменить парой сил $F_к$ (с плечом, равным радиусу круга катания колеса R), причем одна из сил этой пары приложена на окружности обода данного колеса, другая, равная ей, но направленная в противоположную сторону, приложена в центре вращения и передается через буксу раме локомотива. В точке соприкосновения бандажа с рельсом возникает сила X, равная и противоположная по направлению силе $F_к$, — это и будет горизонтальной реакцией силы трения между бандажом ведущего колеса и рельсом. При этом касательная сила $F_к$ уравновешивается реакцией и в результате дает на окружности катания равнодействующую, равную нулю. Остается, таким обра-

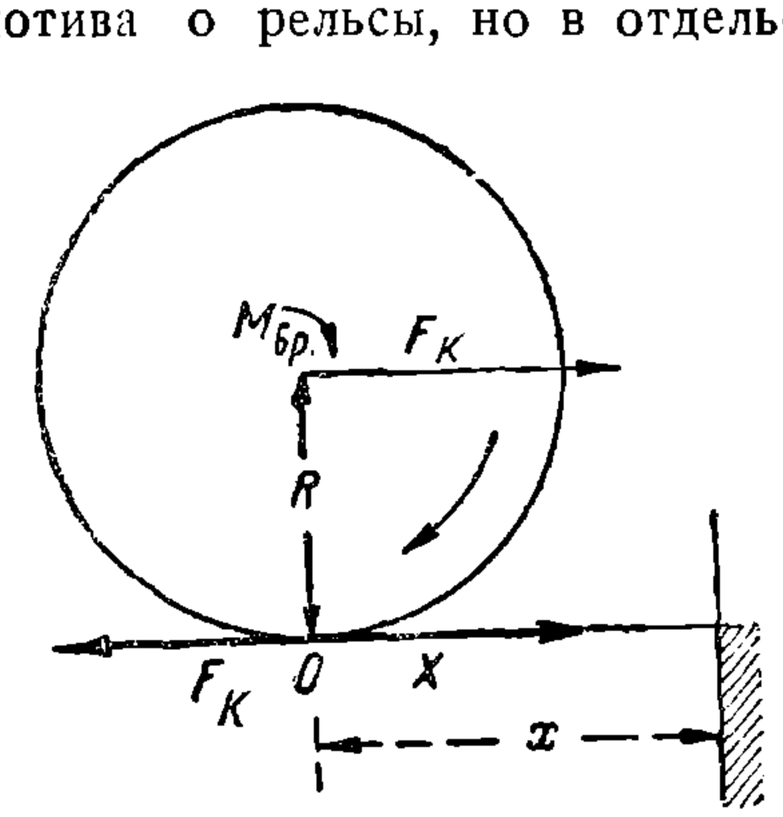


Рис. 99. Схема сил, действующих на колесную пару.

НБ УДУНТ (ДИТ)

эом, лишь та сила F_k, численно равная касательной силе тяги F_k, которая приложена в центре вращения колеса, передается раме и всему телу локомотива и движет поезд в данном направлении.

Этот общеизвестный факт нуждается в дальнейшем исследовании.

Предположим, что величина момента вращения, вследствие каких бы то ни было причин, возросла, что, в свою очередь, повело за собою увеличение касательной силы F_k на окружности катания ведущего колеса. Очевидно, что и горизонтальная реакция между колесом и рельсом должна возрасти в том же отношении по закону равенства сил противодействия. Однако этот процесс не может продолжаться неопределенно долго и при достижении горизонтальной реакцией X некоторой максимальной величины $X = X_{max}$, вполне для данных условий определенной, увеличение касательной силы F не повлечет за собой автоматического увеличения реакции X и в этом случае, когда

$$F_k > X_{max}, \tag{2}$$

наступит нарушение качения колеса по рельсу без скольжения, и колесо забуксует, т. е. начнет скользить по рельсу. В этом случае горизонтальная реакция между колесом и рельсом упадет до значения, обусловливаемого трением скольжения, и сила тяги F, передаваемая раме локомотива, уменьшится, что, в свою очередь, может вызвать полную остановку поезда.

Таким образом величина X_{max} является чрезвычайно характерным фактором, определяющим максимальное значение того окружного касательного тягового усилия, которое с пользой для дела может быть реализовано локомотивом для целей тяги.

Как показали опыты и некоторые соображения чисто теоретического характера, величина этой горизонтальной реакции рельса является лишь частью величины нагрузки на колесо $П$, почему

$$X = \varphi П \geqslant F, \tag{3}$$

где коэфициент φ (отвлеченное число) всегда меньше единицы и может быть назван коэфициентом трения бандажа по рельсу. При такой транскрипции закона сцепления (условия возможности локомотивной тяги) необходимо заметить, что все прочие, кроме нагрузки на ось, обстоятельства, которые, по нашему мнению, могут сказаться на сцеплении колес с рельсами, должны быть учитываемы величиной коэфициента φ.

К таким обстоятельствам относятся условия соприкосновения колеса с рельсом (состояние загрязнения и влажности обеих поверхностей) и давления колеса на рельс, а также влияние скорости.

Большинство экспериментальных данных и теоретических работ в этой области относится к материалу, полученному из изучения вопроса в условиях магистральных дорог, поэтому в дальнейшем изложении придется пользоваться, главным образом, указанными источниками, анализируя, однако, те особенности, которые отличают существо вопроса в условиях промышленного транспорта.

Что касается влияния скорости, то еще в семидесятых годах прошлого столетия инж. Пуарэ на основании опытов, произведенных им на Лионской железной дороге (PLM), обнаружил уменьшение коэфициента трения при увеличении скорости; это явление подтверждено германскими опытами Вихерта (Wichert) и Мюллера (Müller), а также работами группы сотрудников ТЭМИИТ по использованию достижения машинистов-кривоносовцев, причем следует заметить, что полученные данные позволяют установить, что если даже учесть уменьшение φ из-за увеличения скорости, значения его все же выше, чем рекомендованные б. ИРТ.

Однако раньше чем рассматривать результаты этих опытов, и, вообще говоря, численные значения коэфициента трения при различных условиях, следует указать на одно существенное обстоятельство.

Если мы будем пользоваться для практических задач средним значением силы тяги за один оборот, в то время как действительная величина F будет по

НБ УДУНТ (ДНТ)

тем или иным причинам, зависящим от рода движения и способа передачи энергии к ведущим колесам, меняться, то условие отсутствия буксования должно быть соблюдено не только для среднего, но и для максимального значения касательной силы тяги, т. е. не только

$$F_{ср} < \varphi П,$$

но и

$$F_{max} < \varphi П.$$

Если нам известно отношение мгновенного максимального значения касательной силы тяги F_{max} к среднему за один оборот, что характеризует собою неравномерность развиваемого усилия, то, обозначая его через

$$1 + \mu = \frac{F_{max}}{F_{ср}},$$

можем получить следующее выражение:

$$F_{ср} < \frac{\varphi}{1+\mu} П \qquad (4)$$

или

$$F_{ср} < \psi П, \qquad (5)$$

где

$$\psi = \frac{\varphi}{1+\mu}. \qquad (6)$$

Величина ψ меньше величины φ, учитывает особенность данного локомотива с точки зрения равномерности тягового усилия и является очень удобной для решения практических задач. Тем не менее величина ψ, именуемая коэфициентом сцепления, объединяя собою и свойства пути и локомотива, является величиной до известной степени условной и этим резко отличающейся от φ, имеющей совершенно строгое физическое обоснование.

Поэтому численные данные относительно величины ψ целесообразно рассмотреть после ознакомления с конструкциями различных локомотивов и изучения особенностей их тяговых свойств.

Заметим, что рассуждения наши велись для одной оси (пары колес), но их можно распространить на все те колесные пары, на окружности кругов катания которых развивается тяговое усилие.

Тогда неравенство (5) перепишется в виде:

$$\Sigma F_{ср} < \psi \Sigma П.$$

Величина $\Sigma П$ носит название сцепного веса локомотива — величины, являющейся весьма характерной для оценки его тяговых свойств. Называя через $P_{сц} = \Sigma П$ и учитывая, что в большинстве случаев мы силу тяги выражаем в килограммах, а веса подвижного состава в тоннах, можно это неравенство превратить в окончательный вид:

$$F < \psi P_{сц} 10^3, \qquad (7)$$

если понимать под F среднюю за один оборот сумму касательных усилий на всех колесах.

В большинстве локомотивов промышленного транспорта полный вес локомотива равен его сцепному весу, т. е. число сцепных осей равно числу всех осей локомотива.

В тех случаях, когда сцепной вес локомотива меньше полного веса его, число сцепных осей будет меньше полного, т. е. будут иметь место поддерживающие оси, не принимающие в развитии тягового усилия никакого участия.

Чтобы характеризовать любой локомотив с точки зрения его формулы ходовых частей, т. е. распределения поддерживающих и сцепных осей между

НБ УДУНТ (ДИТ)

собою, в современной железнодорожной технике применяются различные системы обозначения.

У нас в СССР формула ходовых частей для паровозов, мотовозов и, реже, для электровозов выражается цифрами, соединенными тире, причем первая цифра выражает число передних поддерживающих или направляющих осей (бегунов), вторая — число сцепных осей и третья — число задних поддерживающих осей. Если сцепные оси разбиты по двум и более тележкам, то эта же система применяется к каждой тележке, а получившиеся формулы соединяются знаком +.

Схема ходовых частей	Формула ходовых частей		
	СССР	Европейская	Американская
○ ○	0-2-0	B	0-4-0
○○○	0-3-0	C	0-6-0
○○ ○○	0-2-0+0-2-0	B - B	0-6-0+0-6-0
○○○○	0-4-0	D	0-8-0
○○○○○	1-4-0	1D	2-8-0
○○○○○	0-5-0	E	0-10-0
○○○○○○	1-5-0	1-E	2-10-0
○○○○○○○	1-5-1	1E1	2-10-2
○○○ ○○○	0-3-0+0-3-0	C-C	0-6-0+0-6-0

Рис. 100. Формулы ходовых частей.

В американской и английской специальной литературе применяется система Whight'a, по которой подобным же образом цифрами выражается не число осей, а число колес, так что в этом обозначении фигурируют всегда четные числа.

В германской, французской и, вообще говоря, в европейской континентальной практике цифрами выражается лишь число поддерживающих (передних или задних — безразлично) осей; число же сцепных осей, соединенных в одну тележку, выражается в этой системе буквами по порядку латинского алфавита: A — одна ось, B — две, C — три, D — четыре и E — пять.

На рис. 100 показано несколько характерных примеров, поясняющих указанные системы обозначения формулы ходовых частей [1].

Во многих случаях локомотив кроме сцепного веса характеризуется еще и мощностью обычно на окружности сцепных колес.

Поэтому мы попробуем установить связь этой величины с тяговыми величинами.

Прежде чем рассматривать значение тяговых характеристик указанных локомотивов в отдельности, мы попытаемся сначала установить некоторые общие для всех типов локомотивов соотношения.

Если какое-нибудь тело двигается под влиянием силы F и проходит при этом расстояние Δs, то элементарная работа, произведенная этим телом, равна произведению двух указанных величин:

$$dA = F \cdot \Delta s.$$

[1] За последнее время разработана новая международная система обозначения, согласно которой буквы, выражающие число осей, объединенных в одну тележку, снабжаются апострофом, а индивидуальный привод оси индексом „*o*". Таким образом четырехосный электровоз индивидуального привода о двух тележках будет иметь формулу:

$$B'_o - B'_o.$$

НБ УГУНТ (ДИТ)

Если мы хотим установить значение мощности, развиваемой данным телом, то, очевидно, что мы должны разделить указанное выражение, т. е. работу dA, на промежуток времени Δt, в течение которого у нас имело место указанное явление. Вспомнив, что частное от деления приращения пути на приращение времени есть не что иное как скорость, мы таким образом можем установить, что мощность является величиной, пропорциональной произведению силы тяги на скорость. Прилагая указанное соображение к конкретным случаям для различных локомотивов, мы должны помнить, что в большинстве случаев в практике промышленного транспорта скорость, вообще говоря, принято выражать не в метрах в секунду, а в километрах в час. По этой причине выведенное выше выражение для мощности приобретает следующий вид:

$$N_к = \frac{Fv}{75 \cdot 3{,}6} = \frac{Fv}{270} \; [ЛС]$$

или

$$N_к = \frac{Fv}{367} \; [\text{kW}].$$

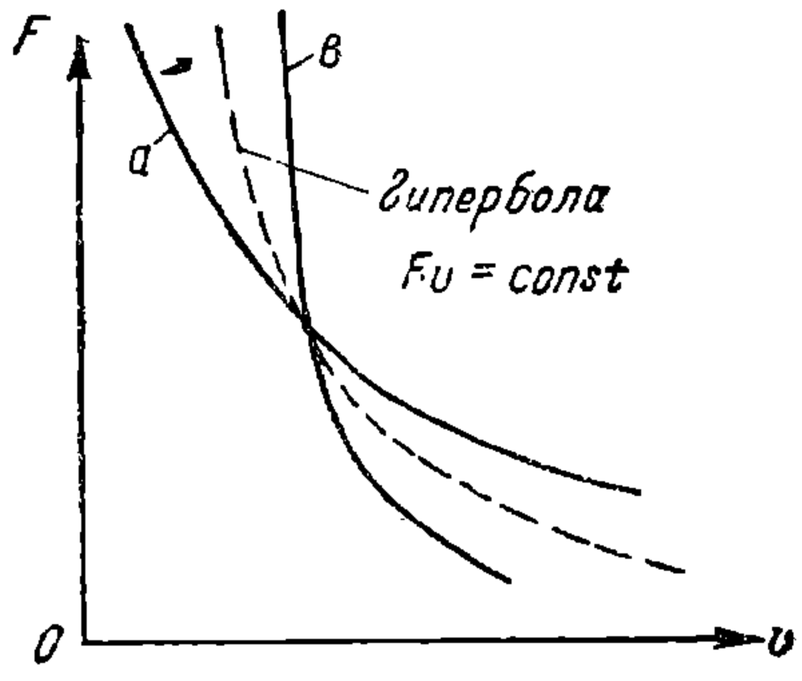


Рис. 101. Зависимости $F_к$ от v.

Если мы имеем мощность двигателя, установленного на локомотиве, равной $N_{дв}$, причем при передаче энергии от двигателя к ведущим осям имеют место некоторые потери, определяющие коэфициент полезного действия η привода, то тогда величина мощности двигателя локомотива будет связана с интересующими нас величинами аналогичными зависимостями:

$$N_{дв} = \frac{Fv}{270\,\eta} \; [ЛС] \tag{8}$$

или

$$N_{дв} = \frac{Fv}{367\,\eta} \; [\text{kW}]. \tag{9}$$

Посмотрим, какие выводы вообще можно сделать на основе указанных соображений.

Первый вывод, который мы можем бесспорно здесь сделать, заключается в том, что указанное выше выражение для мощности справедливо для любого локомотива, так как при обосновании его нами не употреблялись никакие допущения о природе силы F и ее зависимости от тех или иных причин, являющихся источниками ее возникновения. Поэтому мы можем утверждать, что указанное выражение должно быть справедливо для всех решительно локомотивов, какие бы двигатели на них ни стояли.

Второй вывод заключается в следующем: если мы преобразуем данное выражение в зависимость силы тяги от мощности и предположим постоянство мощности, то это приведет нас к тому, что сила тяги любого локомотива прямо пропорциональна мощности его и обратно пропорциональна скорости:

$$F = \frac{270\,N}{v}. \tag{10}$$

Предположим, что мы оперируем с таким локомотивом, у которого мощность, отдаваемая им на осях ведущих колес, постоянна. Тогда выведенное выше выражение для касательной силы тяги превратится в уравнение равнобокой гиперболы, которая изображена на рис. 101.

Иначе говоря, для такого локомотива, у которого мощность была бы постоянна, сила тяги должна быть обратно пропорциональна скорости.

НТБ УДУНТ (ДИТ)

При этом следует отметить, что по ряду причин таких локомотивов сейчас не существует, и в большинстве случаев характеристики тех или иных реальных локомотивов так или иначе отличаются от гиперболических либо в сторону большей пологости реальных тяговых характеристик, либо, наоборот, в сторону их большей крутизны. Объясняется этот факт теми соображениями, что если бы даже мы установили такой идеальный двигатель на локомотиве, который бы развивал одну и ту же мощность при разных скоростях, все же постоянства на окружности сцепных колес нельзя было бы получить даже при этом условии, так как в большинстве случаев коэфициент полезного действия привода любой системы не является величиной постоянной, а поэтому и мощность на ободе сцепных колес будет величиной переменной.

В общем же следует отметить, что в большинстве локомотивов (как, например, паровозов и электровозов) тяговое усилие выражается кривой, более или менее отклоняющейся от гиперболы равной мощности, причем тяговая характеристика паровоза (рис. 101) имеет более пологое очертание (*а*), а у электровозов постоянного тока более крутое (*в*).

ГЛАВА III.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ПАРОВОЗЫ.

§ 15. Общие сведения об устройстве паровозов.

Паровоз является самодвижущейся паросиловой установкой, предназначенной для тяги поездов по рельсовым путям посредством преобразования потенциальной энергии водяного пара в кинетическую энергию вращения колес локомотива. С общей точки зрения могут быть два решения этого вопроса: водяной пар может получаться в паровом котле, расположенном на самой повозке (и нужно указать, что это решение наиболее распространено в настоящее время на промышленном транспорте), или пар может генерироваться в котлах стационарной (неподвижной) установки, откуда паровоз должен его периодически получать и запасать в количестве, требуемом для более или менее длительного периода работы. Очевидно, что в первом случае для получения пара необходимо на самом паровозе осуществить процесс сжигания топлива и передачи получающегося при этом тепла воде, что вызывает необходимость наличия у парового котла паровоза т о п к и; во втором же случае процесс сжигания топлива должен иметь место в котлах той стационарной установки, которая предназначена для снабжения паром локомотивов, почему топка в котле паровоза отсутствует, и паровой котел по существу превращается в резервуар для сохранения пара, т. е. в аккумулятор пара.

По этой причине такие паровозы именуются б е с т о п о ч н ы м и или б е з о г н е в ы м и.

Мы в первую очередь будем рассматривать наиболее широко распространенные паровозы первой группы, которые осуществляют процесс горения топлива в своих собственных котлах и вследствие этого нуждаются для своей работы лишь в пополнении запасов воды и топлива.

Эти запасы воды и топлива могут располагаться в особых резервуарах на самом паровозе (и тогда мы будем иметь тип т а н к-п а р о в о з а) или же на отдельной повозке — т е н д е р е. Само собой разумеется, что на тендере возможно поместить больше запасов воды и топлива, чем на танк-паровозе, и поэтому в тех случаях, где требуются большие пробеги между набором воды и топлива (т. е. на магистральных дорогах), наибольшее применение имеют паровозы с тендерами.

В тех же случаях, где источники водоснабжения расположены так, что набор воды не представляет затруднений, требуя весьма незначительного пробега, как это имеет место в промышленном транспорте, например внутризаводском, тип танк-паровоза является наиболее удобным и пригодным.

НБ БНТУ (ДТ)

Как видно из упрощенной схемы такого паровоза, изображенной на рис. 102, устройство паровоза таково, что он представляет собою комбинацию трех главных и необходимых частей: котла, машины и повозки или, как ее иногда называют, экипажной части.

Роль и назначение каждой части паровоза, собственно говоря, понятны: паровой котел служит для превращения энергии сжигаемого топлива в энергию водяного пара необходимых термодинамических свойств; паровая машина паровоза — для превращения энергии получаемого ею пара в механическую работу прямолинейного возвратно-поступательного движения поршня, вследствие расширения пара в цилиндре и преобразования этого движения посредством движущего механизма во вращательное движение колес; экипажная же часть паровоза предназначается, во-первых, для соединения всех частей паровоза в повозку, движущуюся по рельсовому пути, во-вторых, для передачи усилия, развиваемого колесами паровоза, прицепленным к нему вагонам. Котел же паровоза в свою очередь состоит из трех главнейших элементов: топки, где происходит сжигание топлива; цилиндрической части, в которой расположены дымогарные трубы, служащие для передачи тепла от горячих газов воде, окружающей эти трубы, и дымовой коробки, собирающей газы, прошедшие через трубы цилиндрической части, и необходимой кроме того для помещения устройств, служащих для подвода пара машине и вывода отработанного пара наружу, а также для увеличения тяги в котле (сифон, конус, см. рис. 102).

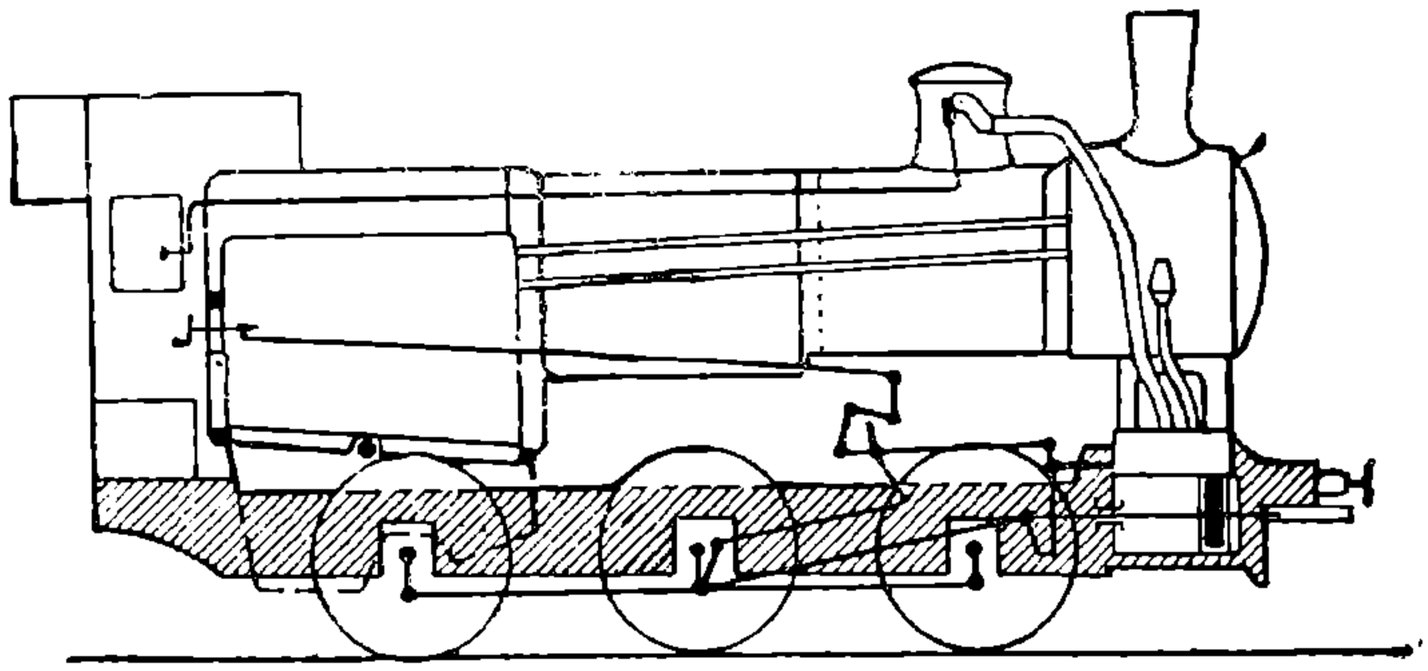


Рис. 102. Схема танк-паровоза.

Указанные нами элементы паровозного котла, несмотря на многообразие конструктивных выполнений их в отдельных случаях, характерны для любого типа паровоза, тем не менее следует подчеркнуть, что и в этих, общих всем котлам паровозов элементах, может иметь место следующее принципиальное отличие, сказывающееся не только на самом котле, но и на особенностях конструктивного выполнения машины.

Паровозы могут быть предназначены для работы либо насыщенным паром, либо перегретым.

Термодинамические преимущества перегретого пара, коротко говоря, сводятся к уменьшению потерь от конденсации и к увеличенному удельному объему пара, благодаря чему и достигается меньший расход топлива на одну полезную лошадиную силу в час. При применении насыщенного пара, представляющего собою смесь пара и воды, потеря тепла этой смесью при дальнейшем следовании ее из котла в машину и соприкосновении ее с холодными стенками цилиндров, золотниковой коробки и т. д. ведет к переходу части пара из газообразного в жидкое состояние, что и влечет за собою уменьшение работоспособности пара. Перегретый же пар, приближаясь по своим свойствам к газам, при некоторой потере тепла только несколько понизит свою температуру, не меняя своего состояния, что и избавляет в значительной степени процесс от потерь на конденсацию. Применение перегретого пара требует, однако, наличия особого устройства пароперегревателя, несколько усложняющего конструкцию котла.

Чтобы уяснить себе условия, в которых находятся отдельные части котла, следует рассмотреть характеристику теплового процесса и парового баланса котла, что можно сделать из рис. 103, представляющего распределение всего количества пара, производимого паровозным котлом.

НБ УДУНТ (ДГТУ)

Данные, изображенные на рис. 103, были получены на основании так называемого опыта инж. Joffrey, который для определения распределения всего количества пара между отдельными частями котла поставил перегородки, как указано на схеме, и замерял отдельными парометрами количество пара от каждой получившейся камеры в отдельности. Конечно, при этом несколько изменились условия циркуляции воды по сравнению с нормальными условиями парообразования.

Как видно из этих данных, приблизительно около половины всего пара, производимого котлом, приходится на топку. Цилиндрическая часть котла дает 50% пара, причем это количество распределяется, как видно из рисунка, в непрерывно убывающем порядке так, что ближайшая к топке часть дает 28%, следующая — 13,5%, третья часть — всего 8,5% и, наконец, ближайшая к дымовой коробке — только 6%. Нужно иметь в виду также, что наиболее высокая температура газов в топке — около 1530° — постепенно падает по мере отдачи тепла газами при следовании их по трубкам до величины 250—230° С в дымовой коробке. Несмотря на то, что все указанные части необходимы для действия котла, в процессе парообразования принимает участие только площадь котла, омываемая с одной стороны водой, с другой — горячими газами, которая носит название поверхности нагрева котла. Очевидно, что поверхность нагрева топки входит в общую поверхность нагрева паровозного котла, и хотя она составляет небольшую часть последней, тем не менее на нее падает задача весьма серьезная, так как и по температуре и по условиям парообразования топка находится в особо тяжелых условиях работы.

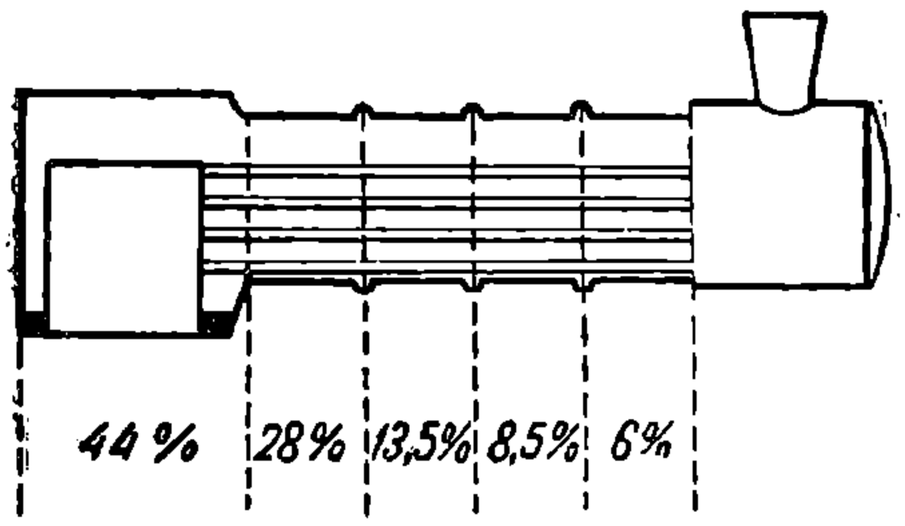


Рис. 103. Значение отдельных частей котла в парообразовании.

Кроме того следует учитывать то обстоятельство, что топка и в механическом отношении находится в весьма неблагоприятных условиях, так как, с одной стороны, в ней возникают деформации, как вследствие разности давлений между внутренним и паро-водяным пространством топки, где, очевидно, имеет место давление, равное полному котловому, так и вследствие изменений температуры, происходящих из-за остывания и нагрева топки при заправке, забрасывании топлива, накачивании воды и т. п.

Устройство топки должно соответствовать этим условиям и требованиям и в основном состоит в следующем. Как видно из рис. 104,*а*, кожух топки образуется из так называемого шинельного листа, сгибаемого в виде буквы П или по цилиндрическому очертанию, как показано на рис. 104,*б*. С одной стороны к нему приклепывается лист с отверстиями для дымогарных труб, называющийся задней решеткой; с другой же стороны к тому же шинельному листу присоединен так называемый лобовый лист, имеющий овальное отверстие (шуровочное), через которое забрасывают топливо. Образовавшийся таким образом открытый снизу ящик или так называемую огневую коробку вставляют в другую коробку большего размера, которая приклепывается к цилиндрической части котла, а с огневой коробкой соединяется внизу топочной рамой или грязевым кольцом. Эта последняя коробка представляет собой кожух топки, состоящий также из аналогичных по наименованию листов — шинельного листа кожуха топки, лобового листа кожуха, и только для листа, прикрепляющегося с одной стороны к первому барабану цилиндрической части котла, а с другой — к низу шинельного листа, существует особое название ухватный лист. Внутри огневой коробки, в самой ее нижней части, располагаются специальные балки, на которых укладываются рядами чугунные брусья особой формы, так называемые колосники. Так как форма колосников такова, что они в собранном состоянии образуют прозоры, необходимые для доступа воздуха, то образуется нечто вроде решетки, вследствие чего эта необходимая часть топки

НБ УГЛТУ (ЦТ)

носит название колосниковой решетки. Последняя предназначается для сжигания топлива, и ее площадь играет большую роль в процессе горения топлива и паропроизводительности котла.

Часть колосниковой решетки часто устраивают опрокидывающейся для облегчения удаления образующихся в процессе горения топлива шлаков. К топочной раме прикрепляется зольник, который имеет специальные клапаны-поддувала для регулирования притока воздуха в топку; они регулируются из будки машиниста.

Рассматривая устройство топки паровозного котла, нельзя не упомянуть об одних характерных для этой конструкции деталях, а именно о связях, т. е. о специальных болтах, служащих для укрепления и придания жесткости всей конструкции против тех усилий, которые, как было уже выше указано, возникают вследствие разности давлений внутри паро-водяного пространства топки и

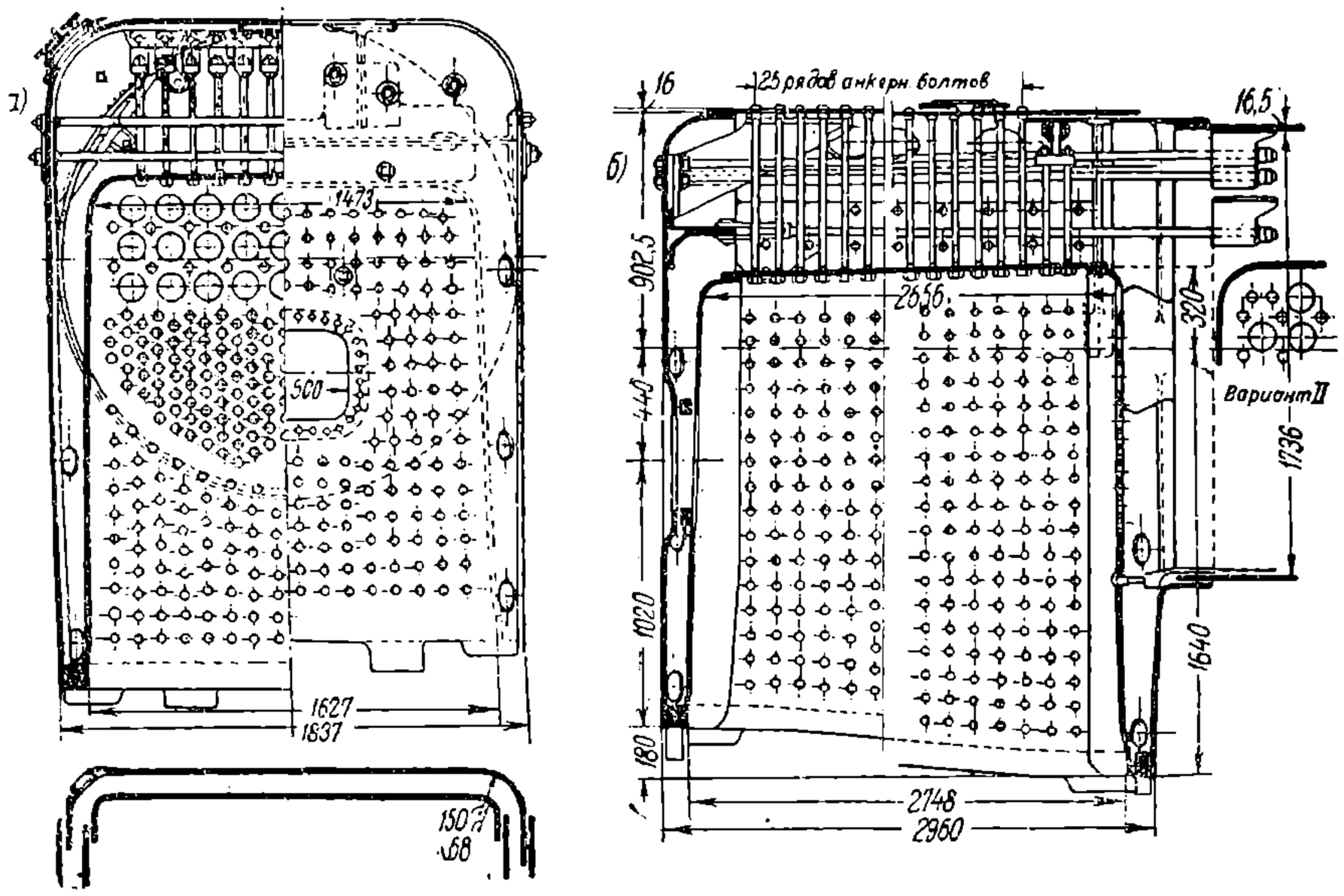


Рис. 104. Топка паровозного котла.

топочного пространства, а также температурных деформаций. Чтобы предохранить стенки топки от выпучивания, связывают их специальными связями, которых бывает на паровозе до 2000 штук. Болты, связывающие боковые стенки огневой коробки и кожуха, именуются собственно связями, а те болты, которые связывают нёбо топки или потолок огневой коробки с потолком кожуха, называются анкерными болтами, или, кратко, просто анкерами. На рис. 105, изображающем топку со стороны задней решетки, ясно видны указанные выше связи, а также сама задняя решетка и ухватный лист.

Связи (рис. 106,*а*), вообще говоря, являются одними из самых слабых конструктивных деталей паровозного котла, а обрыв их приводит к течи. Для обнаружения оборванной связи в каждой из них с обоих концов просверливаются так называемые контрольные отверстия, через которые в случае обрыва будет выходить пар с водой и тем самым обнаружит местонахождение оборванной связи. Старание избегнуть излома связи при ее изгибе привело к разработке для мощных паровозов с котлами, обладающих топками больших размеров, специальных конструкций связей с шаровыми головками (связи ТЭта) (рис. 106,*б*). Анкеры, как правило, имеют большую длину, но при жестком креплении потолка огневой коробки могут иметь место деформации в других частях топки, а именно в местах соединения лобового листа или задней решетки с нёбом топки. Для

НБ УДУНТ (ДГТ)

избежания этих вредных явлений анкеры, ближайшие к этим местам, делаются подвижными.

Кроме того, в топке паровозных котлов применяются продольные и поперечные связи, наклонные и специальные, как, например, лапчатая связь, изображенная на рис. 106,*в*, связь, находящаяся в очень специфических пространственных условиях, соединяя листы задней решетки и цилиндрической части котла.

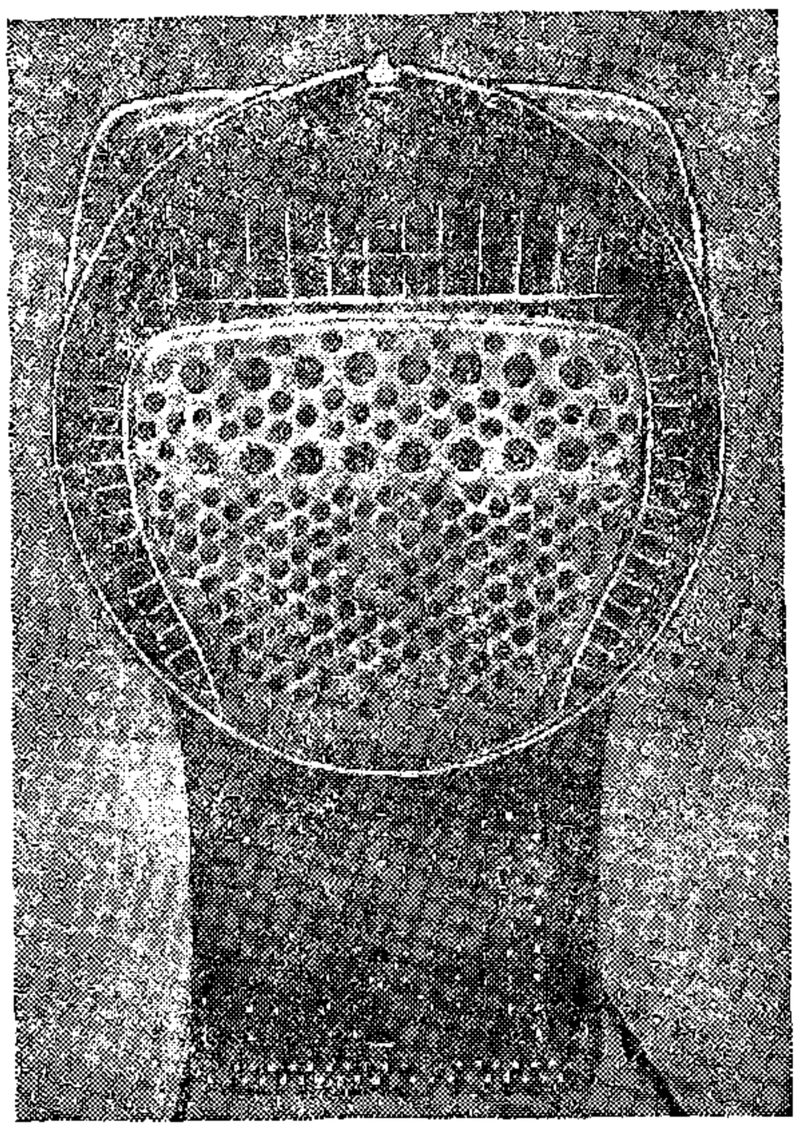


Рис. 105. Топка со стороны задней решетки.

Переходя к рассмотрению устройства цилиндрической части котла, заметим, что она состоит из отдельных барабанов (рис. 107), склепанных или сваренных между собой, причем крайние барабаны соединяются один с кожухом топки, посредством ухватного листа, а другой с дымовой коробкой, посредством круглого листа (также пронизанного отверстиями для труб), который носит название передней решетки.

Разница между передней и задней решеткой заключается в том, что отверстия для труб в передней решетке больше диаметром, чем в задней, что дает возможность вставлять и вынимать трубы со стороны именно передней решетки, при условии, что внешний диаметр труб может увеличиться за счет накипи, осаждающейся на них. Общий вид труб показан на рис. 108, из которого ясно видно, что каждая труба имеет уменьшение диаметра в передней части и уширение в задней, что вытекает из способа вставления и вынимания труб.

Такая же разница наблюдается и в способе укрепления труб в передней и задней решетках. В задней решетке труба обжимается, и выходящий в топку буртик отгибается, а в передней трубе раздается. В последнее время применяется также метод приварки труб к задней решетке для радикального устранения возможности ослабления этого соединения и связанной с ним течи, из-за температурных деформаций, вызываемых периодическими изменениями температуры благодаря накачиванию холодной воды в котел и т. п.

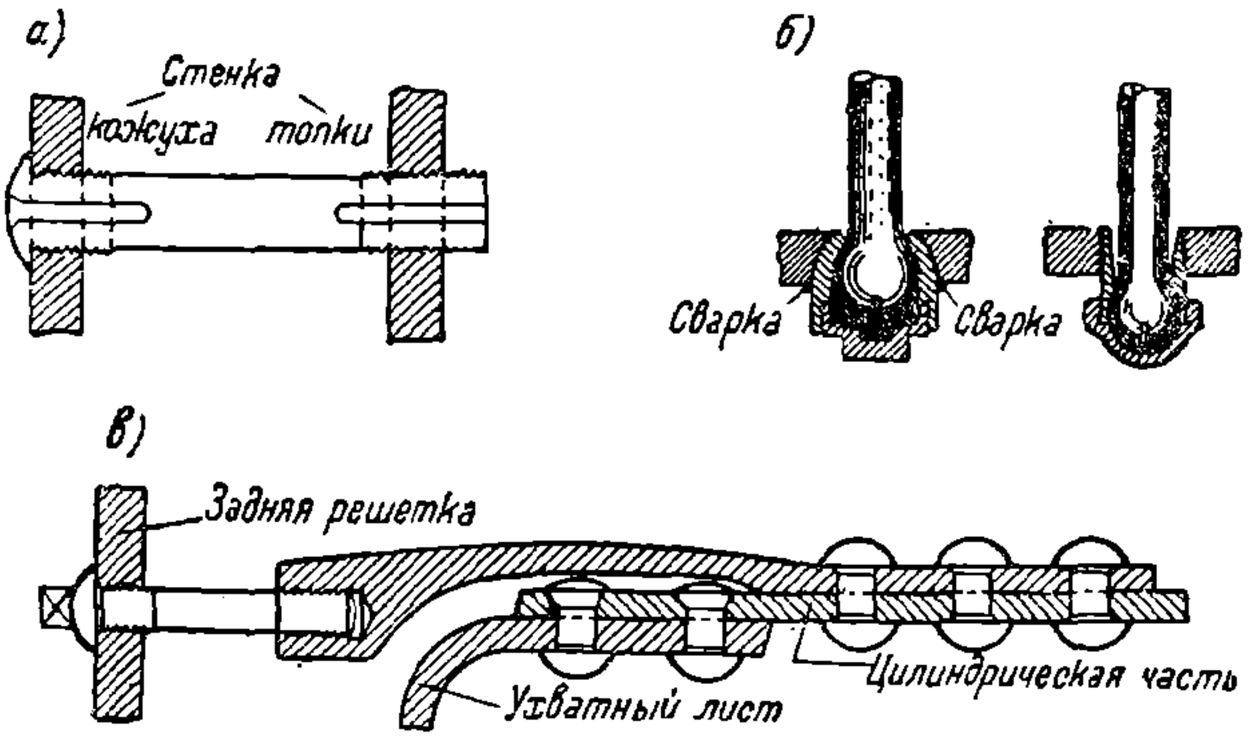


Рис. 106. Связи.

Что же касается самих труб, то в паровозах промышленного транспорта, работающих на насыщенном паре, все трубы дымогарные и имеют по этой причине одинаковые размеры; в тех же паровозах, которые работают на перегретом паре, должны иметься трубы большего диаметра, так называемые жаровые трубы, служащие для помещения в них элементов пароперегревателя. Эта разница в диаметрах очень наглядно представлена на рис. 105.

Для того чтобы получить пар по возможности сухим и лишенным капелек воды даже при применении насыщенного пара, забор пара из котла осуществляется в особом резервуаре-сухопарнике, расположенном наверху, на одном из барабанов, благодаря чему и достигается указанная цель и увеличивается паровое пространство котла.

НБ УГЛТ (СПТ)

В сухопарнике поэтому и располагается головка паропровода, ведущего пар в машину; головка снабжена специальным затвором (регулятором), привод которого производится из будки машиниста.

Этот паропровод, идя из сухопарника, проходит через дымовую коробку, которой мы сейчас и займемся.

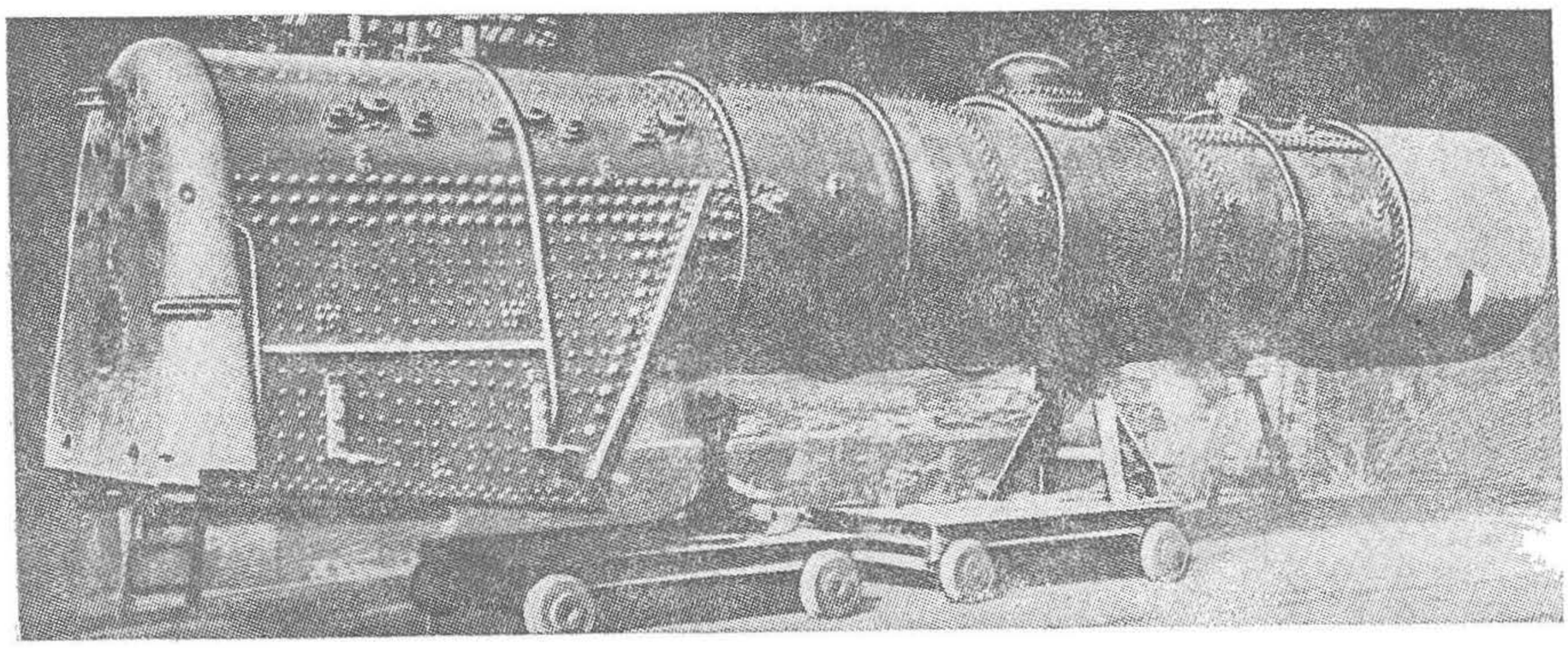


Рис. 107. Общий вид паровозного котла.

Дымовая коробка представляет по своей конструкции наиболее простую часть котла, так как и условия ее работы значительно легче. На рис. 109 изображена дымовая коробка паровоза, где можно видеть и то, что в ней расположено. В верхней части ее имеется отверстие для дымовой трубы паровоза. По своим размерам дымовая труба паровоза не может дать требуемой для современных паровозных котлов тяги естественным способом, поэтому для того, чтобы реализовать возможно бо́льшую тягу воздуха в топке, создают необходимое для этого разрежение в дымовой коробке, выпуская туда отработанный пар из машины через особую насадку конической формы,



Рис. 108. Дымогарная труба.

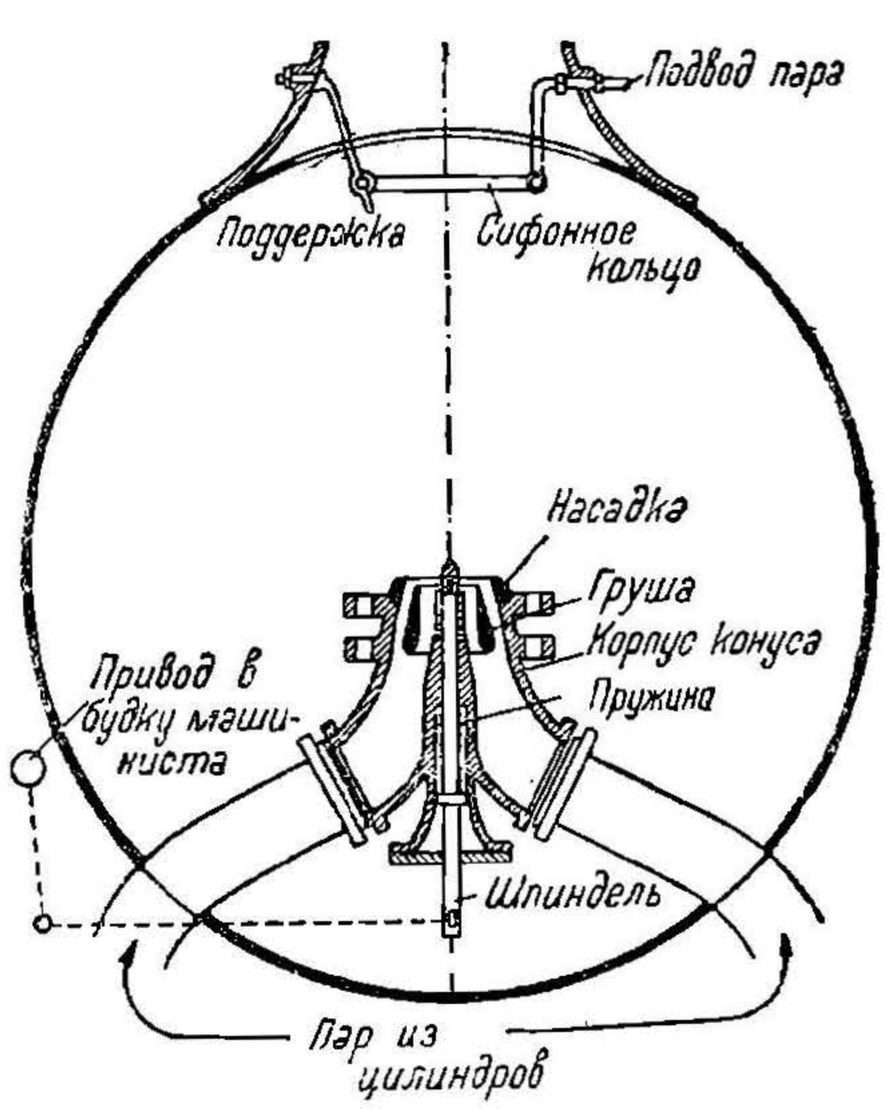


Рис. 109. Конус и сифон.

расположенную на оси дымовой трубы. Отработанный пар, выходя с большой скоростью из этой насадки, называемой конусом, увлекает за собою воздух, содержащийся в дымовой коробке, тем самым понижая в ней давление. Это заставляет окружающий атмосферный воздух энергично входить в огневую коробку через поддувало и колосник и достичь этим требуемого эффекта.

В паровозах с перегретым паром пар из сухопарника не направляется прямо в машину, а поступает в пароперегреватель, обыкновенно представляющий собой систему сравнительно небольшого диаметра трубок, называемых „элементами пароперегревателя“; они входят в жаровые трубы и соединяются

НВ УДУНТ (ДГТУ)

в особые коробки, называемые коллектором. Этот коллектор также находится в большинстве случаев в дымовой коробке.

В дымовой коробке, кроме указанных приспособлений и устройств, находится еще и сифон, представляющий собою трубку, свернутую в кольцо и вставленную горизонтально внизу дымовой трубы. Трубка эта соединяется с паровым пространством котла, и так как в верхней части сифона находятся отверстия, то если мы впустим в него пар из котла, то он, выходя из сифона, будет высасывать воздух из дымовой коробки, независимо от работы конуса. Делается это затем, чтобы в периоды прекращения работы конуса, вследствие прекращения доступа пара в машину, иметь возможность усилить тягу в котле (например на стоянках и т. п.).

Кроме трех кратко рассмотренных нами главнейших частей паровозного котла, каждый паровозный котел еще имеет так называемые гарнитуру и арматуру котла.

Под термином гарнитура котла понимается целый ряд необходимых для эксплоатации котла приспособлений, как-то: топочные дверцы, топочный свод, колосниковые балки, промывательные люки, лазы для осмотра внутренних частей котла, спускные краны, пробки для очистки котла от накипи скребками. Назначение этих элементов гарнитуры понятно само собою из самих наименований их и по этой причине в особых пояснениях не нуждается.

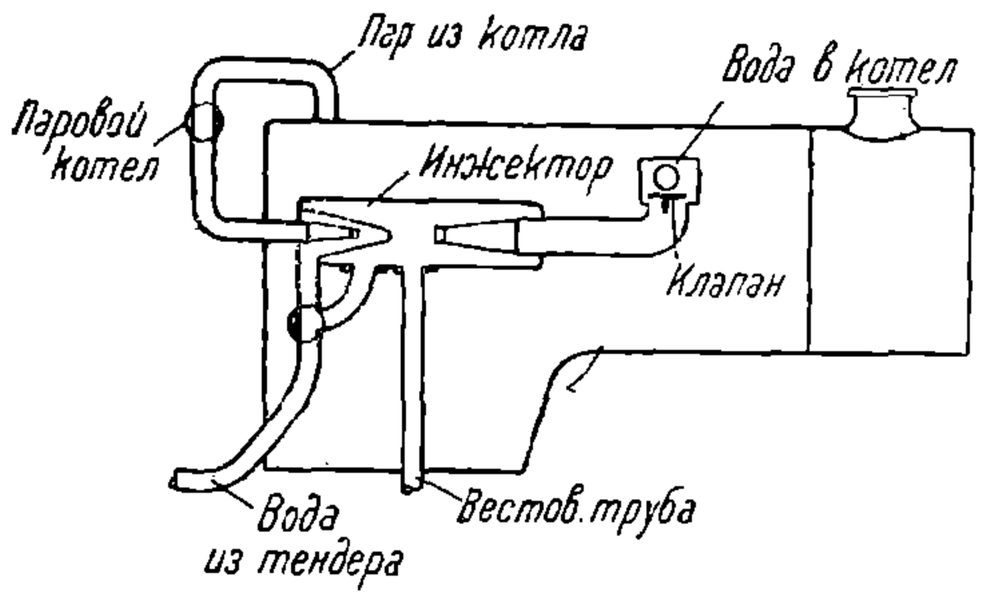


Рис. 110. Схема всасывающего инжектора.

Перейдем теперь к рассмотрению арматуры паровозного котла, которая состоит из:

1) инжекторов (обычно двух-трех), т. е. приборов, служащих для питания котла водою;

2) приборов, служащих для наблюдения за уровнем воды в котле: водомерных стекол и водопробных кранов;

3) приборов, служащих для наблюдения за давлением пара в котле (манометры) и автоматически предохраняющих котел от чрезмерного повышения давления, — предохранительных клапанов;

4) сигнальных приборов — свисток.

Питание котла водою происходит посредством чрезвычайно остроумного по идее прибора, изобретенного еще в шестидесятых годах инж. Жиффаром и именуемого впрыскивателем или инжектором (рис. 110). Устройство инжектора заключается, как видно из этой схемы, в том, что в цилиндрическую трубку вставлены три конуса, причем два из них вставлены один в другой, а третий направлен в противоположную сторону. Левый первый конус соединен с паровым котлом трубкой с вентилем, третий, правый, конус соединен трубкой также с паровым котлом посредством специального клапана, открывающегося только в сторону котла; второй же конец соединен трубой с водяным баком тендера. Цилиндрическая трубка в свою очередь соединена с атмосферой так называемой вестовой трубой и с водяной трубкой из тендера через специальный вентиль.

На первый взгляд действие инжектора чрезвычайно парадоксально, и в свое время весьма авторитетные ученые отвергли предложенный Жиффаром самый принцип работы инжектора, так как действительно создать давлением пара из котла возможность входа воды в котел того же давления было как будто нереальной задачей. На самом деле, конечно, одними принципами гидростатики объяснить сущность работы этого интереснейшего прибора невозможно, и только с помощью термодинамики возможно разобраться в теоретической стороне вопроса. Засасывание воды в самый инжектор объясняется довольно просто, а именно: пар, пущенный в оба конуса из паровозного котла, двигаясь

НВ УДУНП (ДИТ)

с большой скоростью, создает разрежение в инжекторе, благодаря чему и гонится вода из тендерного бака атмосферным давлением. Несколько сложнее обстоит дело с того момента, когда инжектор уже засосал воду, о чем дает указание вестовая труба, из которой и будет течь вода, а не пар. При соприкосновении же холодной воды с паром последний охлаждается, освобождая так называемую скрытую теплоту парообразования (приблизительно 540 калорий на килограмм). Если бы пар не двигался с чрезвычайно большой скоростью, то это тепло просто шло бы на поднятие температуры воды, засосанной в инжектор, но истечение пара из конической насадки на самом деле происходит со скоростью сотен метров в секунду, вследствие чего лишь незначительное количество скрытой теплоты парообразования идет на подогрев воды; остальная же часть превращается в механическую энергию, которая на протяжении последнего, третьего конуса переходит из энергии кинетической в энергию давления (потенциальную), давая возможность воде проникнуть внутрь котла, преодолев его давление.

Представляя таким образом то, что можно было бы назвать „трансформатором давления", инжектор не делает этой операции бесплатно — он совершает ее, поглощая известное и довольно значительное количество энергии, так как коэфициент полезного действия его около 1—5%. Из вышеописанной схемы явлений, происходящих в инжекторе, явствует, что, во-первых, инжектор не будет работать воздухом того же давления и температуры, что и пар в котле и, во-вторых, что инжектор, работающий паром, не будет закачивать горячей воды. Практика, действительно, подтверждает эти выводы, что можно видеть из таблицы 39, показывающей уменьшение производительности инжектора с увеличением температуры питательной воды.

ТАБЛИЦА 39.

Температура воды, поступающей в инжектор . . . °C	10,0	16	21	27	32	38	44	49	52	54
Понижения производительности инжектора %	0	1,5	3,0	5,0	7,5	10,5	13,5	19,5	24,0	100

Инжекторы, применяемые на современных паровозах промышленного транспорта, можно разделить на: всасывающие, нагнетательные и работающие мятым (отработанным) паром по принципу фирмы Дэвис и Меткальф.

Манометры, т. е. приборы для наблюдения за давлением пара, укрепляются на лобовом листе и являются лишь приборами контроля; предохранить же котел от превышения давления они не могут. Эту задачу разрешают предохранительные клапаны либо простейшего устройства — весовые (рис. 111), либо более совершенные — пружинные (например, по типу клапана „Альфа"), которые не имеют недостатков клапанов первого рода, как-то: унос воды, возможность значительного превышения давления в котле, в то время как клапан еще не открылся полностью, и т. д.

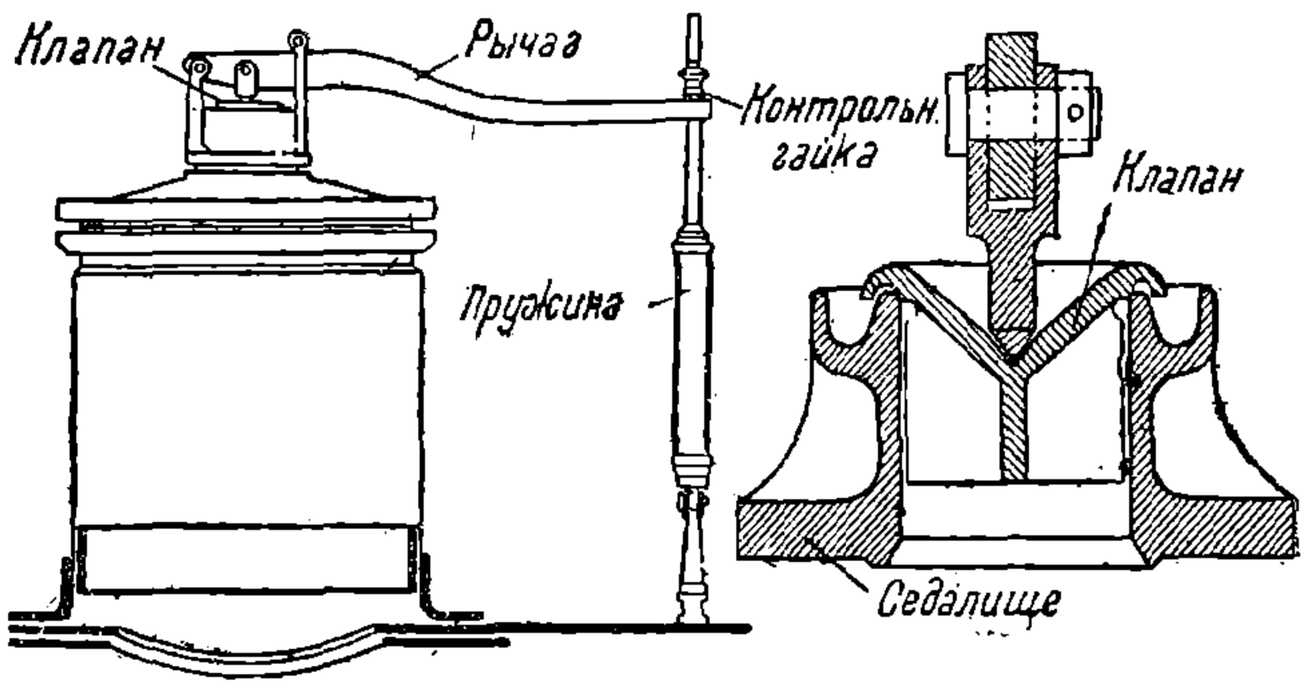


Рис. 111. Предохранительный клапан.

Чрезвычайно ответственную задачу выполняют приборы наблюдения и контроля за уровнем воды в котле, так как падение этого уровня может привести к пережогу, покоробление или даже излому нёба топки с чрезвычайно тяжелыми

НЕ УДУНТ (ДИТ)

последствиями, вплоть до взрыва самого котла. Идея водомерного стекла основана на принципе сообщающихся сосудов, а водопробных кранов и того проще, так как смотря по тому, что выходит из такого крана — пар или вода, можно составить себе представление о том уровне, на котором находится вода в котле.

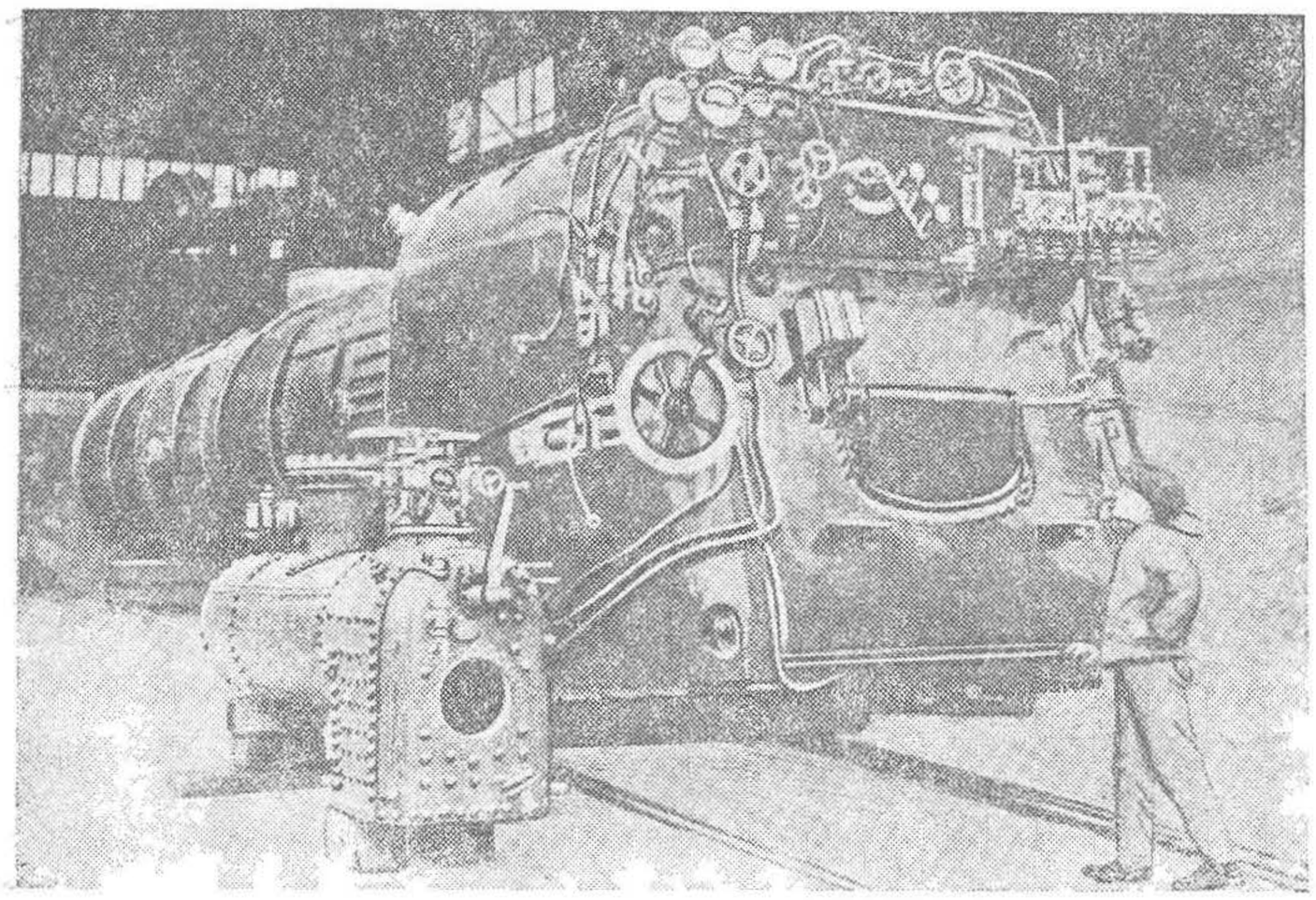


Рис. 112. Котлы мощного и узкоколейного паровоза.

Какое количество аппаратуры имеет современный паровоз можно видеть из рис. 112, где изображены стоящие рядом котлы мощного и узкоколейного паровозов.

§ 16. Некоторые теоретические соотношения в паровозном котле.

Рассмотрев и уяснив себе главнейшие конструктивные элементы паровозного котла, мы перейдем здесь к анализу некоторых теоретических соотношений и величин расчетного порядка.

Назовем площадь колосниковой решетки через R квадратных метров, испаряющую поверхность нагрева котла через H квадратных метров; полное количество пара, снятое с этой поверхности нагрева в течение одного часа, через B килограммов и количество топлива, сожженного на колосниковой решетке за то же время, через C_r килограммов.

Перейдем от этих абсолютных чисел, мало или, вернее, совсем не характерных, к относительным. Для этого разделим величину B на H и назовем полученное частное форсировкой, т. е. тем количеством килограммов пара, которое снимается с котла в течение одного часа, обозначив эту величину через z.

Иначе говоря:

$$z = \frac{B}{H}.$$

Если мы разделим теперь количество топлива, сожженного на R площади колосниковой решетки за то же время, то получим частное в виде так называемой интенсивности горения y, т. е. того количества топлива, которое сжигается на одном квадратном метре площади колосниковой решетки за один час.

Величина эта равна:

$$y = \frac{C_r}{R}.$$

Назовем через λ теплосодержание пара, т. е. число калорий, содержащихся в 1 *кг* пара данного давления и температуры, а через K теплотворную способность топлива, также в калориях на килограмм. Тогда очевидно, что отношение полезно отданного паровозным котлом тепла к теплу, поглощенному им в виде топлива, сожженного в его топке, будет не что иное как коэфициент полезного действия котла, который мы обозначим символом $\eta_к$. Очевидно также, что существует связь между приведенными выше величинами, а именно, что к. п. д. котла равен:

$$\eta_к = \frac{H \cdot \lambda \cdot z}{R \cdot K \ y}. \qquad (11)$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

С другой стороны, к. п. д. котла можно представить и в несколько ином виде, а именно как отношение использованной теплоты к теплоте использованной плюс потери в процессе работы котла. Полагая величину использованного тепла прямо пропорциональной поверхности нагрева, т. е. равной $H\alpha$, а потерянного — прямо пропорциональной количеству сожженного топлива, т. е. $yR\alpha_1'$, мы можем выразить к. п. д. котла:

$$\eta_к = \frac{H\alpha}{H\alpha + yR\alpha'}. \tag{12}$$

Приравнивая найденные нами значения к. п. д., мы получим:

$$\frac{H \cdot \lambda \cdot z}{R \cdot K \cdot y} = \frac{H\alpha}{H\alpha + yR\alpha'}, \tag{13}$$

откуда после некоторых элементарных алгебраических преобразований получим выражение для форсировки z:

$$z = \frac{y\,\frac{K}{\lambda}}{\frac{H}{R} + Ay}, \tag{14}$$

если через A мы выразим отношение α'/α. Специальные исследования и опыты показали, что величина A не зависит от типов и размеров котлов, а только от рода топлива и обстоятельств горения (приток воздуха и, в меньшей степени интенсивность горения). Для данного типа паровоза очевидно, что и отношение H/R также будет известно и постоянно, равно как и отношение K/λ для данного топлива и пара определенного теплосодержания. Поэтому, считая для каждого данного частного случая указанные величины постоянными, можно величину форсировки выразить в виде такой характерной зависимости:

$$z = \frac{y}{b + cy}. \tag{15}$$

Зависимость эта изображена на рис. 113,*а* в виде кривых $z = \varphi(y)$, которые имеют весьма типичное очертание, показывающее, что по достижении известного значения y форсировка котла весьма слабо зависит от интенсивности горения.

Кроме того, подставив найденную зависимость для z в выражение (11) для к. п. д., можно также убедиться, что к. п. д. котла является при данных $H \cdot R\lambda K$ однозначной функцией от y — интенсивности горения. Весьма характерные формы этой кривой приведены на рис. 113,*б*, где изображена эта зависимость.

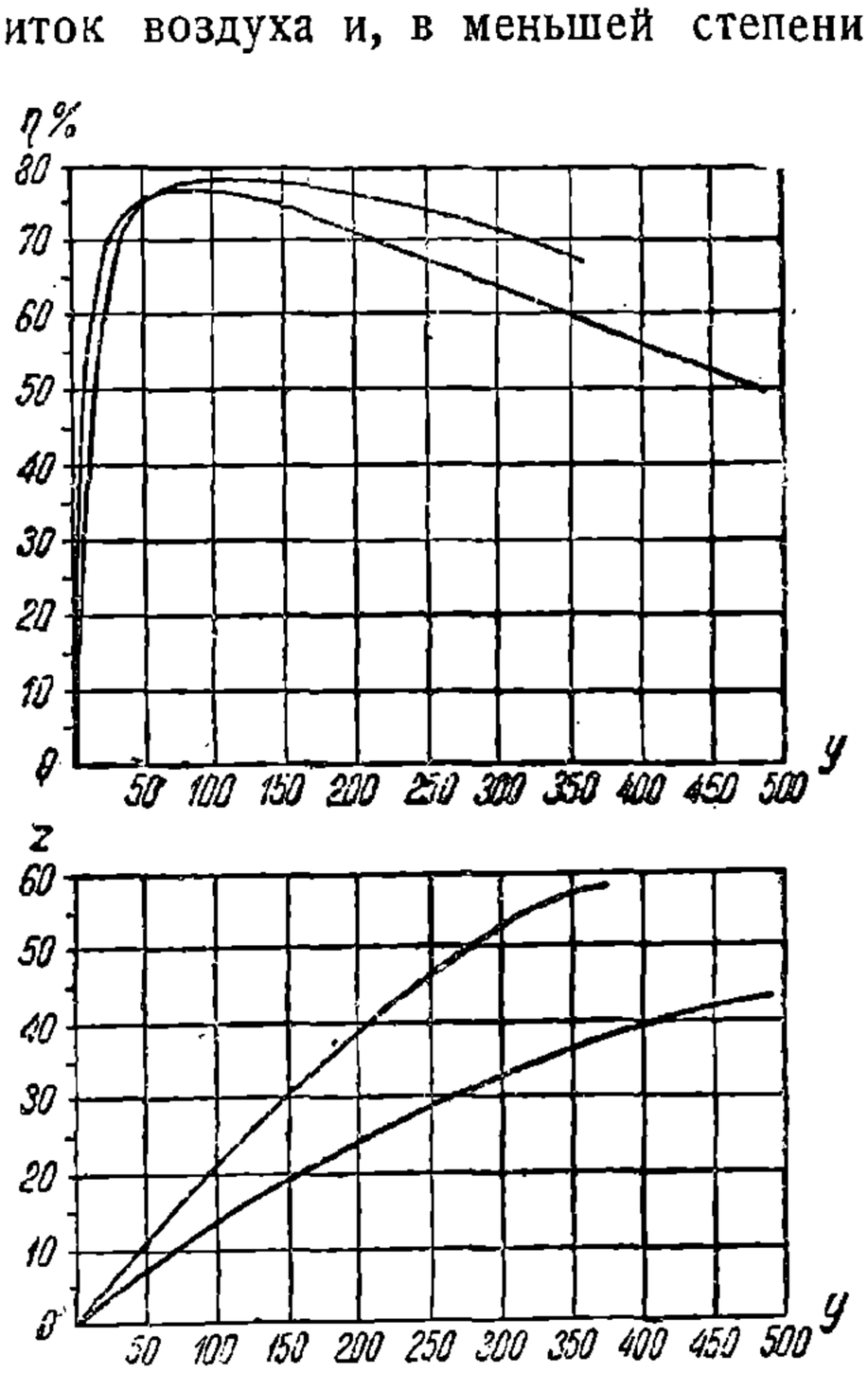


Рис. 113. Кривые $z = \varphi(y)$ и $\eta = \varphi(y)$.

Коэфициенты полезного действия паровозных котлов, несмотря на большую разницу в размерах котлов, не особенно сильно разнятся по своим численным значениям при одинаковых z, λ, y, K. Поэтому если левая часть равенства (11) меняется очень мало, то естественно ожидать, что и правая часть этого выра-

НБ УГЛТУ (ДГТ)

жения будет иметь колебания того же порядка. Это показывает, что соотношение H/R, вообще говоря, — величина, характерная для паровозных паровых котлов и не может особенно сильно колебаться. Действительно, как показывают многочисленные примеры, отношение H/R меняется в границах от 50 до 65.

§ 17. Ограничение силы тяги по котлу.

Выше мы рассмотрели природу зависимости форсировки (или интенсивности парообразования) котла от интенсивности горения и убедились в том, что эти величины связаны между собою вполне определенной зависимостью.

Для анализа работы самого котла эта зависимость имеет весьма существенное значение, однако для тяговых целей необходимо найти такую зависимость, которая позволяла бы определить влияние форсировки на интересующие нас тяговые параметры.

Получить эту зависимость нетрудно из рассмотрения парового баланса котла и паровой машины паровоза.

Предположим, что нам известно количество пара, потребленное паровой машиной паровоза за какой-либо промежуток времени, например за час. При поддержании форсировки котла постоянной в течение данного периода это количество пара будет равно:

$$B_m = H \cdot z_m; \tag{16}$$

с другой стороны, если обозначить через N мощность, развиваемую паровозом на ободе колес, и через u_m удельный расход пара машиной в килограммах на лошадиную силу-час, то, очевидно, что за тот же промежуток времени будет иметь место следующее равенство:

$$z_m \cdot H = u_m \cdot N.$$

Если же вспомнить выведенное ранее выражение для мощности через тяговые величины, то легко получить после простейших алгебраических преобразований, что сила тяги:

$$F_к = \frac{z_m \cdot H}{u_m} \cdot \frac{1}{v}.$$

Найденное выражение показывает, что при поддержании постоянной поверхности нагрева и форсировки

$$z_m \approx \text{const}$$

сила тяги будет тем больше, чем меньше удельный расход пара машиной на 1 *ЛС-ч* и чем меньше скорость. Заметим, что если бы удельный расход пара машиной был величиной постоянной (т. е. не зависел от скорости), то в этом случае при сохранении интенсивности парообразования постоянной выражение для силы тяги получило бы вид:

$$F = \frac{\text{const}}{v},$$

т. е. выражалось бы равнобокой гиперболой. Однако, если обратиться к результатам экспериментального исследования этого вопроса, то, как показывают кривые рис. 114,*а*, удельный расход пара на 1 *ЛС-ч* является величиной переменной, причем как при малых, так и при больших скоростях эта величина имеет довольно большие значения. Кривые эти ясно показывают, что зависимость u от v имеет минимум, что соответствует наименьшему удельному расходу пара и с узкотермической точки зрения — наивыгоднейшему режиму работы паровой машины

УП ЦБ УИИТ (ДИИТ)

паровоза. Следует, однако, заметить, что этот наивыгоднейший, с точки зрения теплотехнической, режим вовсе не является наивыгоднейшим с точки зрения тяговой и эксплоатационной, так как при более широком взгляде на вещи безусловно выгоднее иногда затратить несколько большее количество пара и, следовательно, топлива, чтобы вывести на тяжелом подъеме состав, который в противном случае пришлось бы уменьшить из-за недостаточности тяговых средств.

С чисто теоретической точки зрения U-образная форма рассматриваемых кривых важна тем, что она оказывает определенное влияние на форму и вид кривой $F = \varphi(v)$ при $z_m = \text{const}$, заставляя последнюю отклоняться от гиперболы равной мощности тем больше, чем сильнее разнится данное значение удельного расхода пара машиной от своего минимального.

На основании вышеизложенного легко сообразить, что кривая $F_к = \varphi(v)$ реального паровоза в общем всегда положе гиперболы равной мощности, проведенной через точку, соответствующую минимальному значению u_m, что показано на рис. 114.

Следующее весьма важное значение анализа полученной нами зависимости заключается в том, что увеличение форсировки выгодно сказывается на тяговых свойствах паровоза, так как из данной формулы видно, что увеличение рабочего значения Z_m при прочих равных условиях приводит к увеличению силы тяги или, при той же самой силе тяги, к повышению скорости — факторам, которые были использованы нашими машинистами-кривоносовцами-стахановцами на железнодорожном транспорте.

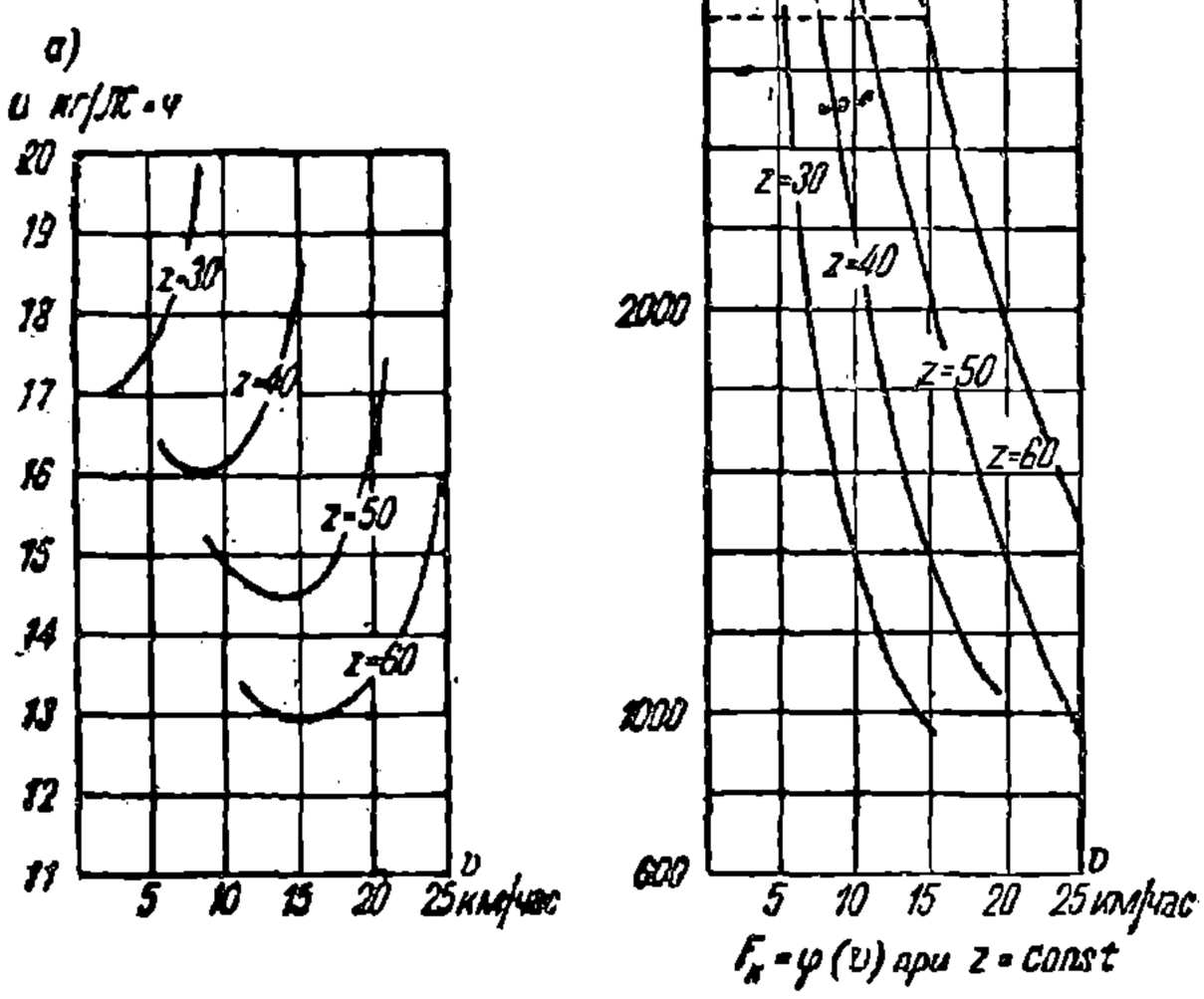


Рис. 114. Кривые $u = f(v)$ и $F_{ус} = f(v)$ для $z = \text{const}$.

Рис. 114,*б* показывает, что при различных форсировках мы получаем семейство кривых сил тяги, располагающихся указанным образом.

Само собою разумеется, что смысл ограничения силы тяги по котлу заключается в том, что зависимость эта показывает нам, как должна изменяться сила тяги от скорости, чтобы машина при любой скорости в каждый данный момент потребляла столько же пара, сколько его производит котел паровоза.

Мыслим, однако, такой случай, когда (в течение, правда, весьма непродолжительного промежутка времени) расход пара машиной может быть несколько больше даваемого котлом. Это возможно только за счет понижения уровня воды в котле, что, само собой, не рекомендуется из-за соображений безопасности применять в качестве регулярной эксплоатационной меры, а разве только в тех случаях, когда, вслед за таким кратковременным периодом использования теплового запаса котла сейчас же следует элемент профиля, который проходится с закрытым регулятором, что дает возможность котлу компенсировать этот ненормальный режим.

В этом и заключается сущность ограничения силы тяги по котлу, но это ограничение не единственное для паровоза, существует еще ограничение по машине, которое также очень важно для практических целей, но к изучению этого ограничения можно приступить после ознакомления с принципом устройства паровой машины паровоза.

НБ УГЛТ (ДГТ)

§ 18. Общие понятия об устройстве паровой машины паровоза.

В паровой машине паровоза совершается процесс преобразования тепловой энергии пара в механическую энергию, реализуемую в виде силы тяги на окружности сцепных колес паровоза при некотором вращении их.

Паровая машина паровоза состоит из паровых цилиндров, поршней, движущихся внутри цилиндров, и связанного с каждым поршнем шатунно-кривошипного механизма, приводящего во вращение ведущую ось паровоза. Правильное действие паровой машины требует еще устройства для периодического впуска пара в цилиндры, для изменения условий расширения пара, для прекращения или возобновления действия пара в цилиндре, т. е., иначе говоря, для целесообразного управления процессом поступления пара в цилиндр и выпуска его оттуда. Этот последний процесс осуществляется парораспределительным механизмом.

В свою очередь парораспределительный механизм состоит из внутренних и внешних органов парораспределения. Под внутренними органами парораспределения мы будем понимать те из них, которые непосредственно примыкают к паровому цилиндру, обеспечивая впуск свежего пара и выпуск наружу отработанного пара. Под внешними же органами парораспределения мы будем понимать приводной механизм, необходимый для приведения в действие внутренних органов парораспределения.

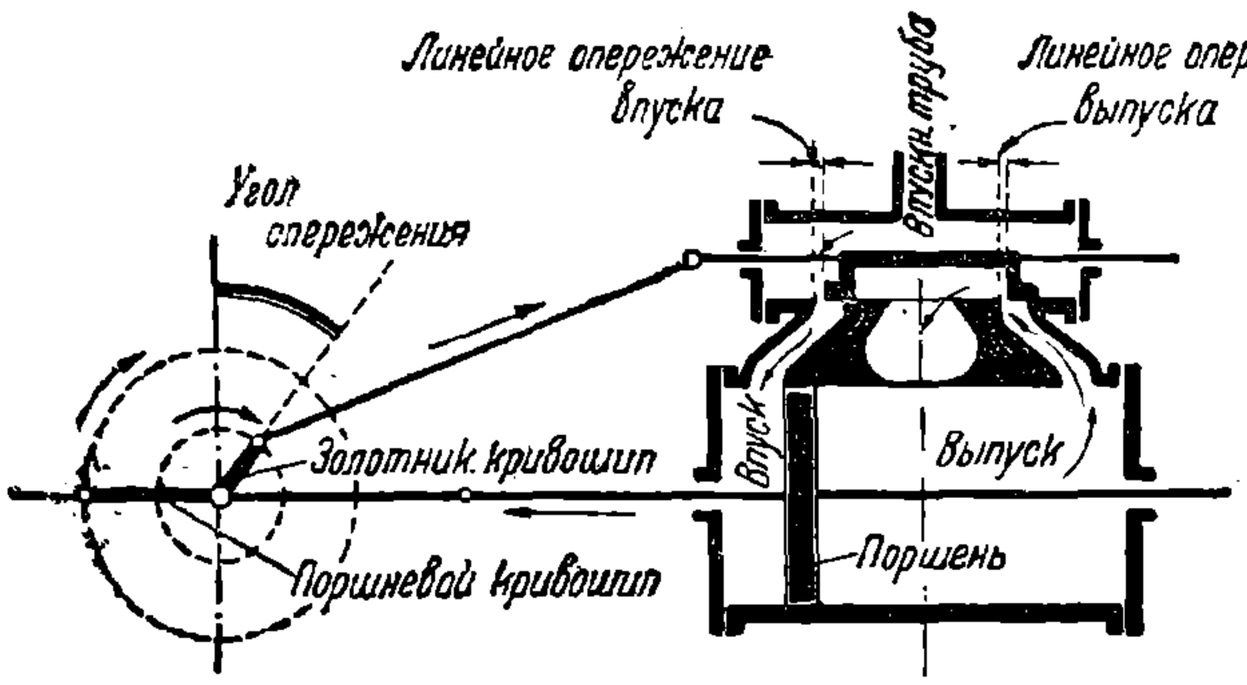


Рис. 115. Схема паровозной паровой машины.

Для того чтобы отдать себе отчет об условиях работы отдельных частей паровой машины паровоза, мы разберем простейшую схему устройства ее на рис. 115.

Как видно из этого рисунка, поршень, движущийся внутри цилиндра, укреплен на специальном стержне, так называемом поршневом штоке. Этот последний специальным шарниром, так называемым крейцкопфом, сочленяется с первым звеном движущего механизма — поршневым дышлом или шатуном. Шатун другим своим концом (головкой) надет на палец кривошипа, неподвижно заклиненного на колесном центре одной из сцепных осей паровоза, называемой поэтому ведущей (движущей) осью. Таким образом, возвратно-поступательное движение поршня внутри цилиндра превращается во вращательное движение пальца кривошипа, а следовательно и колеса. При этом за один оборот колеса поршень сделает два хода внутри цилиндра.

Геометрически ясно, что ход поршня должен быть равен диаметру круга, описываемого центром кривошипа. А также само собой понятно, что длина цилиндра должна быть несколько больше хода поршня. Практически длина цилиндра всегда больше длины хода поршня на толщину поршня, а кроме того между поршнем и крышкой цилиндра всегда существует некоторое расстояние, называемое вредным пространством, — это то пространство, которое остается между крышкой цилиндра и поршнем, находящимся в одном из своих крайних положений. Наличие вредного пространства необходимо для того, чтобы поршень не мог удариться о крышку, и для создания некоторой паровой „подушки".

Перейдем теперь к рассмотрению задач и целей парораспределения.

Как уже было выше сказано, задачей парораспределения является периодический впуск и выпуск пара в цилиндр.

НВ УДУТ (ДИТ)

Эта операция осуществляется внутренними органами парораспределения, состоящими из так называемого золотникового устройства. (На рис. 116 изображена схема простейшего золотника в различных положениях.)

Золотники могут быть разбиты на два класса: плоские и круглые, или цилиндрические. Мы разберем сначала простейший случай применения плоских золотников.

Плоский золотник представляет собой коробку, лишенную одной из крышек и передвигающуюся по так называемому золотниковому зеркалу (рис. 116,*а*), составляющему основание золотниковой коробки, отлитой в одно целое с паровым цилиндром; в этой коробке золотник и помещается.

Золотниковое зеркало имеет три щелевых расположенных рядом отверстия, причем среднее сообщается с выхлопным каналом. Два крайних, как видно из схемы, сообщаются с внутренностью парового цилиндра. Таким образом среднее отверстие служит для выпуска наружу отработанного в цилиндре пара; крайние же служат для сообщения внутренности золотниковой коробки с внутренностью цилиндра, — следовательно, служат для впуска свежего пара в цилиндр.

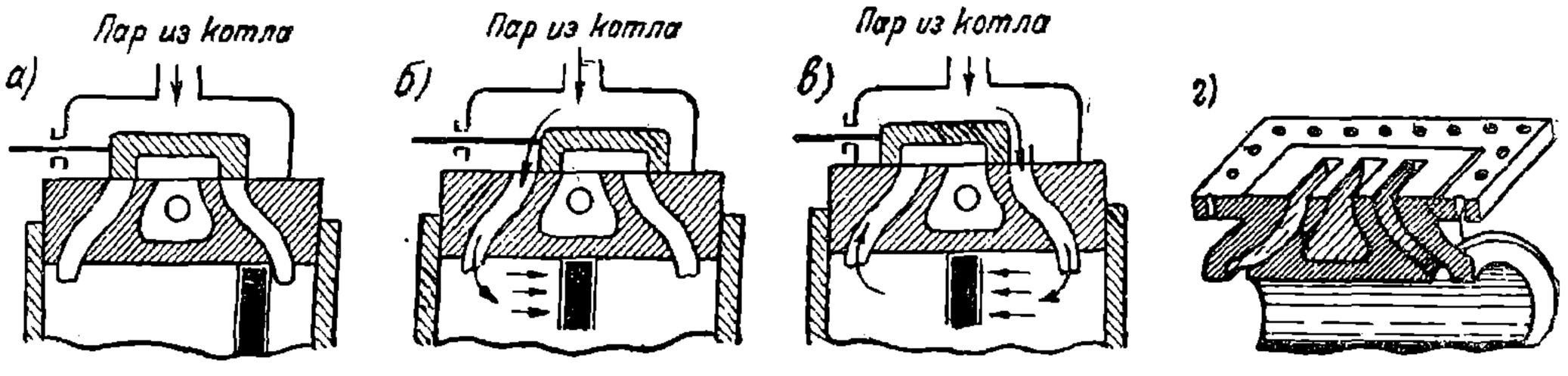


Рис. 116. Схема простейшего плоского золотника.

Золотниковая коробка соединена специальной трубой с паровым котлом и получает свежий пар через регулятор, который уже рассматривался нами выше.

Как видно из схемы простейшего золотникового парораспределения, различное положение золотника по отношению к щелям приводит к тому, что при своем движении золотник соединяет попеременно полости цилиндра с выхлопным отверстием (см. положение *б* на рис. 116), то с правой, то с левой щелью, служащей для впуска пара в цилиндр. Таким образом, процесс впуска пара в цилиндр всецело зависит от характера движения золотника, что и приводит к своеобразному сочетанию обоих движений: движения золотника по золотниковому зеркалу и движения поршня в цилиндре.

Оба эти элемента имеют существенную аналогию в характере своих движений. Разница заключается только в том, что когда поршень займет одно из своих крайних положений (будет находиться в так называемой мертвой точке), тогда золотник должен перекрыть оба паровых канала — выпускных отверстия и, следовательно, будет находиться на середине своего пути. Таким образом, крайнему положению поршня будет соответствовать среднее положение золотника, и, наоборот, среднему положению поршня будет соответствовать крайнее положение золотника. Это приводит к тому, что поршневой и золотниковый механизмы, приводящие в действие соответственные элементы, должны иметь некоторую разность фаз. Если, например, привод золотника осуществлялся бы таким же кривошипным механизмом, как и поршня, то золотниковый кривошип должен был бы быть насажен под прямым углом к поршневому кривошипу.

Как выше уже было указано, задачей парораспределения является периодический впуск и выпуск пара. Задача эта осложняется некоторыми явлениями, на которых необходимо остановиться.

Во-первых, во избежание неспокойного хода паровой машины необходимо осуществлять так называемое предварение впуска пара.

Во-вторых, в виду невозможности моментально выпустить из цилиндра весь скопившийся пар необходимо начать выпускать этот пар, открывая выпускное

НБ УДУНТ (ДИТ)

окно золотниковой коробки несколько раньше, чтобы не создавать значительного противодавления на нерабочей стороне поршня.

Таким образом, для достижения более спокойной и легкой работы паровозной машины золотниковый кривошип необходимо насадить не под прямым углом к основному кривошипу, а под тупым углом, что приведет к тому, что движение золотника будет несколько опережать движение поршня. На рис. 115 видно происхождение этого явления, заключающегося в том, что угол, составляемый золотниковым и поршневым кривошипом, — тупой. Благодаря наличию этого угла опережения золотник всегда будет сдвинут вперед на некоторую величину, называемую линейным опережением впуска, или, иначе, предварением впуска. Это обусловливает не только более раннее открытие канала для впуска пара, но и более раннее открытие окна для выпуска пара.

Однако обеспечение паровозной паровой машины таким простейшим парораспределительным механизмом недостаточно. Это устройство хотя и простое, но оно чрезвычайно неэкономично, так как не трудно сообразить, что впуск свежего пара в цилиндр будет происходить на протяжении всего хода поршня и машина будет работать без расширения пара в цилиндре, что приведет к тому, что мы будем выпускать пар из цилиндра почти при полном котловом давлении; следовательно, мы используем энергию пара в самой незначительной степени, так как не воспользовались упругостью пара, т. е. его способностью увеличивать свой объем при понижении давления. Особенность пара при расширении давать работу указанным устройствам не используется, и, для того чтобы воспользоваться этой особенностью, необходимо осуществить некоторые принципиальные изменения в работе простейшего золотника.

Очевидно, что для достижения возможности расширения пара необходимо осуществить впуск пара не в течение всего хода поршня, а в течение некоторой доли его, т. е. прекратить впуск пара значительно раньше, чем поршень пройдет свой ход из конца в конец. Это прекращение впуска пара на некоторой части хода поршня носит название отсечки. Другими словами, отсечкой называется отношение длины хода поршня, в продолжение которого в цилиндр впускается свежий пар, ко всей длине хода поршня. Отношение это характеризует степень расширения пара.

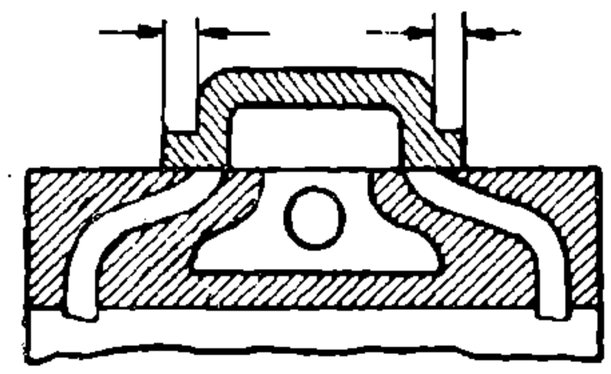


Рис. 117. Перекрыша.

Но для осуществления работы с отсечкой золотник должен иметь несколько другую форму. Очевидно, необходимо достичь того, чтобы пар, впущенный в цилиндр, довольно продолжительное время оказывался запертым в цилиндре. Этого, вообще говоря, можно было бы достигнуть либо остановив золотник в положении, когда он закрывает паровпускное отверстие (что, очевидно, по конструктивным соображениям невозможно), либо увеличив ширину опорных полей золотника так, чтобы они перекрывали собой паровпускные отверстия золотникового зеркала. Практически это и имеет место, так как золотнику придают особые наделки, изображенные на рис. 117, позволяющие производить отсечку. Наделки эти, или выпуски, носят название перекрыши впуска.

Очевидно, что чем больше перекрыша впуска, тем раньше закрывается окно и происходит отсечка пара, и следовательно, тем бóльшую часть хода поршня пар будет расширяться.

Картина изменения давления пара в зависимости от хода поршня получается весьма наглядной при рассмотрении так называемых индикаторных диаграмм, изображенных на рис. 118.

Простейшая индикаторная диаграмма при работе пара без расширения изображается в виде прямоугольника (см. рис. 118,*а*). Диаграмма при наличии отсечки изображена на рис. 118,*б*.

Из сравнения этих диаграмм на первый взгляд напрашивается заключение, что введение отсечки, т. е. использование принципа расширения пара, несколько

НБ УДУНТ (ДИТ)

уменьшает полезную работу пара внутри цилиндра. Это так на самом деле и бывает. При наличии использования расширения пара машина действительно оказывается менее мощной, чем при впуске пара на всем протяжении хода поршня. Но, как показывают некоторые термодинамические расчеты, уменьшение мощности машины за счет расширения пара внутри цилиндра приводит к значительно более экономному расходованию пара,— расход пара на единицу работы, скажем, на лошадиную силу-час, при использовании принципа расширения пара падает, в чем и заключается определенная выгода указанного выше устройства.

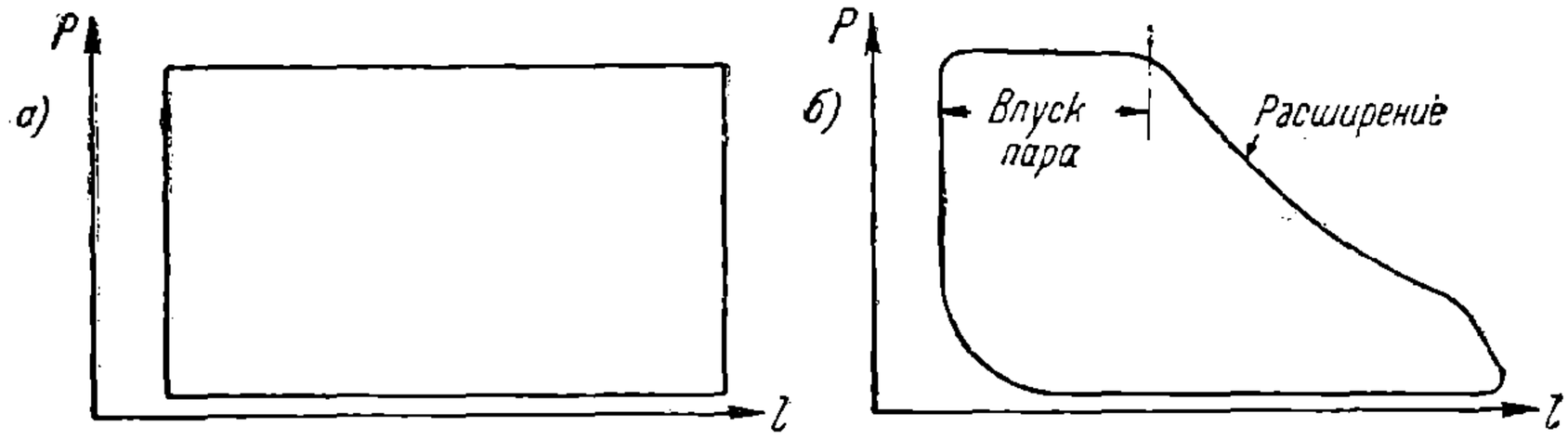


Рис. 118. Кривые $p = f(l)$ (индикаторные диаграммы).

Простейший коробчатый плоский золотник совершает внутри золотниковой коробки гармоническое колебательное движение (возвратно-поступательное), благодаря чему в начале хода поршня скорость золотника чрезвычайно мала, паровпускное отверстие открывается незначительно, в то время, как на поршень должно действовать полное давление пара, проходящего через весьма узкую щель, образуемую кромкой окна и кромкой выступа золотника. Между тем как раз в эти моменты нам необходимо возможно интенсивное снабжение паром цилиндра.

Для этого в старых паровозах применялся не простой золотник, а золотник с каналом Трика (см. рис. 119,*а*). Канал Трика, как видно из этого рисунка, предназначается для дополнительного впуска пара в цилиндр в начале хода поршня. Очевидно, что и при небольшом открытии окна с левой стороны, пар может поступать внутрь цилиндра через канал Трика с правой стороны, как это показано стрелкой.

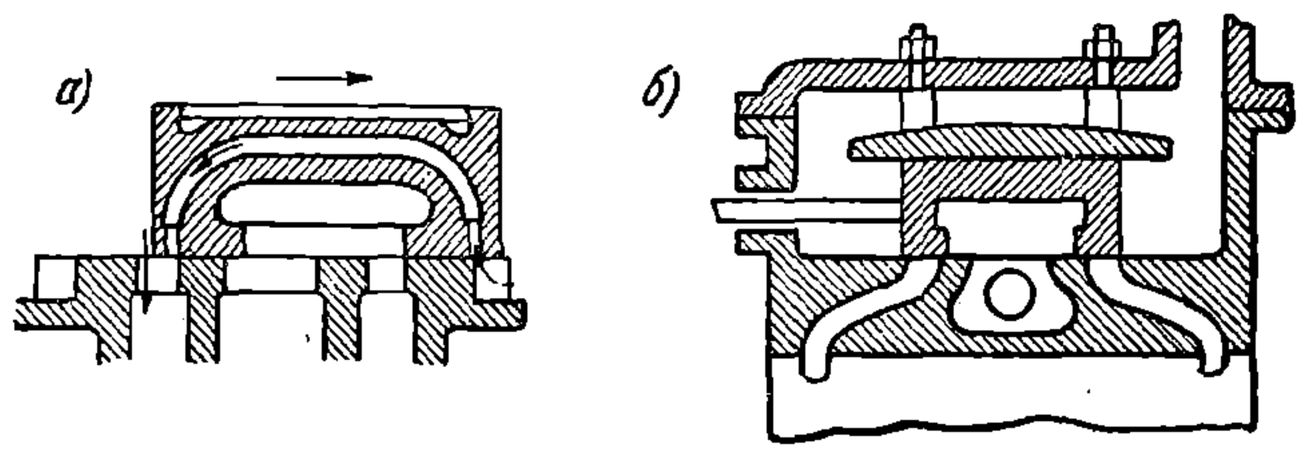


Рис. 119. Золотники с каналами Трика (*а*) и компенсированные (*б*).

Недостатком плоского коробчатого золотника является также довольно большое трение между его опорной поверхностью и золотниковым зеркалом золотниковой коробки. Плоский золотник прижимается к золотниковому лицу с большой силой давлением пара внутри золотниковой коробки. Так как под золотником мы имеем давление, немного большее атмосферного, то это приводит, во-первых, к довольно большим усилиям на передвижение золотника по зеркалу и, во-вторых, к срабатыванию опорных поверхностей золотника и самого золотникового зеркала.

Для избежания этого в прежнее время были широко распространены так называемые компенсированные, или уравновешенные, золотники, схематически показанные на рис. 119,*б*.

Идея уравновешенных золотников заключается в том, что золотник ходит между разгрузочной и компенсаторной плитами и золотниковым зеркалом. Таким образом, давление пара воспринимается этой разгрузочной плитой, жестко прикрепленной к золотниковой коробке, или, иначе говоря, не передается на плоский

НБ УрГУПТ (ДИТ)

золотник, если только не будет зазоров между крышкой золотника и разгрузочной плитой.

Для того чтобы при отсутствии всякого давления золотника на зеркало не получился пропуск пара (что может иметь место при отсутствии давления между указанными соприкасающимися поверхностями), компенсированный золотник должен был бы обладать специальными устройствами для прижатия золотника к золотниковому зеркалу, что обычно осуществляется в виде особых пружин.

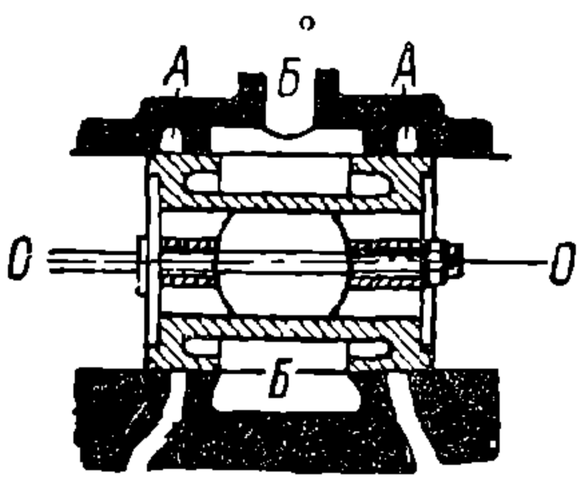


Рис. 120. Цилиндрический золотник.

Однако наиболее удачно решается задача парораспределения не при плоских золотниках, а при совершенно ином типе их — при цилиндрических или круглых золотниках, которые в настоящее время завоевали себе большое распространение.

Получить представление об устройстве и задачах цилиндрических золотников мы можем, если вообразим себе контур обычного плоского золотника и обернем его вокруг некоторой оси *ОО* (см. рис. 120). Тогда золотник получит цилиндрическую форму, а следовательно, и золотниковая коробка, внутри которой должен находиться этот цилиндр, должна получить аналогичную же форму. Вследствие этого все каналы как в золотнике, так и в золотниковой коробке примут кольцевую форму. Таким образом, мы достигаем полной уравновешенности золотника, так как очевидно, что давление внутри золотниковой коробки не будет давать составляющую, прижимающую золотник к поверхности золотниковой коробки, следовательно, цилиндрический золотник — это золотник уравновешенный.

С другой стороны, выигрыш в площади паровпускных отверстий также очевиден, так как эти отверстия выполняются в цилиндрическом золотнике в виде кольцевого канала *АА* и канала *ББ* и, следовательно, могут быть сделаны достаточно большими для того, чтобы впуск пара производился энергично, т. е. выполнялось то же, что и при золотнике с каналом Трика, но значительно более просто в конструктивном отношении.

§ 19. Наружные органы парораспределения.

Наружные органы парораспределительного механизма не только должны выполнять задачу сообщения золотнику попеременно возвратно-поступательного движения, но и, в силу специфических условий работы паровозной машины, удовлетворять еще целому ряду требований, в отличие от стационарных машин.

Условия работы паровозной машины требуют переменной степени расширения пара (т. е. отсечки), перемены хода, направления машины (т. е. реверсивности), длительного движения паровоза при закрытом регуляторе (т. е. при прекращении впуска пара в цилиндр) и иногда контрпара (т. е. такого впуска пара в цилиндр, при котором расширение пара будет препятствовать движению поршня, и следовательно, будет стремиться остановить поезд).

Эти обстоятельства вызывают своеобразные требования при устройстве паровой машины паровоза, вообще, и тех органов, которые обслуживают впуск и выпуск пара внутри цилиндра, в частности.

Внешние органы парораспределения могут быть подразделены на следующие классы: кулисные механизмы, которые, в свою очередь, делятся на эксцентриковые и безэксцентриковые механизмы, и бескулисные механизмы, в последнее время начинающие входить во все большее и большее распространение в паровозах в США и в Западной Европе.

В виду того, что на советских паровозах промышленного типа преимущественное распространение имеют парораспределительные механизмы первой категории, мы и рассмотрим сначала этот вид парораспределительных механизмов

НБ УДУНТ (ДИТ)

паровоза — механизмы эксцентриковые и именно с двумя видимыми эксцентриками, как это изображено на рис. 121.

Два эксцентрика существенно необходимы для того, чтобы дать однообразные условия работы при обратном ходе паровоза, так как очевидно, что если эксцентрик, сдвинутый на угол α по отношению к главному кривошипу, будет производить движения, необходимые для хода паровоза вперед, то эксцентриком, который зеркально расположен по отношению к первому, т. е. сдвинут на тупой угол α, но в обратном положении по отношению к главному кривошипу, будут производиться те же операции, но в обратном порядке, что и придаст обратный ход паровозу.

Перевод работы парораспределительного механизма в то или иное положение может осуществляться различным образом. На рис. 121 изображены три старых типа кулис, а именно: на части рисунка *а* — кулиса Стефенсона, на части *б* — кулиса Гуча и на части *в* — кулиса Аллана. Во всех кулисах механизмы с видимыми эксцентриками.

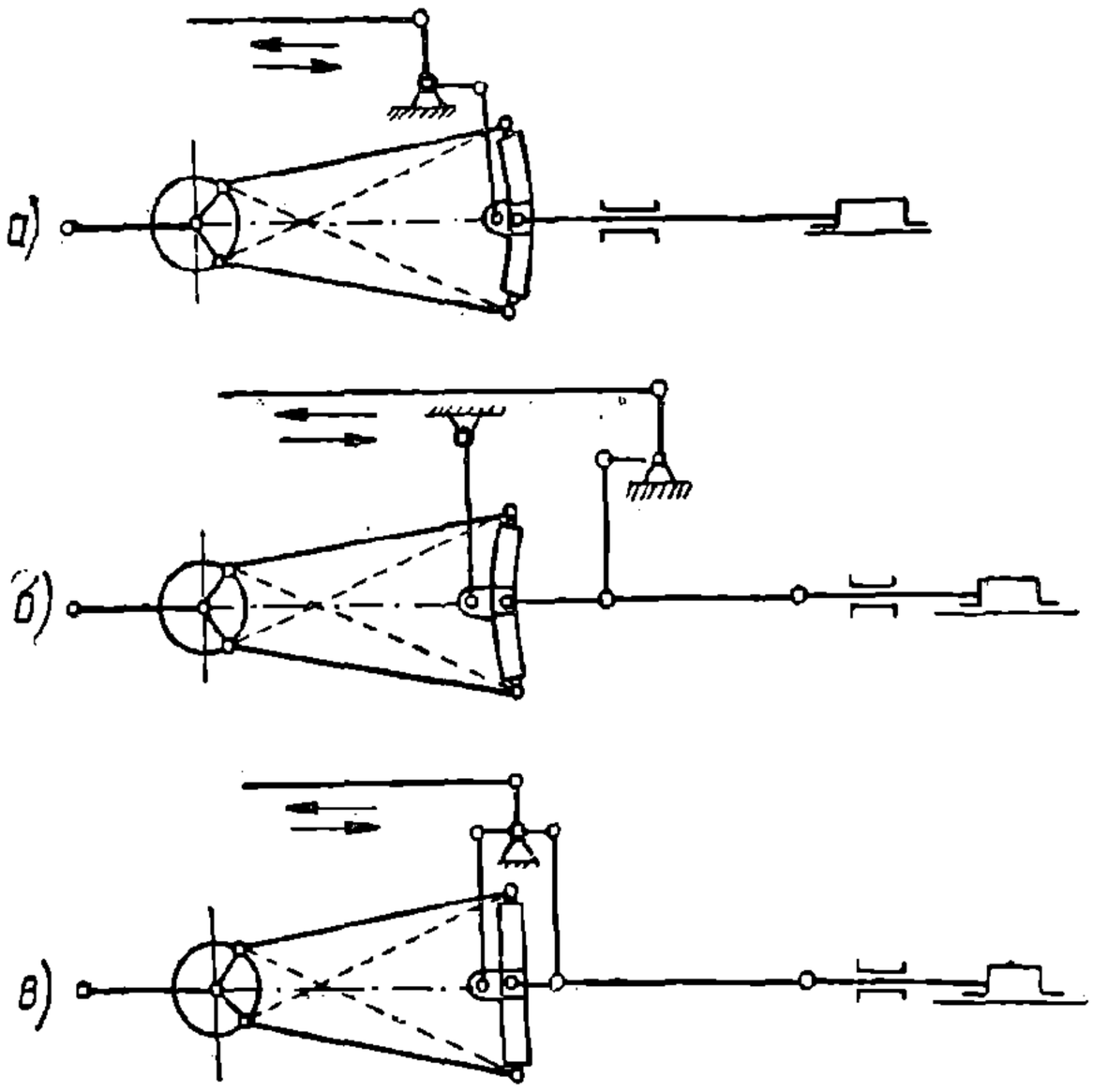


Рис. 121. Кулисы эксцентриковые.

Мы можем заметить следующие характерные элементы их устройства: эксцентрик, эксцентриковая тяга, собственно кулиса и движущийся в прорезах кулисный камень. С последним соединена так называемая золотниковая тяга, соединенная в свою очередь, как видно из схемы, с самим золотником.

Различие в кулисах разных устройств заключается в способе взаимного перемещения камня по отношению к самой кулисе. Так, в кулисе Стефенсона для реверсирования паровоза осуществляется перевод кулисы из одного положения в другое путем приведения в действие тяг, соединенных с переводным винтом и реверсом.

В кулисе Гуча механизм, соединенный с реверсом, влияет на положение камня. Таким образом, реверсивность в кулисном механизме Гуча осуществляется при неподвижной кулисе передвижением камня внутри кулисной рамки. При этом кинематические условия механизма таковы, что необходимо было осуществить выпуклость кулисы в обратном отношении к кулисному механизму Стефенсона.

Это обстоятельство привело инж. Аллана к следующей мысли: если в кулисе Стефенсона выпуклость кулисной рамки направлена к золотнику при движении кулисы и неподвижном камне и, в свою очередь, в механизме Гуча для передвижения камня при неподвижной кулисе выпуклость кулисной рамки направлена к оси ската, то возможно достичь нулевой выпуклости, т. е. получить прямолинейное очертание кулисной рамки, пользуясь взаимопротивоположным перемещением и камня и кулисы, как это видно из схемы последнего механизма. Необходимые колебательные движения золотниковой тяги, а следовательно и золотника, осуществляются во всех трех типах эксцентриковых парораспределительных механизмов наличием плоского эксцентрика, т. е. диска, насаженного на ось паровозного ската таким образом, что ось ската и ось этого диска не совпадают и отстоят друг от друга на некотором расстоянии A, как видно из рис. 122; это расстояние носит название эксцентриситета.

Очевидно, что при вращении оси эксцентрик также будет вращаться, причем надетый на него хомут, позволяющий эксцентрику свободно в нем вращаться,

НБ БГУИТ (ДИТ)

получит такое движение, которое приведет к возвратно-поступательному движению золотника, связанного с хомутом эксцентрика золотниковой тягой.

Подобного рода возвратно-поступательное движение золотника, вообще говоря, можно было бы осуществить и путем применения коленчатой оси, но эксцентриковый механизм, позволяя осуществить такое же движение золотника, значительно проще, так как при этом можно насадить эксцентрик на прямую ось, изготовление которой, очевидно, гораздо дешевле коленчатой.

Недостатком эксцентриковых кулисных механизмов являлось большое трение в эксцентрике между хомутом и эксцентриковым диском. Кроме того, из устройства механизма, например Стефенсона, явствует, что здесь будет иметь место некоторое непостоянство величины линейного опережения впуска, в зависимости от увеличения степени наполнения.

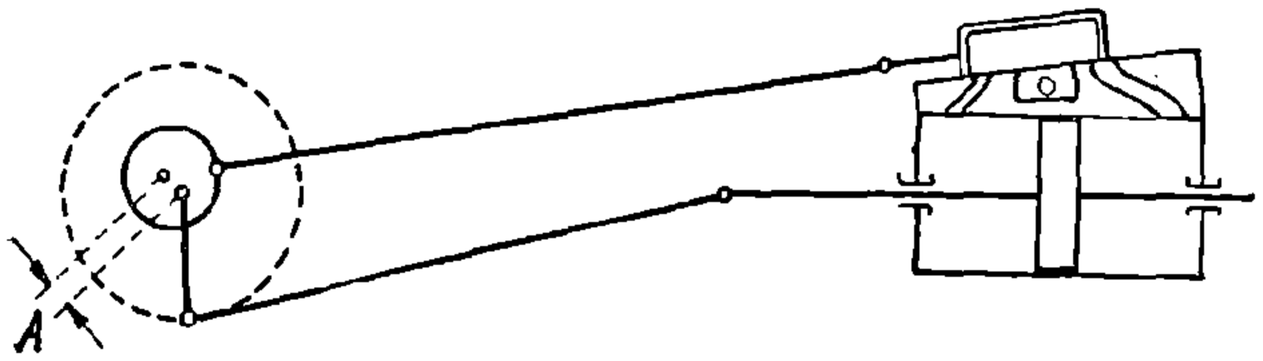


Рис. 122. Эксцентрик.

Рассматривая работу всех указанных кулисных механизмов мы видели, что в крайних положениях кулисного камня по отношению к кулисной рамке мы получаем либо передний, либо задний ход паровоза, осуществляемый за счет качательного движения кулисы вследствие вращения колес паровоза. Очевидно, что размах камня, а следовательно и ход золотника, будет тем больше, чем ближе к концам кулисы располагается камень. При крайних положениях камня в кулисе золотник имеет наибольший ход, паровпускные отверстия открываются полностью, следовательно, будет наибольшее наполнение цилиндра паром.

Однако машинист имеет возможность не опускать (или поднимать) камень и кулису в крайние положения, а поставить эти два элемента в любые промежуточные. Очевидно, что по мере приближения камня к центру качающейся кулисы размах движения его уменьшается, а следовательно уменьшается и величина хода золотника, благодаря чему осуществляется уменьшение величины открытия паровпускных отверстий, а следовательно и уменьшение наполнения. Поэтому любой из указанных кулисных механизмов позволяет осуществить не только реверсивность, но и произвольное изменение отсечки. При этом, при нахождении камня посредине кулисы ход золотника будет наименьшим, т. е. он будет равняться либо двойному опережению, либо опережению впуска плюс двойная величина наружной перекрыши.

Как уже было указано выше, парораспределительные механизмы с видимыми эксцентриками, являющиеся старейшим типом этого рода конструкции, имеют целый ряд недостатков, поэтому в настоящее время на современных паровозах их можно встретить сравнительно редко[1]. В большинстве же случаев всеобщее распространение на паровозах ныне завоевали себе безэксцентриковые кулисные механизмы, из которых мы рассмотрим кулисный механизм Джоя, имевший широкое распространение в 90-х годах прошлого столетия, и наиболее популярный ныне кулисный механизм Вальсхерта.

Кулисный механизм Джоя (изображенный схематически на рис. 123) совсем не имеет эксцентриков. Золотник получает движение от системы рычагов, связанных с ведущим дышлом или шатуном. Кулисный камень в этой конструкции непрерывно совершает колебательное движение внутри кулисной рамки, которая может принимать различный наклонов зависимости от воли машиниста. Таким

---

[1] Лишь на родине первого паровоза — в Англии — встречаются и теперь быстроходные курьерские паровозы, снабженные механизмом Стефенсона, что объясняется тем, что такое непостоянство линейного опережения — недостаток для товарных поездов, но оно же является положительным свойством для быстроходных пассажирских поездов, работающих обычно на больших скоростях и с малыми отсечками. Тогда при более быстром движении золотника и поршня большое линейное опережение способствует лучшему заполнению цилиндра паром в начале хода поршня.

НБ ДИИТ (ДИТ)

образом, реверсивность в этом типе кулисы осуществляется переменой угла наклона кулисы; так же осуществляется и изменение отсечки.

Кулисный же камень, как было выше показано, за каждый оборот колеса осуществляет два хода (один вверх, другой вниз) внутри кулисной рамки. Это обстоятельство само показывает, что в этом месте механизма должно получаться значительное трение камня о кулису. Связь же кулисного камня с шатуном приводит к тому, что всякого рода игра рессор и перемещения в движущем механизме паразитного характера влияют на величину парораспределения и вызывают постоянные скачкообразные изменения отсечки, запаздывания впуска пара и проч.

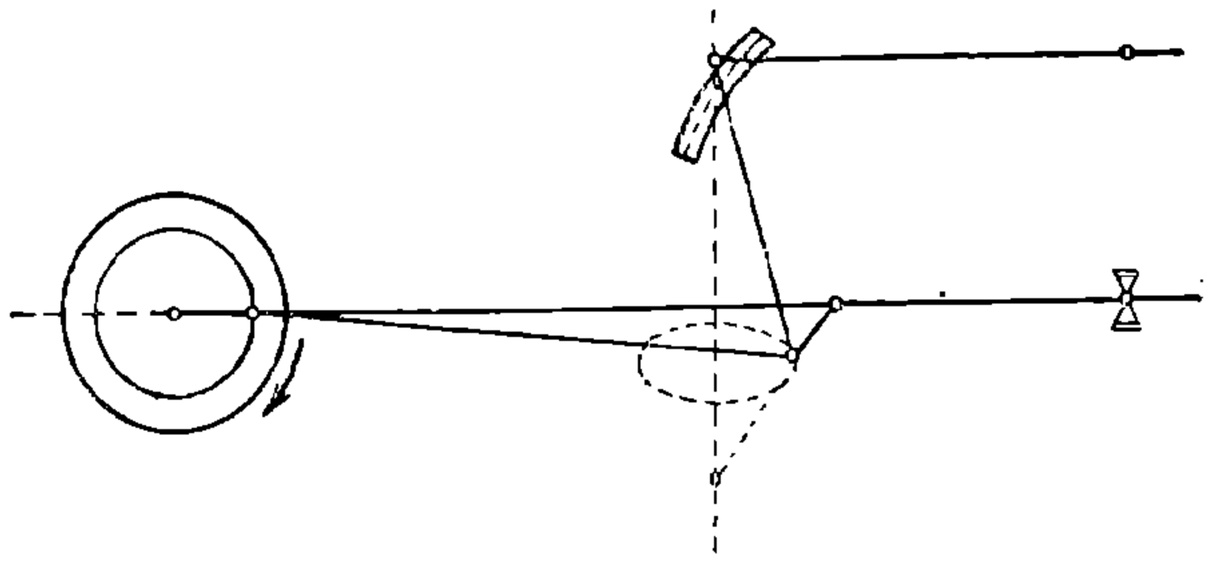


Рис. 123. Кулисный механизм Джоя.

По этой причине механизм Джоя, около 40 лет тому назад имевший очень широкое распространение на паровозах (и сейчас еще установленный на паровозах серии ОД и НД), вытесняется безэксцентриковым же, но значительно более совершенным механизмом Вальсхерта (рис. 124).

Кулисный механизм Вальсхерта, как видно из схемы, состоит из следующих главнейших элементов. На движущей оси паровоза укрепляется так называемый контр-кривошип, плечо которого и создает необходимый эксцентриситет, хотя видимого эксцентрика здесь и не имеется. Таким образом создается фиктивный

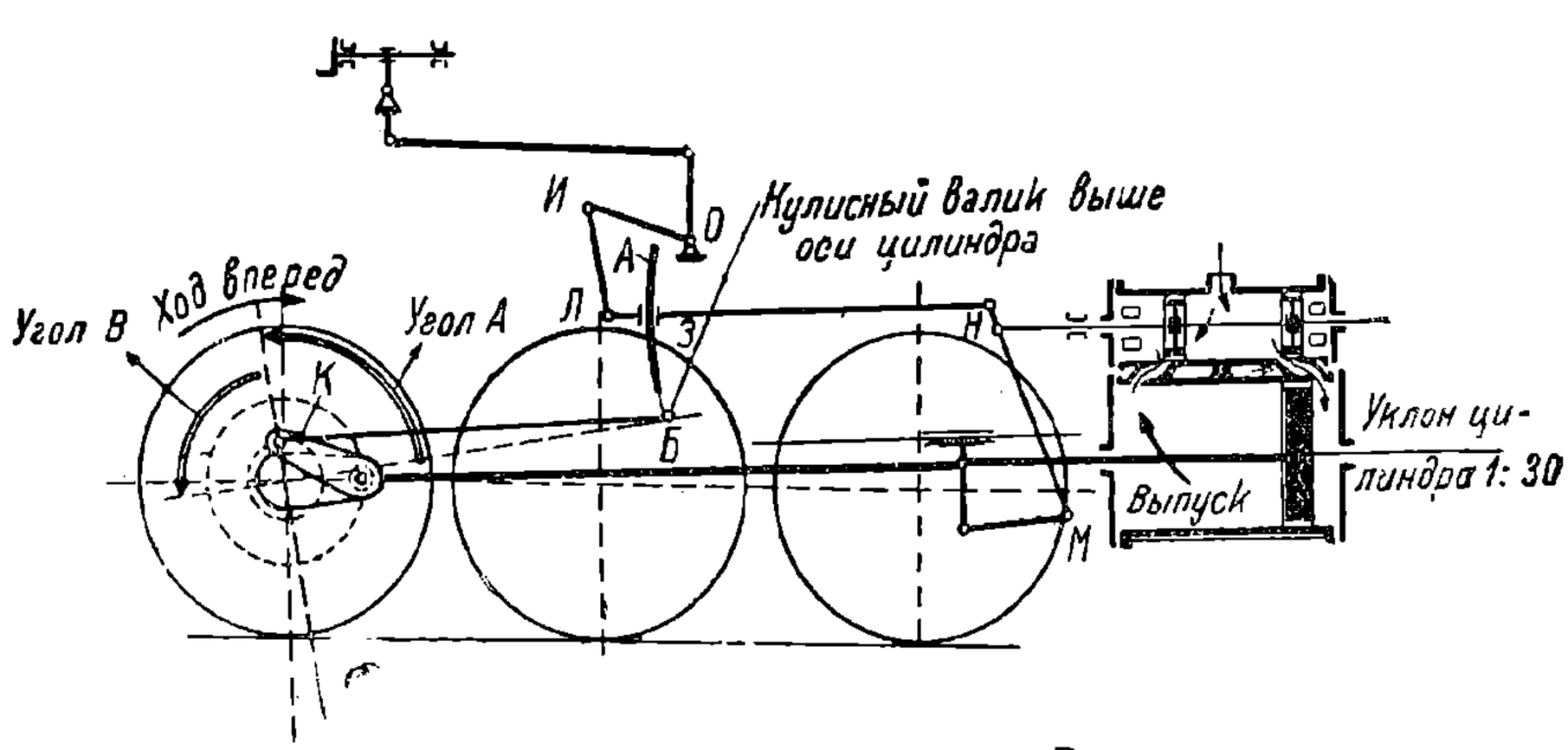


Рис. 124. Схема кулисного механизма Вальсхерта.

эксцентриситет благодаря радиусу золотникового кривошипа, от которого специальной тягой, задний конец которой надет на палец кривошипа, а передний присоединен к поводку кулисы *Б*, приводится в действие сама кулиса, т. е. вогнутая рамка с прорезом *АБ*. Для того чтобы кулиса могла качаться, она подвешена к особому кронштейну, закрепленному на паровозной раме. В кулисе двигается камень. Камень кулисы *З* присоединяется тягой *ИЛ* к маятнику *НМ*. К шарниру *М* прикреплена тяга, которая соединена с золотником (схематически показано на этом рисунке). К тяге *ИЛ*, в точке *И*, шарниром *О* прикреплена система стержней, связанных с переводным винтом или реверсом, благодаря чему по воле машиниста камень *З* может занимать различное положение по отношению к кулисе *АБ*. Благодаря вращению колеса золотниковый кривошип *К* также описывает окружность, вследствие чего кулиса получает качательное движение, передаваемое указанной системой стержней золотнику. При этом, чем ближе к центру кулисы находится камень, тем меньше размах его движения,

НВ УКУТ (ДІТ)

следовательно, тем меньше величина хода золотника. Наоборот, отдаляя камень от центра качания кулисы, мы увеличиваем размах движения камня, что увеличивает открытие окон, создавая, кроме того, и более позднее закрытие их с соответствующим увеличением степени наполнения. При положении камня в центре качания кулисы последняя не создает ему никакого перемещения, следовательно, вращая в ту или другую сторону переводной вал, машинист перемещает камень в кулисе, меняя степень наполнения, а следовательно отсечки, до максимальной. При переводе камня из верхней части кулисы в нижнюю осуществляется реверсивность.

В эксцентриковых парораспределительных механизмах, например в типе кулисы Стефенсона, мы имеем два эксцентрика: для переднего и заднего хода. В кулисе Вальсхерта контр-кривошип прикреплен так, что золотниковый кривошип не имеет никакого угла опережения. Это сделано потому, что в эксцентриковом кулисном механизме Стефенсона тупые углы, под которыми насажены эксцентрики по отношению к кривошипу, служат для переднего и заднего хода. Очевидно, при одном эксцентрике, хотя бы и фиктивном, передний и задний ходы паровоза могут быть получены только при том условии, чтобы золотниковый и поршневой кривошип оказались взаимоперпендикулярными, а опережение впуска осуществлялось другим способом, именно перемещением крейцкопфа. Роль маятника и заключается в том, что он, будучи соединен шарниром с крейцкопфом, т. е. элементом, который также совершает возвратно-поступательное движение, соответствующее в точности движению поршня, дает сдвиг по фазе золотнику и, следовательно, требуемое опережение.

Таким образом мы видим, что в кулисном механизме Вальсхерта передвижение камня в кулисе связано только либо с изменением отсечки, либо с изменением направления хода паровоза. При сохранении последних условий камень по отношению к кулисе передвигаться не будет, и следовательно, отпадают вредные последствия, связанные с трением этих двух элементов, имеющие место в парораспределительном механизме Джоя.

Шарнирные соединения золотниковой тяги с маятником выполняются различным образом, в зависимости от условий впуска пара в золотник. Дело в том, что различаются золотники с внешним и внутренним впуском пара. Рассмотренный нами выше простейший плоский коробчатый золотник с этой точки зрения можно охарактеризовать как золотник с внешним впуском пара.

При применении насыщенного пара такая конструкция в свое время имела место, но впоследствии широкое применение перегретого пара значительно более высокой температуры и более текучего по своим свойствам привело к необходимости воспользоваться внутренним впуском пара, что обычно имеет место при цилиндрических золотниках. С введением круглых золотников осуществился и переход от наружного впуска к внутреннему, при котором пар входит между диском и золотником.

При внешнем впуске пара легко представить себе, что в начале хода паровоза и поршень и золотник двигаются в одну сторону; при внутреннем же впуске получается наоборот: свежий пар входит в золотниковую коробку между обоими дисками золотника. Впуск пара в цилиндры производится открытием внутренней кромки окна, и следовательно, для того чтобы поршень пошел в правую полость, необходимо золотник двигать влево. В начале хода паровоза при внутреннем впуске пара поршень и золотник идут в разные стороны, поэтому необходимо осуществить соединение золотникового кривошипа с маятником и золотникового штока с ним же таким образом, чтобы поршень и золотник двигались в разные стороны. На рис. 125 наглядно видна разница в кулисных механизмах и золотниках с внутренним и внешним впуском пара.

Чтобы закончить вопрос относительно органов парораспределения в современных паровозах, нам остается упомянуть о бескулисных механизмах, за последнее время нашедших практическое применение на паровозах некоторых европейских и американских дорог.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Наиболее удачное решение этого вопроса было осуществлено инж. Капротти, разработавшим конструкцию, радикальным образом отличающуюся от упомянутых выше. Идея этого устройства заключается в том, что пар впускается в цилиндр и выпускается из него не золотником, а клапанами, открытие и закрытие которых осуществляется особым кулачковым валом, приводимым в движение от ведущей оси посредством конических шестерен и наклонного вала внутри

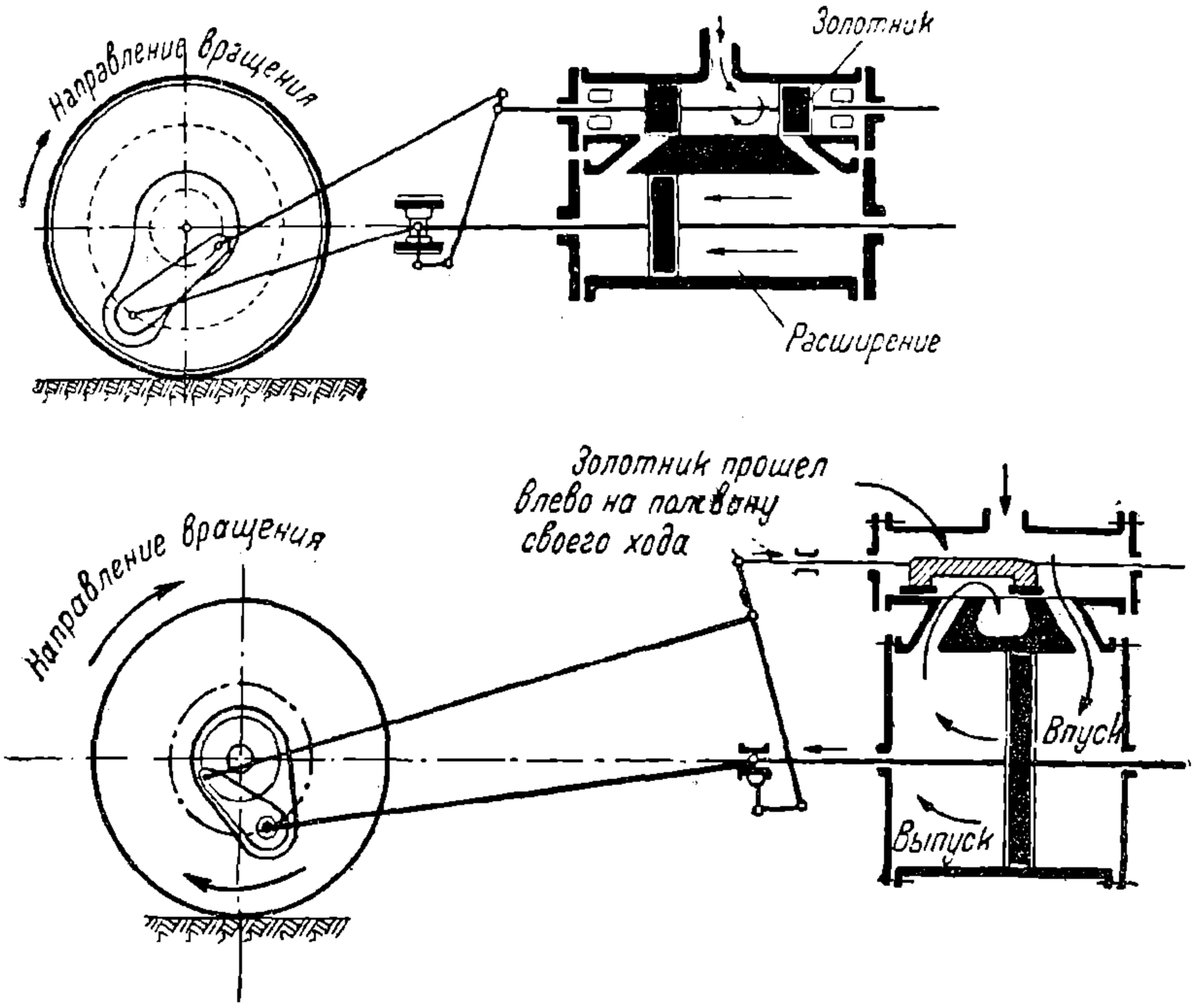


Рис. 125. Схемы кулис при внутреннем и внешнем впуске пара.

рамы. Достоинством этого решения является, во-первых, малый вес всего устройства (пораспределитель Капротти весит всего 20—30 *кг* против 150—200 *кг* нормального устройства с цилиндрическими золотниками); во-вторых, отсутствие в приводе его попеременно-возвратно-поступательного движения горизонтального характера.

Вал в системе Капротти вращается непрерывно в одну сторону, а движение клапана зависит от очертания кулачка, которому можно придать необходимую для рационального парораспределения форму. Конические зубчатки находятся в масляной ванне и, будучи очень простыми, не требуют такого ремонта, как кулисы обычного типа.

§ 20. Цилиндры, поршни и движущий механизм паровоза.

В конструктивном отношении цилиндр паровозной паровой машины представляет собой чугунную (в старых типах паровоза) или стальную (в современных типах) отливку, причем в последнем случае цилиндр отливается за одно целое с половиной междуцилиндрового рамного скрепления и половиной передней опоры дымовой коробки. В цилиндрах и старого и нового типов, безразлично, за одно целое отливаются золотниковая коробка, все паровые каналы, фланцы для крепления крышки цилиндра и паропроводов, а также привалочная плита, которой цилиндр прикрепляется к раме.

На рис. 126 показана в разобранном виде паровая машина паровоза; на нем также видно устройство цилиндра. Спереди и сзади цилиндр закрывается крышками, обычно отливаемыми из чугуна. Для пропуска поршневого штока (и иногда контр-штока) в крышках цилиндров должны быть предусмотрены спе-

НБ УГЛТУ (ДГТ)

циальные отверстия, снабженные приспособлением для уничтожения пропуска пара через них, так называемые сальники.

Устройство сальников различается в зависимости от того, насыщенный или перегретый пар применяется для работы паровоза.

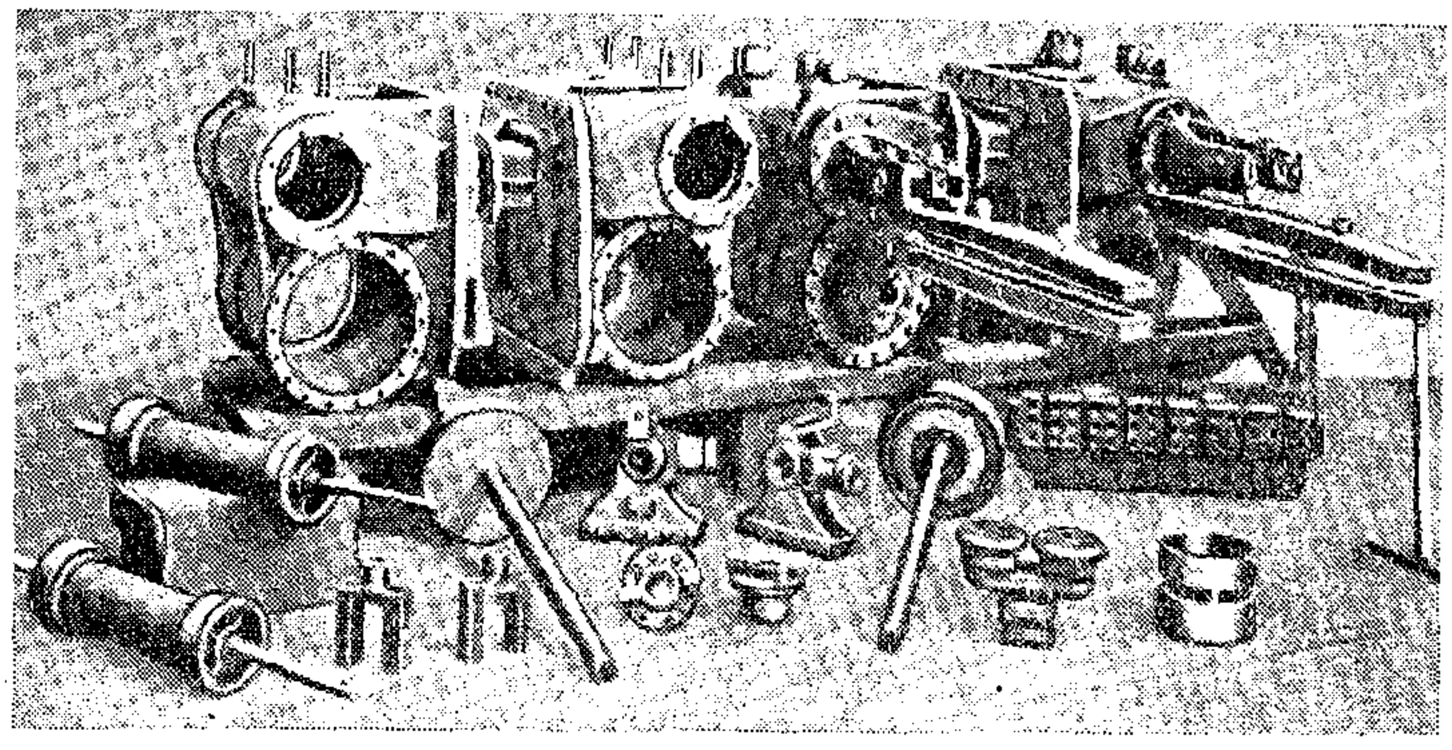


Рис. 126. Общий вид деталей паровой машины паровоза.

Сравнительно простое устройство, имеющее место при насыщенном паре, усложняется при применении перегретого пара в виду его более высокой температуры и текучести. Поэтому мягкая набивка, применявшаяся в сальниках для насыщенного пара, заменяется в случае перегретого пара металлической набивкой баббитовыми разрезными кольцами.

В новейших сверхмощных паровозах применяется в цилиндровой крышке только один сальник, так как в этих типах отсутствует контр-шток, и следовательно, надобность во втором сальнике отпадает.

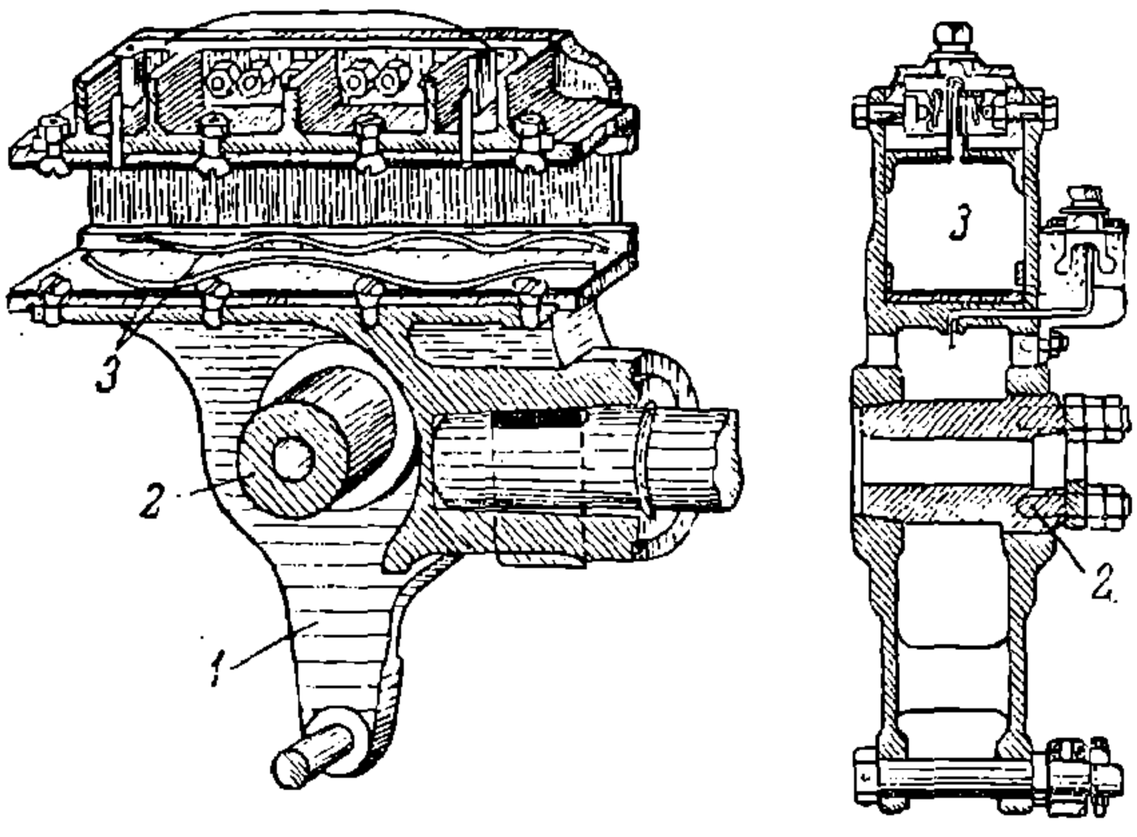


Рис. 127. Крейцкопф.

Поршень является основной деталью движущего механизма, непосредственно воспринимающей на себя давление впущенного в цилиндр пара и передающей его посредством штока движущему механизму.

Поршень состоит из трех частей: обода, диска и ступицы или втулки. В отверстие ступицы, поршня запрессовывается шток. На внешней поверхности обода поршня протачиваются два-три канала для пружинящих поршневых уплотнительных колец, с помощью которых достигается герметичность этого устройства, необходимая в случае некоторого износа как внутренней поверхности цилиндра, так и самих сальников.

В новейших мощных и сверхмощных паровозах поршень имеет составную конструкцию, очень удобную при работе и при ремонте.

Поршневой шток отковывается обычно из твердой углеродистой стали.

В виду того, что сечение поршневого штока представляет собой потерю полезной площади поршня, в современных паровозах стремятся по возможности уменьшить диаметр штока, конечно, не за счет его прочности.

Поршневой шток соединяется с крейцкопфом при помощи клина таким образом (рис. 127), что задний конец штока имеет конический хвостовик, который вставляется в соответствующее гнездо крейцкопфа, где и закрепляется указанным выше клином.

НБ УГЛУНТ (ДИТ)

Крейцкопф, представляющий собой шарнирно сочленяющиеся поршневые штоки с ведущим дышлом или шатуном, имеет своеобразное устройство.

В корпусе крейцкопфа *1*, отлитом из стали, жестко укрепляется конец поршневого штока, и на валик *2*, заделанный в корпус, навешивается передняя головка шатуна.

Для достижения совершенной прямолинейности движения крейцкопфа он двигае ся по одной или двум параллелям *3*. В большинстве случаев применяется одна параллель, но во многих иностранных типах (главным образом английских и американских паровозах) применяется и двойная параллель, несколько схожая с параллелями морских паровых машин.

В нижней части крейцкопф имеет так называемый поводок крейцкопфа, служащий, как было выше указано, для соединения с маятником кулисы.

В очень мощных паровозах встречаются крейцкопфы с сильно развитыми опорными поверхностями, причем такой тип крейцкопфа носит название многоплоскостного. В этом случае крейцкопф опирается на параллель несколькими плоскостями, размещенными одна над другой, чем достигается сравнительно малый износ опорных поверхностей в виду меньшего удельного давления на них.

Параллель с одной стороны крепится к крышке цилиндра, а с другой — к параллельной рамке. При этом между соединяемыми частями прокладывается несколько тонких железных листов. Эти прокладки позволяют обеспечить более точную установку параллели в отношении продольной оси цилиндра.

Шатун представляет собой стержень или штангу, служащую для преобразования прямолинейного возвратно-поступательного движения поршня во вращательное движение колеса движущей оси. В виду ответственного характера работы этого шатуна он отковывается из лучшей твердой стали. Для новых типов мощных паровозов шатуны отковываются часто из никелевой стали с целью избежать увеличения веса при повышенной прочностит их.

Шатун состои из трех частей: стебля (средняя часть) и двух головок (передняя и задняя). Передняя головка называется крейцкопфной, так как она надевается на валик крейцкопфа. Длина шатуна по отношению к радиусу кривошипа имеет первостепенное значение в смысле равномерности работы паровозной паровой машины; при этом, чем короче шатун относительно радиуса кривошипа, т. е. чем больше отношение диаметра к длине шатуна, тем больше неравномерность работы паровоза. Поэтому приходится итти на удлинение шатуна. Но так как слишком длинные дышла имеют большой вес, что затрудняет уравновешивание движущихся масс, то для облегчения длинных поршневых дышел очень часто сечение стебля шатуна делается двутавровым. Задняя головка обычно для удобства сборки делается открытой, т. е. вилкообразной, передняя же — закрытой. Из рис. 128 видно, что задняя головка имеет больший размер, чем передняя. Происходит это потому, что условия работы передней и задней головок шатуна различны. В то время как в задней головке все время происходит быстрое вращение пальца кривошипа, в передней осуществляется лишь медленное качание на сравнительно небольшой угол этой головки вокруг валика крейцкопфа. Очевидно, что износ трущихся поверхностей задней головки шатуна будет больше, что требует увеличения поверхности трущихся частей.

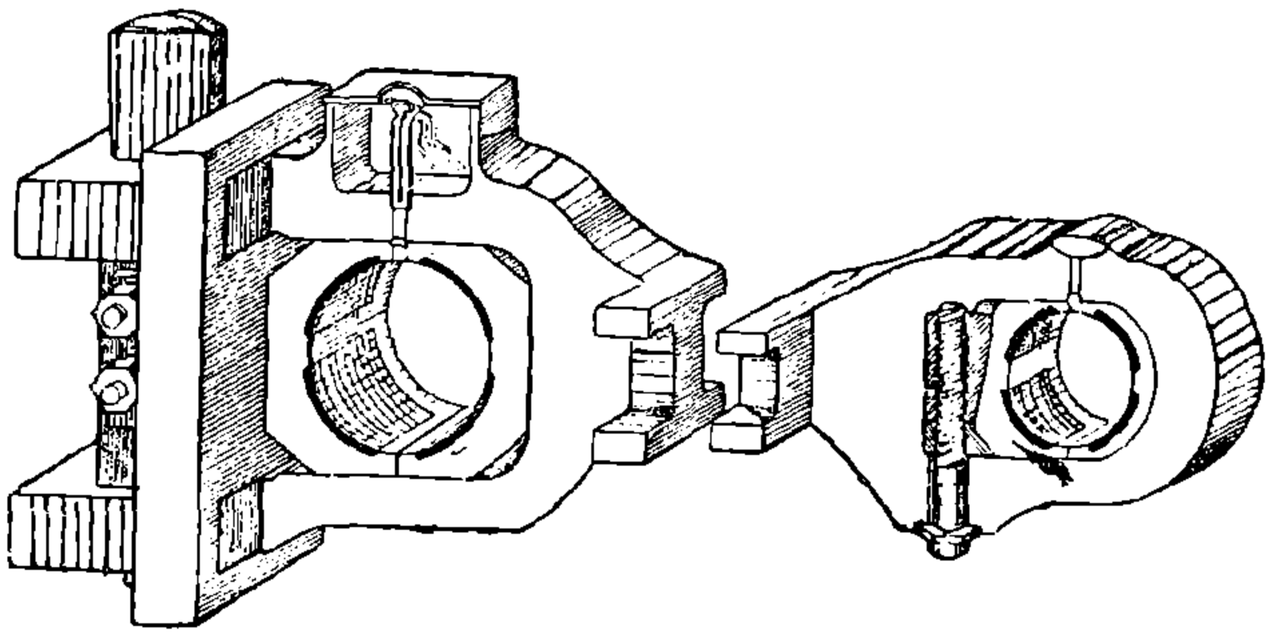


Рис. 128. Шатун.

В более мощных паровозах не только магистрального, но и промышленного типа, задняя головка шатуна осуществляется своеобразным устройством в виде

НВ УДУНТ (ДИТ)

подшипника с плавающими втулками. Устройство такой задней головки заключается в том, что в расточенный корпус головки (рис. 129) запрессовывается стальная цементированная втулка *1*. В эту втулку свободно вставляется бронзовая втулка *2*, в которой сделано большое количество радиальных мелких отверстий, причем внутренний диаметр этой последней втулки несколько больше диаметра пальца, на который надета такая дышловая головка, вследствие чего указанная средняя втулка может вращаться вокруг пальца или вместе с ним в запрессованной втулке *1*. Так как втулка *2* окружена с внешней и внутренней стороны слоем смазки, подающейся из небольшой масленки, то она как бы плавает в масле, почему и называется п л а в а ю щ е й. Достоинство плавающих втулок заключается в более равномерном износе их, причем этот износ разделяется между обеими поверхностями — внешней и внутренней. Кроме того при применении плавающих втулок избегается овализация подшипников.

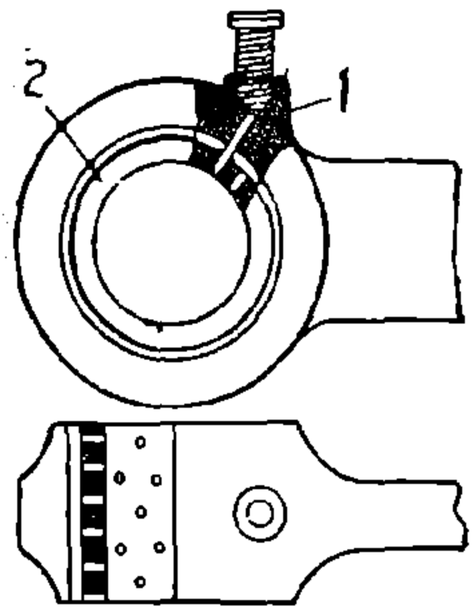


Рис. 129. Схема устройства плавающих втулок.

Для увеличения сцепного веса локомотива при заданной нагрузке на ось приходится итти на увеличение числа сцепных осей, следствием чего является необходимость соединить или спарить сцепными дышлами указанные оси в одну движущую систему. Те дышла, которые служат для соединения сцепной движущей оси с остальными сцепными, носят название с ц е п н ы х д ы ш е л или с п а р н и к о в. Сцепные дышла по своему устройству напоминают поршневые, но выполняются в несколько меньших размерах. Профиль сечения сцепных дышел делается либо двутавровым (по тем же причинам, что и шатунов), либо же просто прямоугольным (эта форма встречается довольно часто в промышленных паровозах небольшой мощности). На рис. 131 изображены спарники паровоза обычного типа, на рис. 130 — так называемые дышла „тэндем“.

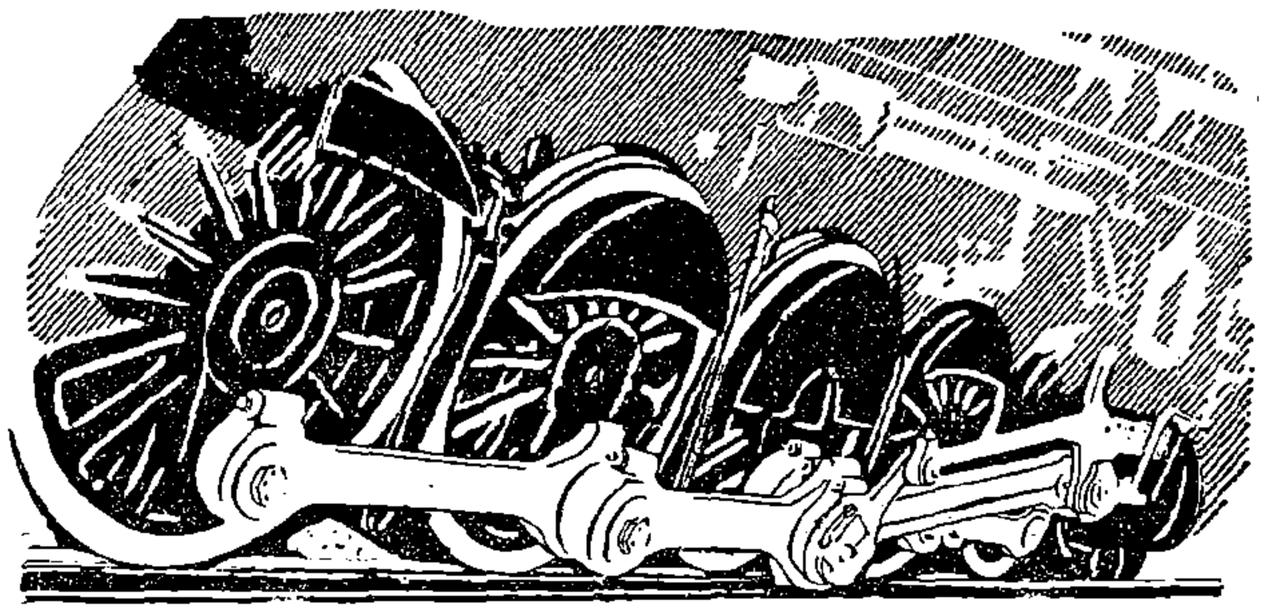


Рис. 130. Общий вид дышел „тэндем“.

Выше уже было указано отличие условий работы паровозной паровой машины от условий работы стационарной.

Характерным отличием является надобность в движении при закрытом регуляторе. Хотя цилиндр паровой машины при этом не будет получать пара, тем не менее инерция поезда, или слагающая сила земного тяготения при движении поезда под уклон, заставляет действовать движущий механизм, т. е. заставляет двигаться и поршень в цилиндре и золотник в золотниковой коробке. При этом возникают некоторые явления, вызывающие надобность в своеобразных устройствах, характерных именно для паровозной паровой машины. При закрытом регуляторе пар в рабочую полость не попадает, и следовательно, при движении поршня от передней крышки цилиндра к задней в образующей полости будет получаться значительное разрежение. Так как в это время золотник держит открытым паровпускное окно, то разрежение это распространится и на золотниковую коробку и на паропроводящую трубу. В то же время в другой — нерабочей — полости цилиндра будут выталкиваться в атмосферу остаток переработанного пара и воздух под золотником. Потом золотник закроет паровпускное окно, и заполнивший левую полость остаток пара и воздуха начнет сжиматься. Следствием этого является повышение давления с левой стороны, понижение давления (последствие

НБ УГЛТ (ДГТ)

разрежения) с правой стороны поршня и заторможение паровоза, в то время как нам, вообще говоря, в этих случаях важно иметь сравнительно легкий ход.

Кроме того вредной стороной подобного процесса является и то, что когда золотник парораспределения соединит полость цилиндра с дымовой коробкой, то в цилиндр могут проникнуть отходящие дымовые газы, которые со следующим ходом поршня будут сжиматься, что вызывает повышение их температуры и, как следствие, возможность сгорания смазки и засорения цилиндра.

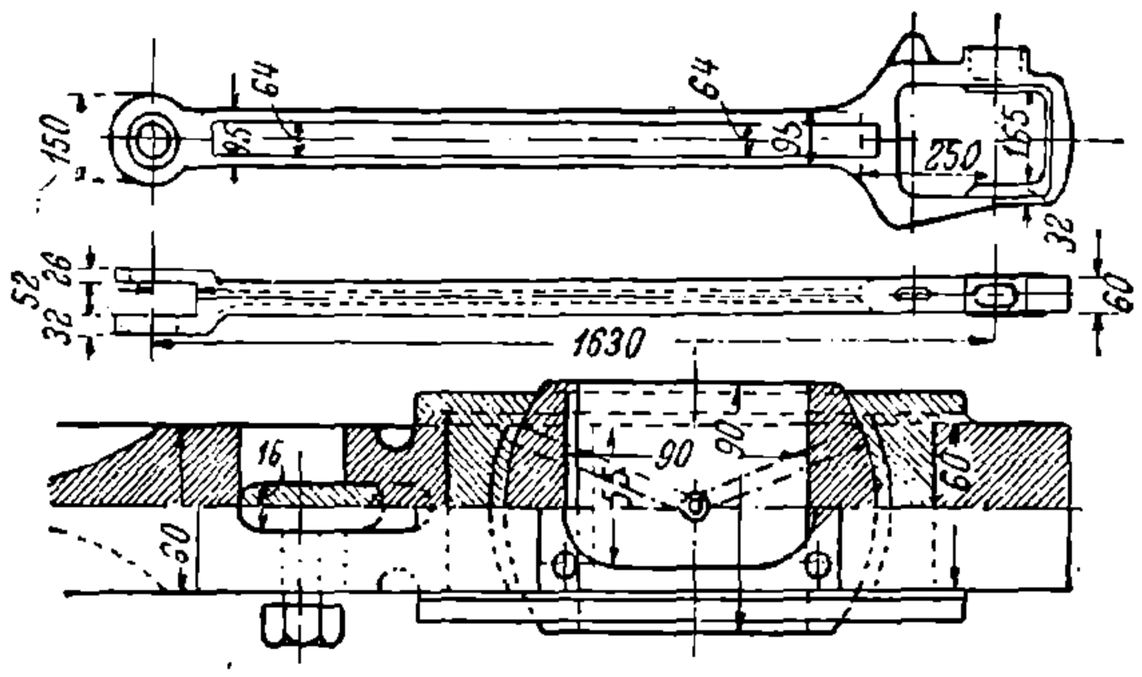


Рис. 131. Общий вид дышла и головки.

Для избежания указанных вредных явлений необходимо какое-то устройство, служащее для уравнивания давления в обеих полостях цилиндра при закрытом регуляторе. К таким устройствам относится, при наличии плоского золотника, особый уравнительный прибор, клапан Рикура, назначение которого заключается в том, чтобы при разрежении в золотниковой коробке преграждать окружающему цилиндр воздуху доступ в золотниковую коробку. Клапан Рикура (см. рис. 132,*а*), следовательно, будет уравновешивать давление в обеих частях цилиндра, создавая разрежение лишь на ту величину, которая необходима для засасывания воздуха.

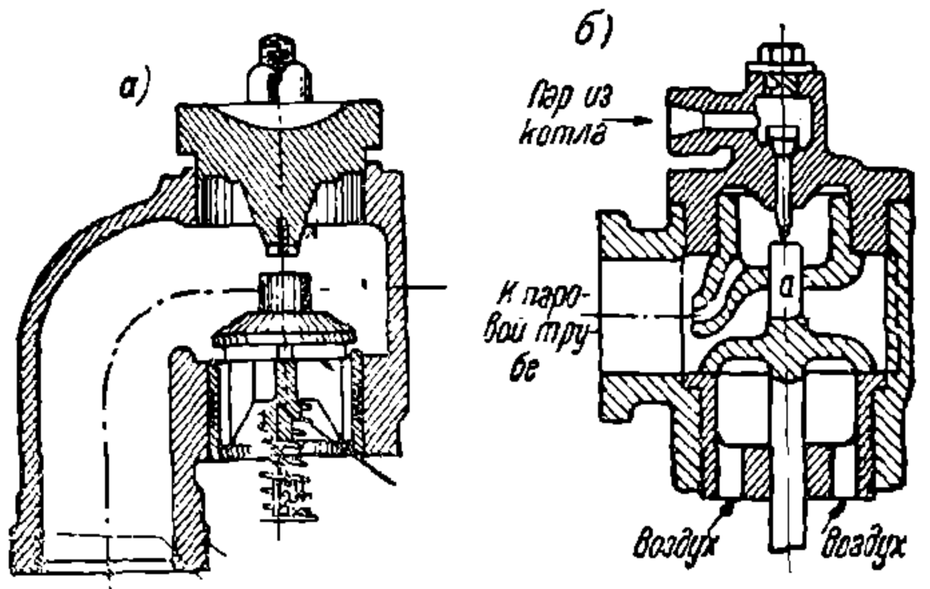


Рис. 132. Клапан Рикура (*а*) и паровоздушный клапан (*б*).

Другим видоизменением клапана Рикура является так называемый паровоздушный клапан (изображенный на рис. 132,*б*), в котором кроме основного клапана имеется еще дополнительный малый клапан. При поднятии последнего в цилиндр пропускается пар из котла, увлажняющий струю воздуха, подаваемую основным клапаном.

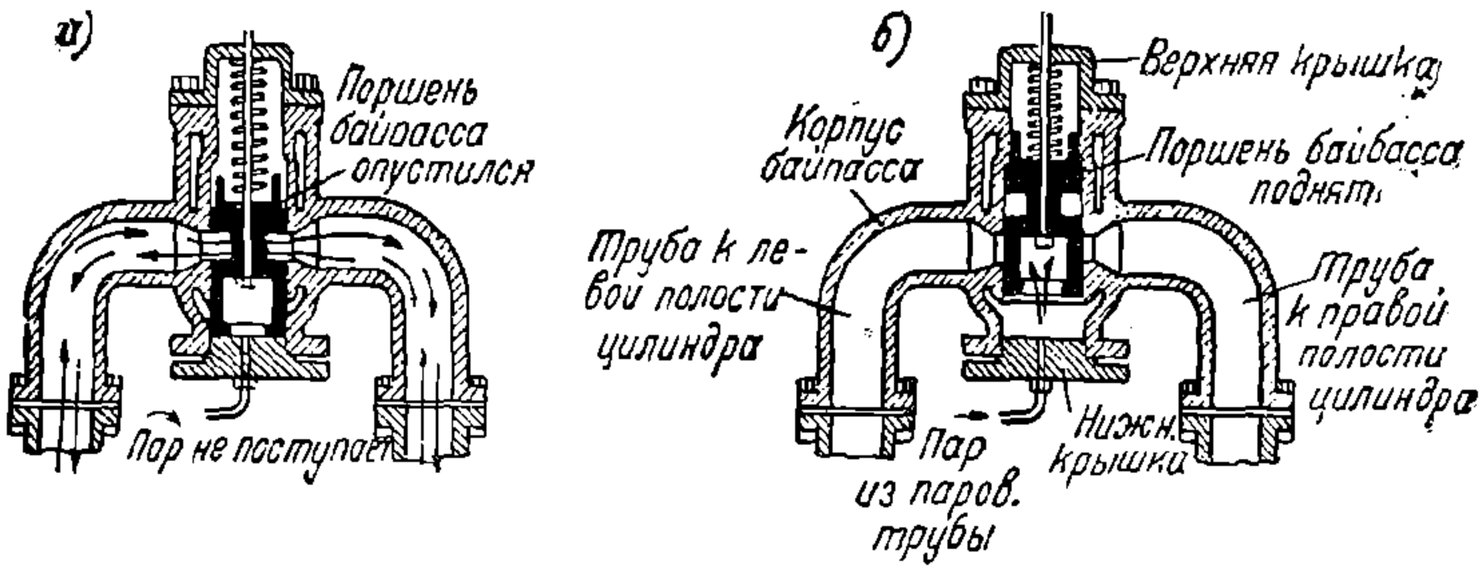


Рис. 133. Байпасс Зяблова.

Для той же цели служит и уравнительный прибор другого рода, а именно перепускной клапан, называемый байпассом (см. рис. 133,*а* и *б*).

Как видно из данной схемы, байпассы служат для перекачки воздуха с одной стороны цилиндра на другую при закрытом регуляторе, причем этот процесс начинается автоматически при закрытом регуляторе и затем действие байпасса также автоматически прекращается при открытом регуляторе.

НБ УКУНТ (ДІТ)

Серьезные недостатки байпасса, заключающиеся в торможении перегоняемого воздуха вследствие подъема его температуры, вредно влияющего на смазку цилиндра, а также в ненадежности работы разобщающего устройства и возможности пропуска пара, при выключенном положении байпасса, из одной стороны цилиндра в другую заставили применить другой способ. Так, в паровозах с перегретым паром при цилиндрических золотниках (134,*а*) задача эта решается более удачно путем применения так называемого раздвижного цилиндрического золотника-байпасса. Наиболее распространен на наших паровозах тип золотника-байпасса (см. рис. 134,*б* и *в*), известного как золотник-байпасс Трофимова.

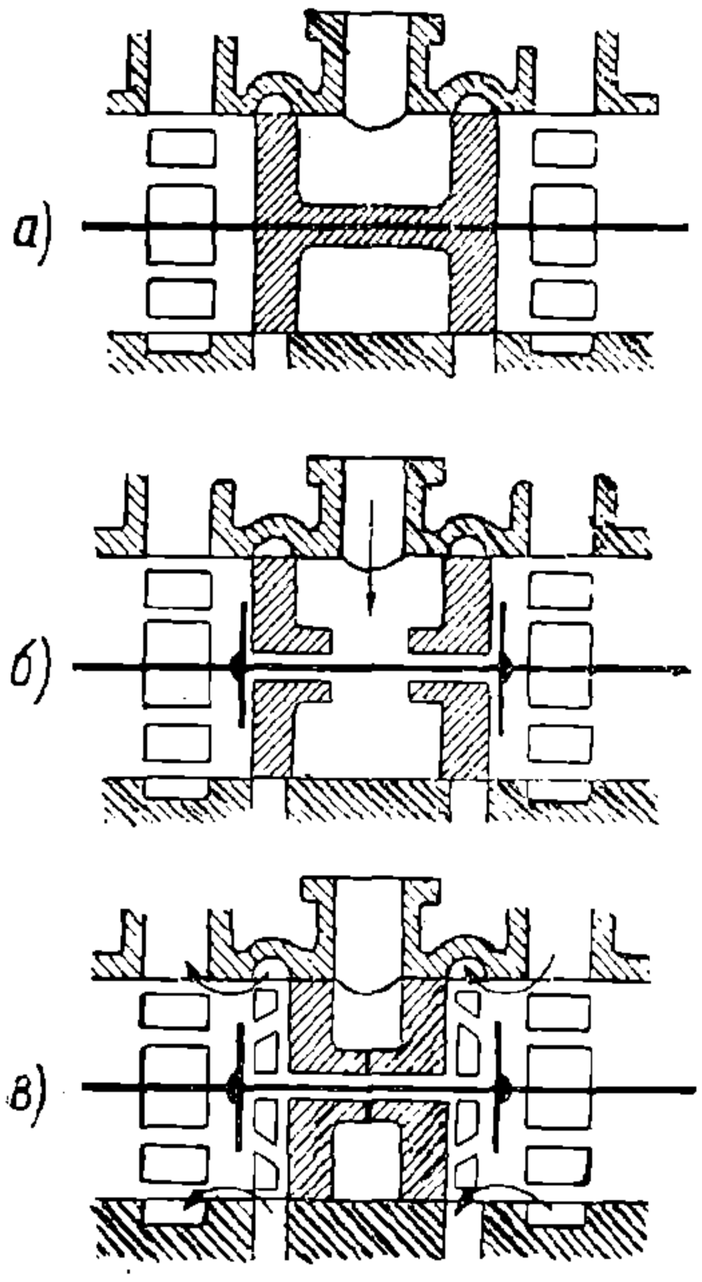


Рис. 134. Схема раздвижного золотника.

Идея устройства золотника-байпасса Трофимова заключается в том, что диски золотника имеют возможность передвигаться по золотниковому штоку между двумя упорными шайбами, наглухо закрепленными на нем. Потэому пар, выпущенный в междудисковое пространство, прижимает диски к упорным шайбам (рис. 134,*б*), благодаря чему золотник под паром работает как обычный цилиндрический золотник. В случае же закрытия регулятора давление в междудисковом пространстве уменьшится во много раз, и шток, продолжая свое возвратно-поступательное движение, столкнет своими шайбами диски в среднюю часть золотникового цилиндра, где они и останутся в покое во все время движения паровоза с закрытым регулятором (рис. 134,*в*), благодаря чему сдвинувшиеся к середине золотникового цилиндра диски устроят свободное сообщение обеих полостей цилиндра между собой. Это устройство весьма практично: дает легкий ход паровоза при закрытом регуляторе и исключает нагревание перекачиваемого воздуха и, в известной степени, износ дисков золотника и стенок золотникового цилиндра. Единственным недостатком этой конструкции является возможность удара дисков об упорные шайбы при неосторожном открытии регулятора, во избежание чего создается так называемая паровая воздушная подушка между указанными элементами: диском и шайбой.

При применении в качестве тормоза непосредственно контр-пара необходимо считаться с возможностью возникновения также крайне нежелательных явлений внутри цилиндра. При контр-паре возникает возможность засосанные в цилиндр газы из выхлопной трубы вогнать в котел, вследствие чего может измениться работа инжектора, так как воздух тяжелее пара, и поэтому он будет скапливаться над уровнем воды под слоем пара. Для избежания этого вредного явления при пользовании контр-паром необходимо пустить внутрь цилиндра воду, для чего служит так называемый кран Лешателье. Котельная вода, попадая в разреженное пространство и встречая горячие стенки цилиндра, почти полностью превращается в сырой пар низкого, сравнительно, давления. Таким образом, смесь пара и воды будет нагнетаться в котле, и засасывания газов из дымовой коробки не будет, а следовательно, воздух из дымовой коробки в котел не поступит.

Познакомившись с общими сведениями об устройстве паровой машины паровоза, перейдем теперь к изучению тех факторов, которые оказывают свое влияние на тяговые свойства паровоза. Влияние это заключается в так называемом ограничении силы тяги по машине.

НБ УГЛУНТ (ДИТ)

§ 21. Ограничение силы тяги по машине.

Рассмотрим изображенную на рис. 135 схему действия пара в паровозной паровой машине, которое заключается в воздействии на поршень некоторой силы P_x, в результате чего на окружности колеса развивается сила тяги $F_к$.

Работа пара внутри цилиндра является источником работы, совершаемой на окружности сцепных колес локомотивов. При этом нужно иметь в виду, что часть энергии расходуется на внутреннее сопротивление данной системы. Поэтому не вся работа, развиваемая паром в цилиндре, передается ведущим сцепным колесом локомотива, и для установления численной связи между интересующими нас величинами мы должны воспользоваться принципом возможных перемещений, согласно которому элементарная работа равнодействующей возможных перемещений равна сумме работ составляющих ее возможных перемещений. Таким возможным перемещением для силы F, приложенной к ободу, является перемещение паровоза ds, а для силы P_x — перемещение поршня dl. Если назвать через dR элементарную работу силы трения в механизме (характеризующую потерю энергии в нем), то для каждого цилиндра мы можем написать следующее выражение:

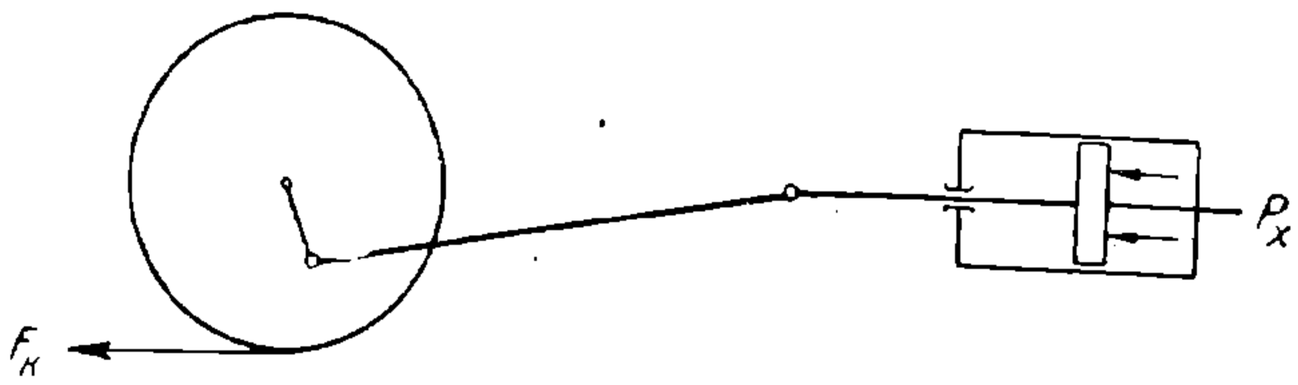


Рис. 135. Сила давления пара на поршень.

$$F_к ds = P_x dl - dR.$$

При тяговых расчетах и при решении тех или иных практических задач не столько важно мгновенное значение силы тяги, которое подставляется в рассматриваемое нами выражение, сколько среднее значение ее за один оборот. Поэтому, памятуя, что в течение одного оборота поршень внутри цилиндра сделает два хода (один — вперед, другой — назад), мы можем проинтегрировать интересующее нас выражение и привести его к следующему виду, обозначив ход поршня через l:

$$F_к \pi D = \int_0^{2l} P_x dl - \int_0^{\pi D} dR.$$

Разделив все выражение на πD, мы получим окончательно следующее выражение:

$$F_к = \frac{1}{\pi D} \int_0^{2l} P_x dl - \frac{1}{\pi D} \int_0^{\pi D} dR, \qquad (17)$$

где интеграл $\frac{1}{\pi D} \int_0^{\pi D} dR$ представляет собой среднее за оборот колеса значение равнодействующей всех сил внутреннего трения, носящее название **сопротивления паровоза как машины**. Обозначим эту величину через W_m, и тогда получим:

$$F_к = \frac{1}{\pi D} \int_0^{2l} P_x dl - W_m.$$

Интеграл же $\int_0^{2l} P_x dl$ представляет собой не что иное как работу пара внутри цилиндра в течение одного оборота. Работа эта могла бы быть вычислена, если

НБ УДУНТ (ДИТ)

бы мы знали закон изменения давления пара в течение интересующего нас периода времени.

До сих пор мы оперировали с абсолютной величиной силы давления пара на поршень P_x, меняющейся в течение хода поршня в довольно широких границах. Если мы при данном диаметре поршня или цилиндра d захотели бы выразить эту силу через величину давления на единицу площади, то получили бы

$$P_x = \frac{\pi d^2}{4} \cdot p_x, \tag{17a}$$

и выражение для силы тяги приобрело бы следующий вид:

$$F_к = \frac{\pi d^2}{4\pi D} \int_0^{2l} p_x dl - W_m.$$

Очевидно, что если мы заменим мгновенное значение давления пара внутри цилиндра некоторой величиной, называемой средним индикаторным давлением $p_i = \text{const}$, то мы получим возможность написать следующую зависимость:

$$\int_0^{2l} p_x dl = p_i 2l,$$

откуда получим связь между касательной силой тяги и параметрами паровозной паровой машины:

$$F_к = \frac{\pi d^2 l p_i}{2\pi D} - W_m. \tag{18}$$

Учитывая, что, во-первых, в паровозе имеются два цилиндра и что общая сила тяги, развиваемая ими, будет в два раза больше, а, во-вторых, что поршневой шток занимает некоторую площадь, окончательно искомое выражение перепишем так:

$$F_к = 0{,}96 \frac{d^2 l}{D} p_i - W_m, \tag{19}$$

где коэфициент 0,96 учитывает потерю полезной площади поршня из-за штока и контр-штока.

Интересно рассмотреть тот гипотетический случай, когда внутреннее трение отсутствует ($W_m = 0$). При этом допущении мы из вышеприведенного выражения получаем некоторую силу тяги, которая носит название индикаторной силы тяги, имеющей выражение:

$$F_i = 0{,}96 \frac{d^2 l}{D} p_i.$$

Но если мы вспомним, что касательная сила тяги

$$F_к = 0{,}96 \frac{d^2 l}{D} p_i - W_m,$$

то мы получим связь между индикаторной и касательной силами тяги в виде следующего выражения:

$$F_к = F_i - W_m. \tag{20}$$

При преобразовании указанного выражения, пользуясь зависимостью

$$\tau_m = \frac{F_i - W_m}{F_i},$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

мы получаем следующее выражение для коэфициента внутреннего трения:

$$\eta_m = \frac{F_к}{F_i} = \frac{F_k}{F_к + W_m}, \tag{21}$$

из которого видно, что этой величиной, представляющей собой, по существу, не что иное как механический к. п. д. механизма паровой машины, является отношение касательной силы тяги к индикаторной, связанной указанным образом с величиной потерь в самом механизме.

В наших рассуждениях мы для простоты вывода предполагаем, что имеется только один цилиндр; это — допущение, которое не имеет места на практике;

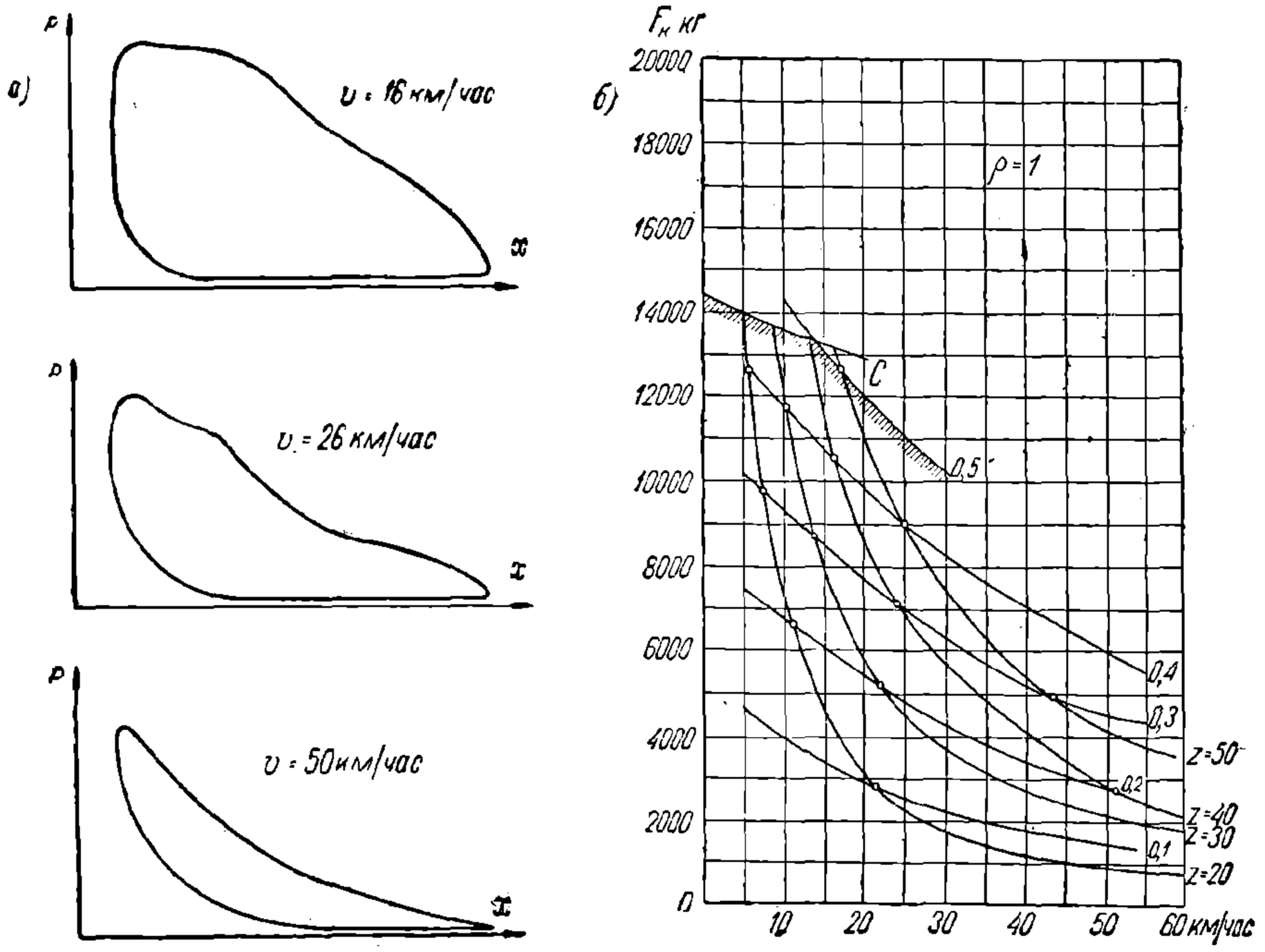


Рис. 136. Индикаторная диаграмма и кривые $F_k = \varphi(v)$.

наличие же двух цилиндров было учтено лишь в численном отношении без изменения самого существа вывода классической формулы касательной силы тяги:

$$F_к = \eta_m \, 0{,}96 \frac{d^2 l}{D} p_i. \tag{22}$$

На диаграммах рис. 136,*а* ясно видно, как с увеличением скорости уменьшается среднее индикаторное давление. По этой причине и величина индикаторной, а следовательно и касательной, силы тяги зависит от скорости, причем зависимость эта убывающая.

Если мы нанесем эту зависимость на семейство кривых силы тяги от скорости, при постоянных форсировках котла, то мы получим картину (рис. 136, *б*), которая нам показывает, каким образом наполнение цилиндра ограничивает силу тяги при различных скоростях.

Чтобы не оперировать с величиной p_i, зависящей от многих вышеуказанных факторов, мы можем осуществить следующее преобразование: назовем отношение среднего индикаторного давления к среднему котловому давлению через

НЕ УДУНТ (ДИТ)

$\xi = \frac{p_i}{p_к}$; тогда мы можем зависимость, полученную нами выше, преобразовать в следующем виде:

$$F_к = \eta_m 0{,}96 \frac{d^2 l}{D} p_к \xi. \qquad (23)$$

В этой зависимости единственной переменной величиной для данного паровоза является величина ξ, носящая название индикаторного коэфициента. Эта величина в самой себе будет заключать влияние изменения отсечки, скорости, открытия регулятора и является поэтому величиной, весьма характерной для установления основной зависимости силы тяги по размерам цилиндра.

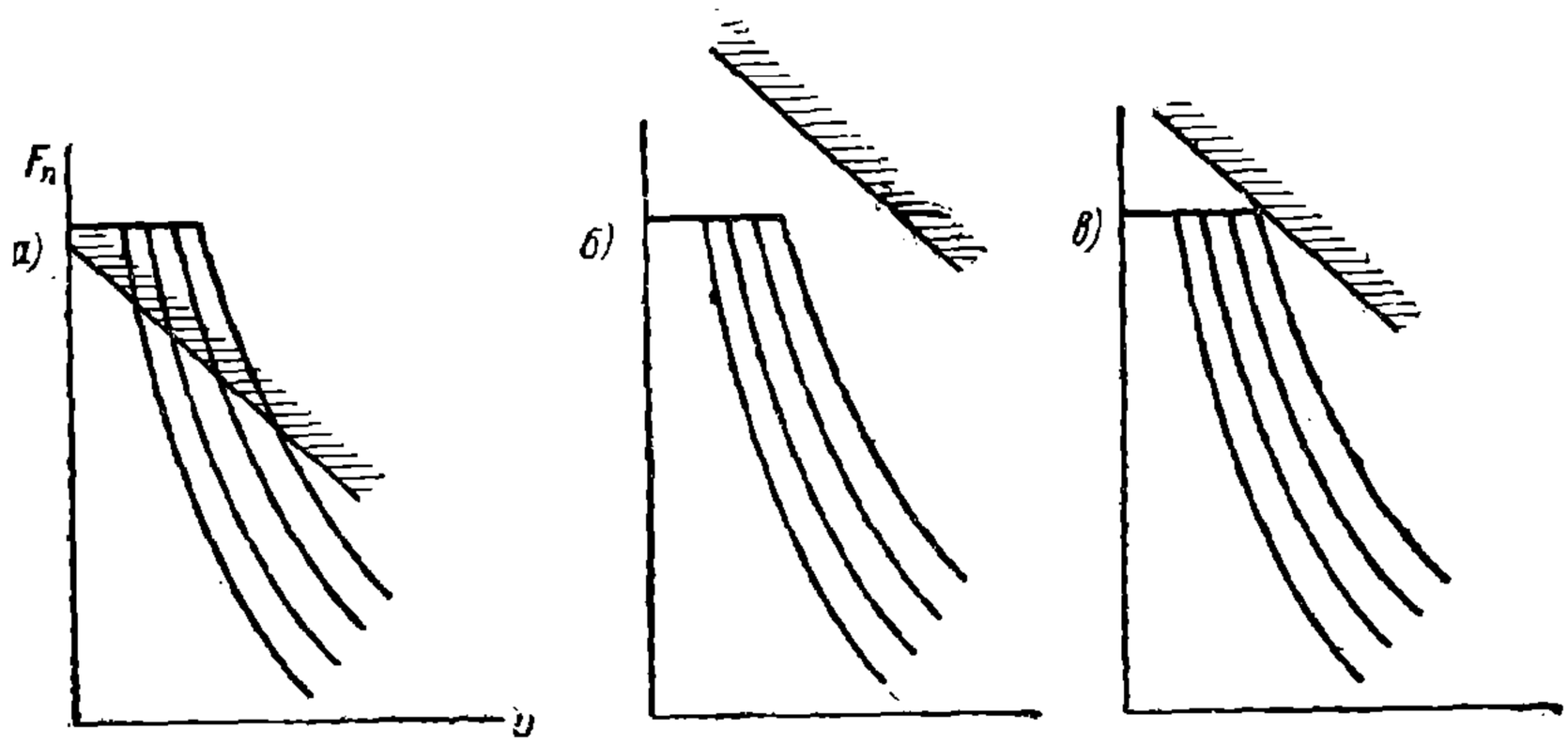


Рис. 137. Ограничение силы тяги паровоза по котлу, по сцеплению и по цилиндрам.

С другой стороны, если мы будем рассматривать выражение

$$F_к = \eta 0{,}96 \frac{d^2 l}{D} p_к \xi,$$

то, можем заметить, что величина $\eta 0{,}96 \frac{d^2 l}{D} p_к$ по своей природе является не чем иным, как той же силой тяги, при том только допущении, что индикаторный коэфициент для данного случая должен быть равен единице.

Можно указать, что индикаторный коэфициент практически всегда должен быть меньше единицы, так как по многим соображениям, изложенным выше, мы всегда используем расширение пара, что приводит к тому, что среднее индикаторное давление всегда меньше котлового. Поэтому мы имеем указанную выше величину

$$M = \eta 0{,}96 \frac{d^2 l}{D} p_к \qquad (24)$$

лишь как некоторую фиктивную величину, характеризующую ту силу тяги, которую паровоз мог бы развить при указанном гипотетическом допущении. Несмотря на то, что паровоз такую силу тяги на самом деле развивать не может, тем не менее эта величина, именуемая модулем силы тяги, является весьма характерной для каждого типа паровоза. Отсюда мы имеем:

$$F_к = M\xi. \qquad (25)$$

Рассматривая ограничение силы тяги в цилиндрах совместно с ограничением ее по сцеплению и по котлу, можно заметить, что цилиндровое ограничение

НБ УДУНТ (ДИТ)

может занимать, очевидно, различные положения по отношению к отдельным кривым. Тот случай, который изображен на рис. 137,*а*, характеризует так называемый недоцилиндренный паровоз, т. е. паровоз, в котором и мощность котла и сцепной вес, позволяют развить силу тяги бóльшую, чем это возможно по размерам цилиндров при определенном наполнении их. Случай, изображенный на другой диаграмме (рис. 137,*б*), является случаем перецилиндренного паровоза, т. е. такого паровоза, в котором размеры цилиндров чересчур велики для заданного сцепного веса, коэфициента сцепления и паропроизводительности котла.

Из рассмотрения этих диаграмм следует, что мы должны иметь известную гармоничность в соединении этих трех факторов и, следовательно, объемы цилиндров должны быть и не чересчур большими и не чересчур малыми, примерно такими, какие изображены на диаграмме 137,*в*.

§ 22. Экипажная часть паровоза, колесные пары, тележки, рамы.

Рассмотрев устройство котла и паровой машины паровоза, перейдем к изучению особенностей ходовых частей паровоза, т. е. самого экипажа, который является элементом, соединяющим в себе паровой котел с паровой машиной.

Начнем с особенностей колесных пар паровоза.

Особенностью устройства паровозных колес и осей является, во-первых, наличие бандажей на них и, во-вторых, наличие приспособления для соединения с движущим механизмом, с одной стороны, и для спаривания отдельных осей — с другой.

Для этой последней цели паровозные центры имеют надетые на них пальцы кривошипов, которые запрессовываются под большим, сравнительно, давлением от 100 до 150 *т*.

Кроме того все сцепные оси паровоза имеют так называемые противовесы, служащие для выравнивания хода паровоза и улучшения его воздействия на путь.

Обычные колесные центры изготовляются заодно с противовесом, отливкой из стали. Эти отливки делаются иногда полыми, иногда сплошными. В случае применения полых противовесов они заливаются обычно свинцом, что хотя и дорого, но зато экономит место в колесном центре. В большинстве случаев паровозные колесные центры спицевые.

Паровозные оси выковываются из мартеновской или тигельной литой стали лучшего качества, так как эти конструктивные детали работают в очень тяжелых условиях.

Нагрузка паровоза на его оси передается известным уже устройством, т. е. через подшипник, находящийся в буксе, вставленной в раму, причем нагрузка от рамы на буксу передается упруго посредством рессор, обычно листовых.

Так как на паровозную буксу действует не только вес паровоза, но также и боковые силы от работы машины, то для восприятия этих боковых сил необходимо иметь достаточную площадь прилегания буксы к раме. Наличие этих сил представляет собой характерную особенность устройства буксы, отличающую ее от вагонных.

Кроме того, необходимо отметить, что в большинстве случаев буксы паровоза делаются внутренними, так как для удобства контролирования движущего механизма колеса вынесены наружу рамы, и рама, следовательно, получается внутренней.

Для уменьшения указанных воздействий на паровозную буксу к буксе паровоза (рис. 138) сбоку приклепывается уголок, образующий буксовую челюсть, в которую вставляется букса. Роль буксовой челюсти не ограничивается указанным. Она имеет целью усиление рамы, ослабленной в этом месте буксовым вырезом.

НБ УГЛТУ (ДГТ)

Для той же цели неотъемлемым элементом устройства этой детали является подбуксовая струнка, которая, стягивая отростки челюстей, усиливает ослабленное вырезом сечение рамы.

Наличие паровой машины, действующей, строго говоря, не совсем равномерно, приводит к некоторому стремлению букс перемещаться взад и вперед (по направлению хода паровоза). Поэтому возникает некоторая игра букс в челюстях, что может расстроить не только челюсть, но и весь паровоз. Для ослабления указанного явления надо буксу возможно плотнее вставлять в челюсть С другой стороны, более плотное зажатие буксы в челюсти может привести к некоторому перемещению буксы в челюсти по вертикальной плоскости, что недопустимо в смысле возникновения чрезмерно больших усилий в раме из-за вертикальных толчков от неровности пути.

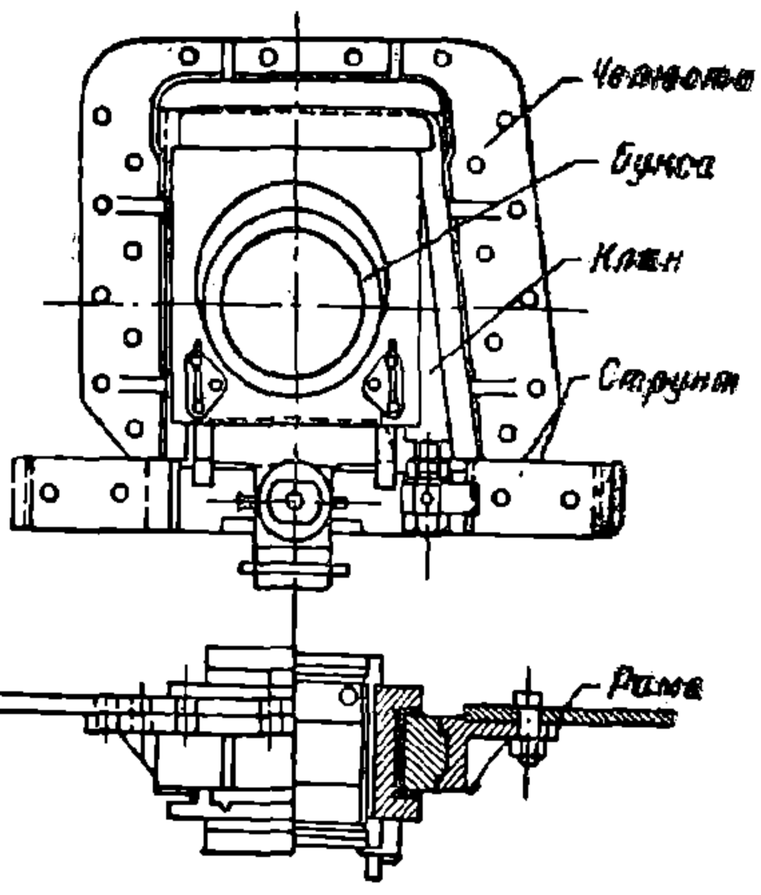


Рис. 138. Паровозная букса, вставленная в раму.

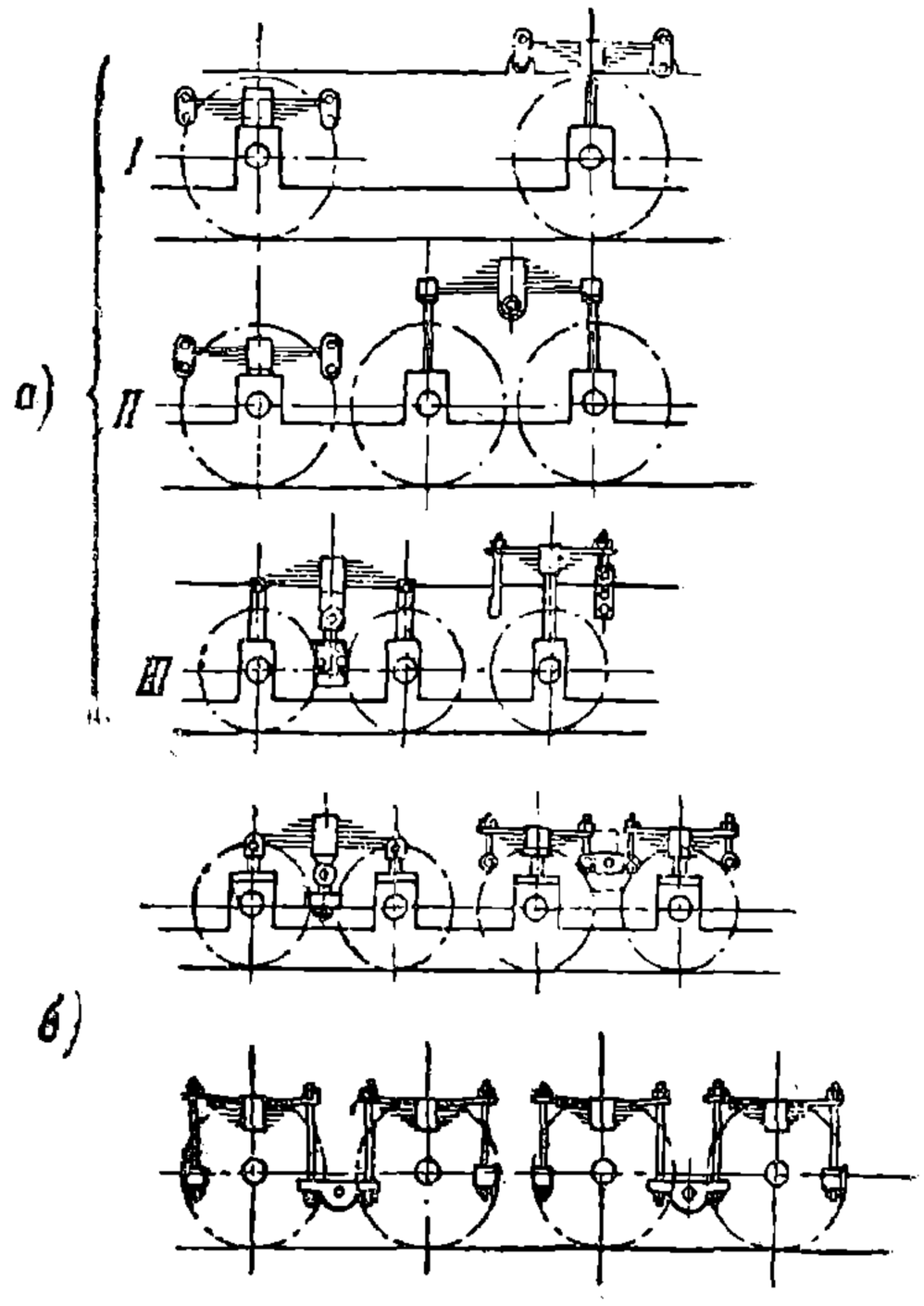


Рис. 139. Типы рессорного подвешивания.

Для ослабления воздействия этих вертикальных толчков на раму и всю вообще конструкцию паровоза, с одной стороны, и для ослабления игры букс в челюстях — с другой, конструкция соединения буксы с челюстью несколько усложняется. А именно, челюсть конструируется с некоторой слабиной, и на боковых поверхностях буксы ставятся медные наделки, называемые наличниками. Для осуществления нужного нажима на буксу и регулирования этой силы сжатия имеется буксовый клин, вставленный в челюсть между наличником буксы и челюстью. Челюсть эта делается наклонной с таким расчетом, чтобы вставленный в нее клин другой своей стороной был параллелен противоположной челюсти. Поднятие клина осуществляется с помощью винта, вставленного в основание клина и пропущенного через буксовую струнку. При опускании клиньев увеличивается расстояние между челюстями, и буксе придается большая подвижность. Очевидно, что клиньями можно отрегулировать параллельность отдельных осей паровоза между собой.

Рессоры паровоза являются весьма важным элементом. Они опираются на буксы с помощью стержней, называемых шпинтонами.

В большинстве паровозов в качестве нормальной общепринятой конструкции применяется обычная листовая рессора (рис. 139,*а*), которая своими концами с помощью подвесок присоединяется к раме.

НБ УДУНТ (ДНТ)

Во время движения паровоза по рельсовому пути неровности последнего вызывают толчки. Характерно, что может возникнуть явление сильного перегруза одной рессоры и разгруза другой. Во избежание этого концы рессоры часто связываются между собой плоскими рычагами (балансирами), имеющими точку опоры на раме. Очевидно, что перегруз одной рессоры может быть передан балансиром другим рессорам, что приводит к выравниванию нагрузки отдельных рессор, т. е. перегруз становится невозможным, толчки, например на стыке, принимаются уже не отдельной рессорой, а системой их.

Точки опоры балансира укреплены на раме, и балансир опирается на них особыми призмами из закаленной стали, называемыми н о ж а м и.

На многих американских конструкциях паровозов сочленение балансира с рамой совершается вилками, т. е. шарнирным соединением, подобным тому, которое изображено на рис. 139, *б*.

Другой особенностью экипажной части паровоза является многоосность. Притом в отдельных случаях для улучшения воздействия паровоза на путь применяется, кроме сцепных осей, и поддерживающая ось. Поддерживающие оси характеризуются всегда меньшей нагрузкой и весьма часто устройствами, облегчающими прохождение паровоза через кривые малых радиусов. Устройство для облегчения вписывания паровоза в кривые заключается в довольно многочисленных конструктивных решениях, из которых мы рассмотрим следующие.

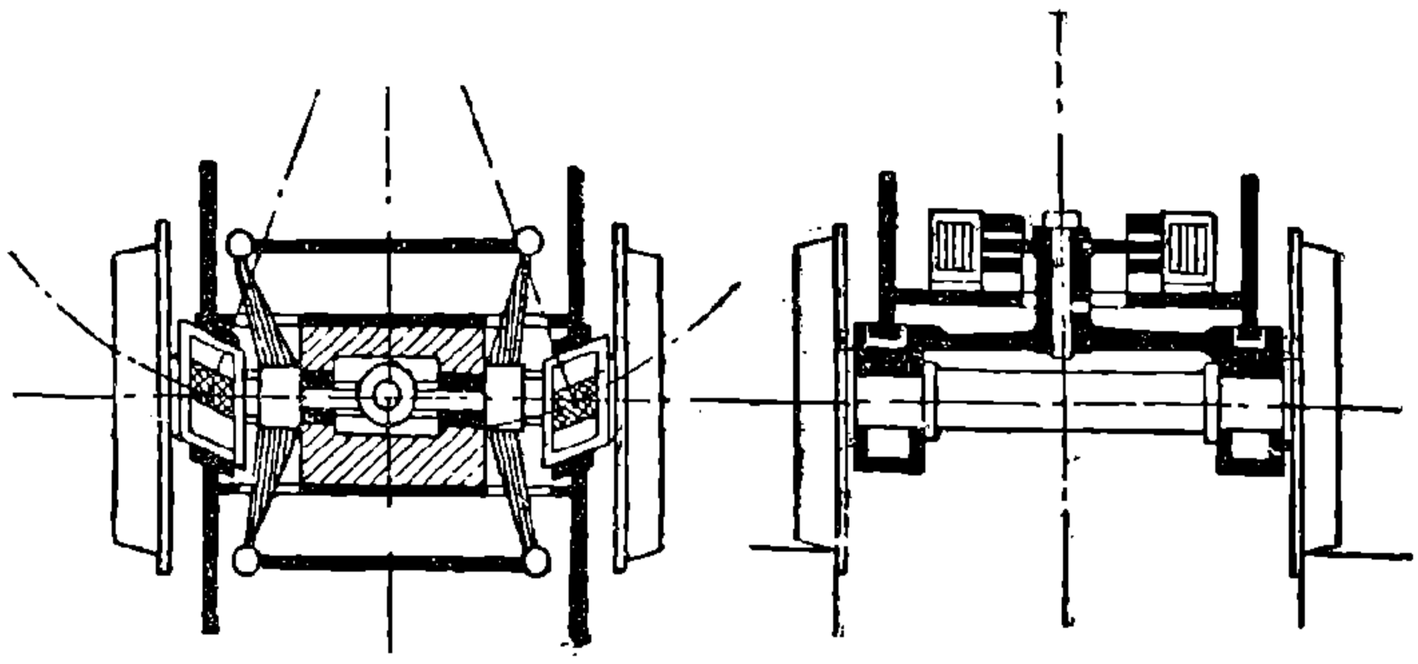


Рис. 140. Ось с буксой Адамса.

Первая ось (бегунок паровоза) может быть построена по системе Адамса, по которой букса (как видно из рис. 140) представляет собой коробку с очертанием по кривым поверхностям. Таким образом, усилие, приложенное по направлению оси, вследствие наличия этих кривых направляющих заставляет всю ось вращаться вокруг фиктивного центра *О*. Воображаемая точка вращения находится в центре направляющей кривой. При выходе на прямую необходимо наличие некоторого возвращающего усилия для того, чтобы этот бегунок мог иметь тенденцию возврата в свое прежнее центральное положение. Это поперечное усилие получается в данном случае натяжением двух расположенных над осью листовых рессор, но может быть создано и другими способами: наклонными плоскостями, секторами и так называемой люлечной подвеской.

Кроме этой конструкции, к числу одноосных тележек относится так называемая система Бисселя. Здесь также бегунок вращается, но не вокруг фиктивного, а вокруг совершенно реального центра вращения благодаря тому, что (как видно из рис. 141) одноосная тележка имеет водило, упирающееся на шкворень *О*. Таким образом, поворот этой одноосной тележки происходит вокруг указанного шкворня, чем и отличается принцип данной конструкции от рассмотренной выше. Направляющее усилие в этом случае также может быть создано указанными способами.

При стремлении, с одной стороны, сместить бегунковую ось внутрь кривой, а с другой — сместить первую ведущую ось наружу кривой, проблема вписывания решается более удачно осуществлением конструкции тележки Цара-Краса (как изображено на рис. 142). В этом случае одноосная тележка имеет приспособление не только для поворота относительно оси вращения, но и для аксиального смещения первой движущей оси паровоза.

НТБ УГЛТ (ДГТ)

Существует также весьма интересная конструкция для двухосных бегунковых тележек. Но при этом следует отметить, что наиболее широкое применение двухосная поворотная тележка находит себе в паровозах, предназначенных для очень больших скоростей, главным образом для пассажирских курьерских поездов, а не для паровозов промышленного транспорта; по этой причине мы в данном курсе не будем разбирать подробно эту конструкцию.

Рамы паровоза можно разделить по своему устройству на следующие типы: рамы листовые, весьма распространенные в европейской паровозостроительной технике, а также и у нас в СССР, рамы брусковые, распространенные на паровозах США, и рамы литые, которые тоже за последнее время начинают находить себе применение в американских условиях. Вообще говоря, вне зависимости от указанных особенностей рам, их продольные конструкции связываются между собой поперечными креплениями. Впереди приклепывается буферный брус,

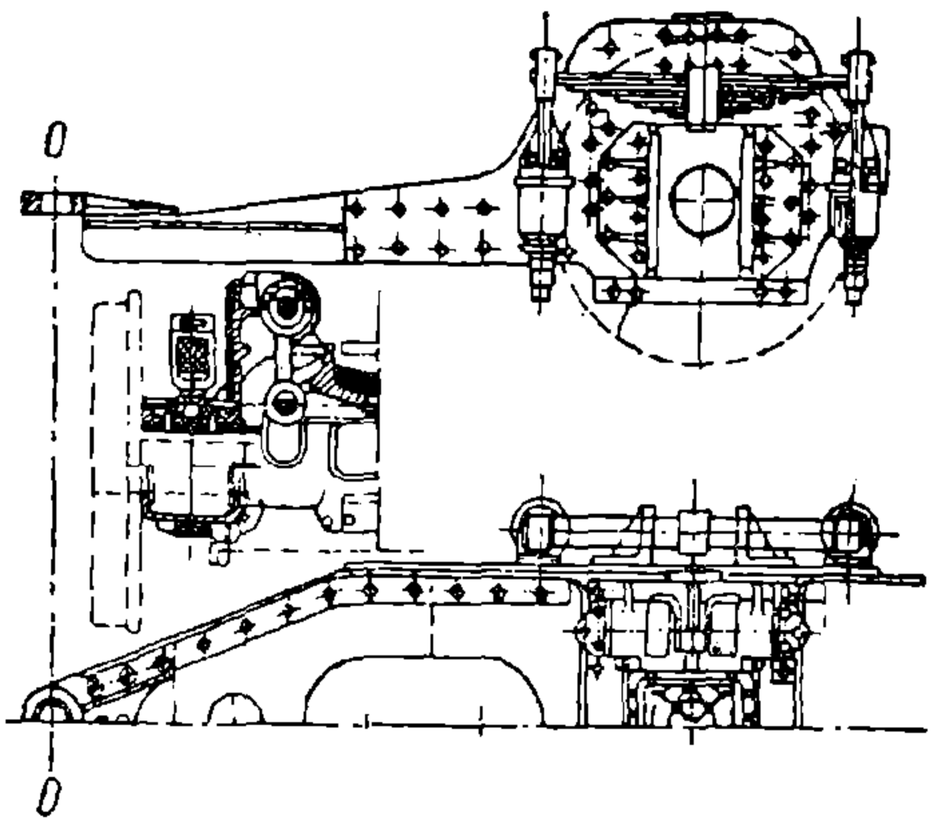


Рис. 141. Тележка Бисселя.

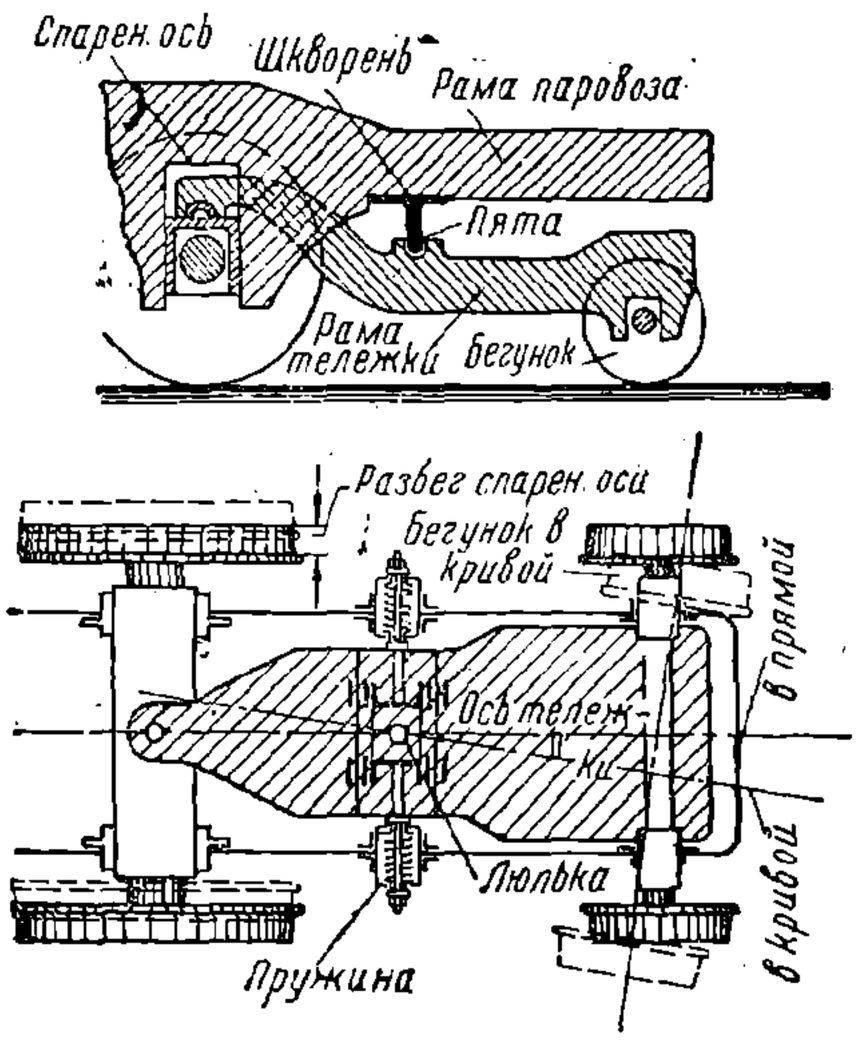


Рис. 142. Тележка Цара-Краусса.

сзади стяжной ящик и в промежутках — для придания большей жесткости этой конструкции — применяется несколько междурамных креплений, которые делаются либо клепаными, либо литыми. Кроме того, в передней части рамы паровоза имеет место межцилиндровое крепление, составленное либо из отдельных листов, склепанных между собой, либо из стальной отливки кубической формы.

Это межцилиндровое крепление служит, кроме того, и передней опорой котла, который опирается на межцилиндровое крепление особым листом, называемым подбрюшным.

Другая сторона котла, а именно топка, должна опираться на раму подвижным образом, т. е. допускать некоторое перемещение котла относительно рамы в продольном направлении. Требование это очевидно из того, что при такой длинной конструкции, которую представляет собой паровозный котел, температурное удлинение последнего во многих случаях представляет уже вполне ощутимое явление, и для избежания вредного напряжения в котле и раме необходимо осуществить взаимное их перемещение.

Европейский тип листовой рамы страдает одним весьма важным недостатком: большим весом и громоздкостью. Кроме того, обилие заклепок в различных соединениях, указанных выше, удорожает эту конструкцию.

Рама американского типа, или брусковая, не имеет указанных недостатков, так как рамные листы здесь заменены квадратными брусками одинаковой жесткости как в вертикальной, так и горизонтальной плоскости, что исключает надобность в межрамных креплениях.

В американских конструкциях и межцилиндровое крепление и стяжной ящик, а также и буферный брус обычно делаются литыми.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Еще более прочны и легки рамы, отлитые заодно с цилиндрами и передней опорой котла. Однако они требуют весьма совершенного технологического процесса литья.

§ 23. Тендеры.

Как было уже выше указано, паровозы, с точки зрения хранения запаса воды и топлива, можно подразделить на танковые и тендерные.

Танковые паровозы представляют собой конструкцию, несущую на самом паровозе необходимый запас воды и топлива.

Тендерные паровозы осуществляют это в особой повозке — тендере.

По вполне понятным причинам, запасы воды и топлива в условиях промышленного транспорта не должны набираться на такой большой срок работы, как в магистральных условиях. Поэтому большинство промышленных паровозов широкой и узкой колеи осуществляется обычно в виде танковых паровозов; хотя, с другой стороны, имеют место у нас в СССР некоторые промышленные паровозы и тендерного типа. Поэтому мы и остановимся на изложении элементарных сведений об устройстве тендера.

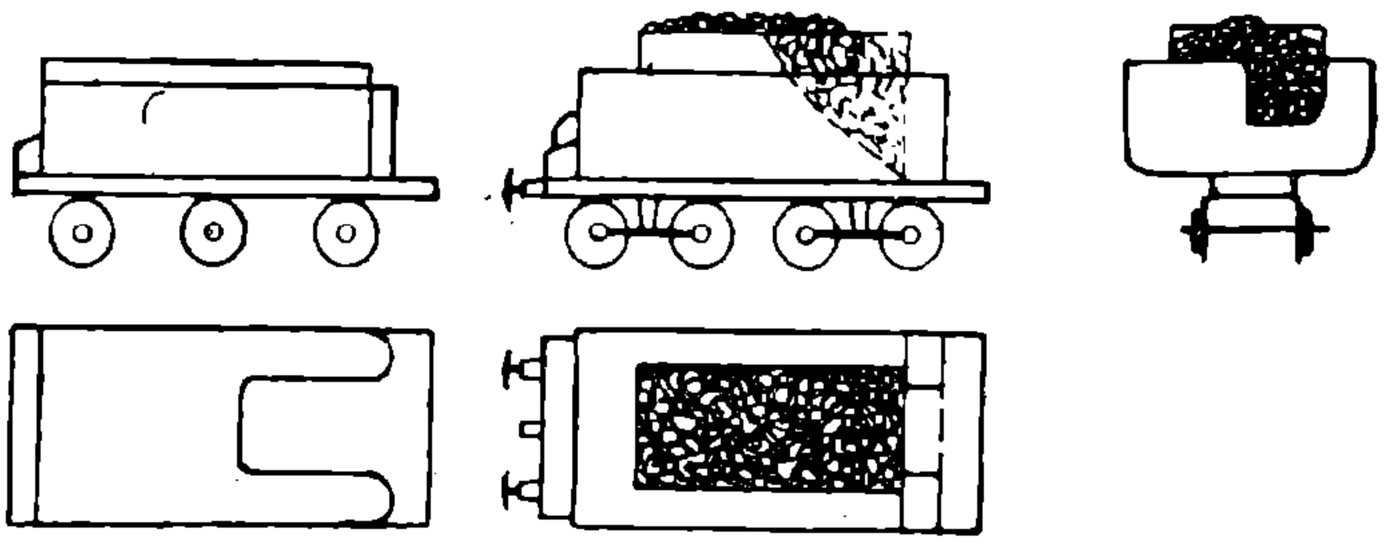


Рис. 143. Типы тендеров.

Обычно конструкция тендера состоит из поставленной на тележки (в случае многоосности тендера) рамы, на которой укреплены бак с водой и лоток для топлива. Вообще говоря, объем помещения, предназначенного для хранения воды, — водяной бак тендера — значительно больше, чем помещение для топлива. Поэтому в прежних конструкциях тендера подковообразный бак для воды окружал низко расположенное помещение для угля, как показано на рис. 143.

Это устройство приводило к необходимости для кочегара поднимать уголь до высоты топочной дверцы. В большинстве новых тендеров уголь лежит на наклонном в направлении к крыше паровоза водяном баке, кончающемся приблизительно на высоте топочного отверстия. Таким образом, этот уголь может сползать по мере его расходования вниз, и кочегару не приходится тратить лишних усилий.

В водяном баке тендера должно быть предусмотрено приспособление, затрудняющее плескание воды и предупреждающее возникающие вследствие этого гидравлические удары от толчков при перемене хода в направлении паровоза. Осуществляется это обычно особыми листами, помещенными в водяном баке так, чтобы помешать воде перемещаться в продольном направлении.

Прицеп тендера значительно увеличивает мертвый вес паровоза. Поэтому при небольшом сравнительно запасе воды и топлива целесообразно устроить эти помещения на самом паровозе и таким образом осуществить то, что мы подразумеваем под типом танкового паровоза. Помещения для воды и топлива находятся на самом паровозе, а именно: топливный ящик помещается большей частью позади будки машиниста; водяной же бак — либо по бокам котла, либо под котлом между рамами, либо же в виде седла на котле, как это видно на рис. 148. Последняя конструкция расположения водяных баков применяется, главным образом, в английских и американских паровозах.

§ 24. Понятие о главнейших типах паровозов.

Познакомившись в предыдущих параграфах с устройством и назначением главнейших элементов паровоза, следует теперь рассмотреть хотя бы в самом сжа-

НБ УДУНТ (ДИТ)

том виде, существующие типы паровозов как целостных конструкций, представляющих собою комбинацию котла, паровой машины и экипажа.

За истекший срок свыше сотни лет эволюция паровозостроения, в связи с требованиями эксплоатации в отдельных частных случаях, привела к чрезвычайному многообразию осуществленных на практике конструкций, из которых многие имеют интерес чисто исторический.

Поэтому в настоящей главе мы рассмотрим лишь те главнейшие типы паровозов, которые либо оказали существенное влияние на прогресс паровозного дела, либо отличаются своеобразием конструкции.

Многообразие типов паровозов сказывается, главным образом, не столько в отношении котла, сколько в отношении повозки и паровой машины.

Устройство паровой машины может быть классифицировано по следующим главнейшим признакам.

Стремление избежать больших потерь при конденсации и повысить отдачу паровой машины паровоза привело к осуществлению принципа, довольно широко

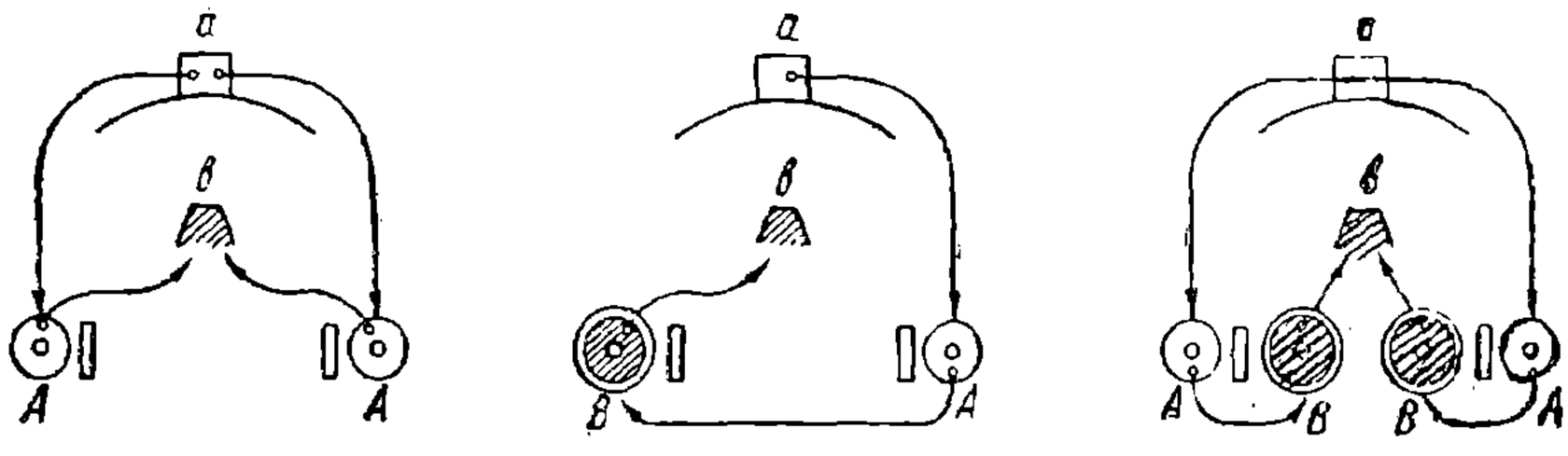


Рис. 144. Схемы паровозных машин.

распространенного в 90-х годах прошлого столетия, — многократного расширения пара или применения машин компаунд.

Паровые машины компаунд имеют цилиндры разного диаметра. Цилиндр меньшего диаметра, или так называемый цилиндр высокого давления *A*, получает пар непосредственно из котла, причем расширившийся в цилиндре низкого давления *B* пар выпускается наружу через выхлопную трубу *в*. Следовательно, цилиндры высокого и низкого давления соединены последовательно (как указано схематически на рис. 144 и более подробно на рис. 145). Меньший перепад давлений в каждом отдельном цилиндре соответствует и меньшему перепаду температур, а следовательно, и уменьшению потерь на конденсацию. Кроме того с чисто теоретической точки зрения при работе пара последовательно в цилиндре высокого и затем в цилиндре низкого давления имеет место лучшее использование расширения пара вследствие того, что получаемая в двух цилиндрах однократного расширения работа получается в машине компаунд в объеме, допускающем большее расширение при наполнении s_i большем, чем s, но меньшем, чем $2s$ (рис. 146).

Машина компаунд нашла широкое распространение главным образом в морской практике, где имеется возможность осуществить не только двукратное, но и трех- и четырехкратное расширение пара. В паровозах по габаритным соображениям невозможно использовать выгоды многократного расширения пара, и применение принципа компаунд привело только к двукратному расширению пара.

Кроме того в паровозах применение принципа компаунд приводит не только к значительному усложнению паровой машины, но и к возникновению приборов, служащих для парализования некоторых вредных явлений, как следствия последовательной работы пара в цилиндрах.

Дело в том, что в паровозах типа компаунд возможны неблагоприятные положения кривошипа, при которых трогание с места будет падать исключительно на один из цилиндров (скажем, на цилиндр низкого давления, причем цилиндр высокого давления может не получить пара через ресивер 2). Поэтому необходимо

НБ УГЛТУ (ДИТ)

осуществить пуск свежего пара с помощью паропроводов *3* непосредственно в цилиндр низкого давления, т. е. отказаться — на период трогания с места — от работы по системе компаунд и заставить разгонять поезд одним цилиндром низкого давления. Подобного рода прибор, так называемый прибор отправления *1* (кран Линднера), необходим для паровозов системы компаунд. После первых оборотов колес, когда инерции паровоза будет достаточно для приведения в действие всего механизма паровой машины, т. е. для перехода пара в цилиндр высокого давления, этот прибор отправления выключается, и машина начинает работать по принципу компаунд нормально.

Экономия, получаемая применением принципа двукратного расширения пара в паровозе, равная приблизительно 15%, достигается за счет уменьшения потерь на конденсацию.

Можно сказать, что этот же эффект может быть получен значительно более простым образом — применением перегрева пара, т. е. некоторым усложнением устройства котла, так как перегретый пар по своей природе обладает более высокой температурой и такими термодинамическими свойствами, которые в сильной степени уменьшают возможность потерь на конденсацию.

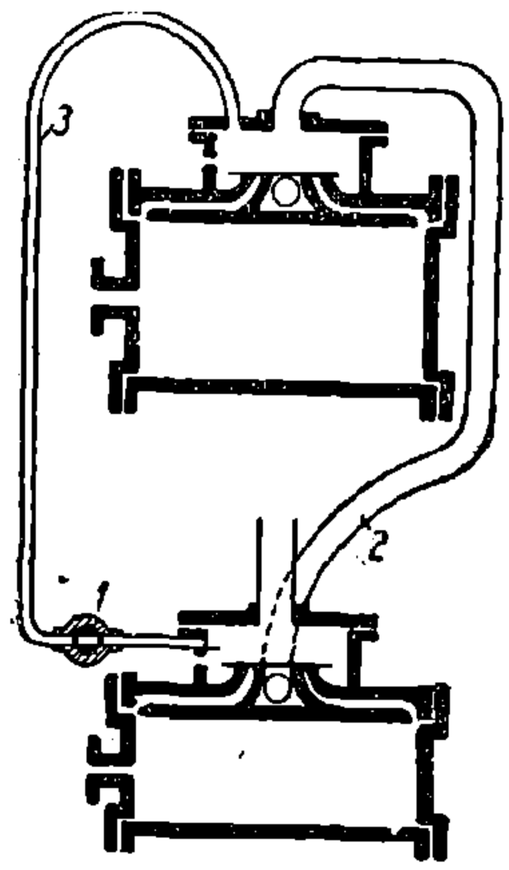


Рис. 145. Схема машины компаунд.

Так как паровозы компаунд обнаружили целый ряд конструктивных недостатков, сводящихся к необеспеченности рабочим паром обоих цилиндров и к неравенству веса цилиндров, что вызывает трудности уравновешива-

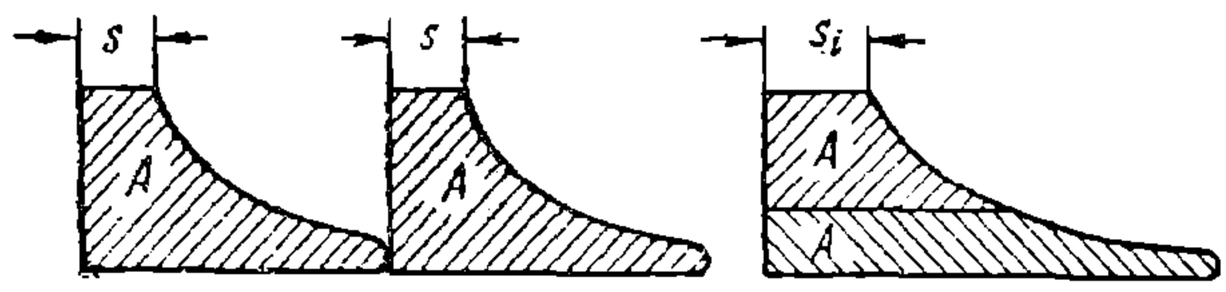


Рис. 146. Индикаторные диаграммы.

ния паровоза, то в настоящее время при применении перегрева почти все основные преимущества системы компаунд утратили свое значение, и современные паровозы строятся, главным образом, только однократного расширения, т. е. с простыми машинами, и от применения принципа компаунд для паровозов, вообще, и промышленных паровозов, в частности, пришлось отказаться.

За последнее время трудами советских конструкторов и инженеров создана весьма интересная конструкция конденсаторного паровоза, т. е. такого паровоза, тендер которого несет на себе устройство для охлаждения отработанного пара в воду и питания этой водой паровозного котла.

Выгоды этого устройства заключаются не столько в уменьшении расхода топлива, сколько в том, что конденсаторный паровоз питается этой циркуляционной водой, которая требует ничтожного пополнения и таким образом создает для такого паровоза почти полную независимость от водоснабжения.

В условиях промышленного транспорта последнее преимущество, весьма важное для магистральных дорог, не так существенно, если предприятие, как это обычно бывает, обеспечено водой в достаточной степени.

Другой же тип паровозов — бестопочные или безогневые, наоборот, не имея почти никакого интереса для магистрального железнодорожного транспорта, может представлять весьма актуальное значение для промышленного транспорта. За границей (главным образом в Германии) этот тип локомотива весьма успешно конкурирует с другими типами паровозов и видами тяги.

Как уже было указано выше, котлы этих паровозов не производят пар сами, а являются лишь аккумуляторами пара (и тепловой энергии его), получаемого ими от внешнего источника, например от мощной стационарной котельной

НБ УДУНТ (ДИТ)

установки, следовательно, этот тип паровоза не имеет не только топки, но и колосниковой решетки, дымогарных труб, дымовой коробки и прочих устройств, связанных с необходимостью сжигать топливо.

В паровозах этой системы использовано известное из физики свойство воды принимать более высокие значения теплосодержания при увеличении давления.

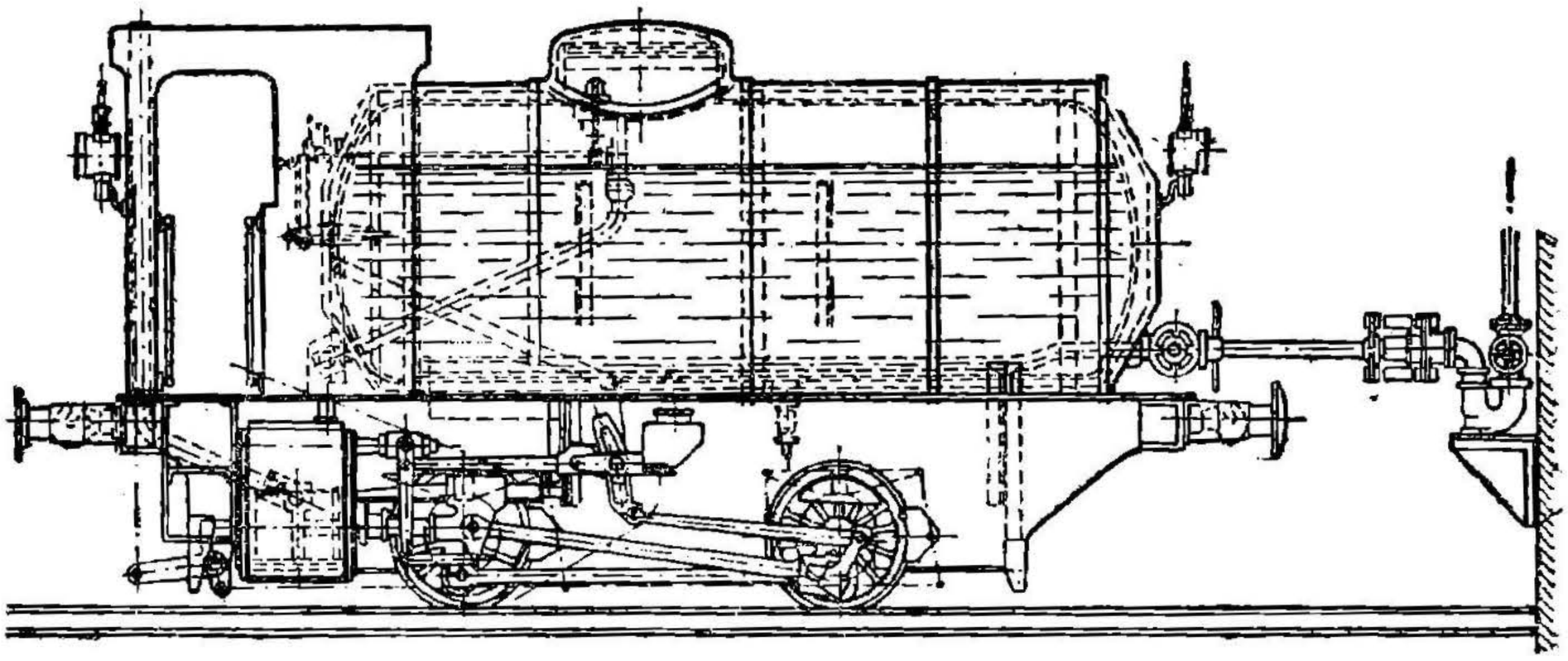


Рис. 147. Разрез бестопочного паровоза.

Расход пара из котла машиной естественно понижает давление в этом резервуаре; это падение давления преобразует довольно значительную часть воды в пар за счет свободной теплоты ее. Таким образом получается возможность довольно длительной работы этого паровоза на ограниченных по протяжению участках заводских железнодорожных путей.

На рис. 147 изображен разрез такого бестопочного паровоза с двухсцепными осями. В отличие от обыкновенных паровозов, цилиндры у этого паровоза расположены сзади. Котел должен иметь первоклассную тепловую изоляцию от потери тепла в окружающую среду, должен быть снабжен паромером, предохранительным клапаном, водомерными стеклами и пр.

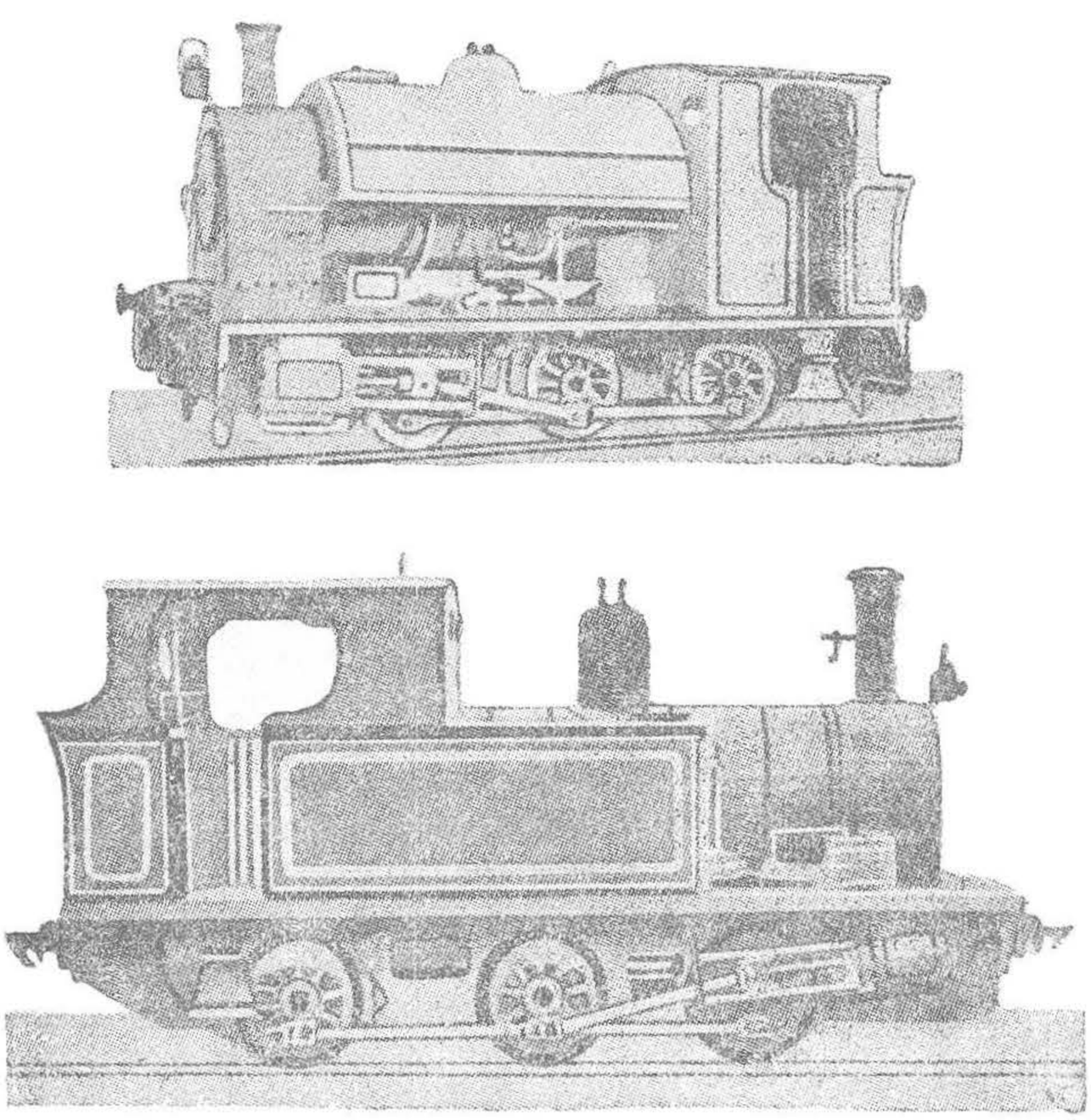


Рис. 148. Типы промышленных танк-паровозов.

В отличие от обычных паровозов, бестопочный паровоз снабжен особым предохранительным устройством, не позволяющим паровозу тронуться с места до окончания наполнения паром котла и отключения его от вентиля паропровода.

Что же касается до типов промышленных паровозов более обычного устройства, то по ряду причин они являются танк-паровозами имеющими все оси сцепными, но, несмотря на эту типичность, характеризующимися большим разнообразием в отдельных особенностях конструкции.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Прежде всего большое разнообразие имеется в расположении самих танков: иногда баки для запасов воды и топлива располагаются в виде сосудов более или менее прямоугольной формы около котла по бокам его; иногда, как видно

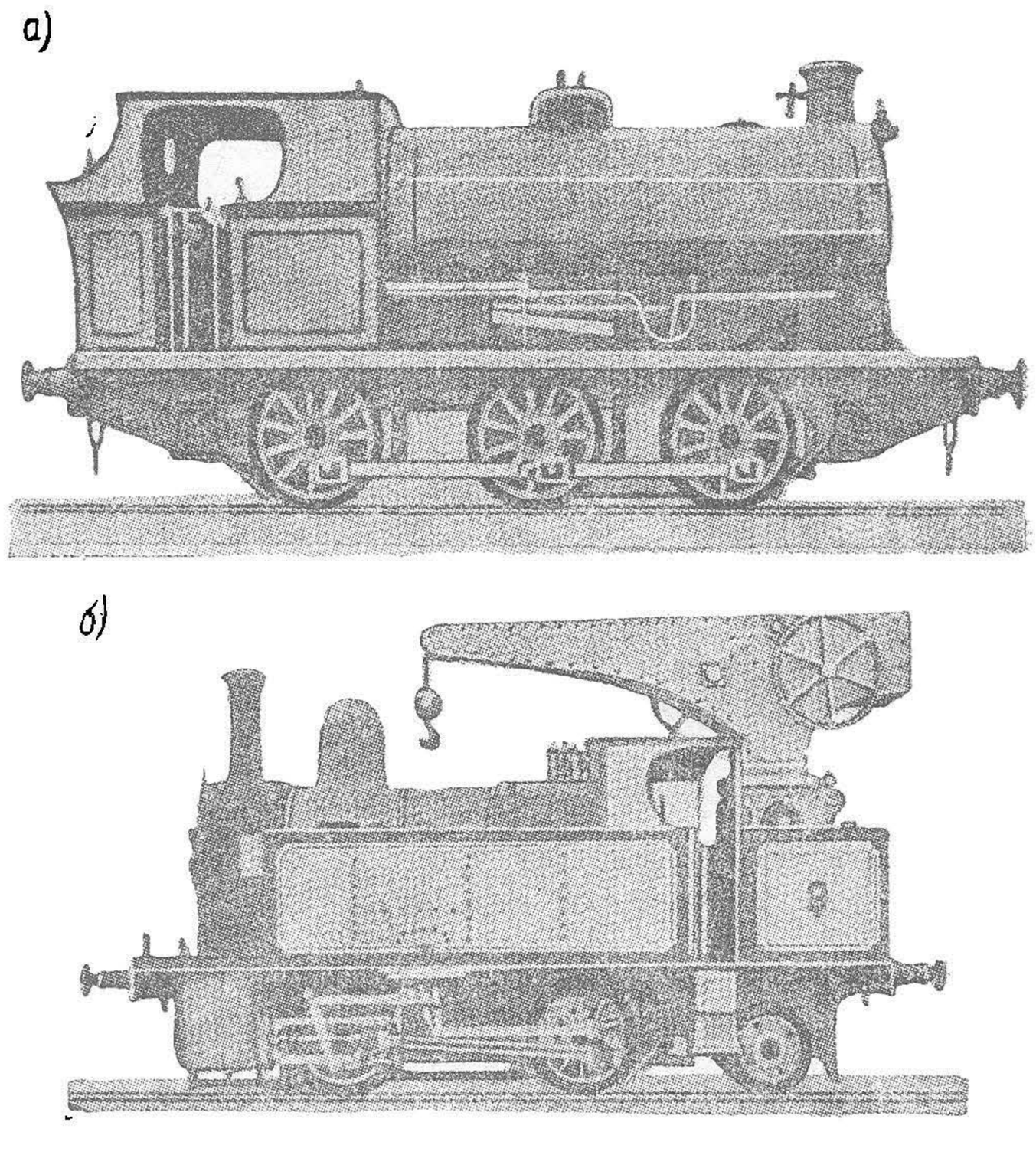


Рис. 149. Паровоз с внутренними цилиндрами (*а*) и паровой кран (*б*).

из рис. 148, эти запасы располагаются на самом котле в виде полуцилиндрической подушки.

Большинство британских танк-паровозов имеет еще одну особенность — двойные параллели „морского“ типа, что также видно из приведенных рисунков и,

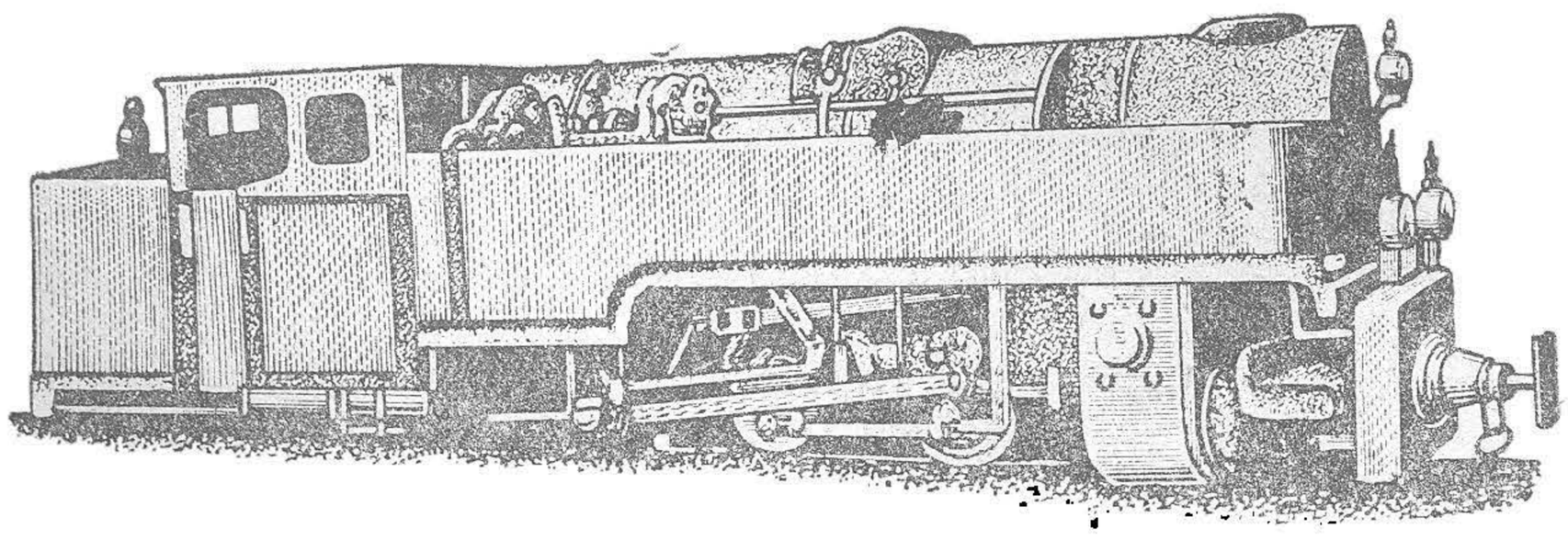


Рис. 150. Танк-паровоз для откатки от многоковшевого экскаватора.

кроме того, часто коленчатую ведущую ось, так что и цилиндры и весь движущий механизм располагаются между рамами, а снаружи находятся только спарники (см. рис. 149).

Встречаются также комбинации паровозов с подъемными кранами, для чего иногда приходится вводить поддерживающую заднюю ось.

НБ УДУНТ (ДИТ)

§ 25. Главнейшие данные о паровозах промышленного транспорта широкой и узкой колеи.

В настоящем разделе курса мы приведем некоторые конструктивные данные, характеризующие паровозы как узкой, так и широкой колеи, применяемые на промышленном транспорте.

Данные эти подобраны таким образом, чтобы они могли оказать известную помощь при проектировании.

При этом, однако, следует заметить, что при проектировании транспорта различных промышленных предприятий покамест нет того положения, которое мы имеем в НКПС по отношению к локомотивам магистральных железных дорог, — в нашем случае необходимо считаться с тем, что в промышленном транспорте приходится иметь дело с наличием старых типов паровозов как отечественного производства, так и заграничного. Кроме того за последние годы было ввезено в СССР некоторое количество паровозов промышленного типа иностранных фирм для нужд некоторых быстро развивавшихся предприятий. Поэтому мы при подборе материала не ограничимся сведениями только о советских промышленных паровозах, но приведем некоторые данные и из иностранных источников.

Начнем с паровозов узкой колеи 600—750—1000 или 900 *мм*.

В таблице 40 приведены сведения о паровозах узкой колеи малых мощностей

ТАБЛИЦА 40.

Главнейшие данные некоторых узкоколейных паровозов.

Главные данные		Мощность в *ЛС*										
		50	60	60	80	100	125	150	160	150	160	200
Ширина колеи .	*мм*	750	750	900	900	900	900	900	900	1 000	1 000	1 000
Диаметр цилиндра .	*мм*	215	240	240	260	280	300	320	330	320	330	350
Ход поршня . .	*мм*	300	360	360	400	400	430	430	450	430	450	450
Диаметр колес	*мм*	600	720	720	800	800	800	800	900	800	900	910
База	*мм*	1 200	1 400	1 400	1 600	1 600	1 800	1 800	1 800	1 800	1 800	2000
Наименьший радиус .	*м*	15	18	20	30	30	45	45	45	45	45	50
Площадь колосниковой решетки	$м^2$	0,4	0,45	0,45	0,52	0,65	0,72	0,9	0,98	0,9	0,98	1,0
Поверхность нагрева . .	$м^2$	19,5	23,75	23,75	28	37,5	42,5	47,0	47,0	47,0	47,0	55,3
Вес в порожнем состоянии	*т*	7,25	8,5	8,8	11,0	13,0	14,5	15,6	15,8	15,8	16,2	17,8
Вес в рабочем состоянии	*т*	9,5	11,0	11,4	14,5	16,7	18,4	19,6	20,5	20,0	21,1	23
Наибольшая длина	*мм*	4 950	5 400	5 400	5 600	5 800	6 380	6 520	5 600	6 520	5 600	6 200
Наибольшая ширина .	*мм*	1 800	2 000	2 000	2 050	2 280	2 320	2 320	2 300	2 320	2 300	2 400
Наибольшая высота	*мм*	2 800	3 000	3 000	3 200	3 290	3 330	3 500	3 500	3 500	3 500	3 600
Запас воды .	$м^3$	0,7	1,0	1,2	1,4	1,5	1,6	1,6	1,83	1,8	1,9	2,5
Запас топлива	$м^3$	0,45	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	0,9	1,0	1,2
Наибольшее тяговое усилие	*кг*	1 330	1 540	1 600	2 030	2 350	2 575	2 750	2 975	2 800	2 950	3 225

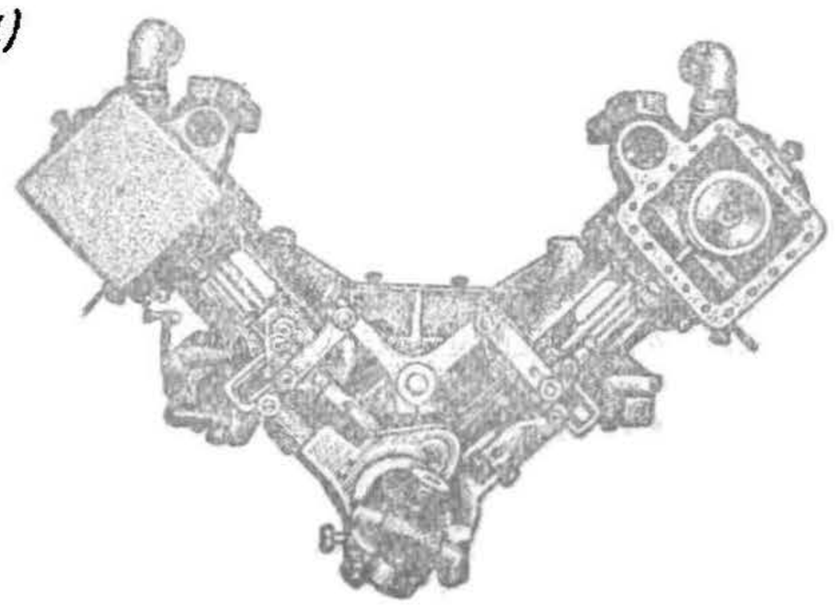
Исходя из того, что до освоения нашей промышленностью специальных типов паровоза, некоторые предприятия были оборудованы подвижным составом, в частности паровозами импортного происхождения; мы приводим некоторые данные о таких паровозах для угольного отопления (см. табл. 41).

В таблице 42 приведены сведения о паровозах, приспособленных для отопления дровами, бурым углем и торфом.

В таблице 43 приведены данные о иностранных промышленных паровозах 0-3-0 (трехосных) для отопления углем.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Весьма своеобразный внешний вид (рис. 150) имеют также специальные паровозы для работы на открытых разработках бурого угля, имеющие довольно широкое распространение в германской практике.



Такие паровозы предусмотрены для прохода под порталом многоковшевого экскаватора, имеющего весьма ограниченный габарит, чем и объясняется наличие задней поддерживающей поворотной тележки.

Стремление сочетать возможно более полное использование всего веса паровоза, вместе с запасами воды и топлива, с наилучшим вписыванием паровоза в кривые малого радиуса привело американских конструкторов к чрезвычайно интересному с конструктивной точки

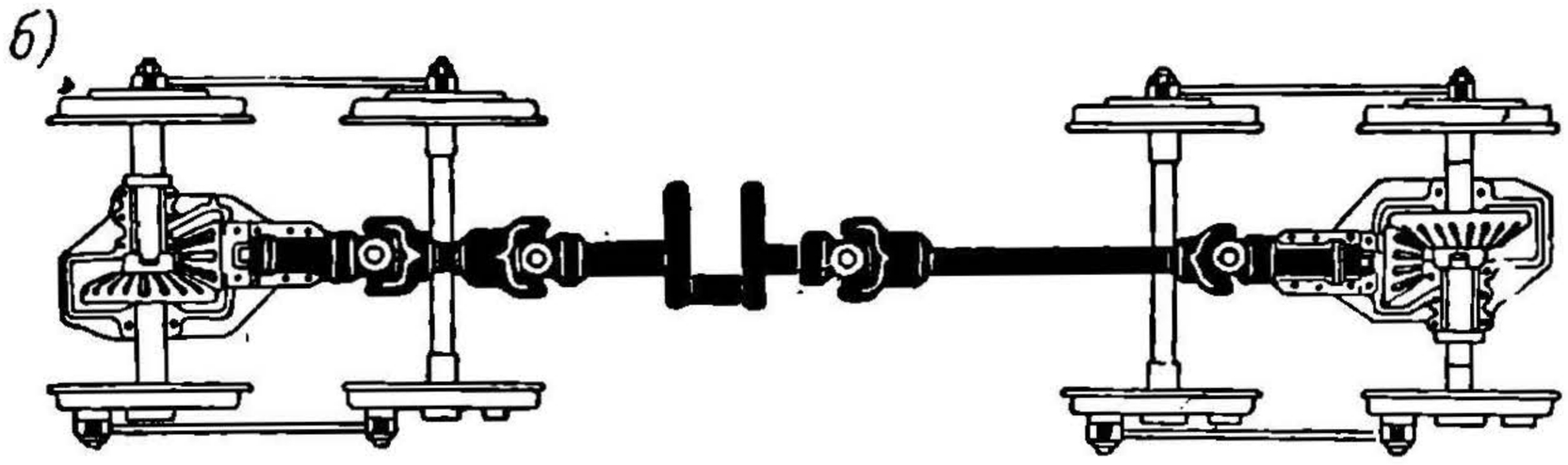


Рис. 151. Паровая машина и движущий механизм паровоза с карданным приводом.

зрения решению радикально отличающемуся от всего того, что мы до сих пор рассматривали.

Паровозостроительный завод Heisler Locomotive Works (Erie Pennsylvania USA) осуществил в своих паровозах V-образное расположение цилиндров (рис. 151,*а*),

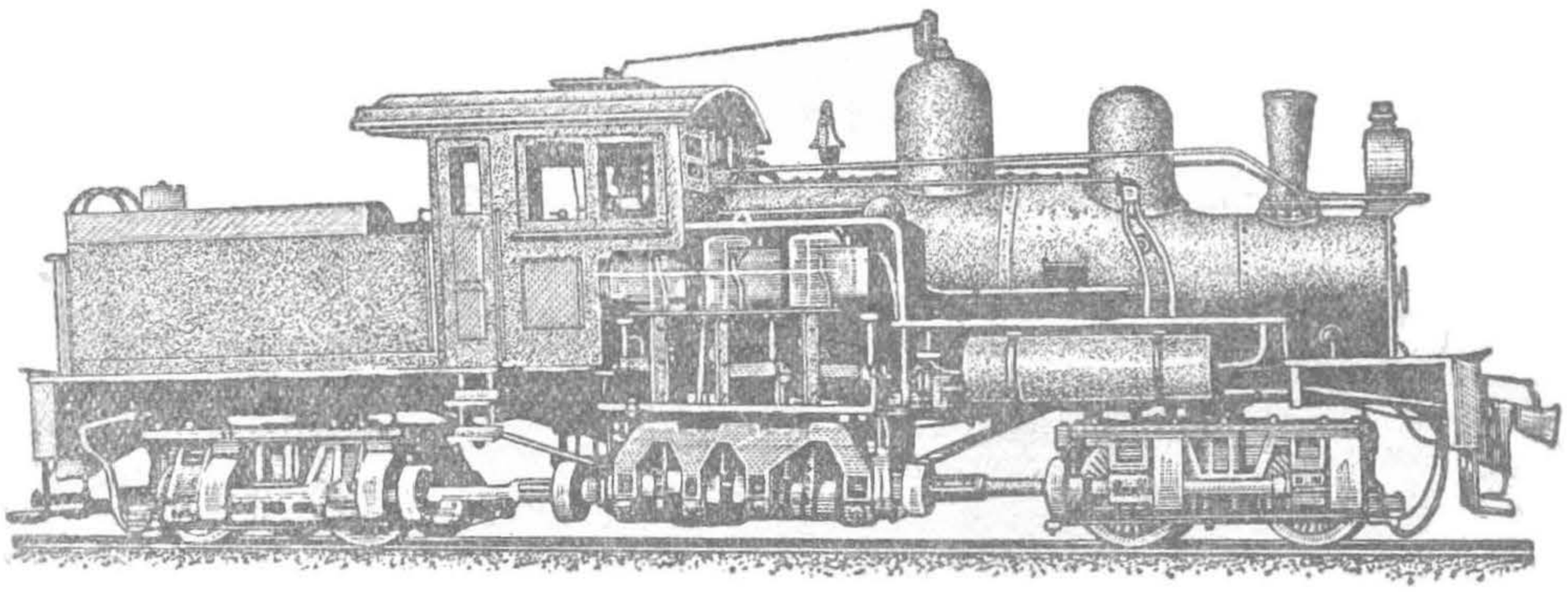


Рис. 152. Паровоз особого типа для очень крутых кривых.

так что шатуны их вращают коленчатый вал, расположенный вдоль продольной оси паровоза.

Этот коленчатый вал (рис. 151,*б*) соединен карданными шарнирами с конической зубчатой передачей, расположенной на одной из осей каждой поворотной тележки паровоза; этим достигается, что все оси паровоза являются сцепными; жесткая база такого паровоза настолько мала, что паровоз, как видно из данных таблицы 44 и 44*а*, может вписываться в кривые столь малых радиусов, которые совершенно недостижимы для паровозов даже танковых, одних и тех же тяговых данных.

Аналогичное по цели, но несколько иное решение дано паровозом системы Schay, изображенным на рис. 152.

НВ УЛУНТ (ДГТ)

ТАБЛИЦА 41.

Танк-паровозы 0-2-0 для угольного отопления.

Данные	Мощность в *ЛС*									
	20	30	40	50	50	60	70	90	90	140—160
Ширина колеи . . *мм*	600	600	600	600	750	600	750	750	900	900
Вес порожнего паровоза . . . . *т*	4,7	5,3	6,2	6,8	7,1	8,4	9,4	10,1	10,2	14,0
Рабочий вес паровоза . . . . . *т*	5,8	6,6	7,7	8,6	9,1	10,6	12,0	13,0	13,2	18,0
Котловое давление *кг/см²*	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Поверхность нагрева котла . . . . *м²*	7,75	11,66	14,66	18,4	18,4	21,19	23,48	27,84	27,84	42,53
Площадь колосниковой решетки *м²*	0,25	0,3	0,35	0,40	0,40	0,430	0,456	0,517	0,516	0,717
База жесткая . *мм*	1 200	1 200	1 400	1 400	1 400	1 600	1 600	1 600	1 600	1 800
Полная база . . *мм*	1 200	1 200	1 400	1 400	1 400	1 600	1 600	1 600	1 600	1 800
Диаметр колес . *мм*	550	550	600	600	600	650	700	700	700	800
Диаметр цилиндра . *мм*	150	170	190	210	210	230	250	270	270	310
Ход поршня . . *мм*	275	275	300	300	300	325	350	350	350	400
Тяговое усилие . *кг*	810	1 040	1 300	1 590	1 590	1 905	2 250	2 625	2 625	3 460
Скорость нормальная . . . . . *км/час*	8	9,5	10	10	10	10	10	11	11	13
Скорость допускаемая . . . . *км/час*	15	15	20	20	20	25	25	25	25	30
Запасы воды . *л*	490	575	600	660	900	750	950	1 150	1 400	1 650
Запасы топлива . . *л*	240	370	420	500	500	600	625	750	750	1 100
Наибольшая длина *мм*	3 825	4 100	4 325	4 525	4 525	4 800	4 800	5 000	5 000	5 600
Наибольшая высота *мм*	2 750	2 750	2 900	2 925	2 925	2 975	3 060	3 140	3 140	3 300
Наибольшая ширина *мм*	1 620	1 620	1 720	1 720	1 720	1 975	1 960	1 960	2 250	2 220
Наименьший радиус кривой *м*	12	12	20	20	20	30	30	30	30	35

ТАБЛИЦА 42.

Данные о паровозах типа 0-2-0 для дров, бурого угля и торфа.

Данные	Мощность в *ЛС*				
	30	40	50	180	200—225
Ширина колеи . . . . *мм*	600	600	750	900	900
Вес порожнего паровоза . . . . *т*	5,4	7,1	7,5	16,0	21,5
Вес паровоза в рабочем состоянии *т*	6,8	8,6	9,4	20,0	27,0
Котловое давление $p_к$ . . . . *кг/см²*	12	12	12	13	13
Поверхность нагрева котла . . *м²*	12,4	15,59	19,47	51,43	60,5
Площадь колосниковой решетки *м²*	0,45	0,66	0,72	1,1	1,29
База жесткая *мм*	1 200	1 400	1 400	1 800	1 800
База полная . . *мм*	1 200	1 400	1 400	1 800	1 800
Диаметр колес . . . *мм*	550	600	600	800	800
Диаметр цилиндра *d* . *мм*	170	190	210	310	350
Ход поршня *l* . . *мм*	275	300	300	400	400
Тяговое усилие *F* . . . . *кг*	1 040	1 300	1 590	3 750	4 765
Скорость нормальная *км/час*	9,5	10	10	15,5	15
Скорость допускаемая . *км/час*	15	20	20	30	30
Запасы воды . *л*	575	680	900	1 650	2 500
Запасы топлива *л*	750	800	900	1 000	1 200
Наибольшая длина . *мм*	4 250	4 900	4 900	6 000	6 300
Наибольшая высота *мм*	2 750	2 900	2 925	3 000	3 000
Наибольшая ширина . . *мм*	1'620	1 720	1 720	2 235	2 400
Наименьший радиус кривой *м*	15	20	20	35	35

УПИ (ДИТ) НТБ

Чтобы закончить вопрос о промышленных паровозах иностранных конструкций, приведем данные о паровозах с карданным приводом, предназначенных специально для прохода по кривым очень малых радиусов. Таблица 44 относится к паровозам системы Heisler, таблица 44а — к паровозам системы Schay.

Сведения о советских узкоколейных танк-паровозах приведены в таблице 45 и на рис. 153, заимствованных из материалов транспортного сектора Технической комиссии подъемно-транспортного оборудования.

При этом следует указать, что выпуск танк-паровозов для колеи 750 *мм* ныне прекращен, однако на сети промышленных железных дорог еще существует значительное число таких паровозов, чем и вызвано помещение данных для них.

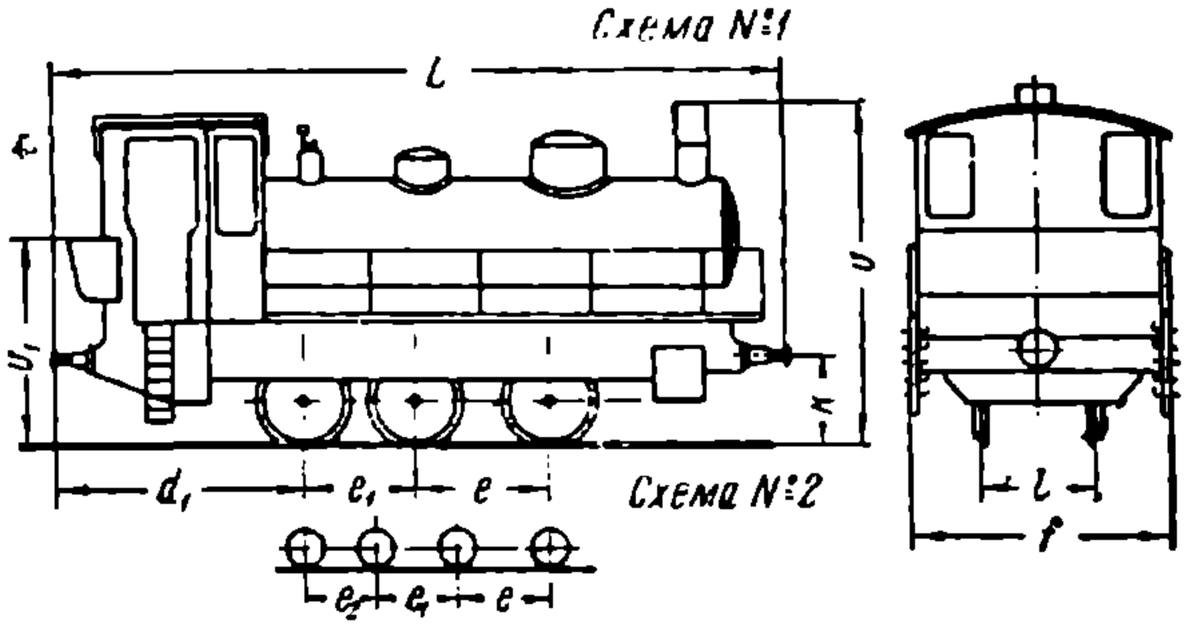


Рис. 153. Размеры советских танк-паровозов узкой колеи.

В таблице 46 приводятся сведения об узкоколейных паровозах отечественного производства с тендерами. Размеры этих локомотивов можно определить из рис. 154.

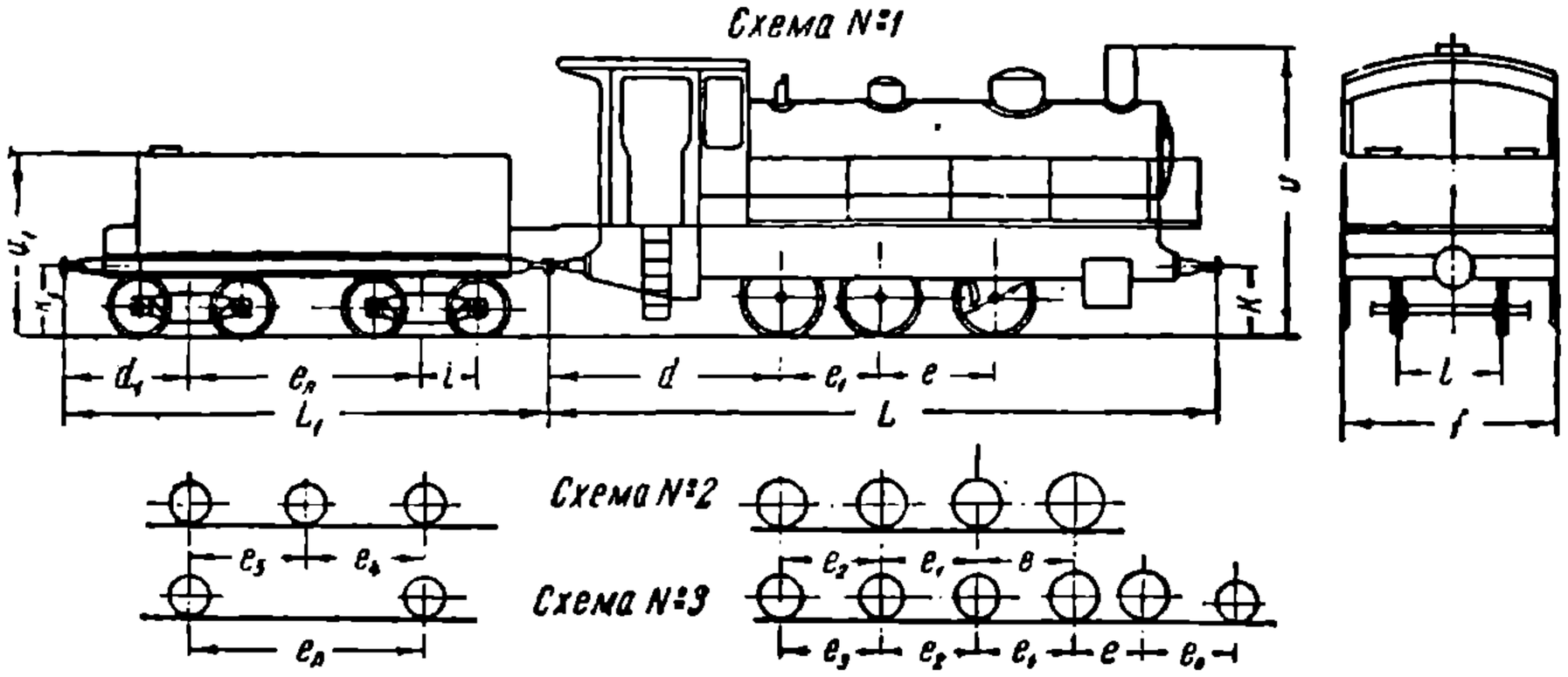


Рис. 154. Тендерные узкоколейные паровозы советского производства.

Из тендерных паровозов в настоящее время строятся два четырехосных типа № 157 и 159, причем второй тип будет выпускаться в модернизованном виде с несколько измененными параметрами и с трехосным тендером однотипным с тендером паровоза № 157 вместо двухосного. Кроме того паровоз № 157 может быть по особому заказу осуществлен и для колеи 914 *мм* (следовательно и для колеи 1000 *мм*).

Что же касается танковых паровозов и паровозов с тендерами для широкой (нормальной) колеи, то согласно тем же источникам данные об этих паровозах можно получить из таблицы 47 и рис. 155 для ширококолейных танков.

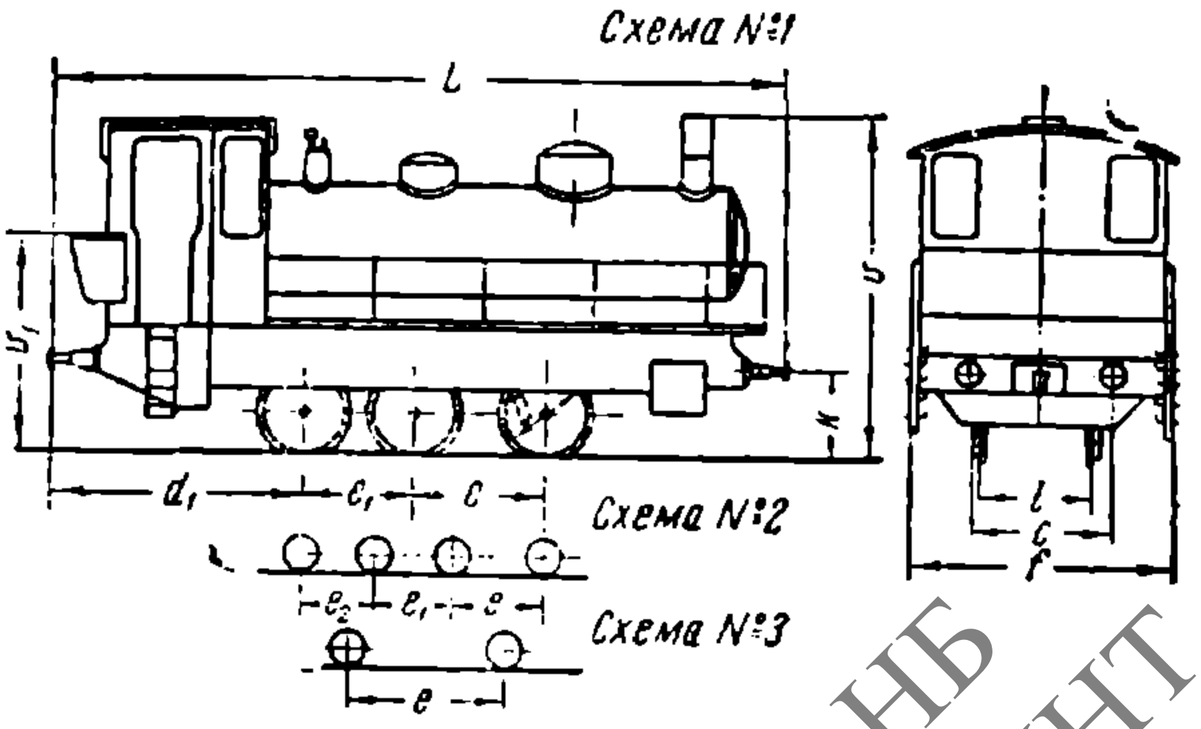


Рис. 155. Танк-паровозы нормальной колеи советского производства.

В ближайшее время намечено строить промышленные паровозы серии 9П (трехосный 54 *т* весом), № 49 — двухосный весом 51 *т* и № 50 — трехосный,

НБ МГУДТ (МГТУ)

ТАБЛИЦА 43.

Данные о трехосных промышленных паровозах.

Данные		Мощность в *ЛС*			
		50	50	140	180
Ширина колеи	*мм*	600	750	1 000	1 000
Вес порожнего паровоза	*т*	7,5	7,5	15,2	18,0
Вес паровоза в рабочем состоянии	*т*	9,2	9,4	19,8	23,0
Котловое давление $p_к$ . .	*кг/см²*	12	12	12	12
Поверхность нагрева котла . .	*м²*	18,4	18,4	42,53	51,55
Площадь колосниковой решетки	*м²*	0,4	0,4	0,717	0,87
База жесткая .	*мм*	1 400	1 400	1 800	1 800
База полная .	*мм*	1 400	1 400	1 800	1 800
Диаметр колес	*мм*	600	600	800	800
Диаметр цилиндров	*мм*	210	210	310	330
Ход поршня .	*мм*	300	300	400	400
Тяговое усилие .	*кг*	1 590	1 590	3 460	3 920
Скорость нормальная	*км/час*	10	10	13	15
Скорость допускаемая	*км/час*	20	20	30	30
Запасы воды . .	*л*	640	800	2 450	2 500
Запасы топлива	*л*	500	500	1 000	1 200
Наибольшая длина	*мм*	4 525	4 525	5 900	6 150
Наибольшая высота	*мм*	2 925	2 925	3 300	3 400
Наибольшая ширина . . .	*мм*	1 720	1 720	2 250	2 350
Наименьший радиус кривой	*м*	20	20	35	35

весом 73,4 *т*. Для тендерных же паровозов аналогичные сведения приводятся в таблице 48 и на рис. 156.

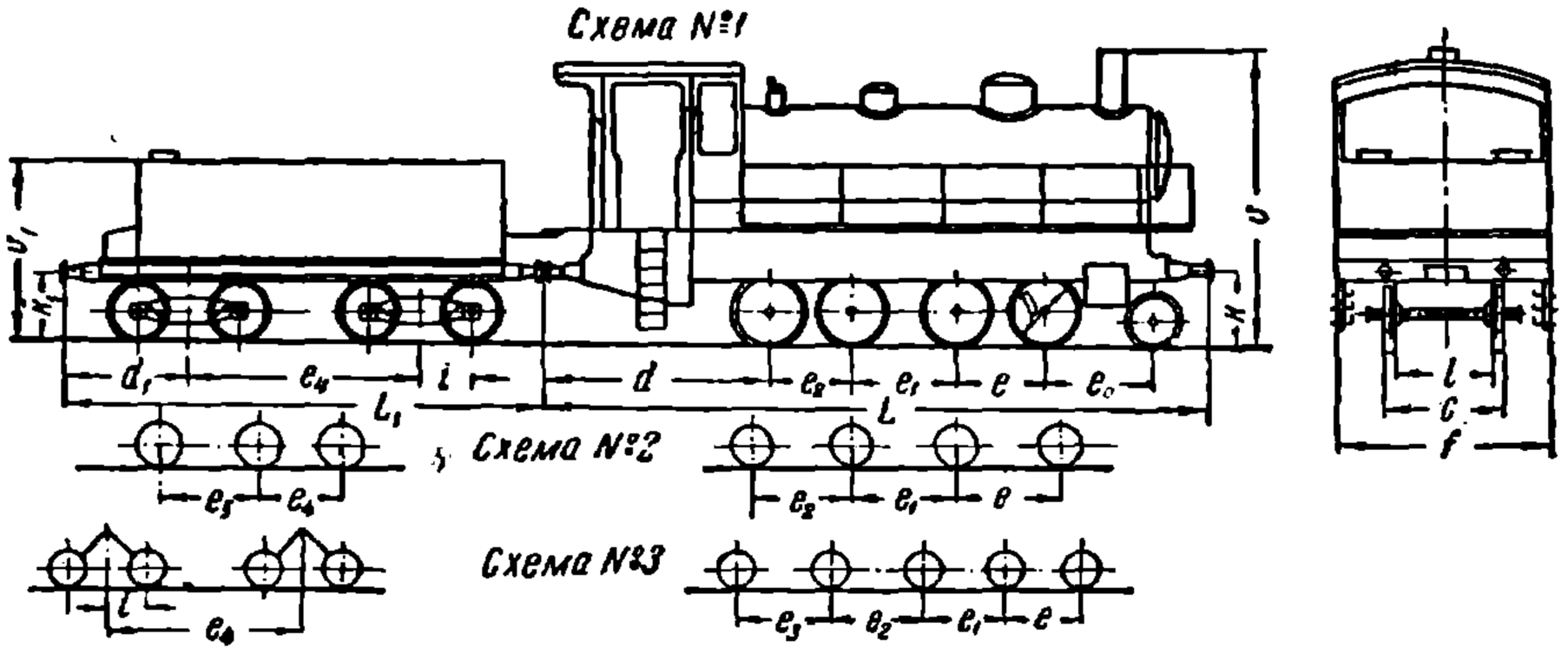


Рис. 156. Тендерные паровозы нормальной колеи магистральные.

Во всех вышеприведенных таблицах и рисунках выдержаны следующие обозначения:

c — расстояние между осями буферов;
d_1 — расстояние от буфера до задней крайней оси паровоза;
d_2 — расстояние от буфера до оси шкворня тележки тендера;
D — диаметр движущего колеса паровоза по кругу катания;
D_1 — диаметр колеса тендера по кругу катания;
e_1, e_2, e_3 — расстояние между осями паровоза;
e_4 — расстояние между шкворнями тележек тендера;
f — габаритная ширина паровоза;
k — высота оси буферов от уровня голландского рельса;
l — ширина колеи;

НБ УДУНТ (ДИТ)

Главнейшие данные о специальных американских паровозах системы Heisler.

Главнейшие данные		Тип										
		24-8-30	28-8-30	32-8-30	36-8-33	42-8-33	50-8-36	55-8-38	65-8-40	70-12-36	80-12-38	90-12-40
Средний вес в рабочем состоянии . . .	*т*	21,77	25,4	29,03	32,66	38,1	45,4	49,9	58.96	73,5	80,3	89,8
Вес при полных запасах воды и топлива	*т*	24,95	28,12	31,8	35,84	41,73	49,5	54,8	64,8	82,0	88,8	99,5
Диаметр цилиндра и ход поршня .	*мм*	279 · 254	304 · 254	317 · 304	330 · 304	355 · 304	381 · 304	394 · 355	425 · 365	425 · 355	438 · 350	463 · 407
Число ведущих осей	. .	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6
Диаметр ведущего колеса	*мм*	763	763	763	840	840	915	965	1 070	915	965	1 020
Жесткая база .	*мм*	1 115	1 115	1 115	1 270	1 420	1 420	1 550	1 675	1 420	1 550	1 675
Габаритная длина	*мм*	8 750	9 100	9 250	11 600	10 200	11 050	11 750	12 650	15 050	15 700	16 900
Габаритная высота .	*мм*	3 120	3 150	3 300	3 325	3 510	3 600	3 625	3 810	3 760	3 810	3 910
Габаритная ширина	*мм*	2 410	2 410	2 720	2 720	2 870	2 895	3 020	3 020	3 120	3 120	3 800
Запас воды	*м*³	2,84	3,50	4,1	4,75	5,2	5,7	6,8	8,15	13,0	13,0	15,2
Запас угля	*т*	1,225	1,36	1,814	1,86	2,270	2,72	3,31	2,356	4,8	4,8	5,24
Запас нефти	*м*³	1,17	1,29	1,7	1,7	1,89	2,57	2,7	3,43	4,85	4,85	5,13
Наименьший радиус кривой	*м*	12	12	12	12	12	15,2	15,2	15,2	30,4	30,4	30,4
Ширина колеи	*мм*	610	610	760	760	914	914	914	914	914	1 435	1 435
Максимальное тяговое усилие	*кг*	6 300	7 600	8 850	9 750	11 300	12 500	14 000	16 300	18 200	19 600	22 400

ТАБЛИЦА 44а.

Главнейшие данные о специальных американских паровозах системы Schay.

Главнейшие данные		Тип										
		13-2	18-2	20-2	24-2	28-2	32-2	36-2	42-2	50-2	60-2	70-2	90-2
Вес в рабочем состоянии .	*т*	12,8	18,7	23,2	25,2	26,8	28,3	35,4	39,5	47,5	63,5	76,7	84,5
Число цилиндров	. .	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Диаметр цилиндра	*мм*	152	177	152	203	203	203	254	254	272	304	304	380
Ход поршня	*мм*	254	304	304	203	254	304	254	304	304	304	380	430
Жесткая база	*мм*	1 220	1 270	1 270	1 270	1 270	1 270	1 270	1 270	1 270	1 420	1 520	1 720
Число осей . .	. .	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Диаметр колеса . .	*мм*	558	735	735	735	735	735	735	750	810	914	1 010	1 090
Емкость бака для воды .	*м*³	1,515	2,76	2,76	3,143	3,220	3,79	4,544	6,050	6,8	9,467	11,36	13,25
Запас топлива (угля)	*т*	0,75	1,0	1,0	1,25	1,5	1,75	1,75	2	3,25	3,25	5	5
Запас нефти .	*м*³	0,47	1,075	1,075	1,89	1,89	1,89	3,03	3,03	3,60	4,54	5,68	5,68
Тяговое силие .	*кг*	2 740	3 350	3 950	4 400	5 500	6 120	6 450	7 650	10 100	10 900	15 500	18 500
Габаритная высота .	*мм*	2 820	3 300	3 430	3 480	3 480	3 500	3 760	3 960	4 070	4 100	4 160	4 260
Габаритная ширина	*мм*	2 510	2 580	2 590	2 490	2 510	2 640	2 680	2 890	2 890	3 050	3 180	3 250
Наименьший радиус кривой	*м*	15,25	15 25	15,25	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	22,8	45,7
Ширина колеи	*мм*	610	610	610	610	760	760	760	915	915	1 067	1 435	1 435

ЦНТБ ЗИЛ (ДПТ)

ТАБЛИ

Советские узкоколей

э р.	Ширина колеи	Паровоз		Сила тяги сцепления	Емкость		Число тормозных осей	Паровая машина	
		Серия	Тип		водяных баков	ящиков для топлива		диаметр цилиндра	ход поршня
	мм			*кг*	*м*³		шт.	*мм*	
	1 000	—	0-3-0	2 820	3	2	3	270	430
2	750	—	0-2-0	1 300	0,75	0,45	2	190	300
3	750	$Ф_2$	0-2-0	2 180	1,4	0,5	2	270	400
4	750	—	0-3-0	2 142	1	0,26	2	250	300
5	750	$Ф_3$	0-3-0	2 620	1,4	0,5	3	270	400

ТАБЛИ

Узкоколейные паровозы,

Ширина колеи	Паровоз		Сила тяги сцепления	Скорость передвижения максимальная	Минимальный радиус кривой пути	Емкость				Число тормозных осей $\frac{\text{паровоза}}{\text{тендера}}$	Паровая машина	
						паровоза		тендера				
	серия	тип			без контр-рельса	водяных баков	ящиков для топлива	вода	топливо		диаметр цилиндра	ход поршня
мм			*кг*	*км/час*	*м*	*м*³	*т*	*м*³		шт.	*мм*	
1 000	№ 52	0-3-0	4 300	—	—	—	—	5,7	3,7	$\frac{3}{3}$	2 · 360	450
1 000	№ 160	1-5-0	12 800	—	—	—	—	16,0	11,5	$\frac{5}{4}$	2 · 540	550
750	№ 86	0-3-0	1 960	—	40	0,35	—	3,3	2,2	$\frac{3}{2}$	2 · 256	300
750	№ 159	0-4-0	3 160	20	40	0,25	0,3	3,3	2,5	$\frac{4}{2}$	2 · 285	300
750	К	0-4-0	3 267	—	—	—	—	5,36	2,33	$\frac{4}{3}$	2 · 355	300
750	О	0-4-0	3 630	—	60	—	—	5,6	4,0	$\frac{4}{3}$	2 · 355	300
750	№ 157	0-4-0	4 700	35	40	—	—	5,36	3,35	$\frac{4}{3}$	2 · 360	370
914	Е	0-4-0	4 020	—	—	—	—	5,36	5,5	$\frac{4}{3}$	2 · 355	400
914	ДЛ.	0-4-0	3 630	—		—	—	5,84	5,5	$\frac{4}{3}$	2 · 355	300

НБ УДУНТ (ДИТ)

ЦА 45.

ные танк-паровозы.

Давление пара в котле	Поверхность нагрева			Площадь колосниковой решетки	Максимальное давление на ось	Вес	
	топки	дымогарных труб	общая			порожнего вагона	с полной нагрузкой
кг/см²	*м²*				*т*		
12	3,41	32,95	30,36	0,80	6,1	13,5	18,2
12	1,86	13,6	15,46	0,36	4,25	6,8	8,5
12	2,38	25,41	27,8	0,61	7,25	11,4	14,5
12	2,75	23,88	26,63	0,64	4,0	9,5	12
12	2,38	25,41	27,8	0,61	5,5	13,4	16,5

ЦА 46.

изготовляемые в СССР.

Давление пара в котле	Поверхность нагрева					Площадь колосниковой решетки	Давление		Вес			
	топки	дымогарных труб	жаровых труб	пароперегревателей	общая		на ось паровоза / тендера	на 1 *пог. м* пути максим.	паровоза		тендера	
									порожнего	с полной нагрузкой	порожнего	с полной нагрузкой
кг/см²	*м²*						*т*					
10	5,08	53,88	—	—	59	0,97	8,0	—	20,5	23,48	6,93	15,79
14	15,4	81,7	53,9	50	201,0	3,86	—	—	62,7	70,0	15,0	38,0
12	2,21	24,16	—	—	26,37	0,51	4,0	—	10,0	11,85	3,75	8,2
13	3,23	20,38	8,49	8,35	40,45	0,72	4,0	—	14,1	16,0	3,2	8,0
11	5,43	47,75	—	—	53,18	1,01	5,35	—	19,75	21,6	6,5	14,5
18	6,0	49,57	—	—	55,57	1,15	5,5	—	18,5	20,5	6,65	14,5
13	5,4	30,91	1 231	12,85	61,47	1,32	6,5	—	23,5	26,0	6,5	14,5
12	5,52	47,75	—	—	58,27	1,22	—	—	20,9	23,35	7,11	14,89
12	8,63	56,67	—	—	64,0	1,15	5,7	—	19,4	22,25	6,8	15,0

НБ УГАЖТ (ДИТ)

ТАБЛИ

Танковые паровозы и паровозы

Ширина колеи	Паровоз		Сила тяги сцепления	Скорость передвижения максимальная	Минимальный радиус кривой пути				Емкость		Число тормозных осей
	серия	тип			без контрельса	с одним контр-рельсом	с двумя контр-рельсами	при системе Богоявленского	водяных баков	ящиков для топлива	
мм			*кг*	*км/час*	*м*				*м*³		шт.
1 524	—	0-2-0	2 820	—	—		—	—	4,0	1,3	2
1 524	№ 49	0-2-0	9 300	25	—	—	—	—	5,0	2,0	2
1 524	№ 137	0-2-0	4 600	40	25	25	25	25	4,0	1,5	2
1 524	№ 155	0-2-0	6 000	40	40	40	40	40	4,3	1,5	2
1 524	№ 140	0-3-0	6 500	45	—	—	—	—	5,0	1,6	3
1 524	6	0-3-0	7 300	43	—	—	—	—	8,0	2,8	3
1 524	№ 48	0-3-0	7 500	45	60	40	40	40	6,0	1,2[1]	3
1 524	6	0-3-0	7 976	—	—	—	—	—	7,0	1,3	3
1 524	№ 48	0-3-0	8 120	45	60	—	—	—	7,5	2,4[1]	3
1 524	№ 154	0-3-0	9 100	50	80	60	40	40	6,98	1,8	3
1 524	№ 234	0-3-0	6 200	40	—	—	—	—	6,0	1,06	3
1 524	№ 50	0-3-0	13 350	35	60	—	—	—	8,0	3,0[1]	3
1 524	6	0-4-0	11 300	50	—	—	—	—	7,0	2,3	4

ТАБЛИ

Данные о тендер

Ширина колеи	Паровоз		Сила тяги сцепления	Скорость передвижения	Минимальный радиус кривой пути				Емкость тендера		Число тормозных осей паровоза / осей тендера	Паровая машина	
	серия	тип			без контрельса	с одним контрельсом	с двумя контрельсами	при системе Богоявленского	вода	топливо		диаметр цилиндра	ход поршня
мм			*кг*	*км/час*	*м*				*м*³		шт.	*мм*	
1 524	О[В]	0-4-0	9 500	50	180	160	50	40	23	7	4/3	1 · 500 1 · 730	650
1 524	Ы[4]	0-4-0	10 000	60	160	125	50	40	16	7,5	3/4	1 · 520 1 · 790	650
1 524	V	0-4-0	12 397	55	—	—	—	—	16	7	4/3	2 · 575	650
1 524	V[С]	0-4-0	12 300	55	180	150	80	40	16	11	4/4	2 · 575	650
1 524	Щ	1-4-0	11 029	65	—	—	—	—	25	7	3/4	1 · 510 1 · 765	700
1 524	Р	1-4-0	—	50	—	—	—	—	19	6	—	2 · 400 2 · 600	600
1 524	Э, Э[Г] Э[Ш]	0-5-0	16 132	55	—	—	—		23	6	5/4	650	700
1 524	Э[У] Э[М]	0-5-0	15 880	50	—	—	—	—	23	7	5/4	2 · 650	700

[1] Эти цифры указывают вес топлива, помещенного в ящике.

НБ УДУНТ (ДИТ)

ЦА 47.
с тендерами широкой колеи.

Паровая машина		Давление пара в котле	Поверхность нагрева			Площадь колосниковой решетки	Максимальное давление		Вес	
диаметр цилиндра	ход поршня		топки	дымогарных труб	общая		на ось	на 1 *пог. м* пути	порожнего	с полной нагрузкой
мм		*кг/час*	$м^2$				*т*			
270	430	12	—	—	38,4	0,785	—	—	15	22
500	500	13	8,38	83,2	91,56	1,85	25,17	—	40,2	51,0
330	500	12	4,3	51,0	55,3	1,09	12,75	—	19,0	25,5
380	500	13	—	—	69,62	1,29	16,5	—	24,0	33,0
400	550	12	—	—	73,63	1,29	12,0	—	26,2	36,0
450	500	11	7,14	76,78	83,92	1,53	15,9	—	31,0	40,2
440	550	13	8,1	83,6	91,7	1,69	15,1	—	34,3	45,1
457	610	12	8,52	95,0	103,50	1,55	—	—	43,5	54,0
440	550	14	8,1	85,27	93,37	1,69	—	—	36,4	49,5
470	600	13	7,12	89,08	96,2	1,53	16,6	—	38,0	50,0
350	550	13	—	—	67,2	1,28	11,3	—	23,0	34,0
2 · 560	600	14	11,9	110,2	185,5	8,78	24,5	—	56,7	73,4
2 · 500	650	10,5	9,5	126,0	135,5	1,85	15,7	—	48,4	62,0

ЦА 48.
ных паровозах.

Давление пара в котле	Поверхность нагрева					Площадь колосниковой решетки	Давление		Вес			
									паровоза		тендера	
	топки	дымогарных труб	жаровых труб	пароперегревателя	общая		на ось паровоза / тендера	на 1 *пог. м* пути	порожнего	с полной нагрузкой	порожнего	с полной нагрузкой
$кг/м^2$	$м^2$						*т*					
12,0	10,7	141,9	—	—	152,6	1,85	13,2 / 13,0	—	46	52,6	21,9	51,9
12,0	11,7	93,5	42,1	43,0	190,3	2,55	15,3 / 14,4	—	54,8	60,9	19,6	43,1
12,5	13,25	121,2	44,5	43,06	222,02	3,3	16,2 / 13,9	—	58	64,0	18,7	41,7
13,0	13,0	162,0	—	44,0	219,0	3,3	16,1 / 14,6	—	60	68	16,7	43,7
14,0	15,26	190,88	—	—	206,14	2,8	16,2 / 13,9	—	67,5	74,3	22,3	51
12,0	13,0	158,7	—	—	171,7	2,58	13,3 / 11,2	—	54,7	60,8	19,7	44,7
12,0	18,1	114,4	61,3	66,35	260,15	4,46	16,3 / 13,0	—	76,5	85	23	52,0
14,0	18,08	117,17	62,25	66,4	263,9	5,09	$15^{13}/_{17}$ / $^{6}/_{16}$	—	76,5	85,0	24	54,0

НБ УЛУНТ (ДПТ)

L — габаритная длина паровоза;
l_1 — габаритная длина тендера;
v_1 — габаритная высота паровоза;
v_2 — габаритная высота тендера или баков в случае танк-паровоза.

В заключение следует указать, что приведенные сведения не исчерпывают собою вопроса о паровозах, обращающихся по рельсовым путям промышленного транспорта. Весьма часто на наших заводах-гигантах подача поездов в пунктах примыкания и пропуск маршрутных поездов осуществляется мощными и сверхмощными паровозами серии Э, $Э^У$, $Э^М$ и даже $Ф^Д$.

Однако в целях экономии места, а также в виду того, что читатель может получить сведения об этих паровозах из многочисленных трудов (см., например, превосходное описание паровоза $Ф^Д$), мы в настоящем весьма кратком курсе не касаемся данных об этих интереснейших представителях советского паровозного парка магистральных дорог.

ГЛАВА IV.

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ЭЛЕКТРОВОЗЫ И ОСНОВЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТЯГИ.

§ 26. Общие сведения о применении электрической тяги в промышленном транспорте.

Характерным отличием электрической тяги от всех иных видов локомотивного транспорта является то, что необходимая для движения поезда энергия вырабатывается в установке стационарного характера. Снабжение же самого поезда энергией происходит либо непрерывно, — в случае контактной тяги, когда электровоз или моторный вагон посредством специального устройства, так называемого **токоприемника**, находящегося в непрерывном контакте с голым проводником, расположенным вдоль электрифицированных путей, получает энергию для питания его тяговых двигателей, — либо периодически, когда энергия запасается в специальных, расположенных на моторном подвижном составе устройствах, так называемых **аккумуляторах**, откуда и питаются тяговые двигатели.

Наконец, мыслимы и решения комбинированного характера, т. е. когда один и тот же электровоз или моторный вагон приспособлен для обоих способов снабжения электровозов энергией, т. е. на тех участках, где имеется контактный провод, он питается энергией посредством своего токоприемника, а на участках, где контактного провода не имеется, он получает энергию от своих аккумуляторов. По целому ряду причин как технического, так и экономического характера электрическая энергия, вырабатываемая на стационарных установках, отличается и по напряжению и по самому роду тока от потребляемой локомотивами с электрическим приводом, поэтому в громадном большинстве случаев — и в случае контактной тяги и в случае аккумуляторов — необходимы устройства, преобразующие энергию для тяговых целей, т. е. в первом случае так называемые **тяговые преобразовательные подстанции**, а во втором — **зарядные станции**.

Таким образом в случае контактной тяги мы должны иметь дело с тремя главнейшими элементами электрифицированного транспорта: тяговыми подстанциями, линейным, или путевым, контактным оборудованием и электровозами, или моторными вагонами, а в случае аккумуляторной — с двумя: зарядными станциями и аккумуляторными электровозами.

Рассмотрим сначала наиболее общие данные промышленных контактных электровозов, а именно: род тока и напряжение.

Как известно, для тяги поездов магистральных электрических железных дорог применяются различные системы рода тока и напряжения: постоянный ток,

НТБ УДУНТ (ДИТ)

однофазный, трехфазный и системы комбинированные, например, однофазно-трехфазный и т. п. Также и в отношении напряжения существуют очень широкие пределы применения рабочего напряжения в контактной линии: 1500—3000 V при постоянном токе, 3000—6000 V при трехфазном и 11 000—16 000 V при однофазном токе и даже несколько выше (20000 V при 50 Hz).

Такого разнообразия в условиях промышленного транспорта не наблюдается: почти повсеместно в громадном большинстве случаев применяется как для подземных, так и для надземных рельсовых путей постоянный ток, и эта система нашла себе применение решительно во всех странах.

Объясняется это тем, что, несмотря на интенсивные перевозки в промышленном транспорте, протяженность электрифицированных путей отдельных предприятий настолько невелика, что преимущества систем переменного тока — возможность применения высокого, сравнительно, напряжения в контактном проводе для снабжения энергией длинных участков питания — не может быть использована, и надобность в таких системах, вообще говоря, отпадает. Более простые и дешевые в системах переменного тока тяговые подстанции также не играют здесь роли по той простой причине, что надобность в тяговых подстанциях для промышленной электрификации редко превышает 1—2, следовательно, и в этом отношении особых выгод при системах переменного тока не получится; мало того, в рудничных условиях могут быть требования производственно-бытового характера, не позволяющие применить высокое напряжение в контактном проводе. Очевидно, что, например, в подземных условиях, где персоналу приходится двигаться и работать в чрезвычайно стесненных по габариту выработках, желательно, в целях безопасности, иметь напряжение как можно более низкое; то же, хотя и в меньшей степени, справедливо для заводских и рудничных электрифицированных путей открытых разработок.

В силу этих и многих других причин постоянный ток низкого и среднего напряжения имеет в настоящее время доминирующее значение для промышленных электрических железных дорог всех стран.

Это обстоятельство нашло себе отражение и в стандарте шкалы напряжений для рудничных, фабрично-заводских и подъездных путей, изданном Комитетом по стандартизации Совета труда и обороны СССР. Согласно ОСТ 5156 (см. § 2) устанавливаются два напряжения:

1) среднее эксплоатационное напряжение у токоприемника и

2) напряжение на шинах подстанции.

При этом под средним эксплоатационным напряжением у токоприемника подразумевается номинальное напряжение, на которое конструируются тяговые электродвигатели и аппаратура; под напряжением на шинах подстанции понимается номинальное напряжение на зажимах генератора или преобразователя, отвечающее номинальной нагрузке.

Величины напряжения постоянного тока для электрической тяги на рудниках, фабрично-заводских и подъездных путях должны соответствовать таблице 49.

Как видно, в этом стандарте проведено совершенно правильное разделение напряжений для подземных электровозов и для электровозов открытых разработок, для которых и напряжение может быть взято более высокое [1], что по большей части и требуется.

Напряжение аккумуляторных электровозов, очевидно, зависит от напряжения применяемой аккумуляторной батареи, почему этот вопрос уместнее будет рассмотреть в главе об аккумуляторных электровозах.

Здесь мы ограничимся указанием на то, что областью применения аккумуляторной тяги в промышленном транспорте являются те случаи, когда по тем или иным причинам невозможно или недопустимо применить контактный провод: либо по соображениям технологического процесса (обилие мостовых кранов в литей-

[1] В настоящее время намечается для колеи 1000 *мм* и нормального напряжения 550, 750 и 1500 V.

НВ УДУНТ (ДИТ)

ТАБЛИЦА 49.

Характер установки	Среднее эксплоатационное напряжение на токоприемниках V	Напряжение на шинах подстанции V
Подземные рудничные пути и непосредственно с ними связанные надземные пути	250 500	275 550
Надземные рудничные, фабрично-заводские и подъездные пути с шириной колеи 1000 и 1524 *мм*	550 750 1500	600 825 1650

Примечание 1. В случае необходимости электрификации подземных путей с колеей шириной менее 1000 *мм* используются элементы оборудования для напряжений 250 и 550 V, согласно п. 1 таблицы. При этом в целях экономии металла, а также для обеспечения возможности объединения электроснабжения данных путей с примыкающими путями, электрифицированными на напряжение 550 V, допускается применение напряжения 550 V, согласно п. 2 таблицы.

Примечание 2. Тяговые электродвигатели и аппаратура, построенные согласно п. 1 таблицы для напряжения 500 V, должны безотказно работать и при напряжении 550 V при соответственном изменении мощности и числа оборотов.

Примечание 3. Для электрификации внутрицехового рельсового транспорта металлургических и коксовых заводов допускается применение и иных напряжений.

ных цехах некоторых заводов), либо в виду особых свойств окружающей среды, не допускающей по условиям безопасности применения контактной тяги (наличие таких газов или пыли в воздухе, которые могут в случае появления электрической искры или дуги дать весьма разрушительные последствия в виде взрыва).

В этом последнем случае приходится считаться с опасностью взрыва не только с точки зрения контакта токоприемника и рабочего провода, но и при проектировании любой токоведущей части электровоза.

Нужно указать, что электровозостроительная техника блестяще справилась с поставленными задачами, и мы в настоящее время имеем вполне устоявшуюся конструкцию так называемых взрывобезопасных электровозов, работающих в условиях подземного рудничного транспорта.

Кроме того в условиях промышленного транспорта встречаются электровозы, весьма своеобразные с точки зрения снабжения их энергией. Это так называемые контактно-кабельные электровозы, имеющие барабан с намотанным на нем кабелем длиною 150—300 *м*, автоматически сматывающимся или наматывающимся при ходе электровоза, благодаря чему электровоз может работать на ограниченных по протяжению путях, не имеющих путевого контактного оборудования.

Если теперь обратиться от качественной к количественной стороне вопроса, т. е. посмотреть на некоторые численные величины, характерные для электровозов промышленного транспорта, то с этой точки зрения мы убедимся в чрезвычайно большом разнообразии решений.

Мы должны считаться с необходимостью работы так называемых сборочных рудничных электровозов мощностью около 1—2 kW и сцепным весом около 1 *т*, с одной стороны, и с наличием мощных электровозов для откатки на открытых разработках мощностью около 1000 kW при сцепном весе 90 и более тонн, другой стороны. Таким образом электровозостроительная техника в деле конструирования промышленных электровозов решала задачи в диапазоне почти стократного изменения весов и почти тысячекратного изменения мощности.

Это показывает, во-первых, особую производственную гибкость электрической тяги, позволяющей успешно примениться к столь различающимся между собой по масштабу условиям, во-вторых, принципиальные преимущества этого рода тяги.

НТБ УЭТУиЭТ (ДНТ)

Эти преимущества кроются в существе электрической передачи, распределения и преобразования энергии, которые допускают концентрацию генерирования и диференциацию потребления энергии и, несмотря на принципиальную сложность процессов, происходящих при этом, в большой простоте самого оборудования, почти не требующего ухода и очень простого в отношении ремонта.

Переходя к рассмотрению самого оборудования промышленных электровозов, мы должны отметить следующие характерные для всякой моторной повозки элементы — для контактных и контактно-кабельных электровозов:

1) экипажную часть, ходовые части, раму и пр.;

2) тяговые двигатели, создающие необходимый для движения поезда вращающий момент;

3) передаточный механизм или привод, служащий для передачи указанного вращающего момента ведущим осям электровоза или моторного вагона;

4) приборы управления и контроля, служащие для управления, включения и выключения двигателя, регулирования скорости и силы тяги, а также для защиты всего силового оборудования от опасных для их работы явлений, могущих возникнуть в некоторых случаях; сюда же относится и целый ряд приборов и устройств, служащих для контроля за исправностью действия всего оборудования;

5) тормозные устройства и силовое оборудование, с ними связанное;

6) токоприемники, кабельные барабаны и приспособления для снабжения электровоза энергией;

7) вспомогательное оборудование, как, например, цепи освещения, отопления, сигнальные устройства, инструмент и пр.

В случае же чисто аккумуляторных и комбинированных (контактно-аккумуляторных) электровозов токоприемные устройства (пункт 6 данного перечня) заменяются для первых — тяговыми аккумуляторами, снабженными необходимыми устройствами для их исправного действия и контроля за последним. Для вторых — комбинированных — наличие и токоприемных устройств и тяговых аккумуляторов обязательно.

Все указанные нами элементы формируются в одно конструктивное целое, причем некоторые элементы сопрягаются конструктивно с экипажной частью (например, двигатели, привод, отчасти тормоза), а остальные помещаются в кузов электровоза, который больше всего, по крайней мере по внешнему виду, модифицируется в зависимости от предназначения данного локомотива.

В дальнейшем изложении мы постепенно рассмотрим указанные основные элементы промышленных электровозов.

Кроме того, так как и контактные и аккумуляторные электровозы не могут работать без соответствующих устройств стационарного характера, то после рассмотрения самих электровозов мы должны хотя бы вкратце остановиться и на этих необходимых элементах электрифицированного промышленного транспорта.

§ 27. Система привода ведущих осей в промышленных электровозах.

Характерным, общим для всех электровозов, вопросом является вопрос о системе привода (передачи и подвески двигателя) ведущих осей, к которому мы сейчас и перейдем.

Вообще говоря, в электровозах, как магистральных железных дорог, так и промышленных, наблюдается чрезвычайное разнообразие систем привода, которые можно разделить наиболее простым и грубым способом на системы с индивидуальным приводом, где каждый двигатель приводит во вращение отдельную ось, и системы с групповым приводом, где двигатель приводит в движение группу осей. Некоторое представление о различных системах привода, классифицированных по этому способу, дает рис. 157, где изображены схематически системы группового и индивидуального привода. В свою очередь обе указанные группы могут характеризоваться еще наличием или отсутствием передачи т. е. изменением

ВГУЭТ (ВЭТ)

числа оборотов ведущей оси по отношению к числу оборотов якоря электродвигателя, чем бы подобное изменение числа оборотов ни осуществлялось: цилиндрической ли зубчатой передачей, конической зубчатой передачей или червячной.

Назовем такую передачу редуктором числа оборотов; тогда, следовательно, в принципе возможны следующие системы привода в электровозах:

I-а — индивидуальный привод без редуктора числа оборотов;
I-б — индивидуальный привод с редуктором числа оборотов;
II-а групповой привод без редуктора числа оборотов;
II-б — групповой привод с редуктором числа оборотов.

Чтобы уяснить себе возможность применения той или иной системы привода для электровозов промышленного типа, следует разобраться в следующем обстоятельстве.

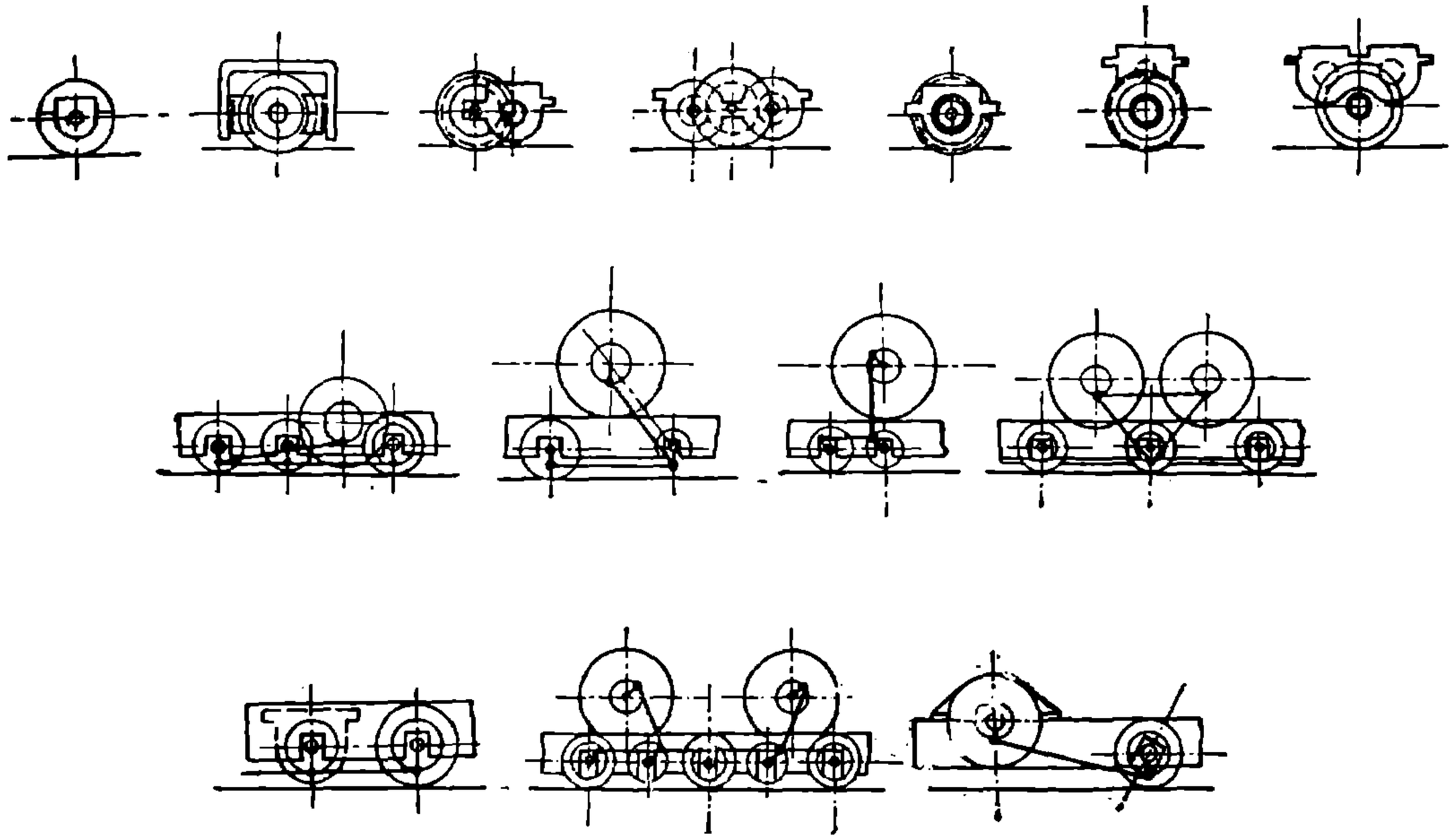


Рис. 157. Схемы передач в электровозах.

Чем меньше число оборотов якоря электродвигателя, тем (при одной и той же мощности) должны быть больше размеры его, и, следовательно, тем тяжелее и дороже будет машина; напротив, при применении быстроходных моторов мы получаем приемлемые конструкции как с точки зрения габаритов двигателей, так и с точки зрения стоимости их.

Это видно из того, что, как известно из теории электрических машин, диаметр якоря D_a связан известной зависимостью с моментом вращения двигателя, а именно:

$$D_a = k\sqrt{M_{вр}}. \qquad (26)$$

Вспомнив, что мощность двигателя $N_{дв}$ пропорциональна произведению числа оборотов n на момент вращения, мы получим для момента вращения $M_{вр}$ другое выражение:

$$M_{вр} = \frac{N_{дв}}{n},$$

откуда после подстановки имеем:

$$D_a = k\sqrt{\frac{N_{дв}}{n}}. \qquad (27)$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

Отсюда видно, что при сохранении мощности двигателя постоянной быстроходность двигателя уменьшает диаметр якоря, а следовательно и размеры всего двигателя в целом, что должно сказаться и на его весе. Увеличивая же быстроходность двигателя, мы уменьшаем его размеры и вес, что, конечно, чрезвычайно выгодно по многим соображениям.

Привод движущих осей без редукции числа оборотов целесообразно поэтому применять лишь в электровозах большой скорости; в электровозах же тихоходных (каковыми являются в большинстве случаев промышленные электровозы) наличие редуктора числа оборотов необходимо, чтобы при небольших, сравнительно, скоростях электровоза, т. е. умеренных числах оборотов ведущих осей, получить приемлемые размеры, применяя сравнительно быстроходные электродвигатели.

Следовательно, уже на основании одних только соображений производственного характера, a priori можно утверждать, что для промышленных электровозов могут иметь смысл и интерес лишь передачи класса I-б и II-б.

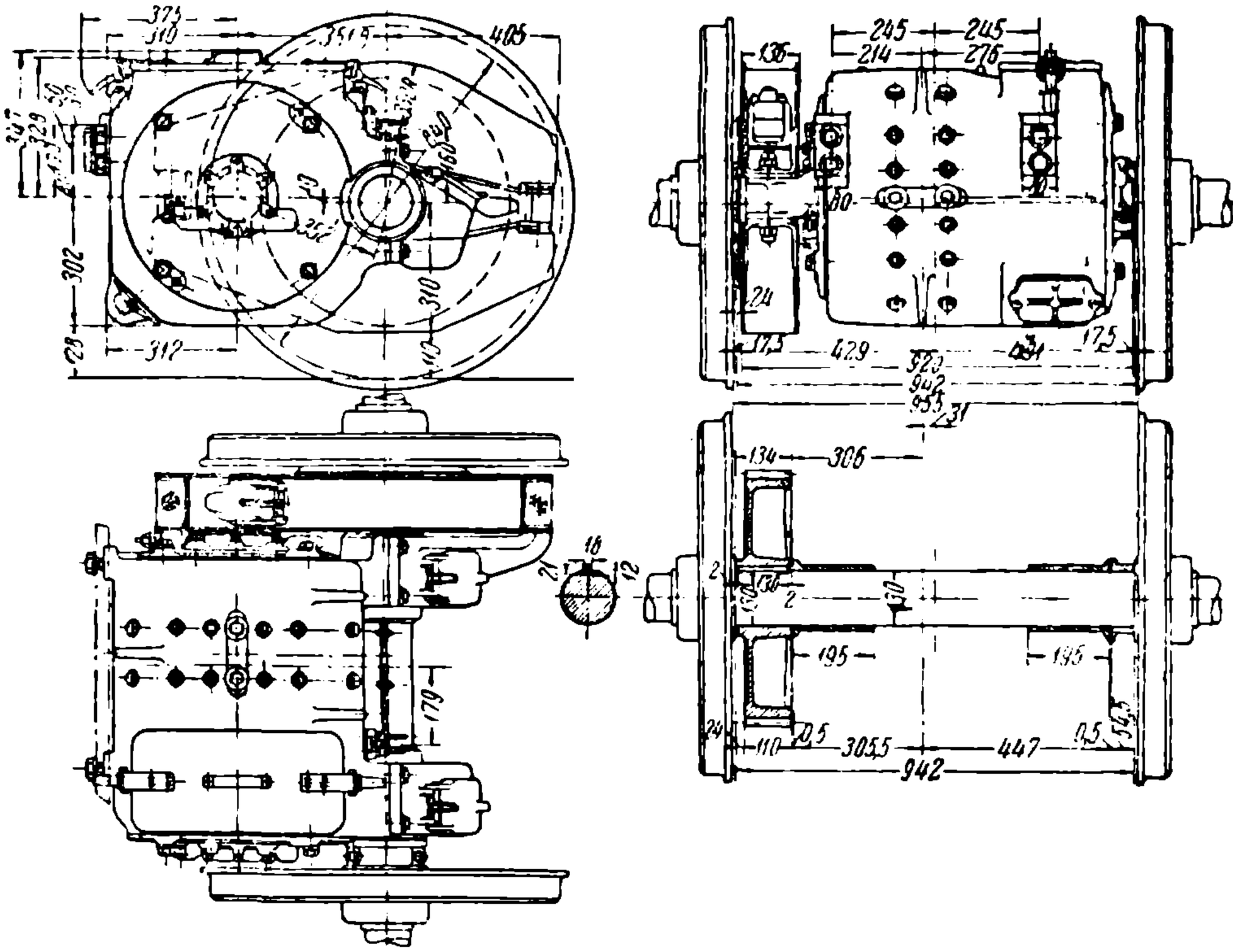


Рис. 158. Привод системы Спрэга.

Наиболее распространены в промышленных электровозах передачи класса I-б, т. е. индивидуальные движущие механизмы с одноступенчатой передачей, цилиндрическими зубчатыми колесами, с жесткой связью корпуса двигателя с осью электровоза.

Система эта (иначе именуемая системой трамвайной, или носовой подвеской двигателя) является очень популярной в электрической тяге на рельсовых путях магистральных железных дорог, городских уличных и внеуличных и достаточно проста и хорошо изучена.

Общий вид подвески двигателя по этой системе представлен на рис. 158, изображающем расположение двигателя на скате электровоза метровой колеи. По этому рисунку видно, что двигатель одной стороной своего корпуса с помощью подшипников жестко связан с осью так, что, несмотря на возможность

НТБ УИИГТ (ДИТ)

вращения оси колесного ската, в этих моторно-осевых подшипниках расстояние между осями ската и осью вала двигателя неизменно. Другая сторона корпуса двигателя рессорно прикрепляется к раме тележки электровоза. Передача вращения вала якоря сцепной оси производится путем одноступенчатой цилиндрической зубчатой передачи, которая в данном случае и является упомянутым выше редуктором числа оборотов, так как отношение числа зубьев большой зубчатки к малой (называемой также шестеренкой) доходит до 4, 5, а в некоторых случаях даже до 7. Таким образом, двигатель имеет незарессоренный вес на ось около 55—60%, остальная часть веса двигателя передается раме и оси через главные рессоры рамы.

Главным затруднением для размещения двигателя в промышленных электровозах узкой колеи является малая, в некоторых случаях, ширина колеи, оставляющая очень небольшое, сравнительно, пространство для аксиальных размеров электродвигателя.

По этой причине за границей фирмами Готвальд Мюллер (Gottwald Müller) и Бергман (Bergmann) применяется в качестве редуктора червячная передача совместно с карданным шарниром, дающая возможность осуществить расположение вала двигателя перпендикулярно оси колесных скатов и тем самым избежать только что упомянутого затруднения. Один двигатель в таких электровозах способен приводить во вращение не одну, а две оси, почему передача такого типа должна быть отнесена к классу II-б группового привода, но с редуктором числа оборотов.

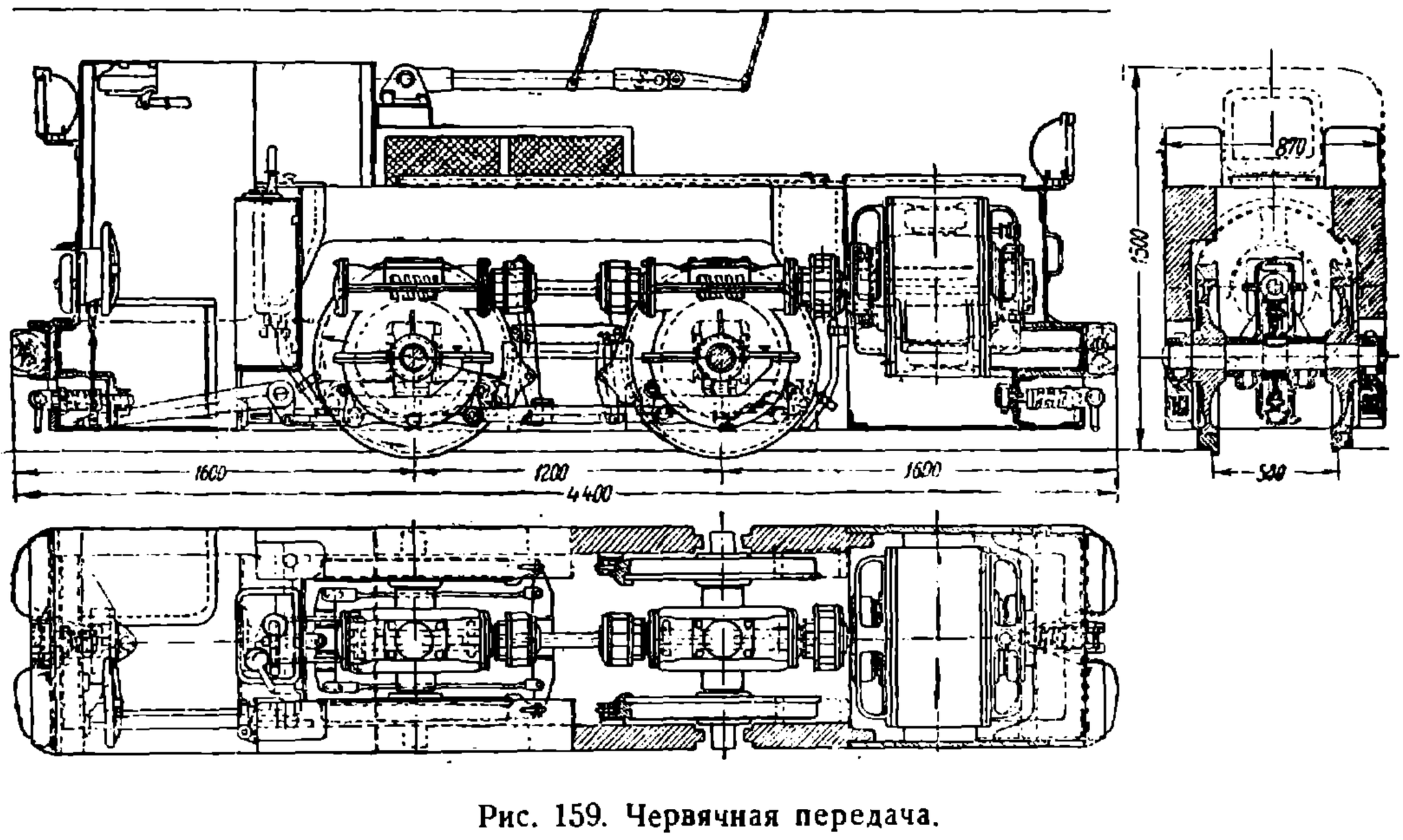


Рис. 159. Червячная передача.

Привод с червячной передачей на группу из двух осей изображен на рис. 159 вместе с общим видом электровоза для подземных разработок; из этого рисунка можно выяснить общее расположение обоих двигателей, прикрепленных к раме, покоящейся на рессорах, так что весь вес двигателей можно считать зарессоренным полностью, что является достоинством этого рода привода.

В данной системе спаривание отдельных колесных пар тележки осуществлено не спарниками, а самим валом, несущим червяки.

Однако существует в промышленных электровозах (правда, весьма редко) случай применения группового привода со спариванием отдельных осей тележки спарниками.

НБ УГЛУНТ (ДГТ)

Электровоз этот, построенный фирмой Круппа, имеет две тележки, одна из которых изображена на рис. 160, где видно все своеобразие данного решения вопроса.

Несмотря на то, что этот электровоз, предназначенный для промышленных целей (в частности для откатки на открытых разработках); представляет собой весьма интересную конструкцию (он является единственным электровозом про-

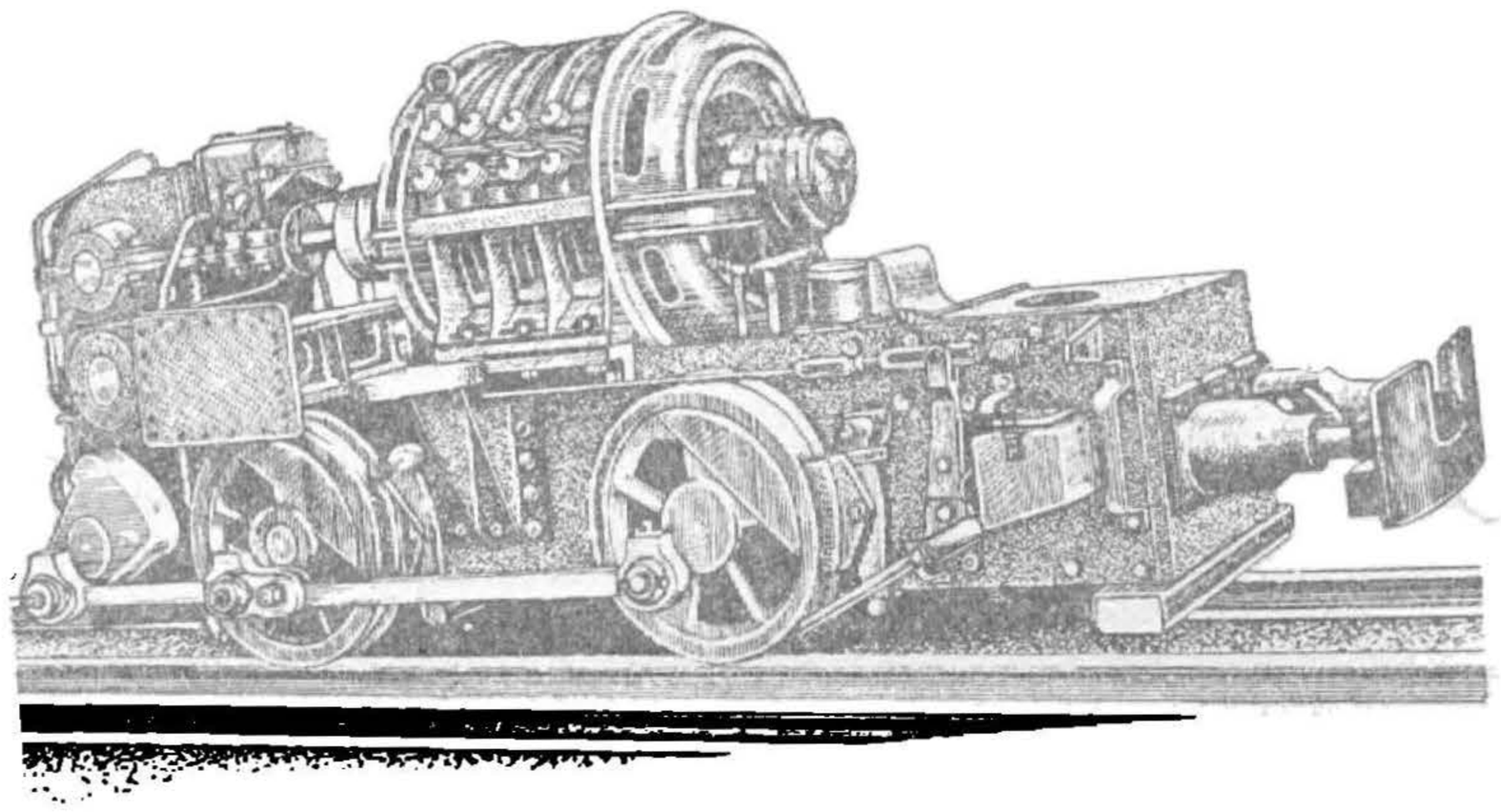


Рис. 160. Комбинация червячной с шатунно-кривошипной передачей.

мышленного типа, предназначенным для питания однофазным током промышленной частоты с преобразованием однофазного тока в трехфазный в самом электровозе), все же эта конструкция (рис. 161) является единичной, и поэтому мы особо на ней останавливаться не будем.

Гораздо существеннее для наших целей видоизменение системы группового привода с редукцией числа оборотов и спариванием отдельных колесных пар цепной передачей, что никогда не имеет места на магистральных электровозах и является специфическим для промышленных электровозов, в частности для советского сборочного аккумуляторного электровоза (иначе именуемого электровозом лилипутом).

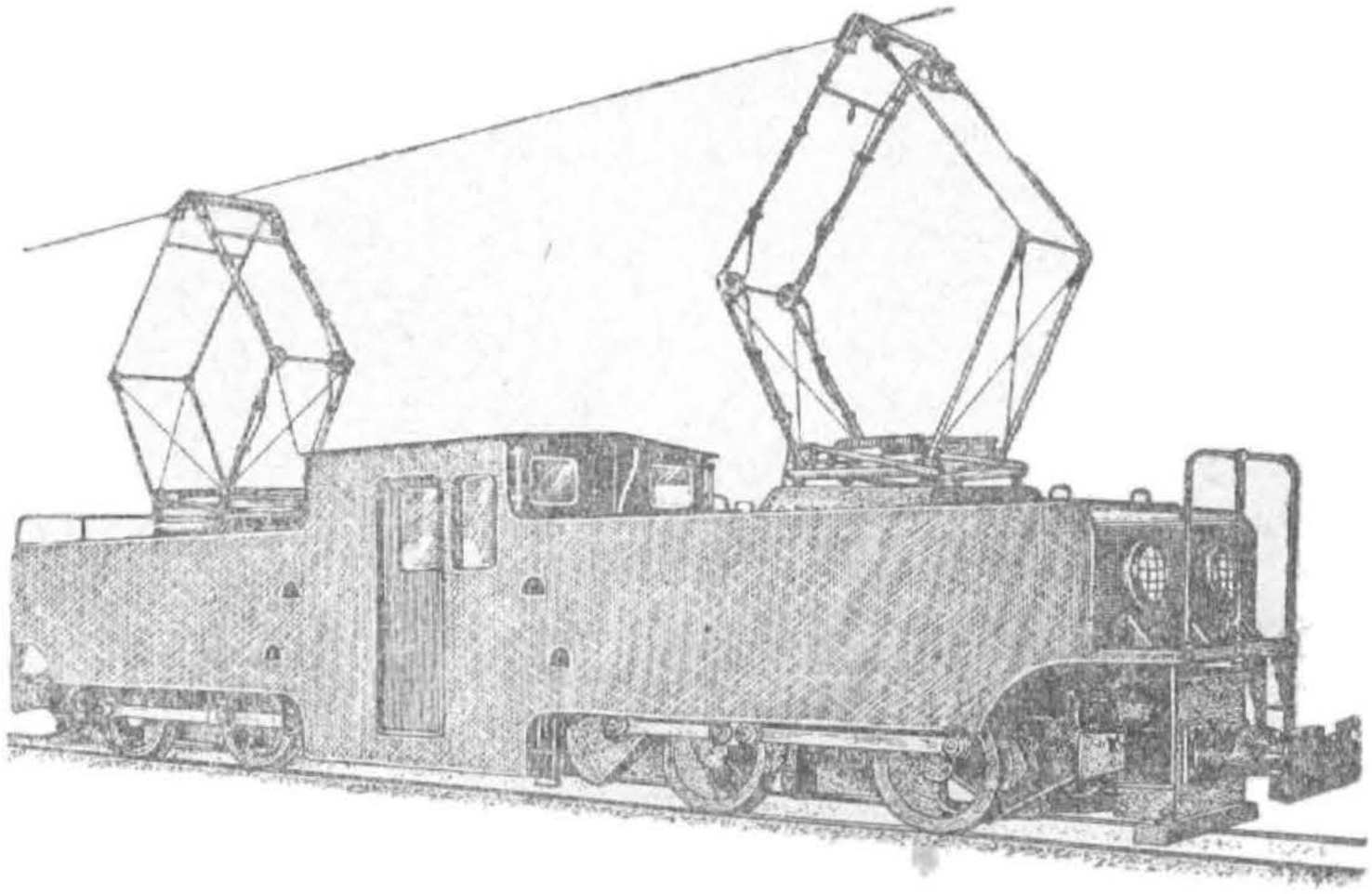


Рис. 161. Общий вид промышленного электровоза для однофазного тока промышленной частоты.

Система эта применима, однако, при очень небольших мощностях — порядка, практически, 2—5 kW.

Стремление получить очень малые скорости электровоза (в частности нужные всегда для электровозов зубчато-реечных) приводит к необходимости отказаться от одноступенчатой редукции числа оборотов и перейти к двойной зубчатой передаче.

Впрочем, этот вид передачи не имеет широкого распространения для обычных электровозов промышленного транспорта из-за своей сложности и дороговизны, так что главной практически системой подвески двигателей в таких электро-

НБ УИУНТ (ДГТ)

возах является трамвайная — с индивидуальным приводом и зубчатой цилиндрической передачей.

Поэтому имеется известное однообразие и в числе осей или формуле ходовых частей промышленных электровозов; так как необходимо иметь для правильного использования последовательно-параллельного соединения четное число двигателей, то это вызывает, в свою очередь, необходимость при индивидуальном приводе в четном числе осей.

Так как желательно иметь при крутых радиусах малые базы и, кроме того, общую длину электровоза небольшой, то обычное число осей в промышленных электровозах небольшой мощности — 2; для более же мощных машин, предназначенных для откатки на открытых разработках, — 4, разбиваемые всегда на две двухосные тележки. Шестиосные же электровозы не имеют распространения на путях промышленного транспорта по вышеуказанной причине, а также и по некоторым специфическим условиям конструкции рамы, о чем речь будет дальше.

§ 28. Тяговые двигатели, общее понятие об их устройстве и характеристиках.

Не останавливаясь на общих основах устройства электрических двигателей постоянного и переменного тока, известных читателю из курса электрических машин, мы рассмотрим здесь такие элементы двигателей, которые характерны именно для тяговых двигателей, в частности же для двигателей электровозов промышленного транспорта.

В зависимости от рода привода двигатели могут быть разбиты на рамные двигатели, т. е. укрепленные на раме электровоза, и двигатели тележечные, которые прикрепляются к тележке. В условиях электровозов промышленного транспорта можно сказать, что рамные двигатели характерны для системы группового привода, а тележечные — для индивидуального, но для электровозов магистральных это не будет во всех случаях справедливо, как можно видеть из анализа некоторых случаев, изображенных на рис. 157.

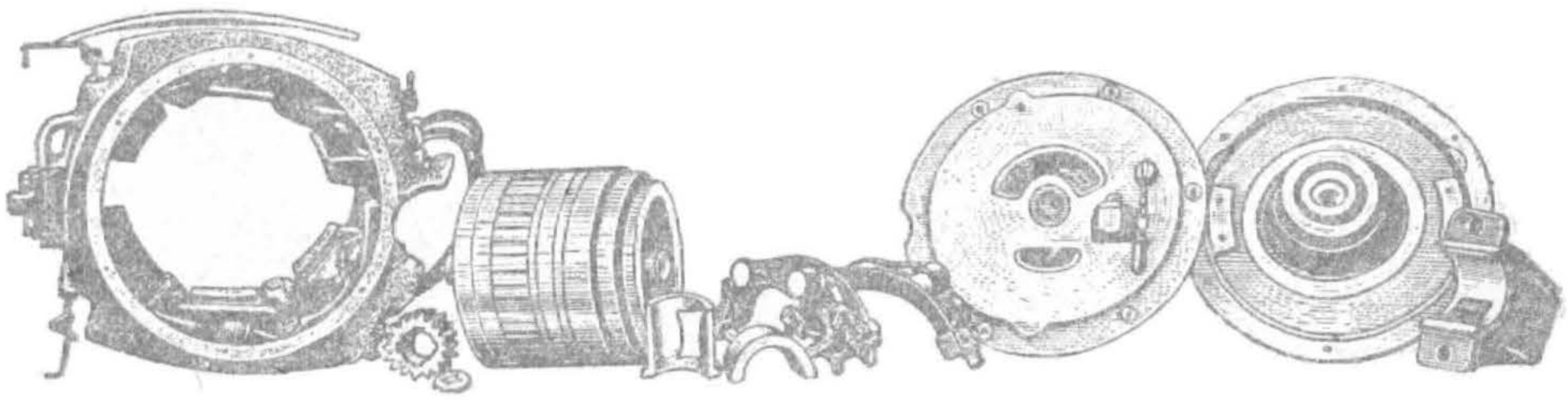


Рис. 162. Тяговый двигатель постоянного тока узкоколейного электровоза.

Заметим, что в тех случаях, когда рамный двигатель располагается в кузове электровоза, его очень часто делают открытым; при расположении же двигателя под кузовом на тележке, как это обычно бывает в условиях трамвайной подвески, двигатель, конечно, должен быть защищен от попадания снега, влаги и пыли. На рис. 162 изображен в разобранном виде тяговый двигатель постоянного тока, последовательного возбуждения, небольшой, относительно, мощности, характерный, главным образом, для промышленных электровозов узкой колеи (например рудничных).

Конечно, для очень мощных электровозов, например для электровозов широкой колеи, применяемых для откатки на открытых разработках Прибалхашского медеплавильного комбината, и мощность и размеры двигателей будут во многом отличаться от рассмотренного. Так, для данного случая завод „Динамо“ применил двигатель товарного магистрального электровоза типа 0-3-0 + 0-3-0-ВЛ, перемотав его обмотки с напряжения 1500 V на 750. Все же можно сказать, что некоторые характерные черты сохраняются в большинстве случаев общими.

РЕПОЗИТОРИЙ УГЛТУ (ДГТ)

Так, тяговые двигатели постоянного тока, обычно четырехполюсные, для улучшения коммутации снабжены дополнительными полюсами и за малыми исключениями вентиляционными устройствами либо для принудительной посторонней вентиляции, либо для самовентиляции (последнее реже).

Как уже подчеркивалось выше, на электровозах промышленного транспорта наибольшим распространением пользуются двигатели постоянного тока последовательного возбуждения; двигатели же другого рода тока применяются в единичных случаях, например, на трансферкарах и коксотушильных электровозах иногда устанавливаются двигатели трехфазного тока.

В виду этого мы специально двигатели трехфазного тока рассматривать не будем, а перейдем к выяснению принципиальных тяговых свойств моторов постоянного тока с последовательным возбуждением, как наиболее актуальных тяговых двигателей для электровозов промышленного транспорта.

Как известно из электромеханики, скорость вращения такого двигателя определяется уравнением для электродвижущей силы якоря, которое имеет следующий вид:

$$V - Ir_m = C_1 \Phi n,$$

где V — напряжение на зажимах двигателя;
I сила тока в якоре:
Φ — магнитный поток на полюс в максвеллах;
r_m сопротивление обмоток двигателя в омах;
C_1 — постоянная, зависящая от главнейших электромеханических параметров двигателя и равная

$$C_1 = \frac{pz}{60a} 10^{-8},$$

причем p — число пар полюсов;
a — число пар параллельных ветвей обмоток якоря;
z — число проводов в якоре.

Какова бы ни была передача от вала электродвигателя к ведущим осям электровоза, очевидно, что скорость электровоза v пропорциональна числу оборотов якоря, и поэтому можно написать:

$$v = \frac{V - Ir_m}{C\Phi} \qquad (28)$$

Что же касается тягового усилия и природы зависимости его от различных электрических и магнитных факторов, то эту зависимость также не трудно вывести из следующих соображений. Мощность якоря равна, очевидно, произведению противоэлектродвижущей силы якоря E_a на силу тока в якоре I, почему, пренебрегая потерями, можем написать:

$$N_a = E_a I.$$

С другой стороны, якорь развивает некоторый момент вращения M при числе оборотов n, что дает чисто механическое выражение для мощности:

$$N_a = Mn.$$

Приравнивая (с указанным выше допущением) оба вышеприведенных выражения, получим:

$$M = \frac{E_a I}{n}.$$

Но так как противоэлектродвижущая сила якоря выражается известным уже нам раньше уравнением:

$$E_a = C_1 \Phi n,$$

то, подставляя последнее в выражение для момента вращения, получим:

$$M = C_1 \Phi I.$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

Если же вспомнить, что сила тяги на ободе движущих колес пропорциональна моменту вращения, то выведенное выше выражение можеть быть полностью применено и для силы тяги — изменится лишь коэфициент пропорциональности, вследствие чего мы будем иметь:

$$F = C_2 \Phi I. \tag{29}$$

Как видно, и скорость и сила тяги существенно зависят от величины магнитного потока Ф. Зависимость последнего от силы тока возбуждения I, называемая иначе кривой Гопкинсона, приведена на рис. 163, откуда видно, что при малых значениях силы тока возбуждения (область слабого насыщения) магнитный поток возрастает весьма интенсивно, — можно сказать, прямо пропорционально силе тока I, а при больших значениях тока I (область полного насыщения) магнитный поток Ф меняется весьма слабо, — грубо говоря, остается постоянным.

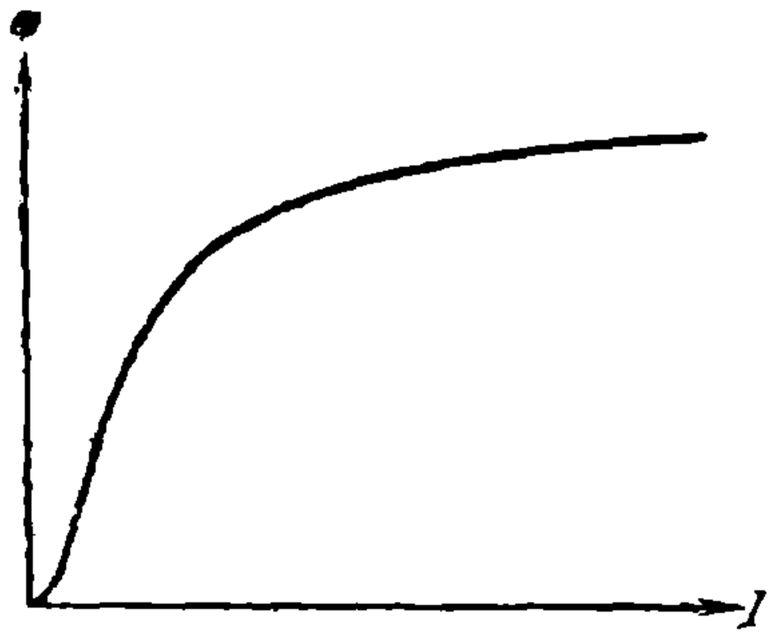


Рис. 163. Кривая $\Phi = f(I)$.

Полагая, таким образом, для области слабого насыщения

$$\Phi = AI$$

и для области полного насыщения

$$\Phi = A_1 = \text{const},$$

получим:

для области слабого насыщения

$$v = \frac{V}{A C I} - \frac{r_m}{A C} \quad \text{и} \quad F = A C I^2;$$

для области полного насыщения

$$v = \frac{V}{C A_1} - I \frac{r_m}{C A_1} \quad \text{и} \quad F = C A_1 I;$$

мы можем утверждать, что в области слабого насыщения (при малых значениях потребляемого тока I) скорость убывает с увеличением I по закону, близкому к гиперболическому, а сила тяги возрастает по закону параболическому (квадратичному).

В свою очередь в области полного насыщения скорость убывает по закону, близкому к линейному, а сила тяги возрастает по линейному же закону.

При данных рассуждениях мы пренебрегали потерями; учет последних не изменит полученных нами принципиальных выводов, как видно из рис. 164, где нанесен так называемый паспорт тягового двигателя, т. е. зависимость силы тяги и скорости в функции силы потребляемого двигателем тока I.

Отношение мощности, отданной двигателем,

$$N_{дв} = \frac{Fv}{367}$$

к величине мощности, потребленной им из сети,

$$N_{потр} = \frac{VI}{10^3}$$

является не чем иным, как величиной к. п. д. двигателя:

$$\eta = \frac{N_{дв}}{N_{потр}} = \frac{Fv}{0{,}367\ VI}; \tag{30}$$

эта кривая приведена также на паспорте тягового электродвигателя.

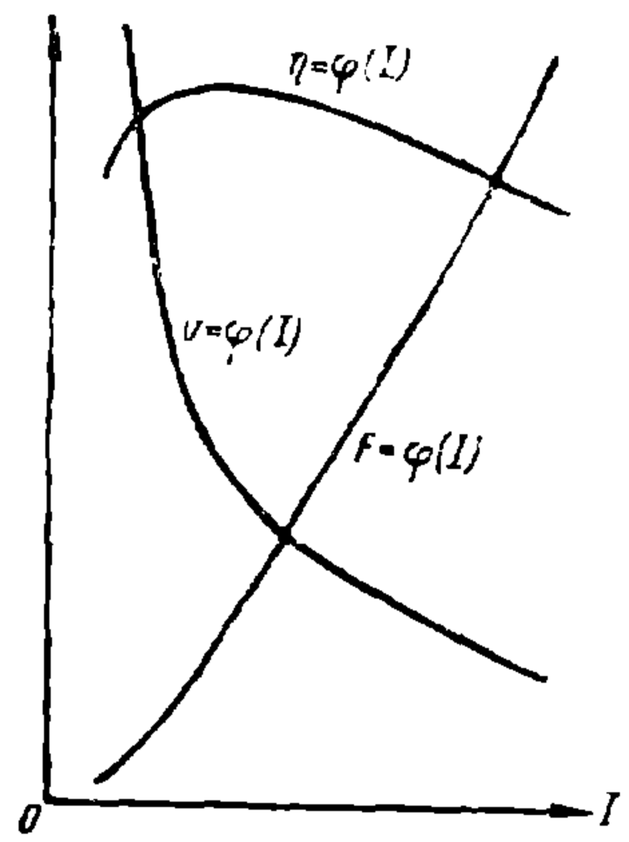


Рис. 164. Кривые F, v и η в зависимости от силы тока I.

Подобного рода кривыми и характеризуются обычно тяговые свойства электродвигателей электровозов, но, вообще говоря, для тяговых целей нас будет инте-

НБ УДУНТ (ДИТ)

ресовать связь тягового усилия не с величиной силы тока, а с величиной скорости; эту зависимость не трудно осуществить, находя для каждого значения силы тока соответствующие этому току I значения скорости и силы тяги и откладывая их по осям координат.

Произведя такую операцию, мы можем получить кривую в общем гиперболического вида, показывающую изменение F в функции скорости v, как это сделано на рис. 165.

Этот график $F = \varphi(v)$ носит название автоматической характеристики двигателя или, построенный для нескольких двигателей, установленных на электровозе, — автоматической характеристики электровоза, так как он показывает, что при изменении силы тяги в известных пределах скорость автоматически изменяется по закону $F = \varphi(v)$ вне зависимости от воли электровозного машиниста.

Рассмотрим теперь случай пуска двигателя, т. е. трогания поезда с места, когда скорость поезда, а следовательно и скорость вращения якоря каждого двигателя, будет равна нулю.

Так как двигатель в первый момент пуска будет неподвижен, то его обратная электродвижущая сила будет равна нулю, и следовательно, пусковой ток, определяясь в этом случае лишь законом Ома, будет чрезмерно велик. Это видно из основного уравнения электродвижущей силы якоря, которое в этом случае примет вид:

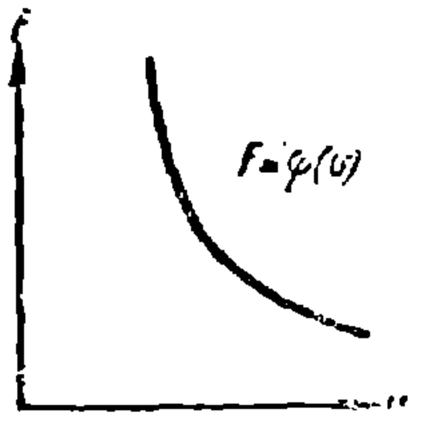


Рис. 165. Кривая $F = \varphi(v)$.

$$V - I_{пуск} r_m = 0,$$

откуда значение пускового тока будет равно:

$$I_{пуск} = \frac{V}{r_m}.$$

Это приведет к недопустимому по коммутационным условиям удару тока, но, помимо этого, такой пуск будет и технически бесполезен: сила тяги, пропорциональная для этого случая, грубо говоря, силе тока, будет настолько велика, что предел сцепления будет нарушен, следствием чего явится буксование. В силу этого соображения необходимо в первые моменты пуска понизить потребляемую каждым двигателем силу тока, что практически осуществляется большею частью понижением напряжения на зажимах двигателя путем применения так называемых пусковых реостатов, являющихся специальными сопротивлениями, включаемыми последовательно с данным двигателем.

В этом случае при наличии некоторого дополнительного сопротивления реостата r уравнение для электродвижущей силы якоря мотора перепишется в следующем виде:

$$V - I(r_m + r) = C\,\Phi\,v,$$

и закон изменения скорости выразится так:

$$v = \frac{V - I(r_m + r)}{C\,\Phi}. \qquad (31)$$

Не трудно сообразить, что наклон кривой скорости в функции силы тока изменится таким образом, что падение этой кривой к оси абсцисс станет круче.

Задаваясь значением силы тяги (или момента вращения), подходящим к пределу сцепления, но не превышающим его, мы можем по паспорту двигателя найти соответствующую этому максимальному значению силы тяги F_{max} максимальную же силу тока I_{max} и определить для этого значения силы тока величину дополнительного сопротивления пускового реостата при трогании с места, т. е. при скорости, равной нулю:

$$r_1 = \frac{V}{I_{пуск}} - r_m,$$

которое обеспечит наш локомотив от буксования при трогании с места.

НТБ УДУНТ (ДИТ)

Изложенные соображения приводят к тому, что необходимость развития и поддержания в течение пускового периода должной силы тяги требует поддержания искусственными мерами (в виде ограничения силы тока пусковыми реостатами) некоторой силы тока. Практически применение не непрерывного, а ступенчатого изменения сопротивления пусковых реостатов приводит к целому ряду или, вернее, к семейству кривых скорости от силы тока, что видно на рис. 166,*а* и 166,*б*.

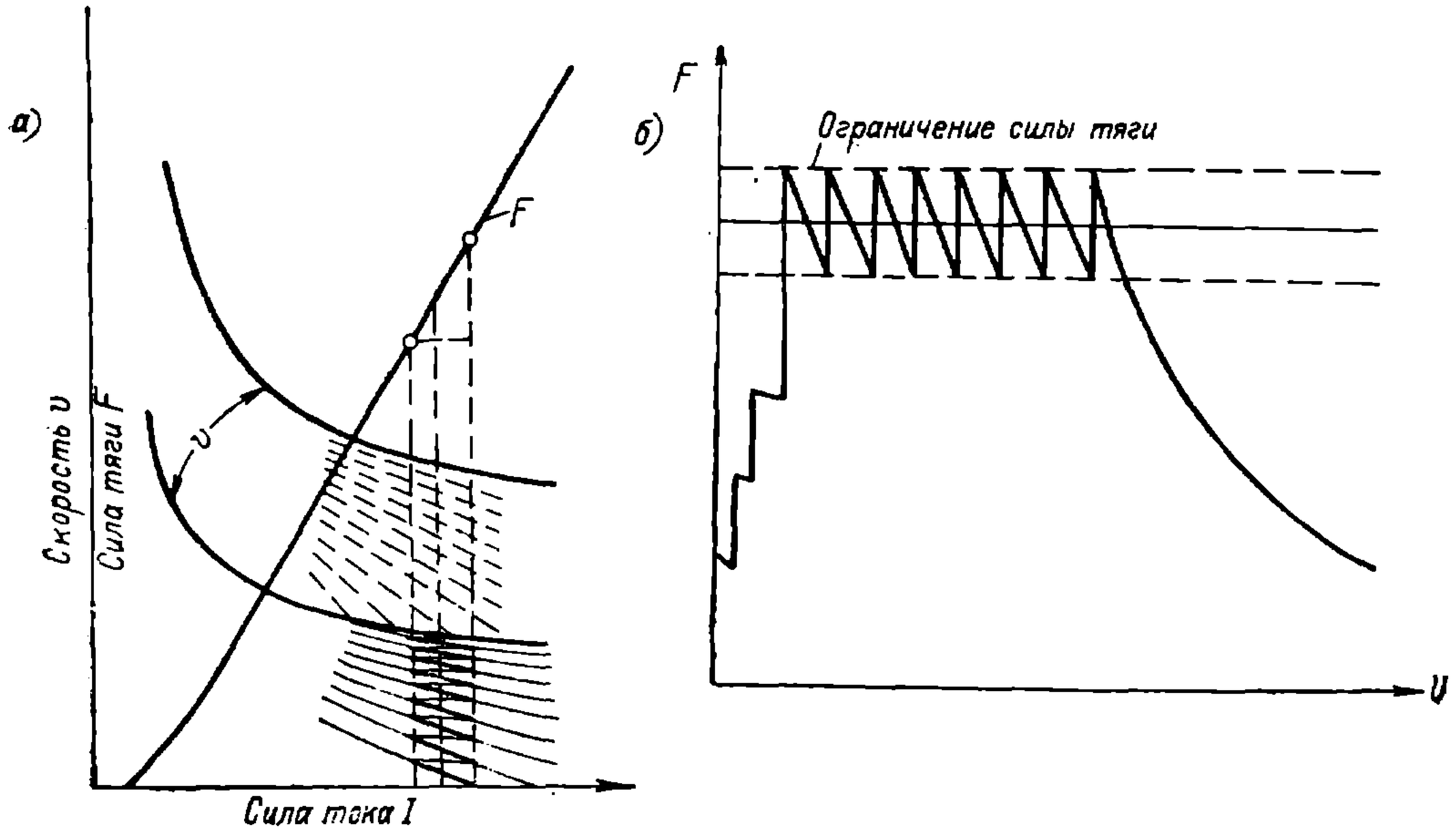


Рис. 166. Влияние ступеней пускового реостата.

Зависимость же момента вращения от силы тока остается одной и той же и выразится прежней кривой $F = \varphi(I)$, так как момент вращения зависит только от произведения силы тока на величину магнитного потока, а последний — для данной силы тока — постоянен и от напряжения на зажимах двигателя не зависит.

Разобранный нами так называемый чисто реостатный способ пуска двигателя достигает своей цели, но ценой довольно больших потерь энергии в пусковых реостатах.

Чтобы уменьшить указанные потери, что особенно важно в тех случаях, когда число пусков относительно велико (это как раз имеет место во многих случаях электрификации промышленного транспорта), применяют так называемое последовательно-параллельное соединение двигателя, при котором два двигателя соединяются последовательно в первую половину пускового периода, после чего оба двигателя переключаются на параллельное соединение, в котором и работают далее.

В виду того, что и в последовательном и в параллельном соединениях сила тока поддерживается реостатами так, чтобы она сохраняла постоянную величину на двигатель, величина тока, потребляемая парой двигателей на электровозе в первый период пуска, ровно в два раза меньше, чем во второй, вследствие чего и имеет место желаемая экономия в пусковых потерях, как показано на рис. 167; на рисунке изображены кривые потребленной и отданной мощности для данного случая и для чисто реостатного пуска, откуда видно, что экономия потерь, выражаемая заштрихованной площадью, достигает этим способом 50%.

Перейдем теперь к более подробному рассмотрению вопроса о мощности тягового двигателя.

УДУНТ (ДИТ)

Как видно из анализа паспорта тягового двигателя, тяговый двигатель в зависимости от приложенного к его валу момента сопротивления и, следовательно, от развиваемого им тягового усилия, будет вращаться с той или иной скоростью и поэтому развивать мощность, пропорциональную произведению Fv В зависимости от изменения указанных величин будет изменяться и сила потребляемого двигателем тока, или, иначе говоря, величина потребляемой мощности, которая будет пропорциональна току при поддержании постоянного напряжения на зажимах двигателя. Очевидно, что изменение мощности повлечет за собою и изменение потерь, имеющих место в двигателе, а так как все потери в двигателе переходят в тепло и повышают его температуру, от которой зависит стойкость изоляции и, следовательно, исправная работа двигателя, то, очевидно, мощность двигателя должна определяться его тепловым зажимом.

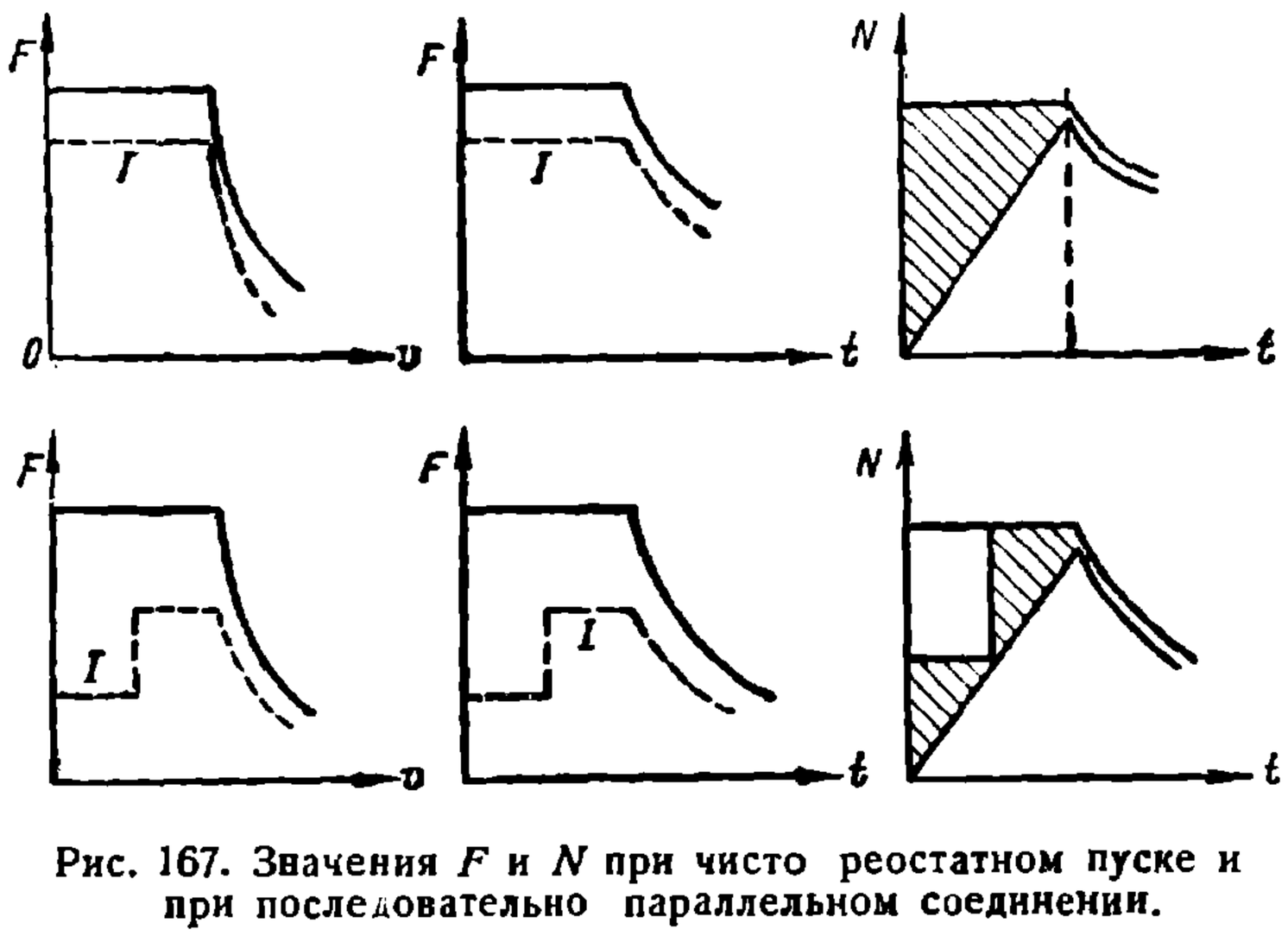


Рис. 167. Значения F и N при чисто реостатном пуске и при последовательно параллельном соединении.

К изучению этого вопроса мы и перейдем, для чего нужно рассмотреть хотя бы в самом сжатом виде теорию нагрева и охлаждения тягового двигателя. Полагая, что в единицу времени (секунду) развиваемые в двигателе потери W дадут за время dt количество тепла

$$q_1 = W\,dt$$

и что теплоемкость двигателя равна C, мы получим выражение для тепла, идущего на повышение температуры $d\theta$:

$$q_2 = C\,d\theta.$$

С другой стороны, не все тепло, развиваемое в двигателе, пойдет на повышение температуры его, — некоторая часть тепла будет уходить по ряду причин в окружающую среду, причем эта потеря тепла будет пропорциональна по закону Ньютона превышению температуры данного тела над температурой окружающей среды θ и коэфициенту потери тепла в окружающую среду B, почему потеря тепла за элемент времени dt будет иметь выражение:

$$q_3 = B\theta\,dt.$$

Следовательно, уравнение теплового баланса двигателя будет иметь вид:

$$q_1 - q_3 = q_2$$

или

$$W\,dt - B\,\theta\,dt = C\,d\theta. \qquad (32)$$

Так как переменные в этом уравнении отделяются при предположении, что W, B и C — постоянны, то, интегрируя, мы получаем:

$$t = \frac{C}{B} \ln \frac{W - B\theta_0}{W - B\theta}, \qquad (33)$$

если при определении постоянной интегрирования положить, что в момент времени $t = 0$ температура двигателя превышала на θ_0 окружающую температуру.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Если положить

$$T = \frac{C}{B},$$

то выведенное выражение можно переписать в более удобном для исследования виде:

$$\theta = \frac{W}{B}\left(1 - e^{-\frac{t}{T}}\right) + \theta_0 e^{-\frac{t}{T}}, \qquad (34)$$

где e — основание натуральных логарифмов, а T — так называемая постоянная времени, физическое значение которой представляет то время, которое необходимо было бы телу для того, чтобы достичь установившейся температуры, если бы потери тепла в окружающую среду отсутствовали.

Для большинства тяговых двигателей электровозов промышленного транспорта наиболее опасным местом двигателя в отношении нагрева являются его обмотки возбуждения, потери в которых пропорциональны квадрату тока, поэтому можем написать выражение для указанного допущения в следующем виде:

$$\theta = \frac{I^2}{B_1}\left(1 - e^{-\frac{t}{T}}\right) + \theta_0 e^{-\frac{t}{T}}, \qquad (35)$$

что скажется лишь на значении коэфициента B.

Очевидно, что в случае охлаждения двигателя при отсутствии тока, т. е. при отсутствии источника тепловых потерь, мы имеем:

$$\theta = \theta_0 e^{-\frac{t}{T}}, \qquad (36)$$

что явится уравнением охлаждения тела.

В уравнение (35) входит величина квадрата тока, связанная определенным образом с временем t, поэтому можно утверждать, что температура любой части двигателя (в том числе и обмоток возбуждения) будет зависеть не только от значения силы тока, но и от длительности его действия.

Отсюда понятны определения мощности и силы потребляемого тока тяговых электродвигателей, даваемые соответствующими нормами.

Тяговый двигатель, с вышеприведенной точки зрения, характеризуется двумя величинами: продолжительной мощностью и часовой.

Продолжительной мощностью двигателя называется та наибольшая мощность на валу его, при которой двигатель может длительно работать на неподвижной установке при закрытых нормально люках, без того чтобы установившееся превышение температуры какой-либо его части превзошло величину, установленную нормами.

Продолжительным же или длительным током называется ток, соответствующий продолжительной мощности.

В соответствии с этим часовой мощностью двигателя называется та наибольшая мощность, при которой двигатель может работать на неподвижной установке (при тех же условиях) в течение одного часа, без того, чтобы превышение температуры какой-либо части превзошло величину, установленную нормами.

Часовым же током называется ток, соответствующий часовой мощности.

Отсюда ясно, что длительный ток должен иметь выражение

$$I_{дл} = \sqrt{\theta_e B_1}, \qquad (37)$$

НБ УДУТ (ДИТ)

где θ_c — допускаемое нормами превышение температуры, а часовой ток в случае, если двигатель начал испытываться холодным, т. е. $\theta_0 = 0$,

$$I_{час} = \sqrt{\frac{\theta_{час} B_1}{1 - e^{-\frac{60}{T}}}}, \tag{38}$$

где постоянная времени T выражена в минутах.

При этом заметим, что по современным взглядам на этот вопрос нормы всех стран принимают $\theta_{час} > \theta_{дл}$.

Что же касается численных значений допускаемых превышений температуры различных частей двигателя, то практически вопрос сводится, как уже было отмечено выше, к свойствам механической прочности изоляции при высоких температурах.

Теплостойкость изоляции различна для различных изоляционных материалов. Так, для изоляции класса А, т. е. хлопчатой бумаги, шелка, пропитанной бумаги и т. п., опыты показали безопасной температуру порядка 100—115° С. Для более высокой изоляции класса В (слюда, асбест и композиции из них) нагревы выше — до 130—150° С. Имевшие до недавнего времени место нормы допускали значительно более низкие величины, порядка 60—70% от указанных, что в связи с развитием стахановско-кривоносовского движения на транспорте привело к ревизии этих норм в сторону повышения их. Однако работа эта в настоящее время не закончена.

Различные системы охлаждения двигателей существенно влияют на величины коэфициента теплоотдачи B и постоянной времени, однако принято обычно характеризовать двигатели в обыденной практике не значениями B и T, а отношением длительного тока к часовому, т. е. величиной

$$\lambda = \frac{I_{дл}}{I_{час}}.$$

Эта величина также учитывает в самом существе своем тепловые параметры двигателя, — вернее, род и систему охлаждения, причем имеют место следующие практические значения:

для двигателей с естественным охлаждением

$$\lambda = 0{,}4 \div 0{,}5;$$

для двигателей с самовентиляцией

$$\lambda = 0{,}6 \div 0{,}75;$$

для двигателей с посторонней вентиляцией

$$\lambda = 0{,}8 \div 0{,}95.$$

§ 29. Приборы и схемы управления промышленных электровозов.

Приборы управления составляют неотъемлемую часть так называемой электрической схемы цепи главного силового тока электровоза.

Поэтому ранее чем приступить к изучению приборов управления самих по себе, следует познакомиться с главнейшими особенностями схем электровозов.

Задачей схемы управления электровозом является выполнение следующих операций: включение и выключение двигателей, последовательное включение ступеней пусковых реостатов, переключение двигателей с последовательного соединения на параллельное, реверсирование (обратный ход), регулировка скорости ослаблением поля (если последняя имеет место), отключение дефектного двигателя

НЕ УЧЕБНИК (ДЕТ)

при работе остальных исправных и т. д. Кроме того схема должна предусматривать защитные приборы и приспособления как для защиты отдельных элементов, так и для защиты всей схемы.

Общее представление о пусковых сопротивлениях и включении их было получено уже из предыдущего параграфа. Практически оно осуществляется не выключением данной ступени пускового реостата, а замыканием ее накоротко, что может быть осуществлено различными в принципе способами, изображенными на рис. 168.

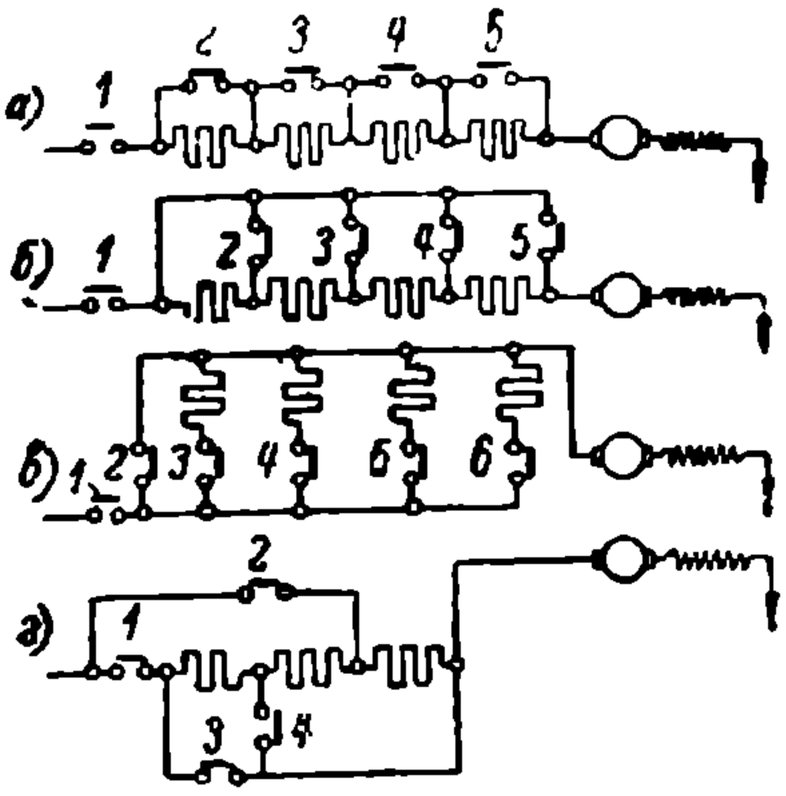


Рис. 168. Схемы соединений пусковых реостатов.

В первом способе последовательного включения ступеней контакты короткого замыкания ступеней включены последовательно (схема *а*), во втором — указанные контакты включены параллельно (схема *б*). Кроме того применяется и параллельное включение ступеней (схема *в*) и, наконец, последовательно-параллельное, ясное из схемы *г*.

Что же касается до способа перехода с последовательного на параллельное соединение, то и в этом случае могут быть применены различные решения, изображенные на рис. 169. Первый случай характеризует собою так называемый способ размыкания цепи и отключения двигателя, второй — способ короткого замыкания и, наконец, третий — способ так называемого мостика.

Перемена вращения двигателя производится переменой направления тока либо в обмотке возбуждения, либо в обмотке якоря, причем второму способу обычно отдается преимущество. Ослабление поля (шунтировка) обычно, как правило, в электровозах промышленного транспорта не применяется по той простой причине, что ослабление магнитного потока увеличивает скорость и уменьшает силу тяги электровоза, т. е. создает условия, ненужные для промышленного транспорта.

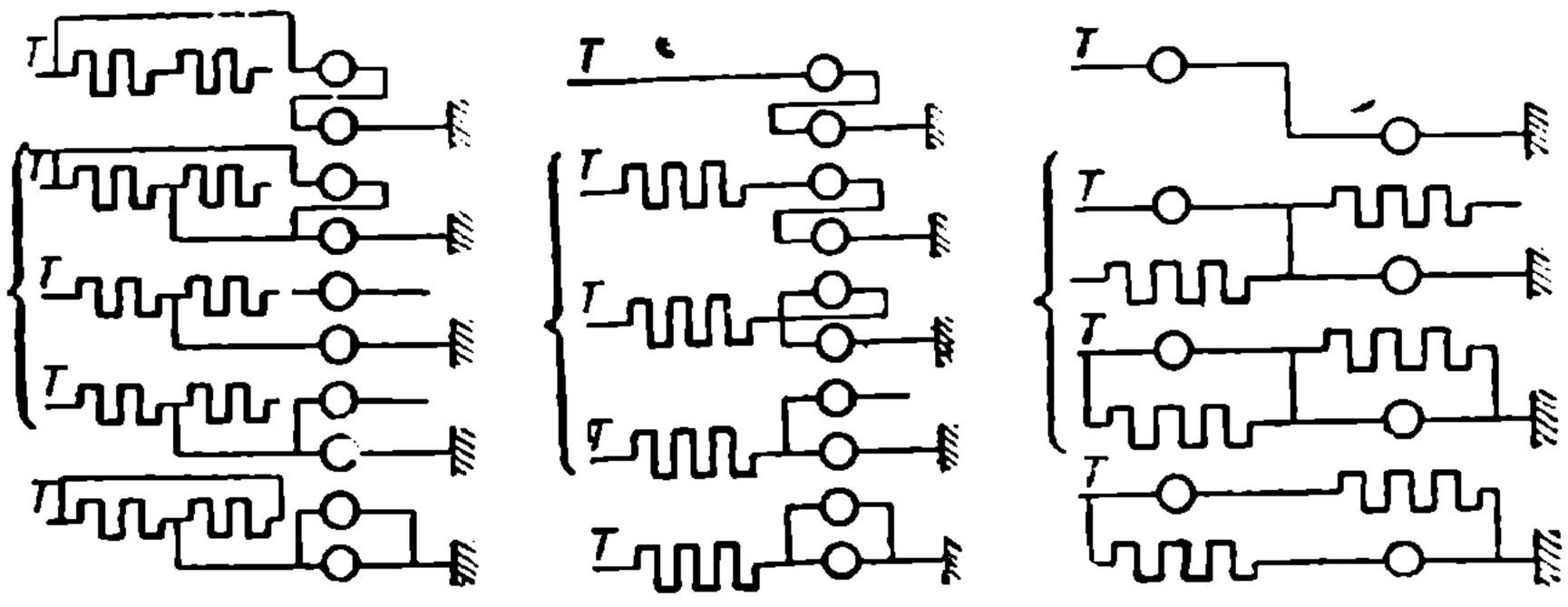


Рис. 169. Схемы перехода с последовательного на параллельное соединение.

Схемы управления двухосных и четырехосных электровозов несколько различаются между собой по той причине, что вдвое большее число двигателей несколько усложняет цепи электрических соединений, а для простоты схемы приходится применять более простые решения отдельных задач.

До сих пор мы рассматривали схему соединений двигателей при их тяговом режиме, т. е. работа их заключалась в развитии тягового усилия при некоторой скорости.

Принцип обратимости электрических машин допускает использование двигателей и для целей генерирования энергии, причем двигатель будет тогда служить тормозящим поезд устройством.

НБ УГЛТУ (ДГТ)

Тормозной или генераторный режим тягового электродвигателя возможно осуществить двумя способами: 1) на включенные в цепь его реостаты и 2) на работу в контактную сеть с возвратом электрической энергии. Кроме того возможно еще использовать развиваемую при генераторном режиме электрическую энергию на питание электромагнитных тормозов, но этот способ не имеет широкого распространения в практике промышленных электровозов.

При генераторном режиме двигателя и включении якоря его на реостаты необходимо переключение обмоток полюсов, чтобы не потерять возбуждения; при использовании же энергии поезда для возврата ее в сеть задача сильно осложняется необходимостью связать цепь генератора с напряжением контактного провода.

Идея решения этой проблемы — проблемы регенерации энергии — заключается в превращении двигателя в генератор с независимым возбуждением, что, конечно, сильно осложняет схему электровоза.

Переходя к схеме приборов управления и системам их, заметим, что последние можно разделить на две резко различающиеся между собой группы: систему приборов прямого или непосредственного управления и систему приборов косвенного управления. Кроме того швейцарской фирмой Броун Бовери (Brown Boveri & C°) был разработан и находится около 15 лет в эксплоатации особый вид прибора управления, так называемый кулачковый или контактный контроллер, являющийся до известной степени, как будет видно из дальнейшего, комбинированным прибором, носящим некоторые черты, общие двум указанным системам.

Электровозы промышленного типа, имеющие небольшие сравнительно мощности отдельных двигателей, имеют систему прямого, непосредственного управления специальным прибором, носящим название **контроллера**. Этот последний, будучи включен в главную цепь тягового тока, производит все требуемые операции, указанные выше.

Принцип устройства контроллеров барабанного типа (рис. 170) заключается в том, что на изолированном барабане расположены сегменты (пластины) контроллера различной длины и электрически между собою соединенные так, что при вращении рукояткой барабана контроллера сегменты эти будут находить на неподвижные пальцы, соединенные с необходимыми элементами электрической схемы электровоза, давая тем самым для каждого определенного положения барабана контроллера совершенно определенное соединение элементов упомянутой схемы.

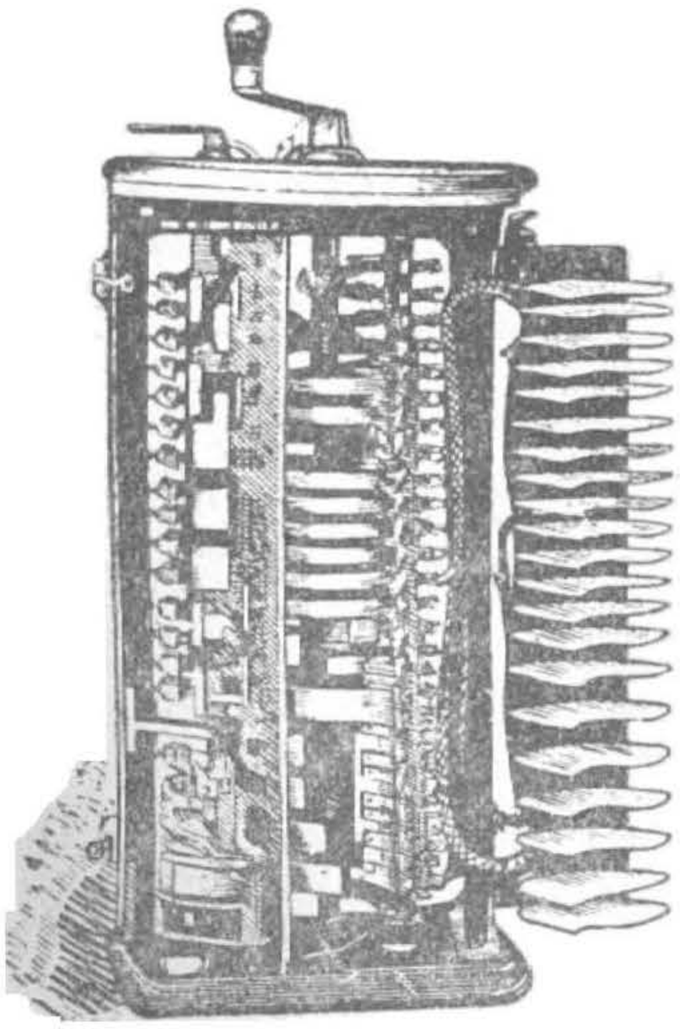


Рис. 170. Общий вид контроллера.

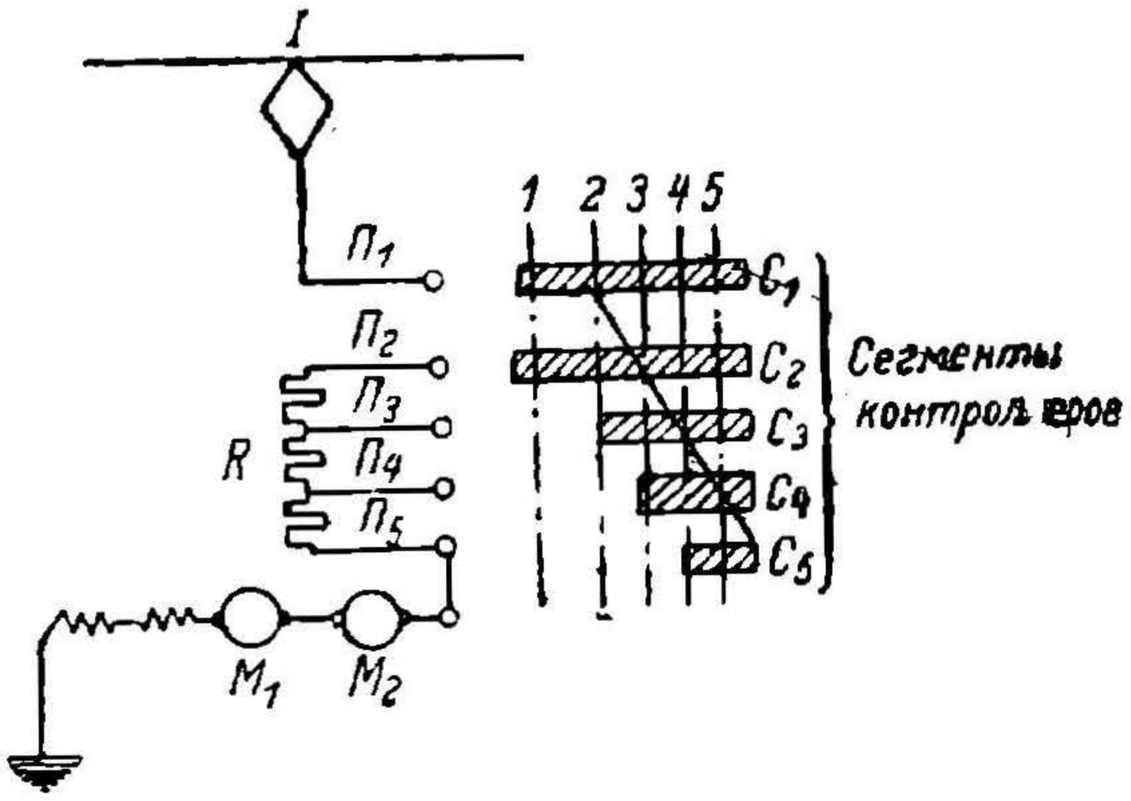


Рис. 171. Принцип развертки контроллера.

На рис. 171 изображена для уяснения вышеизложенного простейшая развертка контроллера для очень простой операции, заключающейся во включении двух последовательно соединенных двигателей последовательно с несколькими ступенями пускового реостата R и постепенного выключения этих ступеней до

НВ УДУНТ (ДП)

полного выключения реостата. Здесь пять кружков $П_1$, $П_2$, . . . , $П_5$ изображают пальцы контроллера, а такое же число заштрихованных полосок C_1, . . ., C_5 — развернутые в плоскость сегменты его.

Вращение рукоятки главного вала контроллера и соединения, при этом получающиеся, можно увидеть, надвигая полосы C на кружки $П$, согласно вертикальным линиям *1*, *2*, *3*, *4* и т. д. При первом положении сегмент C_1 соединится с пальцем $П_1$, а сегмент C_2 с пальцем $П_2$, что выполнит включение двигателей с полным сопротивлением реостата, так как сегменты C_1 и C_2 (как впрочем и все остальные сегменты в данном случае) соединены электрически друг с другом. Так как пальцы $П_3$—$П_5$ не пришли еще в соединение с сегментами C_3, C_4 и C_5, то и соединений между ними в этом положении не будет.

Дальнейший поворот барабана до положения, обозначенного вертикальной линией *2*, приведет к соединению пальца $П_3$ с сегментом C_3, а так как сегменты C_2 и C_3 соединены электрически накоротко между собою, то это приведет к выключению первой секции (*2—3*) реостата r, и пусковое сопротивление уменьшится, а напряжение на зажимах электродвигателей возрастет.

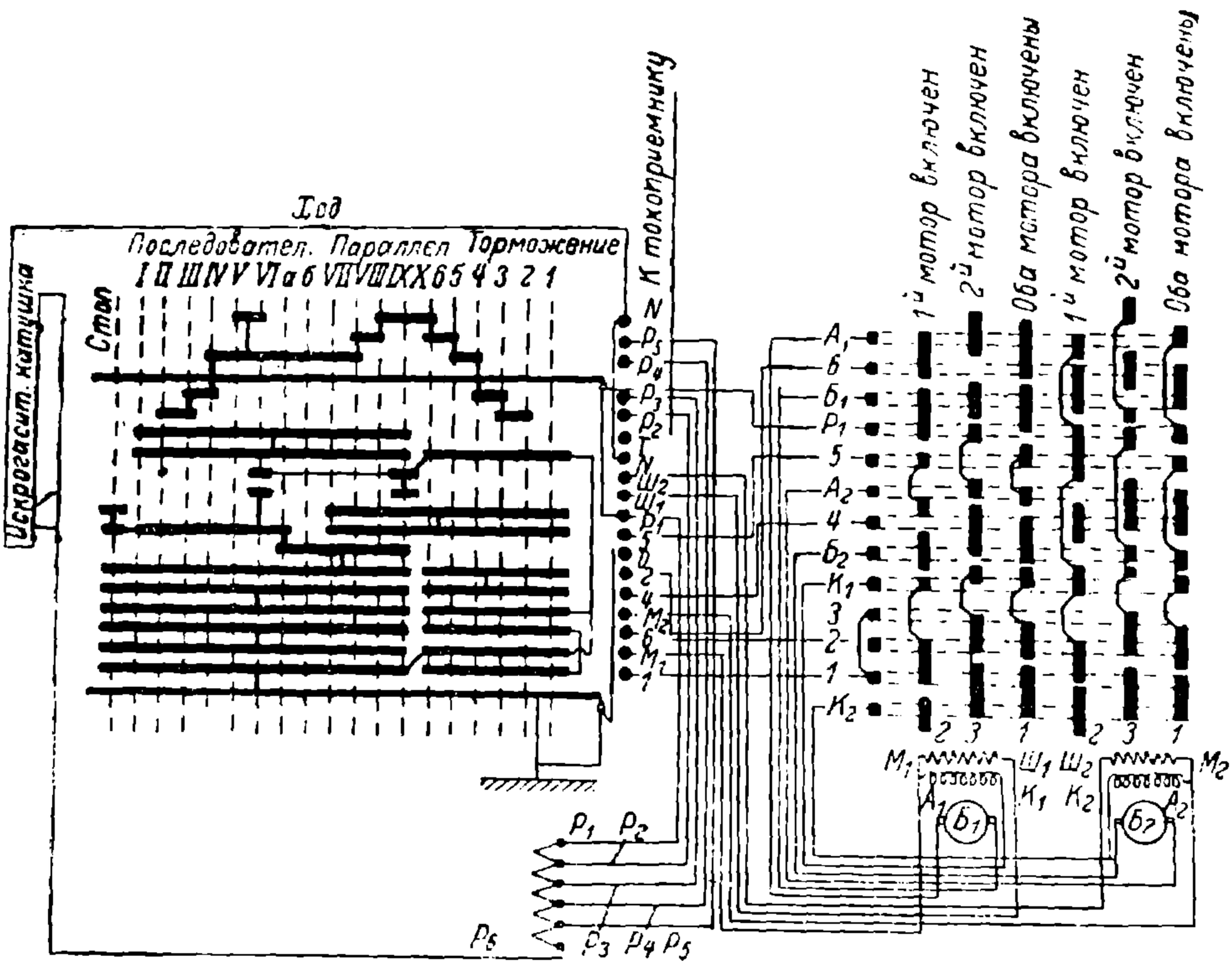


Рис. 172. Схема контроллера.

Дальнейшее вращение барабана (что в нашей схеме заменено надвиганием развертки сегментов на пальцы) приведет к выключению второй секции и, наконец, к замыканию накоротко (в положение 5) всего реостата r, сопротивление которого будет близко к нулю, так что оба последовательно соединенные двигателя будут включены на полное напряжение. Обратным вращением, т. е. размыканием пальцев с соответственными сегментами, будет достигнута обратная операция, и этим самым мы добьемся разрыва цепи между пальцами $П_1$, $П_2$, т. е. выключения тока.

Так как операции, выполняемые в действительности контроллером, гораздо многочисленнее и сложнее разобранной нами, то и фактическая схема контроллера на самом деле много сложнее (как это видно на рис. 172 и 173, где пока

НБ МИИТ (ЭТ)

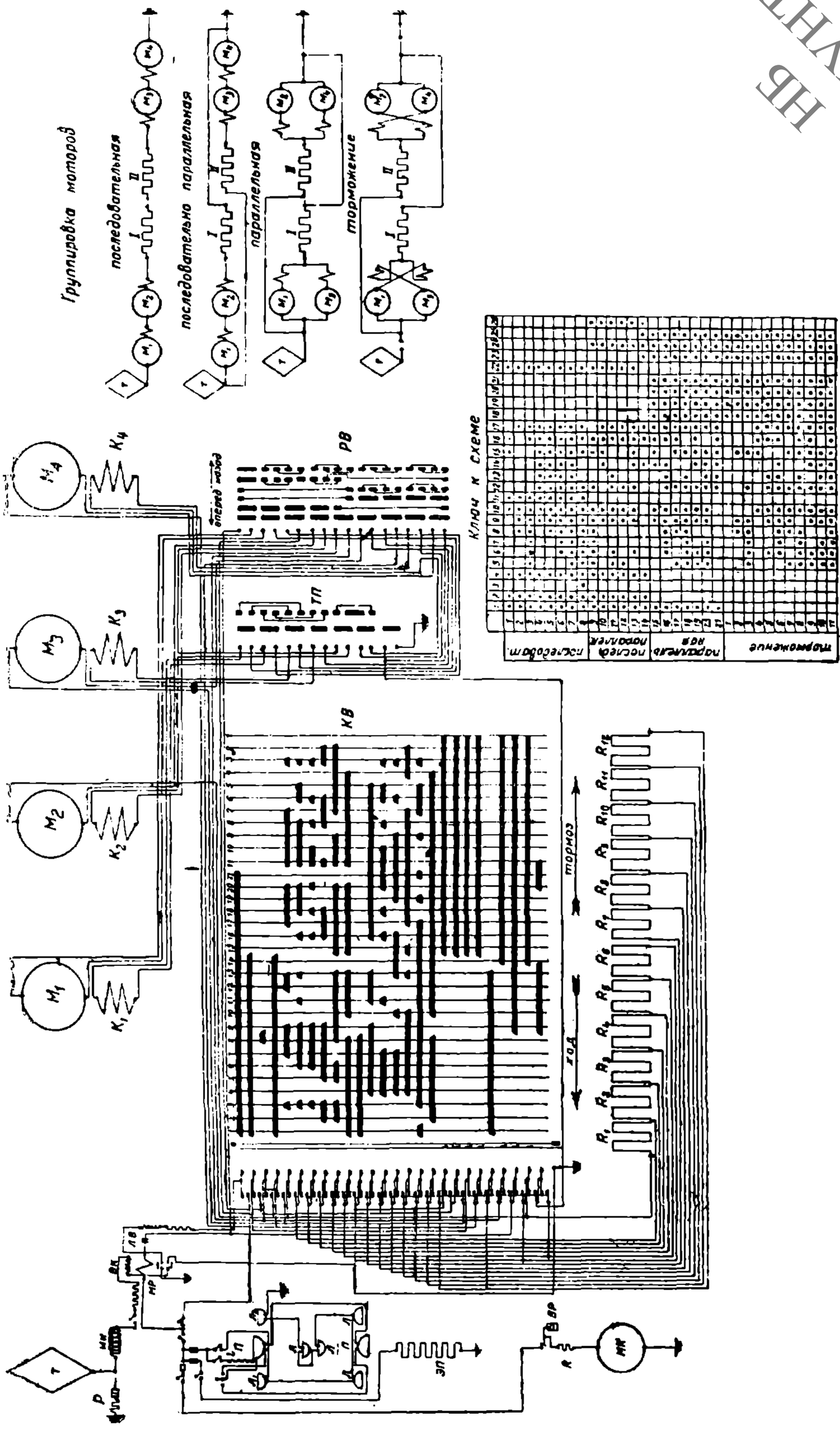


Рис. 173. Схема управления четырехмоторного промышленного электровоза.

заны схемы контроллера для двух и, соответственно, четырех двигателей и всех соединений), но, во всяком случае, очевидно, что и здесь имеется указанная выше особенность, что все операции в главной цепи тягового тока выполняются непосредственно разрывом или замыканием контактов контроллера, который, следовательно, находится под рабочим напряжением.

При мощностях, начиная со 100—120 kW и напряжении около 800—1200—1500 V система непосредственного или прямого управления неудобна (громоздкость контроллера), ненадежна (размыкание токов большой силы) и даже небезопасна (наличие сравнительно высокого напряжения в непосредственной близости от вожатого или машиниста), почему в этих случаях переходят к косвенным системам управления, которые имеют очень ограниченное распространение в подземных электровозах, но широко распространены на более мощных электровозах открытых разработок.

Системы косвенного управления, вообще говоря, очень многочисленны, но в каждой из них имеются следующие характерные элементы: цепь главного тягового тока и цепь вспомогательного тока или цепь управления, присоединенная к источнику тока цепи управления (мотор-генератор), и которая, нужно заметить, может быть электрически никак не связана с приборами цепи главного тока. Элементом же, связующим обе цепи механически, являются особые механизмы или приборы, называемые контакторами, которые со стороны рабочей цепи или цепи главного тока являются механизмами, предназначенными для выполнения функций сегментов и пальцев контроллера в системе непосредственного управления, т. е. для замыкания или размыкания главного тягового тока в соответствующих элементах цепи главного тока, а со стороны цепи тока управления представляют механизмы (электромагнитные — см. рис. 174,*а* — или электропневматические — рис. 174,*б*), управляемые прибором — так называемым командным контроллером („master controller", как его называют в англосаксонской специальной литературе), но посредством слабых токов при невысоком, сравнительно, напряжении (50—100 V), применяемом в цепи управления.

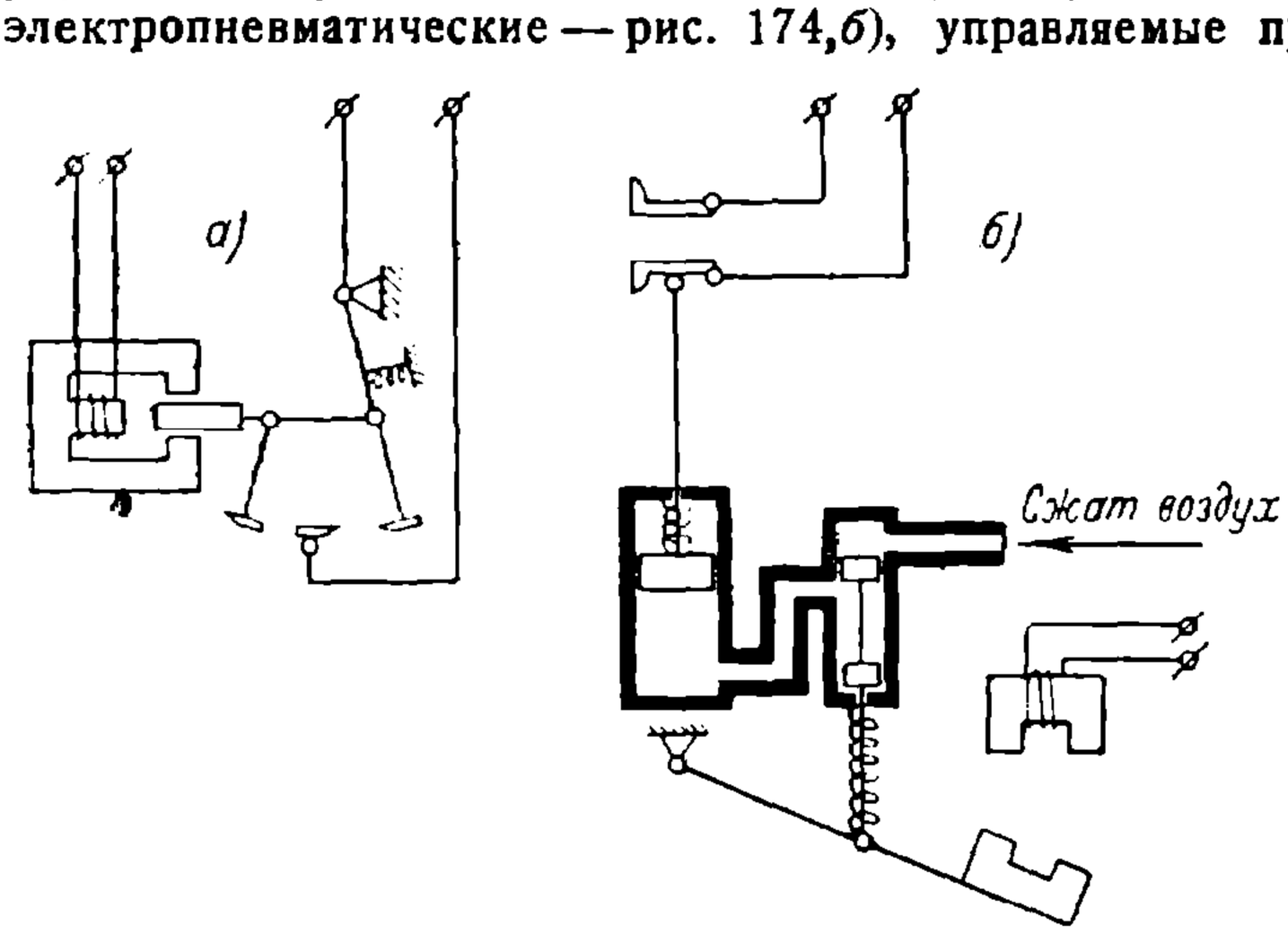


Рис. 174. Электромагнитный (*а*) и электропневматический (*б*) контакторы.

Системы косвенного управления можно классифицировать так:

1) системы с индивидуальным управлением контакторами, причем сами контакторы могут быть: а) электромагнитные, б) электропневматические;

2) системы с групповым управлением контакторами: а) электропневматические, б) чисто электрические.

Простейшую схему действия с индивидуальными электромагнитными контакторами можно уяснить себе из рассмотрения рис. 175. Здесь (как и в прочих схемах косвенного управления) *M* обозначает главные тяговые двигатели, *I* — токоприемник, *II* — командный контроллер, *III* — мотор-генератор, служащий источником тока для цепей управления, показанных всюду пунктиром. Электромагнитный контактор *K* выполняет лишь одну чрезвычайно простую операцию — выключение одной ступени пускового реостата *r*; впрочем, легко сообразить, что такое устройство допускает осуществление любой, требуемой по схеме движения поезда, операции, и данная операция приведена как один из возможных случаев работы контактора. При замыкании контроллером соответствующей цепи дан-

НГУ УЧЕБНЫЙ (ЦЕНТР)

ного контактора *К* контакты последнего замкнутся или разомкнутся и требуемая операция будет выполнена.

На рис. 176 та же операция выполняется уже применением также индивидуальных контакторов, но с помощью электропневматического контактора *КП*, причем замыканием или размыканием цепи катушки *К* впускается сжатый воздух из особого резервуара (на чертеже не показанного) в цилиндр *II*, вследствие чего операция размыкания или замыкания рабочих контактов цепи главного тягового тока будет осуществляться уже с помощью движения поршня под действием сжатого воздуха, т. е. пневматически.

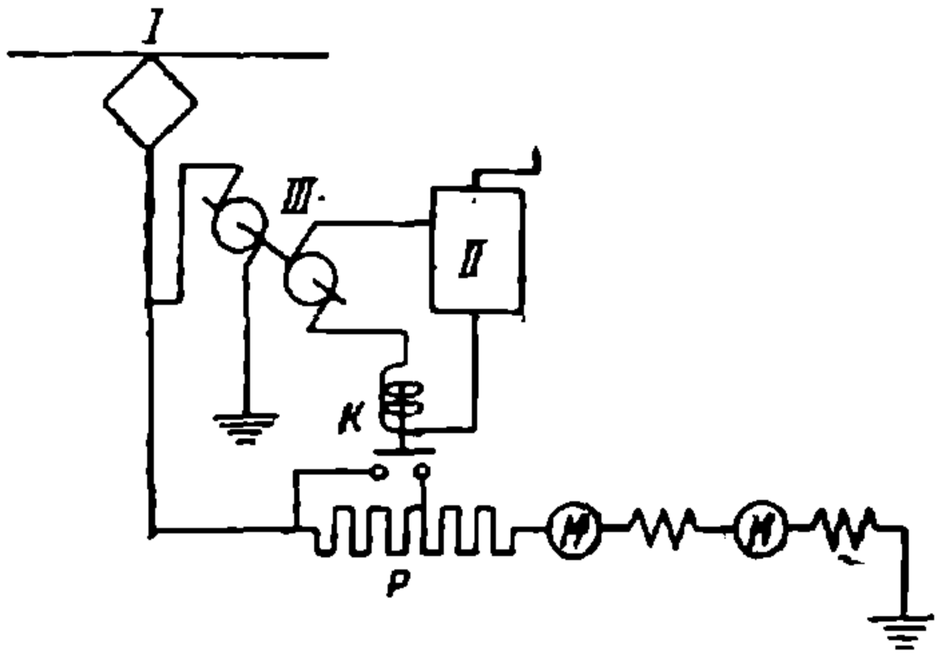


Рис. 175. Принцип косвенного управления с индивидуальным электромагнитным контактором.

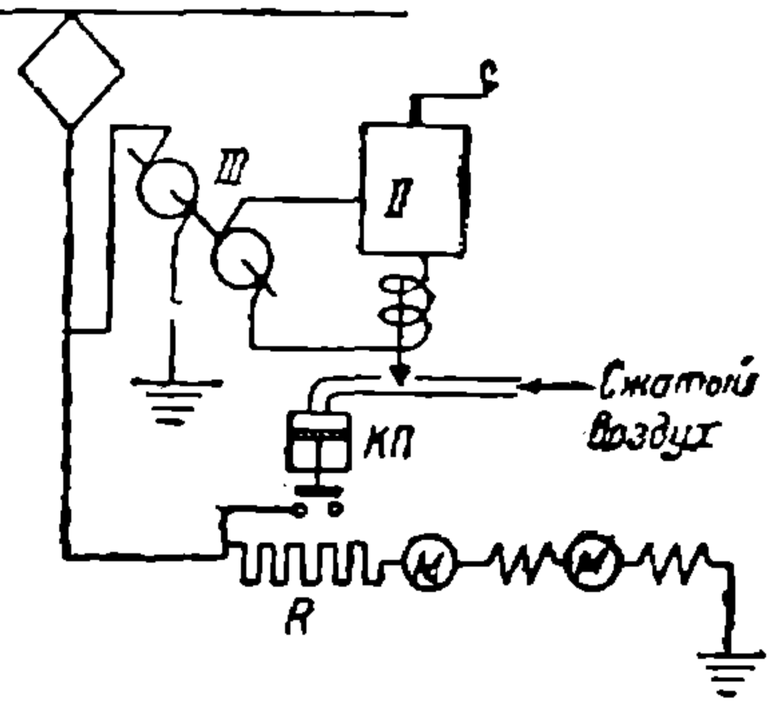


Рис. 176. Принцип косвенного управления с индивидуальным электропневматическим контактором.

Применение сжатого воздуха для приборов управления подвижного состава может быть осуществлено и иным способом, что видно из рис. 177. Здесь существенным элементом схемы приборов управления является цилиндр *IV*, в котором движется поршень, имеющий зубчатую рейку (кремальеру). Впуск и выпуск сжатого воздуха в этот цилиндр осуществляются путем электромагнитного привода

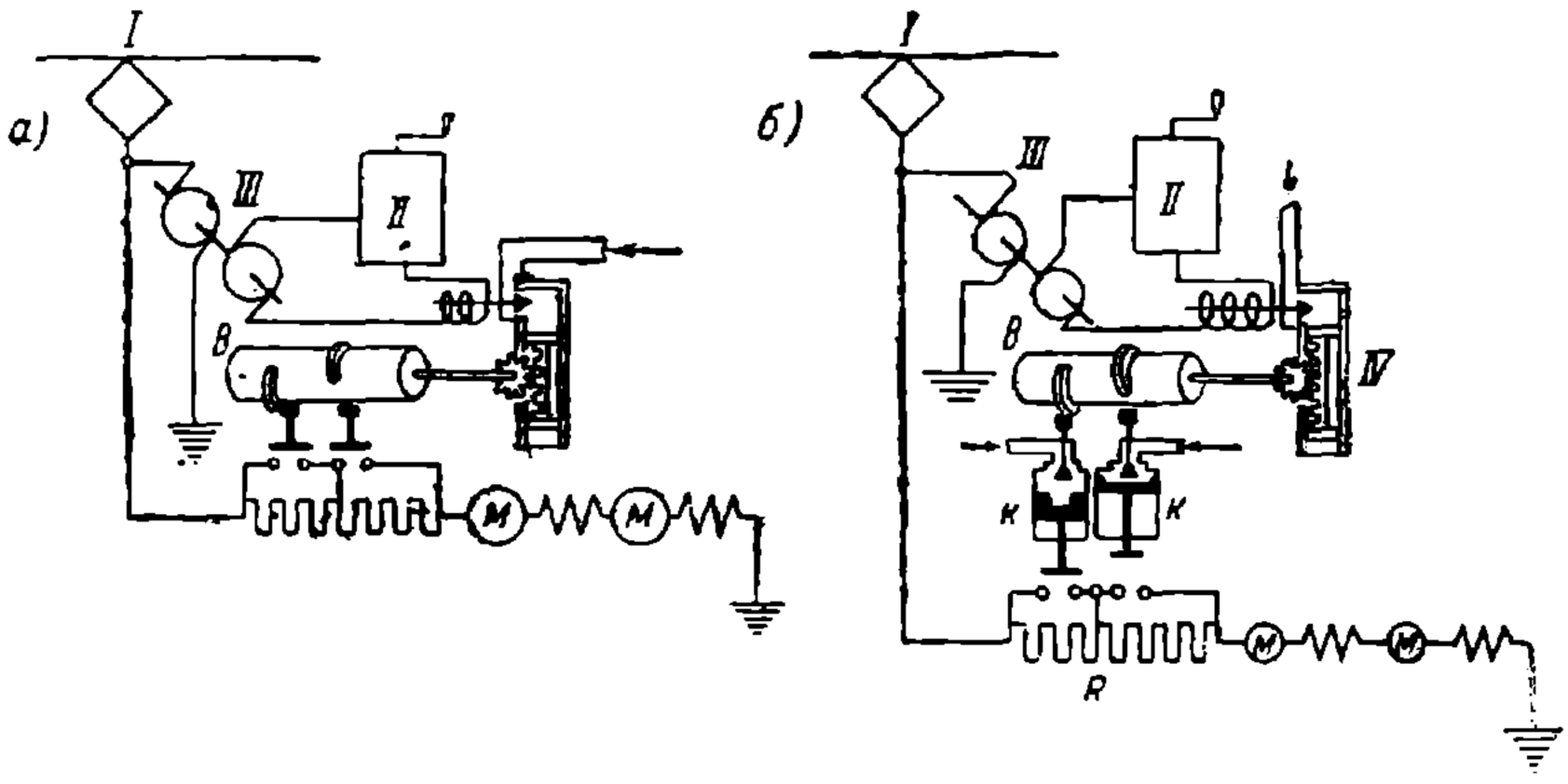


Рис. 177. Принципы косвенного управления с кулачковым валом.

клапана или, иначе говоря, посредством командного контроллера *II*, движение же под давлением сжатого воздуха поршня и связанной с ним кремальеры через зубчатые колеса (или их систему) передается кулачковому распределительному валу *В*.

При вращении последнего кулачки чисто механически воздействуют на группу контакторов, замыкающих или размыкающих рабочие контакты цепи главного тягового тока. Поэтому схемы, изображенные на рис. 177, носят название групповых систем управления с кулачковым валом. Очевидно, что кулачковый вал может воздействовать не непосредственно на контакты цепи главного тока,

НВ УДУНТ (ДИТ)

а на впускные клапаны пневматических контакторов или, в свою очередь, может приводиться во вращение не цилиндром с зубчатой рейкой, а с помощью электродвигателя (исполняющего роль, аналогичную вышеописанному механизму), являющегося как бы сервомотором, — тогда групповая система управления может быть классифицирована как чисто электрическая; однако, в виду того, что системы с групповым приводом нашли себе применение, главным образом, в мотор-вагонных поездах, на электровозах же более распространены индивидуальные системы, мы подробно разбирать последние системы не будем и ограничимся лишь вышеизложенным.

К числу систем управления с групповыми контакторами, приводимыми кулачковым валом, но поворачивающимися от руки, а не каким-либо механизмом, следует отнести кулачковый контакторный контроллер, изображенный на рис. 178. Этот контроллер выгодно соединяет в себе достоинства контакторного управления с простотой ручного обыкновенного контроллера.

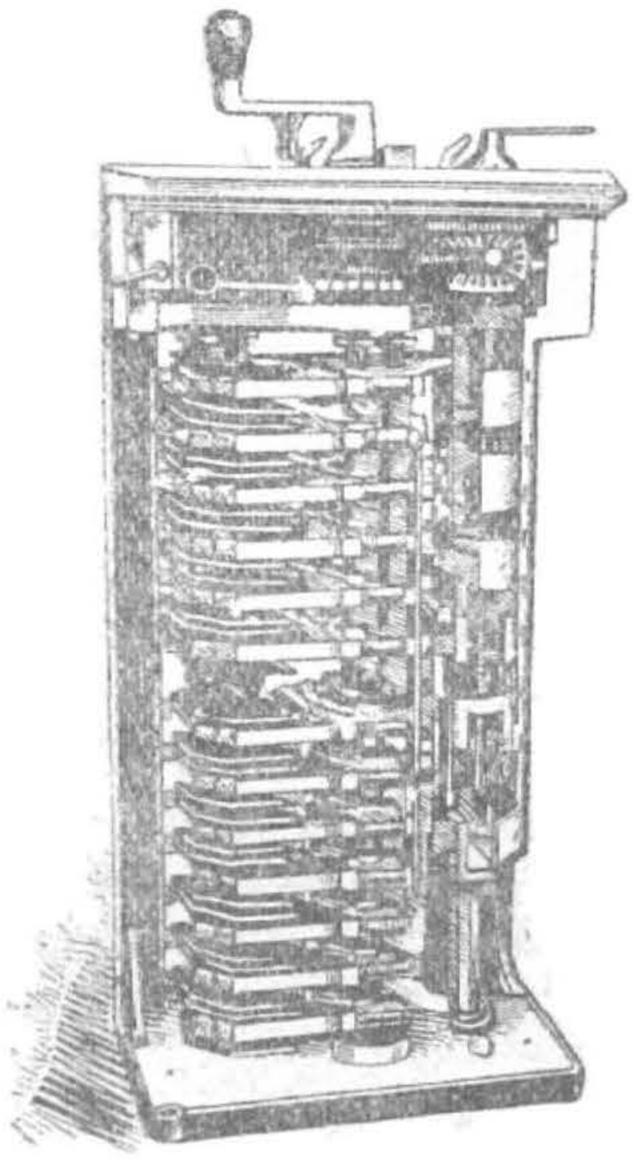


Рис. 178. Кулачковый (контакторный) контроллер.

Главнейшим недостатком обычного барабанного контроллера является неотчетливость включения и выключения, причем последняя операция имеет продолжительность, способствующую сохранению вольтовой дуги. Между тем в кулачковом контроллере поворот рукоятки приводит в действие кулачковый вал, который уже воздействует на соответствующий контактор, длительность включения и выключения которого не зависит от скорости поворота кулачкового вала и в десятки раз меньше, чем в барабанном контроллере.

Эти преимущества — повышение мощностей, обслуживаемых кулачковыми контроллерами, компактность всего устройства и ничтожно малые расходы по осмотру и ремонту (известны случаи, когда кулачковый контроллер был запломбирован и после вскрытия пломбы через годичный период работы не показал надобности в серьезном ремонте, в то время как барабанный контроллер требует ежесуточного осмотра и мелкого ремонта) приводят к тому, что эта конструкция приборов управления должна занять в промышленных электровозах подобающее ей место.

Что же касается до приборов защиты электровоза, то мы рассмотрим сначала идею максимальной защиты от тока перегрузки; эта защита в электровозах промышленного типа небольшой мощности осуществляется так называемым максимальным автоматом (представляющим собою своеобразный электромагнитный механизм, способный по достижении силой тока некоторого установленного заранее максимального значения выключить ток размыканием контактов); в электровозах же большей мощности и многомоторных защита максимальная (и от некоторых других явлений) осуществляется особыми реле, воздействующими на соответствующие контакторы, заставляя последние размыкаться при наличии условий, от которых требуется защитить данный элемент схемы.

Промышленные контактные электровозы, предназначенные для тяги поездов по рельсовым путям, расположенным на поверхности, могут подвергаться действию атмосферных грозовых разрядов. Для предохранения от них и персонала и оборудования должна быть, как правило, предусмотрена соответствующая защита, основанная на следующих соображениях.

Разряд атмосферного электричества характеризуется высокой разностью потенциалов, представляя собою с принципиальной точки зрения не что иное как колебательный разряд большой частоты. Поэтому, если сразу же за токоприемником поместить несколько витков толстой проволоки малого омического сопротивления, то для тягового тока эта катушка не будет представлять сколько-

НБ УЛПУНТ (ДГТ)

нибудь значительного сопротивления. Так как реактивное сопротивление пропорционально частоте переменного тока, то при колебательном разряде, имеющем частоту порядка миллионов периодов в секунду, эти несколько витков представят громадное сопротивление. Перед указанной катушкой приключается какой-либо разрядник, в простейшем своем виде роговой с воздушным промежутком, достаточно большим для того, чтобы рабочее напряжение не могло пробить этого слоя воздуха, но в случае появления высокого потенциала от атмосферного заряда этот воздушный промежуток пробивался бы и давал соединение на землю.

Весьма часто вместо рогового разрядника применяются и другие разрядники, например карборундовые, алюминиевые, тайритовые, основанные на иных свойствах, но решающие совершенно аналогичную задачу.

К числу существеннейших элементов схемы контактных и комбинированных электровозов промышленного транспорта относятся также токоприемники, т. е. устройства, предназначающиеся для снятия тока с контактного провода. Приборы эти, пожалуй, всего сильнее подчиняются местным производственным условиям, так как особенности применяемых на данном промышленном предприятии погрузочно-добычных машин и сна-

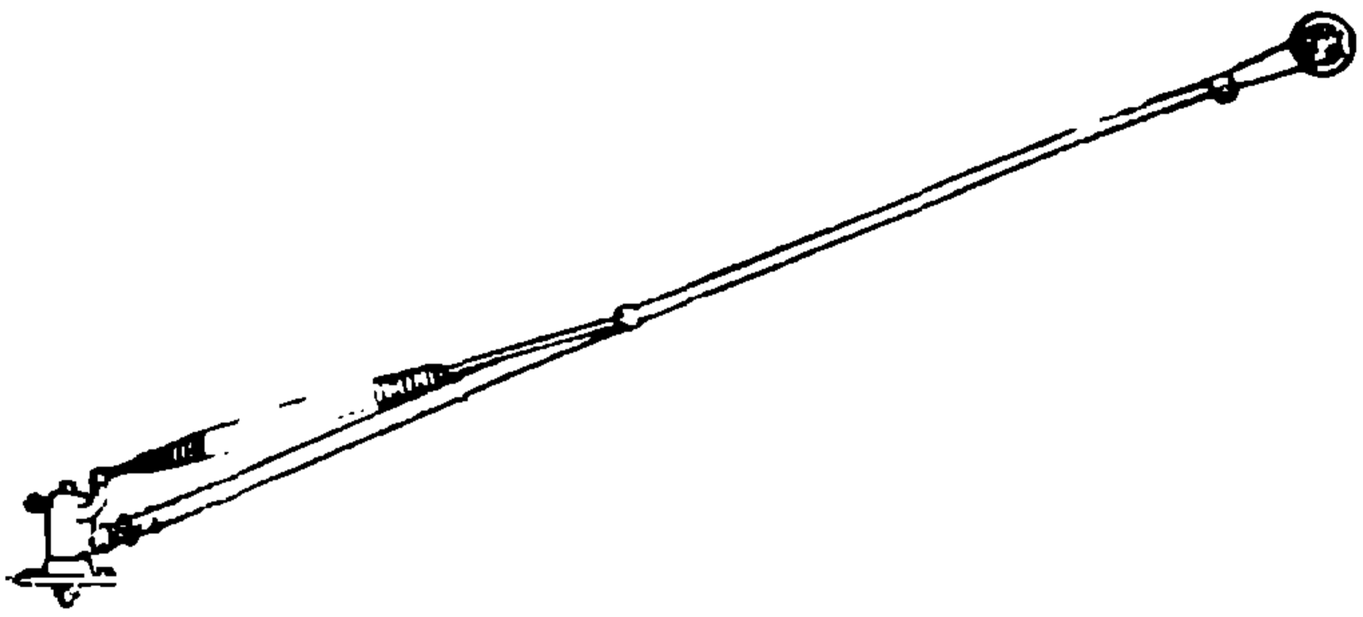


Рис. 179. Роликовый токоприемник.

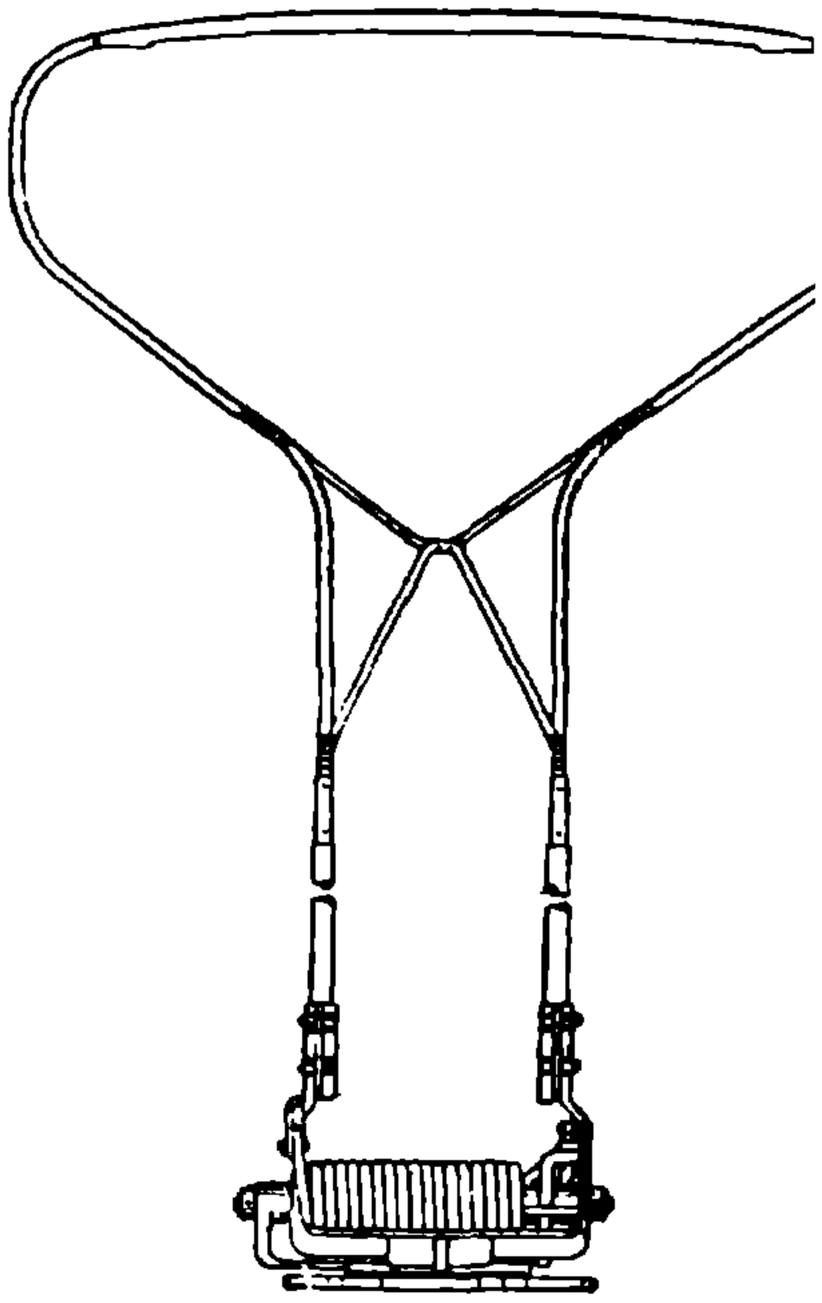


Рис. 180. Бугель.

рядов, а также и общие габаритные условия электрифицированных путей сказываются всего рельефнее именно на расположении и типе путевого контактного оборудования и вследствие этого и на токоприемном оборудовании моторного подвижного состава. Поэтому более подробное рассмотрение конструктивных особенностей токоприемников будет уместнее сделать ниже, при рассмотрении различных электровозов; здесь же мы ограничимся пока указанием, что токоприемные устройства моторного подвижного состава можно классифицировать либо по типу процесса токособирания, либо по типу их расположения на электровозе.

По расположению своему на электровозе токоприемники могут быть разделены также на два класса: токоприемники для верхнего контактного провода и токоприемники для контактного рельса, расположенного в нижней части габарита подвижного состава; нужно заметить, однако, что ни в подземном рудничном транспорте, ни на путях открытой поверхности заводских площадок последний тип — токоприемники для контактного рельса (и самая система контактного рельса) — как правило не применяются из-за неудобства переездов через путевое контактное оборудование такого типа, так что в дальнейшем будет итти речь лишь о токоприемниках для верхнего контактного провода.

Классифицируя токоприемники по характеру токоснимания, мы можем разбить их на токоприемники, осуществляющие процесс токособирания при качении

НВ УДУНТ (СПТ)

рабочей части токоприемника по контактному проводу — так называемый роликовый токособиратель или троллей (рис. 179), или при скольжении ее по проводу — так называемые бугельные или дуговые токоприемники (рис. 180), а в электровозах более мощных — ножницеобразные пантографы (рис. 181). Вне зависимости от последних разновидностей, каждый токоприемник обладает специальным органом токособирания: роликом, башмаком или полозом, скользящим по контактному проводу с известным нажатием на последний, что достигается либо пружинами, либо сжатым воздухом.

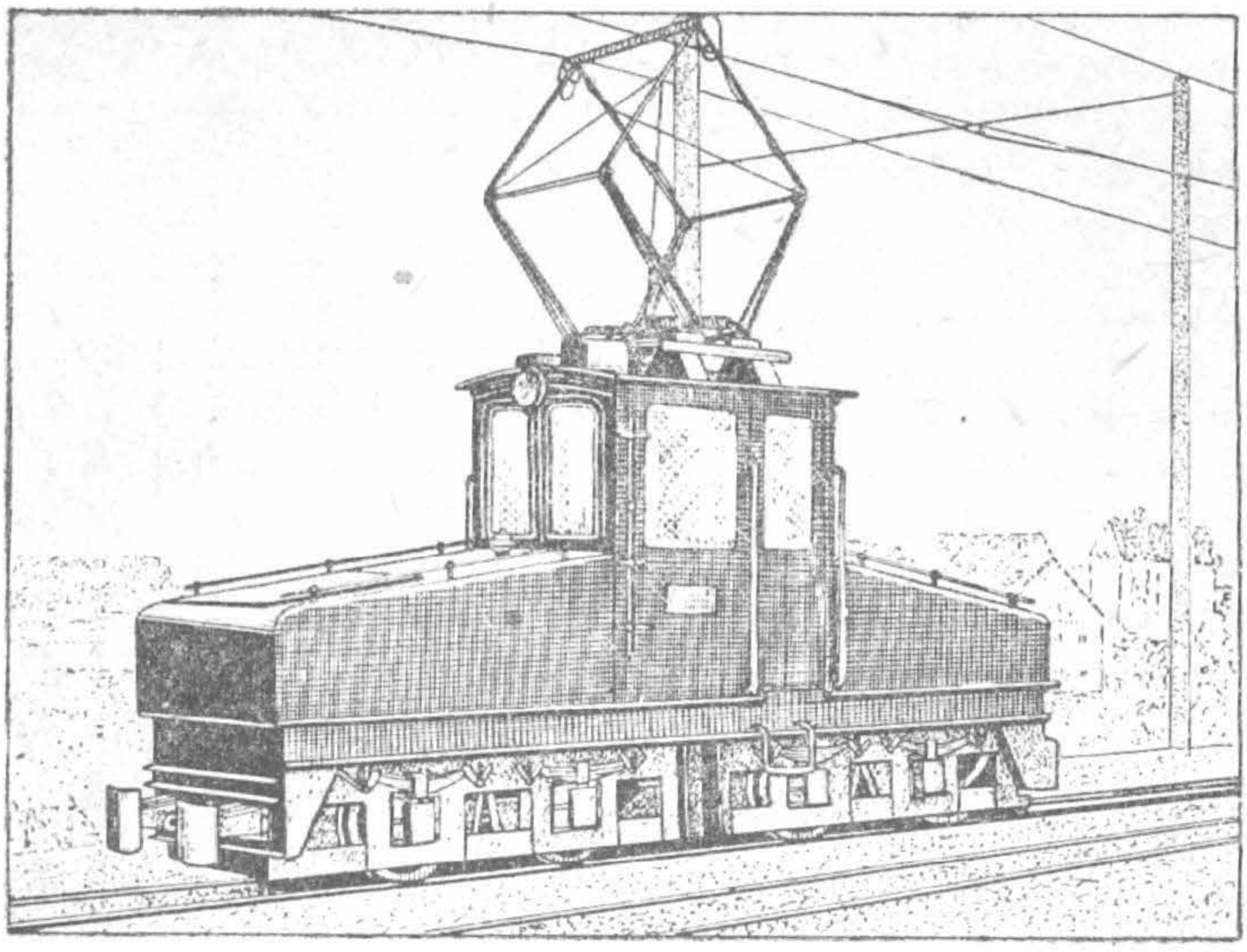


Рис. 181. Пантограф.

В контактных электровозах, предназначенных для подземных разработок, применяются токоприемники обоего рода: как токоприемники скольжения, так и качения, но для более мощных электровозов промышленного транспорта обычно применяются токоприемники, скользящие по проводу, а роликовые токоприемники, по крайней мере на континенте (в европейской практике), на электрифицированных путях промышленного транспорта не применяются.

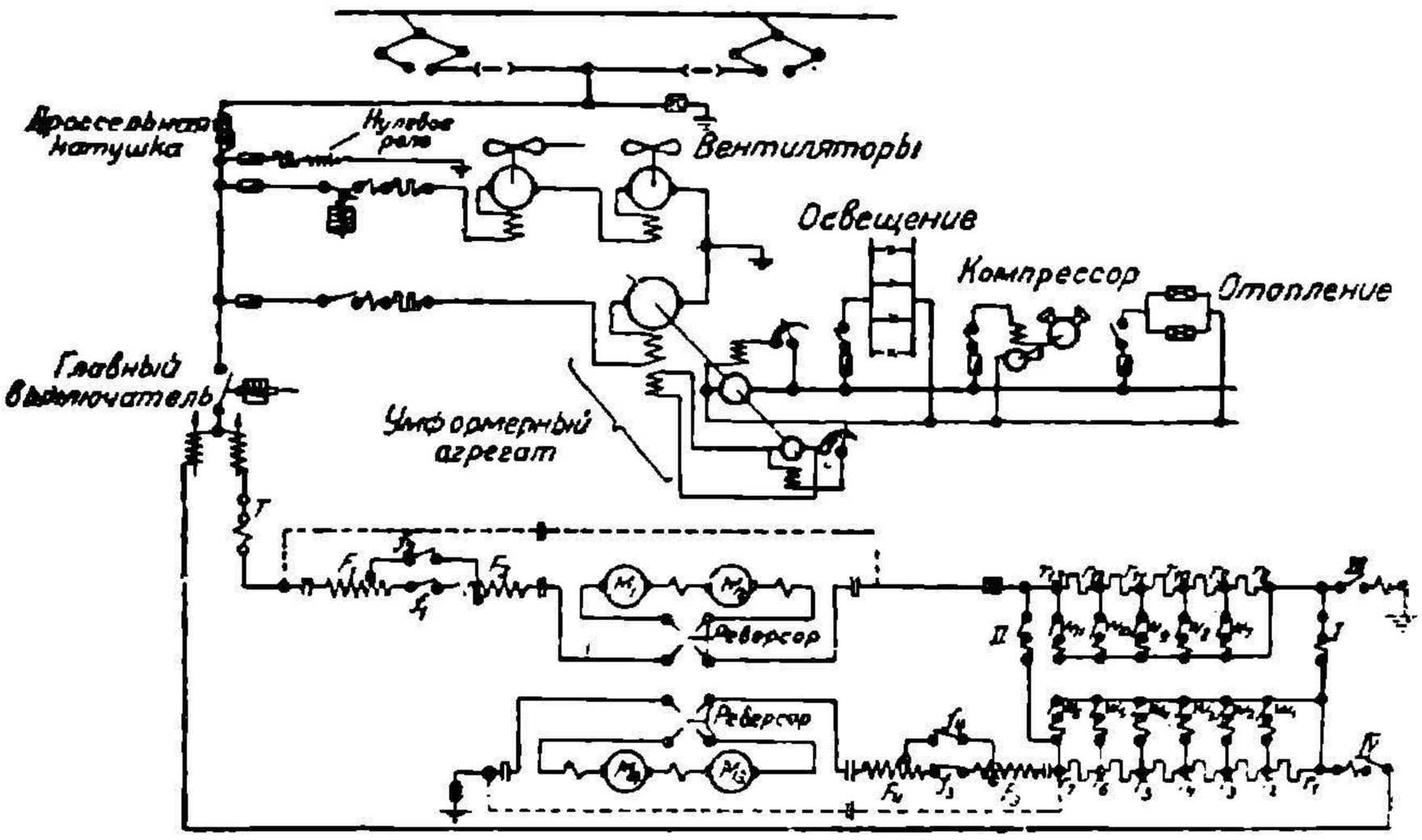


Рис. 182. Принципиальная схема четырехмоторного мощного электровоза.

Производственные условия промышленного транспорта ставят более трудные и жесткие требования устройству токоприемников на подвижном составе по сравнению с условиями на магистральных железнодорожных путях.

Особенно резко это обстоятельство сказывается на погрузочных откаточных путях открытых разработок, где непременным условием является значительное

НБ УДУНТ (ДНТ)

отклонение контактного провода от оси пути, чтобы не препятствовать погрузке горной массы в открытые вагоны. Сообразно с этим контактное оборудование электровоза в этом случае должно удовлетворять данному условию; эта задача в принципе может быть решена различным способом: либо наличием двух видов токоприемников, — одного для главного пути, где контактный провод расположен по оси пути, и другого токоприемника бокового, действующего на добычных или погрузочных путях, где контактный провод смещен в сторону от оси пути, — либо применением такого одного типа токоприемника, который способен удовлетворить обоим указанным усло-

виям. Следует заметить, что наибольшее распространение имеет первый способ.

Кроме рассмотренных нами элементов электровозных схем, т. е. приборов управления и защиты главной силовой цепи электровоза, существуют и вспомогательные цепи и приборы вспомогательных цепей, как-то: освещения, отопления, управления, сигнальные — собственных нужд электровоза, назначение которых в особых пояснениях не нуждается и может быть изучено из схемы четырехмоторного мощного электровоза, приведенной на рис. 182.

Переходя затем к элементам схем аккумуляторных и комбинированных (контактно-аккумуляторных) электровозов, следует указать, что схема видоизменяется наличием аккумуляторной батареи съемного типа для большинства электровозов небольшой, сравнительно, мощности.

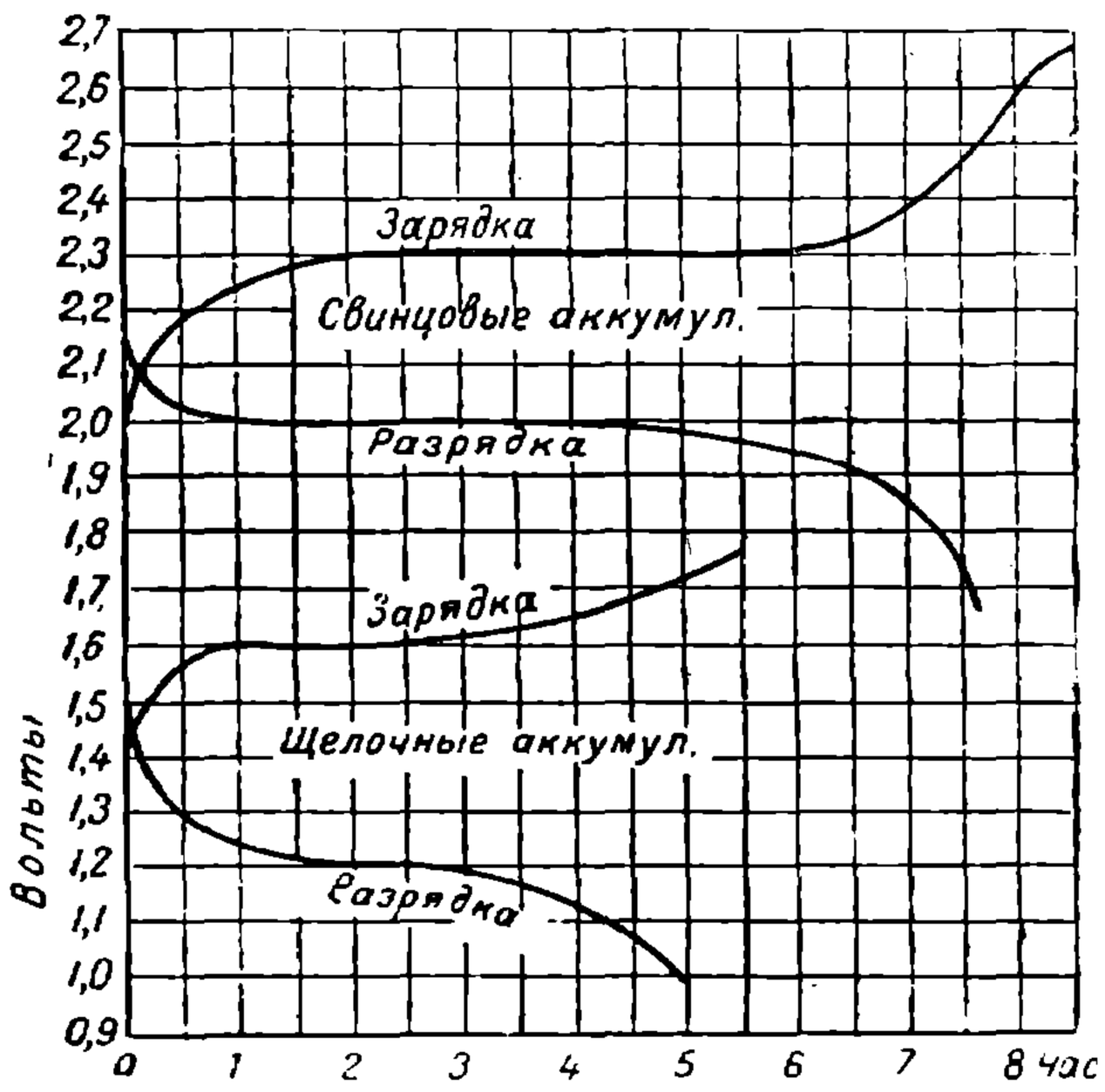


Рис. 183. Напряжение при разряде и заряде.

Аккумуляторы, применяемые в промышленных электровозах для тяговых целей, по роду электролита могут быть разбиты на: а) кислотные и б) щелочные.

Кислотные, или свинцовые, аккумуляторы характеризуются несколько более высоким к. п. д., но зато большей чувствительностью к ударам, толчкам и сотрясениям, большим весом, что имеет существенное значение для транспортных целей, и меньшим сроком службы (около трех лет), но также и несколько меньшей стоимостью.

Щелочные аккумуляторы бывают железо-никелевые (эдиссоновские) и кадмиево-никелевые (Юнгнера), причем электролитом служит раствор едкого кали.

На рис. 183 изображены характерные кривые напряжения при разряде и заряде для кислотных и щелочных аккумуляторов, показывающие изменения напряжения на зажимах аккумулятора в различные моменты времени при заряде и при разряде.

На основании этих кривых можно вывести представление о некоторых средних величинах, необходимых для практических расчетов:

	Тип аккумуляторов:	
	кислотные	щелочные
Среднее разрядное напряжение	1,9	1,2
зарядное	2,2—2,3	1,6

НБ УДУНТ (ДИТ)

Сравнивая между собой рассматриваемые типы аккумуляторов, можно заметить, что щелочные аккумуляторы несколько дороже свинцовых, но срок службы их значительно дольше (до 10 лет), они менее чувствительны к сотрясениям и ударам, менее требовательны к уходу и лучше переносят перегрузки, зато к. п. д. их ниже (0,6—0,65 вместо 0,7—0,75 свинцовых).

В общем же на основании экономических подсчетов для многих случаев откатки можно установить, что при средних ценах на электроэнергию и существующем соотношении цен на свинцовые и щелочные аккумуляторы последние для тяговых целей будут более выгодными, так как не влекут за собой столь больших амортизационных расходов, как свинцовые.

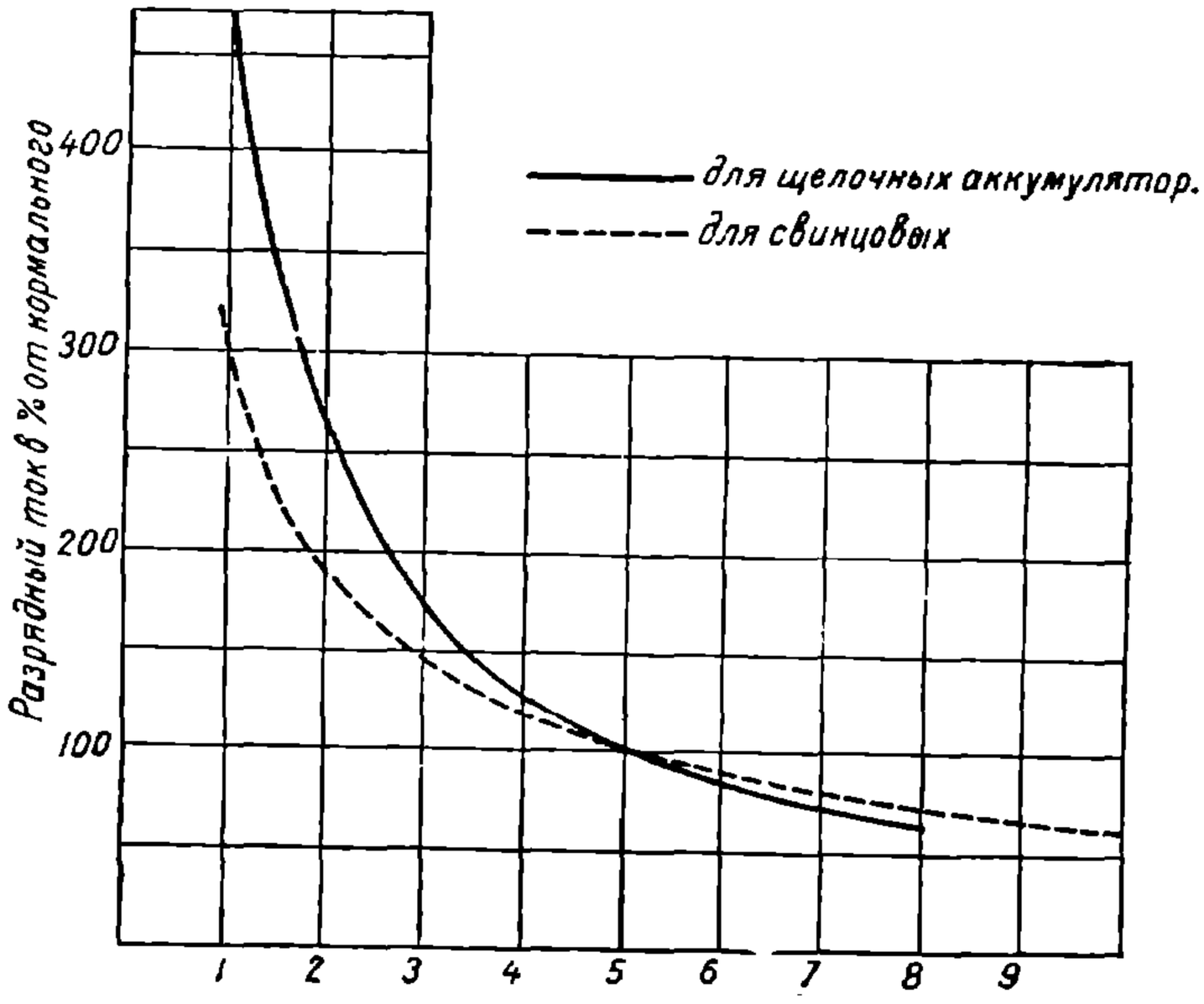


Рис. 184. Кривые емкости и силы тока при разряде.

При сравнении же между собою эдиссоновских (железо-никелевых) и юнгнеровских (кадмиево-никелевых) аккумуляторов предпочтение следует отдать последним, уже, главным образом, по техническим причинам, так как у эдиссоновских аккумуляторов выделение водорода (могущего дать взрывчатую смесь с кислородом воздуха) продолжается не только во время зарядки, но и спустя некоторое время (около часа) после нее, в то время как юнгнеровские аккумуляторы лишены этого недостатка, так как у них газообразование прекращается тотчас же по окончании зарядки.

Как известно из элементарной теории аккумуляторов, главнейшие свойства аккумулятора (напряжение на зажимах его, сила разрядного тока, емкость ампер-часовая и ватт-часовая) в сильной степени зависят от времени разряда.

Если отложить по оси абсцисс (рис. 184) время разряда в часах, а по оси ординат — отношение разрядного тока к нормальному разрядному току при 5-часовом разряде, то для всех типов элементов будет иметь место зависимость, выраженная графически в виде двух кривых: одной — для кислотных (свинцовых), другой — для щелочных аккумуляторов.

Батарея может быть только тогда выбрана правильно, когда ее отношение разрядного тока к нормальному будет лежать не выше ординат соответствующей кривой.

§ 30. Особенности промышленных электровозов в отношении устройства ходовых частей, рамы и кузова.

Несмотря на чрезвычайное многообразие типов промышленных электровозов, все же возможно отметить некоторые общие и типичные черты в устройстве их экипажной части.

Как было уже указано выше, промышленные электровозы, за ничтожным исключением, обладают либо двумя, либо четырьмя осями и имеют индивидуальный привод с одноступенчатым редуктором числа оборотов по типу так называемой трамвайной подвески тяговых двигателей.

НБ УДУНТ (ДГТ)

Тем не менее и это типичное решение осуществляется различным образом в отношении способа расположения двигателей на осях, как видно из рис. 185.

Случай *б* соответствует так называемой „внешней", или наружной, подвеске двигателей и позволяет значительно уменьшать расстояние между осями, т. е. жесткую базу, но при увеличении момента инерции всей системы относительно вертикальной оси, проходящей через середину тележки.

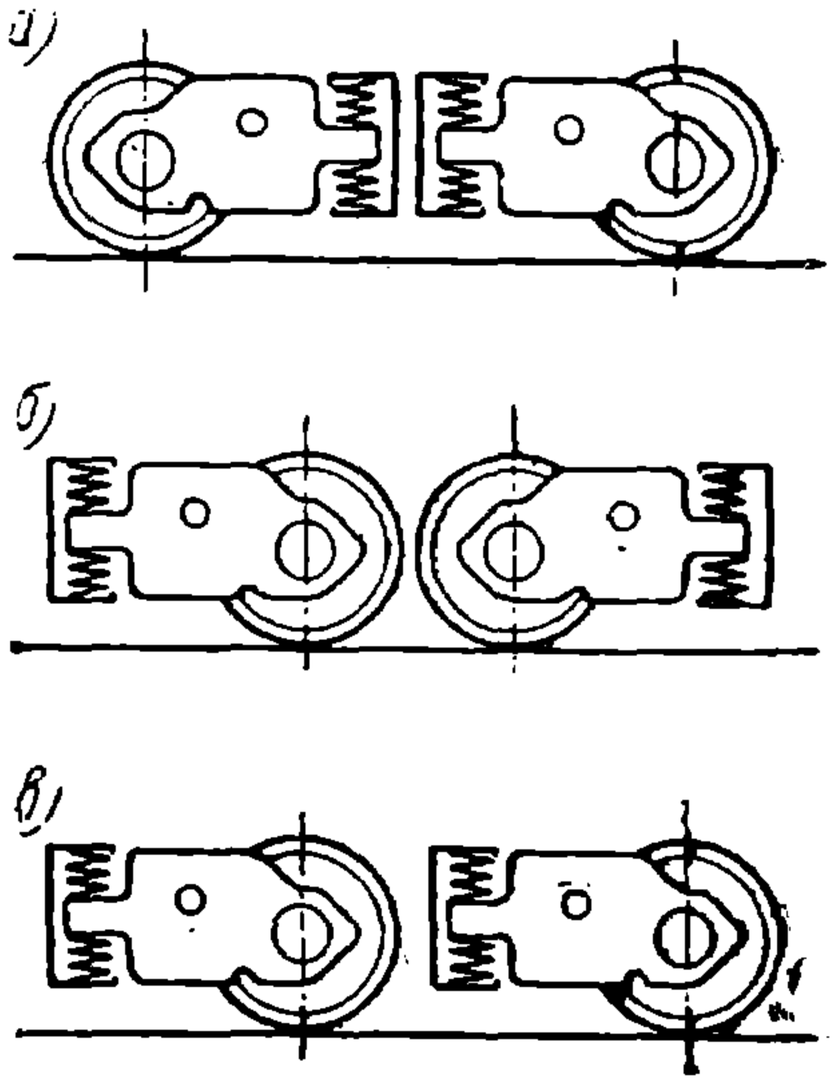


Рис. 185. Расположение двигателей на осях электровоза.

Это влияние свешивающихся масс приводит к довольно неприятным последствиям — неспокойному ходу повозки на прямом пути вследствие виляния ее, особенно при больших скоростях. Впрочем, так как последнее не имеет места в большинстве случаев на промышленном транспорте, то эта система расположения двигателей имеет довольно широкое применение в электровозах промышленного транспорта, особенно предназначенных для прохода кривых особо малых радиусов (например рудничных, открытых и подземных).

Решение, схематически представленное на рис. 185,*а*, не имеет этого недостатка, но зато требует значительно более широкой расстановки осей для помещения двигателей и поперечной балки, к которой должны быть рессорно прикреплены носики двигателей. Такая конструкция не имеет свешивающихся частей, что обеспечивает спокойный ход даже при больших, сравнительно, скоростях за счет увеличения жесткой базы повозки.

Промежуточным по своим свойствам является третий случай (*в*) расположения двигателей по типу так называемой подвески „тэндем", или последовательной.

Последнее расположение тяговых двигателей также часто применяется в условиях промышленных электровозов, главным образом рудничных для подземной откатки.

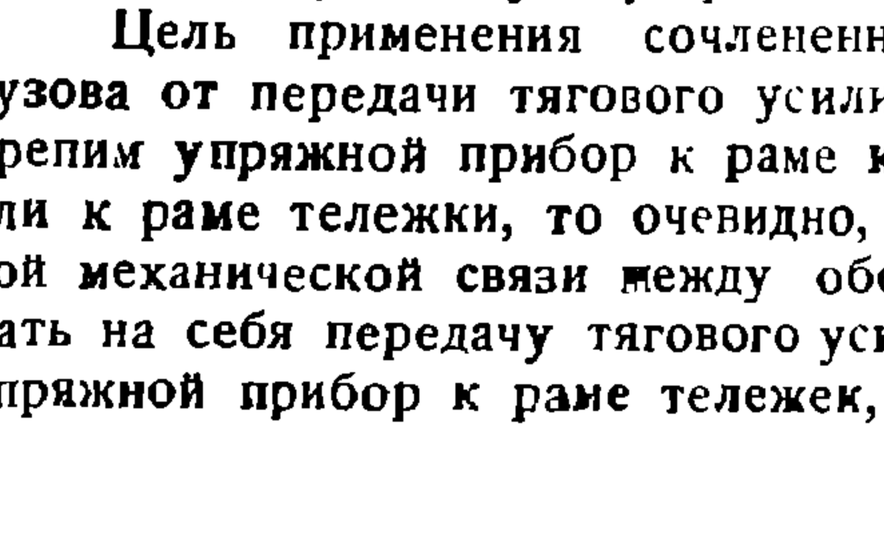


Рис. 186. Расположение двигателей на двухосном электровозе.

Для электровозов двухосных двигатели вместе с ведущими осями укрепляются на раме кузова (рис. 186), четырехосные же электровозы всегда делаются тележечными — на двух поворотных двухосных тележках, которые сопрягаются с рамой кузова двумя принципиально различными способами, как показано на рис. 187: либо с применением двух поворотных независимых несочлененных тележек (*а*), либо сочлененных тележек (*б*), шарнирно соединенных одна с другой. Шарниры, являющиеся центром вращения тележек, в обоих случаях отмечены крестиками. Очевидно, что в случае *б* опорные конструкции рамы кузова должны допускать скольжение, а не поворот, почему и устраиваются конструкции, называемые скользунами.

Цель применения сочлененных тележек заключается в разгрузке рамы кузова от передачи тягового усилия отдельных тележек, так как если мы прикрепим упряжной прибор к раме кузова электровоза с несочлененными тележками или к раме тележки, то очевидно, что в обоих случаях отсутствие непосредственной механической связи между обеими тележками заставит раму кузова принимать на себя передачу тягового усилия. При сочлененных же тележках, прикрепив упряжной прибор к раме тележек, мы имеем возможность разгрузить раму кузова

НВУЗ (ДИТ)

от этих дополнительных напряжений, и горизонтальные усилия могут возникать в ней только в случае разгона или замедления.

За малыми исключениями рамы тележек и четырехосных и двухосных электровозов промышленного типа делаются внешними (т. е. буксы электровозов будут вагонного, а не паровозного типа), рессорное подвешивание осуществляется также в подавляющем большинстве случаев несопряженными рессорами, так как балансирование рессор применяется в этих типах электровоза крайне редко, в противоположность товарным электровозам магистрального типа. Сами рессоры — листовые, и подвешивание — одиночное.

Что же касается до колесных пар, то отличие их от вагонных заключается только в том, что электровозные оси несут на себе часть веса тяговых электродвигателей, подвешенных посредством так называемых моторно-осевых подшипников на ось, и, кроме того, имеют большую зубчатку (а в очень мощных промышленных электровозах иногда и две при двусторонней зубчатой передаче),

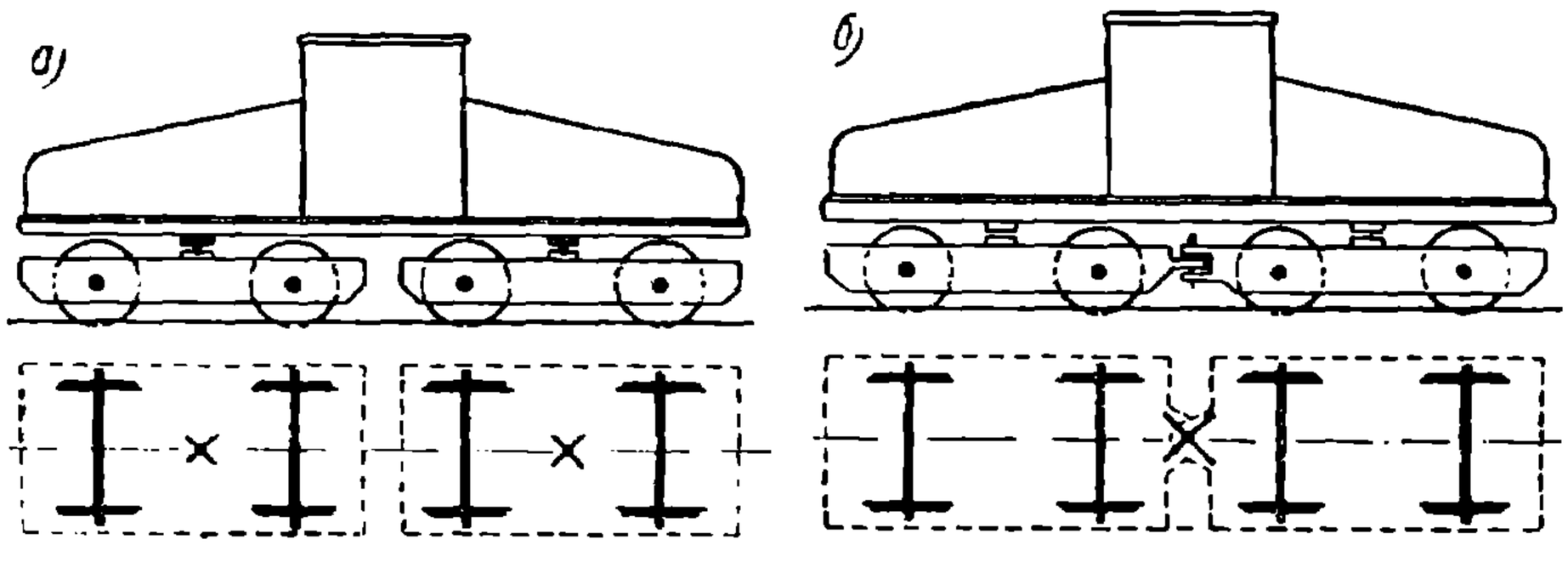


Рис. 187. Типы тележек промышленных электровозов.

вследствие чего ось должна передавать еще и довольно значительный крутящий момент, что приводит к необходимости рассчитывать эту деталь на довольно тяжелые условия. Поэтому и размеры осей промышленных электровозов более солидны, чем у соответствующих вагонных осей.

Рамы тележек и кузовов промышленных электровозов делаются в большинстве иностранных и советских электровозов листовые (ранее клепаные, ныне сварные в большинстве случаев), в американских конструкциях — брусковые.

Особо следует отметить конструкцию рам двухосных рудничных электровозов, которые составляют одно целое с кузовом, образуя своеобразную конструкцию „балочного" типа.

Переходя к типам кузовов промышленных электровозов, изображенных схематически на рис. 188, можно заметить, что несмотря на их разнообразие, они характеризуются, в противоположность магистральным, наличием лишь одной кабины управления, расположенной в большинстве случаев в электровозах, обращающихся на поверхностных рельсовых путях промышленного транспорта, посредине, а у подземных рудничных — на конце свешивающейся рамы.

Особо следует отметить характерную именно для электровозов промышленного транспорта конструкцию электровозов с пониженным кузовом (188,*г* и 188,*д*), предназначенных для откатки горной породы из-под многоковшевых экскаваторов, и характерный для электрифицированного транспорта на металлургических заводах тип трехфазного коксотушильного электровоза с повышенным кузовом и боковым токосниманием.

Что же касается кузовов аккумуляторных электровозов, то они характеризуются сравнительно большим пространством, предназначенным для помещения аккумуляторной батареи.

В заключение отметим еще одну характерную для промышленных контактных электровозов особенность, заключающуюся в том, что их конструктивный вес

НБ УДУНТ (СПТ)

увеличивается весьма часто дополнительным балластом, необходимым для доведения сцепного веса электровоза до величины, позволяющей более интенсивно использовать мощность тяговых двигателей.

Таким образом, в промышленных контактных электровозах сцепной вес электровоза обычно характеризуется двумя цифрами: весом без балласта, соот-

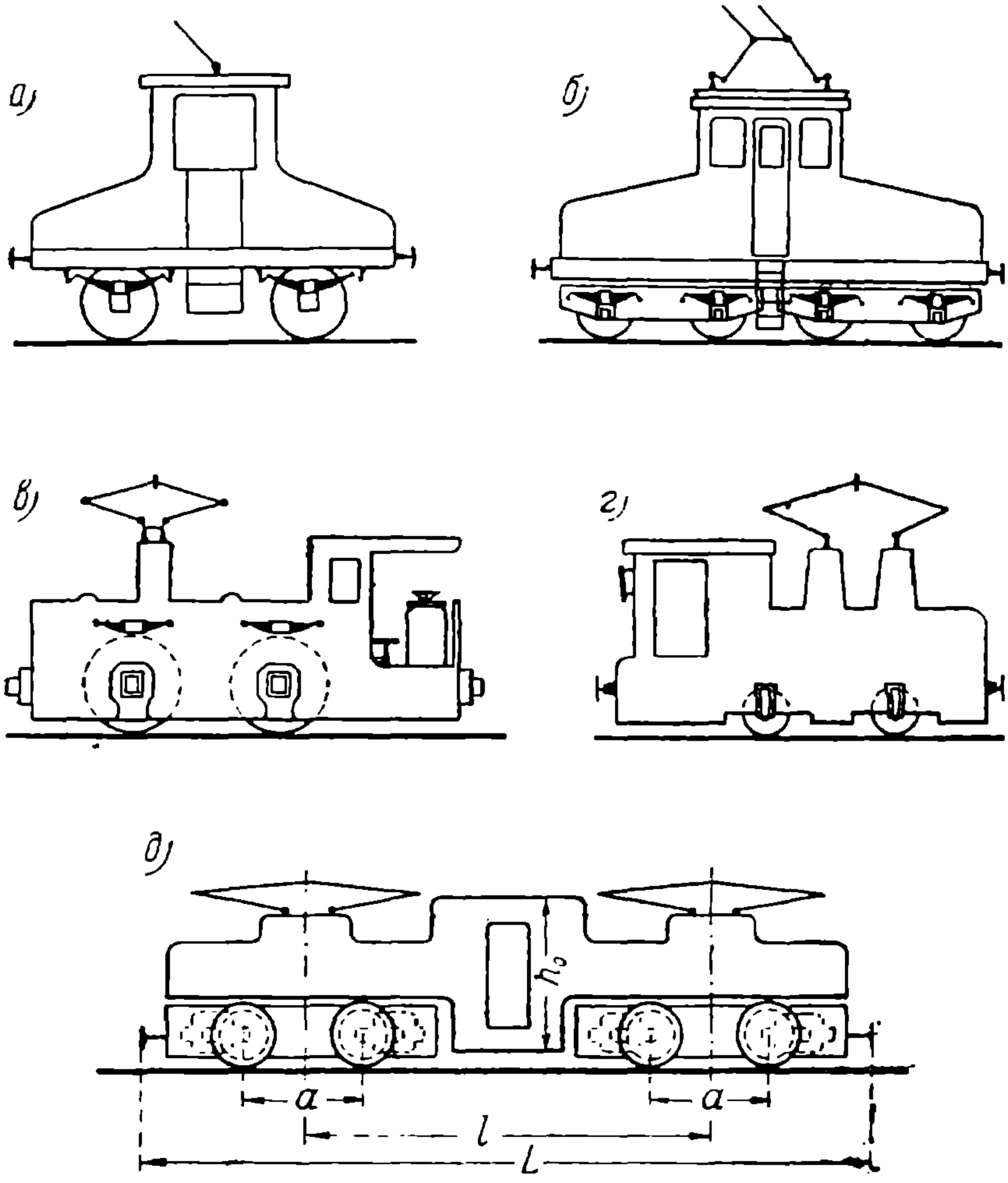


Рис. 188. Типы промышленных электровозов.

нетствующим конструктивному весу электровоза, и полным весом его с балластом.

Сообразно желанию заказчика завод-производитель может поставить электровоз без балласта или с балластом (обычно не меняя стоимости), что позволяет использовать одну и ту же машину в более широком диапазоне тяговых требований. Аккумуляторные же электровозы этого не позволяют из-за большого веса предназначенной для них аккумуляторной батареи.

§ 31. Типы промышленных электровозов.

Рассмотрение осуществленных типов контактных и контактно-кабельных электровозов мы начинаем с электровозов узкой колеи, в частности рудничных, имеющих, конечно, возможность обращаться на рельсовых путях, проложенных и на поверхности.

НБ УГХТ (ДГТ)

Изображенный на рис. 189 рудничный троллейно-кабельный электровоз имеет следующие детали своего устройства.

Тип рамы — закрытый, из листовой прокатанной стали с боковыми вырезами для осмотра букс и тормозной системы, которая целиком помещена внутри рамы; все части механического оборудования помещены внутри рамы, так что рамные листы не имеют выступающих наружу частей. Оба боковых рамных листа соединены между собою по концам и посредине междурамными креплениями.

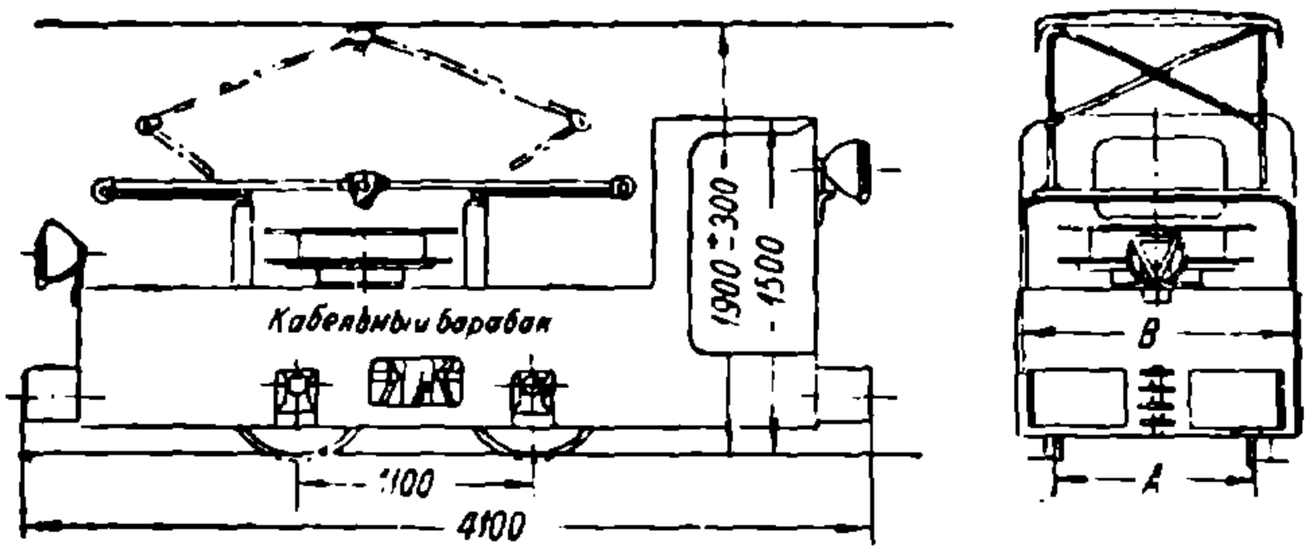


Рис. 189. Эскиз троллейно-кабельного узкоколейного электровоза.

К концевым междурамным креплениям прикрепляются буферные и тяговые приборы, причем, так как не у всех типов вагонеток высота сцепки находится на одном уровне, сцепные приборы можно укрепить в трех различных по высоте положениях: 230, 260 и 295 *мм* от уровня головки рельса.

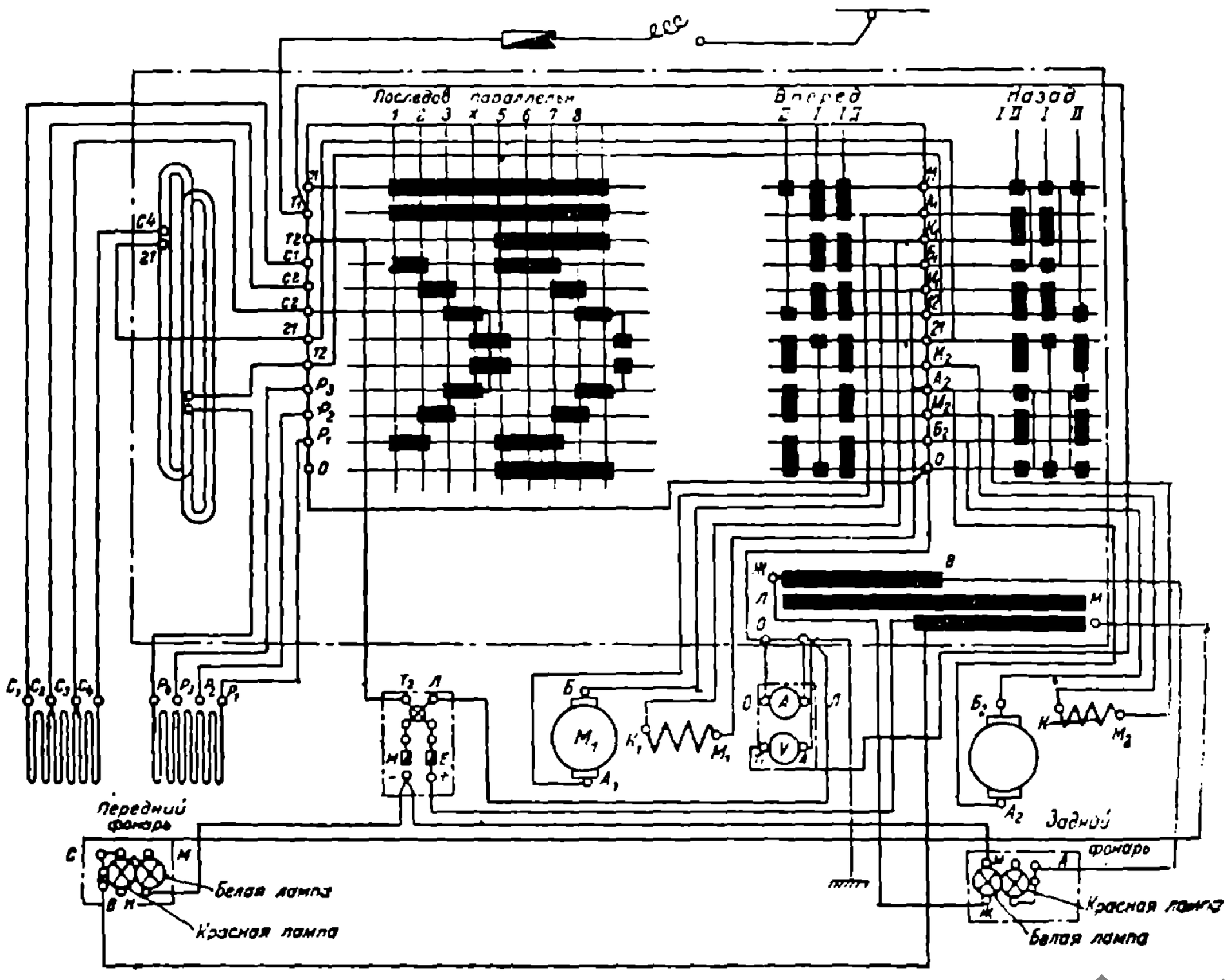


Рис. 190. Схема контроллера контактного электровоза.

Кабина управления, являющаяся помещением для вожатого (электровозного машиниста), расположена, как это обычно делается, на одном конце электровоза. Что же касается до ходовых частей, то такие электровозы, сцепным весом до 8 *т* включительно, имеют обычно колеса диаметром 600—650 *мм*, а самые мощные, сцепным

НБ КГТУНТ (ЦИТ)

весом 10—12 *т*, — диаметром 760 *мм*. Колесная пара — обычного типа, отвечающая Техническим условиям НКПС для узкоколейных паровозов, профиль бандажа — тот же. Буксы — стальные, закрытой конструкции, с подшипниками скольжения, имеющими бронзовые вкладыши. Рессоры прикреплены жестко к буксе и свободно к раме и имеют жесткость, допускающую вертикальную игру не более 32 *мм*.

Обе оси электровоза оборудованы ручными тормозами с чугунными колодками на каждое колесо, прижимающимися путем системы тормозных тяг и рычагов от вращения маховичка, расположенного в кабине управления электровоза, и позволяющими развить силу нажатия около 70% от веса электровоза при развитии силы на окружности маховичка около 20 *кг*.

Для улучшения условий сцепления колес с рельсами имеются четыре песочницы (по две на каждое направление движения), трубы от которых доходят почти до головки рельса. Привод песочниц — ручной, тягами, идущими из кабины вожатого.

На рис. 190 изображена схема управления и контроллера в развернутом виде, разобраться в которой не трудно после всего изложенного выше. Схема эта позволяет осуществить работу как на параллельном, так и на последовательном включении двигателей. Кроме того возможен переход с работы двумя двигателями на работу с одним мотором путем отключения вышедшего из строя.

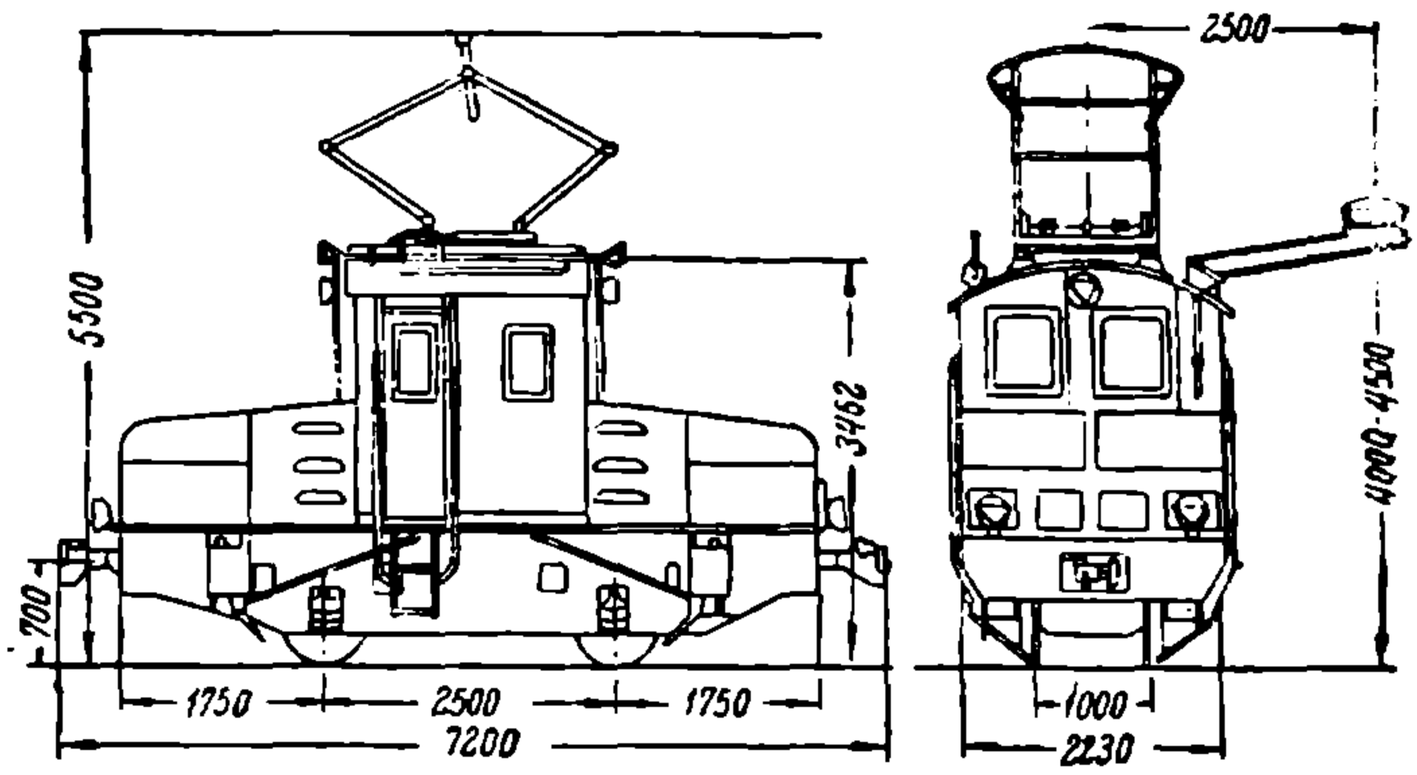


Рис. 191. Промышленный двухосный электровоз.

Электровозы нормально снабжаются токоприемниками дугового типа (бугельными в рудничном исполнении), но могут быть оборудованы и роликовыми токоприемниками — по желанию. Нормальная высота контактного провода 2200—2500 *мм*, минимальная же — 1600. Кроме того по желанию, на такие электровозы может быть поставлен барабан с кабелем длиной 150 *м* для кабельного питания электровоза энергией в тех местах откаточных штреков, где непосредственная подвеска контактного провода затруднительна.

Рассмотренный нами тип электровоза предназначен для колеи 600—750—900 *мм* и хотя может обращаться по надземным промышленным путям, все же его главное предназначение для подземной откатки.

Для метровой колеи в СССР изготовляется электровоз для транспорта по поверхности на дорогах метровой колеи (асбестовые карьеры Баженовского месторождения на Урале и Магнезитовые рудники горы Карагай) сцепным весом 17—25 *т* (первая цифра без балласта, вторая — с балластом), напряжения 550—750 V, число и тип моторов 2ДПЭ-100 (внешний вид его изображен на рис. 191). Этот электровоз имеет кроме центрального токоприемника-пантографа, еще и специальный боковой, позволяющий ему работать на путях, где контактный провод смещен в сторону на 2500 *мм* от оси пути для возможности нагрузки от одноковшевого экскаватора. Этот же тип электровоза может быть применен и на всех других предприятиях, где имеется колея 1000 *мм*.

Как видно из эскиза электровоза и его основных размеров, приведенных на эскизе, нормальная высота контактного провода 5500 *мм* в исключительных случаях может быть понижена до 4500 *мм*. Сам по себе электровоз носит все характерные особенности промышленных электровозов о двух осях, и подобного же типа конструкция имеется и для широкой колеи 1524 *мм*.

Мощный ширококолейный электровоз B_0+B_0 СО-23, пригодный как для

НБ УДУНТ (ДПТ)

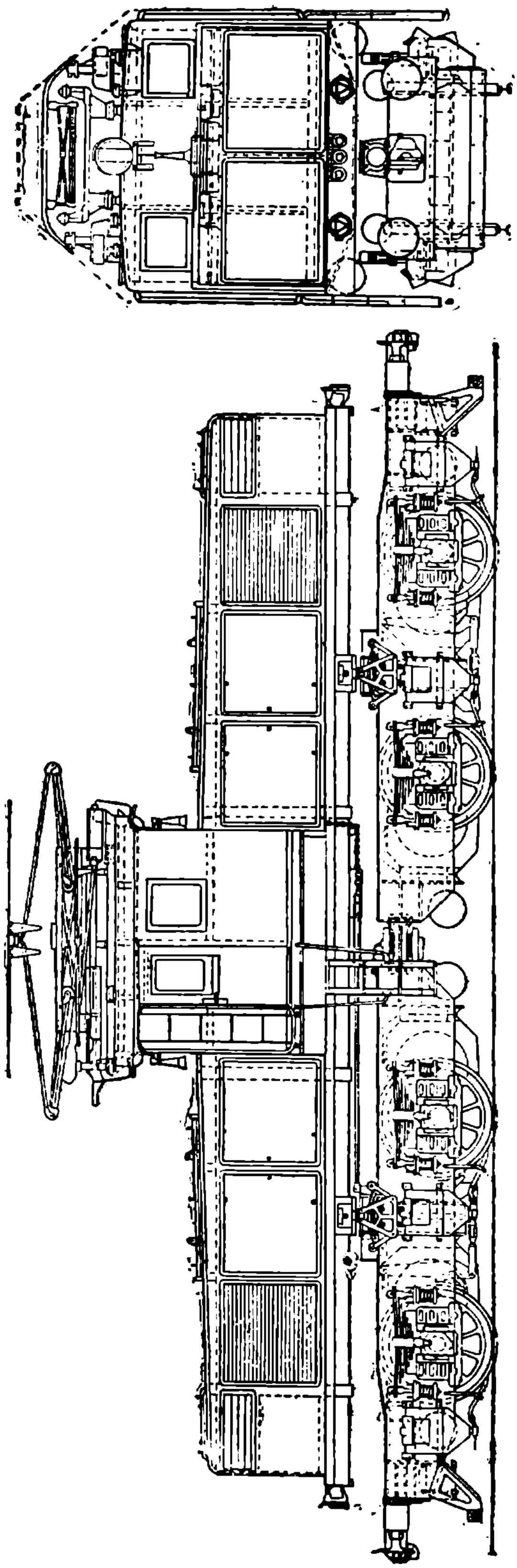


Рис. 192. Четырехосный промышленный электровоз.

заводского транспорта, так и для транспорта на открытых разработках при применении одноковшевых экскаваторов (изображен на рис. 192), имеет вес (с балластом) 94 *т*, мощность 1000 kW, и является теперь самым мощным и тяжелым промышленным электровозом в мире. Предназначается он для транспорта на Прибалхашском медеплавильном комбинате и Коунрадском карьере, но, конечно, может быть использован и на других гигантах советской тяжелой индустрии.

Как видно из эскиза, электровоз этот четырехосный с двумя сочлененными тележками сварной конструкции, оборудованными четырьмя двигателями типа ДПЭ-220.

Двигатель этот переделан из модели ДПЭ-340 на 750 V, имеет пониженное число оборотов, необходимое по тяговым условиям промышленного транспорта, двустороннюю зубчатую передачу 90/19 и новый кожух.

Такое мероприятие позволяет использовать тележки этого электровоза для любых других локомотивов маневрового типа о четырех осях для напряжения 750—1500 и 3000 V, что необходимо для тех предприятий, которые соприкасаются с электрифицированными участками магистральной сети при напряжении 3000 V.

Электровоз оборудован автосцепкой, автоматическим тормозом системы Матросова и имеет, кроме того, специальное пневматическое оборудование для опрокидывания саморазгружающихся мощных опрокидных вагонов.

Электрическая схема предусматривает комбинированное реостатно-регенеративное торможение. При этой схеме возможно регенеративное торможение при скорости от 38 до 22 *км/час*, а на реостатном режиме торможение от 43 *км/час* почти до полной остановки.

Электровоз имеет различное питание, как-то:

1) от центрального токоприемника-пантографа ДЖ-4:

РЕПОЗИТОРИЙ УДУНТ (ДНТ)

2) от боковых токоприемников, на тех участках, где контактный провод отнесен в сторону от оси пути;

3) от кабельного барабана, в тех местах, где никакой контактный провод неприменим.

§ 32. Аккумуляторные электровозы промышленного типа.

Прежде чем рассматривать конструктивные особенности электровозов, получающих энергию от аккумуляторов, заметим, что в большинстве случаев в условиях промышленного транспорта применение аккумуляторной тяги диктуется причинами т е х н и ч е с к о г о, а не экономического порядка.

К таким причинам в условиях подземно-рудничного транспорта следует отнести газовую опасность; в остальных случаях промышленного транспорта — невозможность, вследствие тех или иных местных условий, применить контактный провод из-за пожарной опасности, обилия кранов мостового типа и т. д.

В подземных же разработках и главным образом в каменноугольных шахтах, если имеется опасность газовая или из-за угольной пыли, то, согласно § 682 Правил безопасности: „Контактные электровозы допускаются только в газовых рудниках первой категории с особого, в каждом отдельном случае, разрешения горно-технической инспекции НКТ и лишь в выработках, пройденных по пустой породе и непосредственно примыкающих к шахтам, подающим свежий воздух".

Очевидно, что во всех остальных случаях в газовых шахтах следует применять аккумуляторные электровозы, притом такого устройства, чтобы ни одна часть в электрической схеме их не могла вызвать искру и тем самым взрыв. Это приводит к специальным конструкциям — так называемым г а з о б е з о п а с н ы м.

Переходя к общим свойствам аккумуляторных электровозов, заметим, что в своей механической и моторной части они подчиняются тем же основным требованиям, что и вообще рудничные электровозы; наиболее же существенным их элементом служит аккумуляторная батарея съемного типа, назначение которой — не задерживать электровоза при зарядке батареи, длящейся обычно несколько часов.

Узкоколейные аккумуляторные электровозы можно классифицировать по роду их применения (сборочные, или лилипуты, и электровозы, предназначенные для главных откаточных штреков) и по типу безопасности их от взрыва — обычные аккумуляторные электровозы, которые не могут применяться в газовых шахтах, и электровозы специального устройства — так называемые газобезопасные.

В виду того, что практически наиболее интересным для требований рациональной откатки является последний тип, мы и будем рассматривать аккумуляторные электровозы сначала в последнем исполнении.

С точки зрения устройства ходовых частей электровозы эти — двухосные и в своей механической части очень схожи с рудничными контактными электровозами, описанными выше, за исключением, конечно, токоприемника, который в данном случае отсутствует, и устройства рамы, которая предназначается для помещения батарейного ящика, вмещающего батареи тех или иных аккумуляторов.

Нормально наши советские аккумуляторные электровозы предназначались для питания энергией от щелочных аккумуляторов типа Юнгнера, но они допускают применение и других элементов (Эдиссона или свинцовых), что сказывается лишь на размерах и, отчасти, устройстве батарейного ящика.

Конструкция батарейного ящика несколько отличается в случае применения щелочных или свинцовых аккумуляторов: при щелочных элементах, располагаемых по 4—5 штук в небольших деревянных ящиках, батарейный ящик — железный; свинцовые же элементы располагаются в том же железном ящике, предварительно выложенном деревом с заделкой всех частей.

Батарейный ящик советских электровозов имеет достаточно надежную противогазовую защиту. Для смены батарейного ящика имеется специальное роликовое устройство, приводимое в действие посредством червячной передачи.

НБ УГЛТУ (ДГТ)

Внешние размеры и общий вид рассматриваемых электровозов можно увидеть из рис. 193,*а* для нормального рудничного типа и 193,*б* для тендерного, имеющего специальную прицепную тележку-тендер для аккумуляторной батареи.

Схема управления электровоза допускает езду как передним, так и задним ходом, а также отключение дефектного двигателя, и изображена на рис. 194. Соединение батареи с моторной цепью управления происходит посредством специальных зарядных штепселей, имеющих в своем корпусе плавкий предохранитель

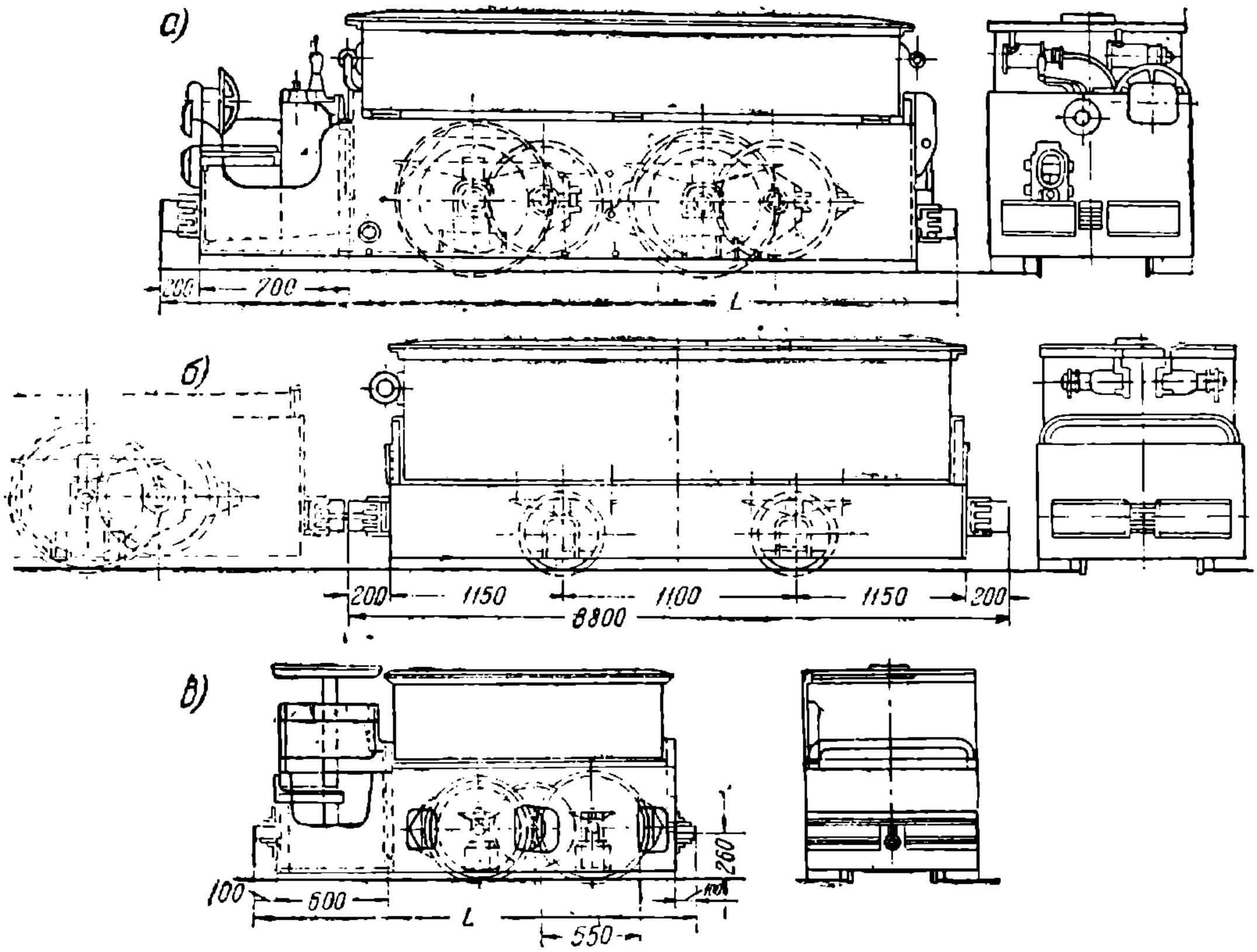


Рис. 193. Размеры и типы рудничных аккумуляторных электровозов.

для защиты от коротких замыканий. Кроме того штепсель имеет такое блокировочное устройство, которое препятствует вытаскиванию штепселя при невыключенном токе, что предохраняет, таким образом, от образования возможной в противном случае искры. Контроллер имеет, в отличие от контактных электровозов, особо прочную конструкцию, герметически закрытую и безопасную от взрыва.

На рис. 193,*в* изображен сборочный электровоз-лилипут, предназначенный для сборочной работы в промежуточных продольных выработках; он характеризуется, главным образом, своими малыми размерами, а также наличием лишь одного двигателя, который передает вращение обеим сцепным осям электровоза с помощью цепной передачи. Таким образом, при одном лишь двигателе (не допускающем последовательно-параллельного включения) все-таки обе оси электровоза (а следовательно, весь его вес) являются сцепными.

Переходя к промышленным аккумуляторным электровозам, предназначенным для заводских целей, заметим, что по причинам, изложенным выше, чисто аккумуляторная тяга на всех путях промышленного транспорта не имеет особых шансов на применение, и практически речь может итти о ее применении лишь на некоторых участках путей. Целесообразнее в этом случае применить вместо специ-

НБ КузГТУ (ЭЛТ)

альных аккумуляторных электровозов комбинированную тягу, т. е. прицепные тендеры с аккумуляторной батареей к нормальным типам контактных электровозов, описанным уже выше. Такие тележки с аккумуляторными батареями позволят контактным электровозам двигаться по тем путям, где отсутствует контактный провод, а заряжаться эти батареи могут либо от специальных зарядных станций (что потребует, естественно, расходов по сооружению этих последних и транспорта тележек на зарядку; этот вариант мало популярен, так как требует капитальных расходов), либо непосредственно через реостаты от контактного провода (что, пожалуй, является наиболее простым и, в конце концов, наиболее экономичным решением вопроса), либо, наконец, как это делается на некоторых

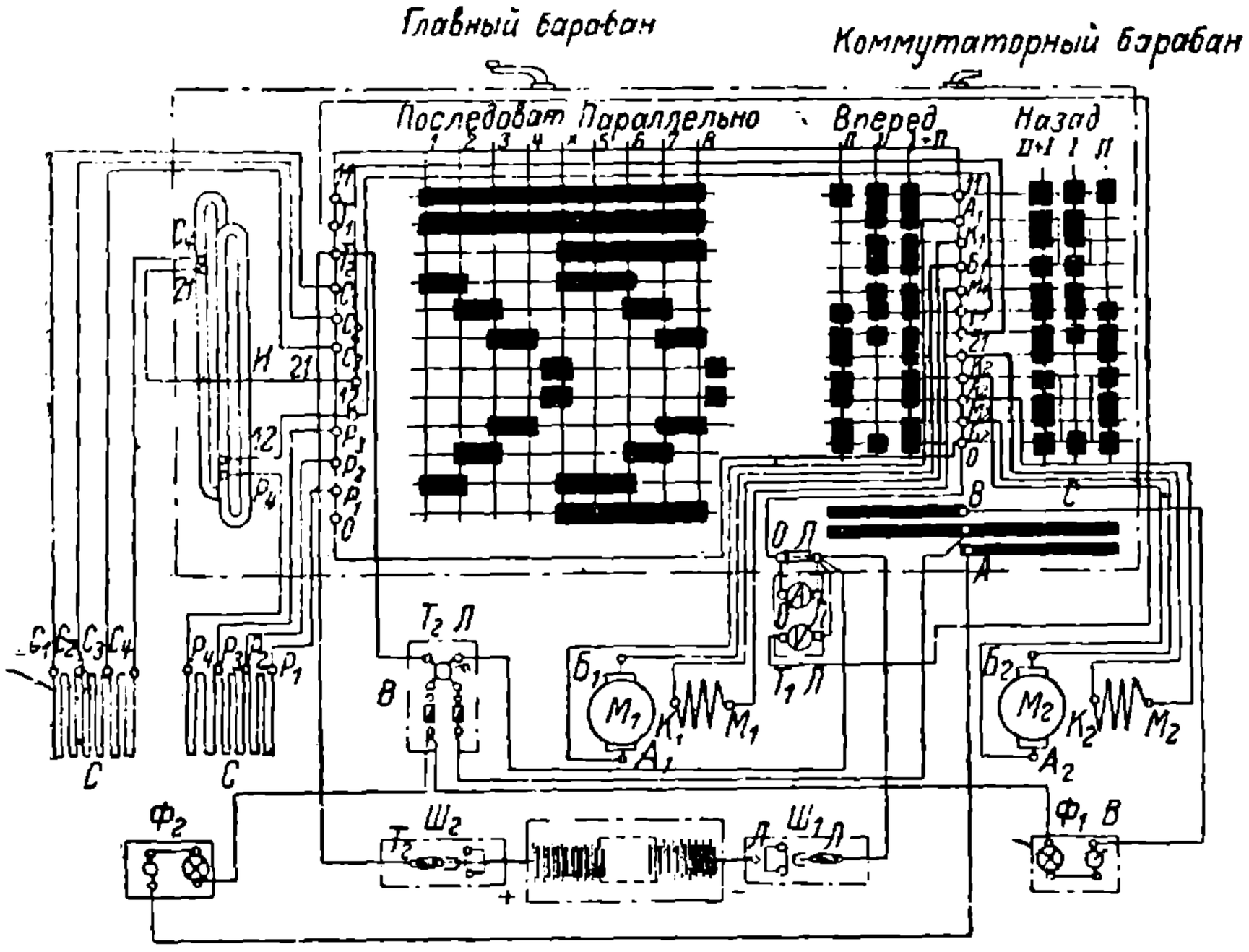


Рис. 194. Схема контроллера рудничного аккумуляторного электровоза.

специальных комбинированных американских и германских электровозах, зарядка осуществляется на самом электровозе в те периоды времени, когда он движется по участкам с контактным проводом. Последнее решение, самое изящное по своей идее, требует усложнения схемы электровоза и при полной автоматизации зарядки — установки зарядного автомата на электровозе, что в сильной степени удорожает локомотив, вследствие чего это решение пока имеет очень мало шансов на применение, по крайней мере в ближайшие годы.

Очевидно, что применение самого простого решения — расположения аккумуляторной батареи на отдельной повозке — настолько примитивно, что не нуждается в особых пояснениях, и сведений, изложенных выше, достаточно и для этого случая, так как те же самые соображения относительно типов элементов и их свойств остаются в силе.

Число элементов в этом случае целесообразно выбирать по напряжению, соответствующему половинному напряжению в контактном проводе, если возможна зарядка двух таких батарей в последовательном соединении. Так как скорость на путях, где требуется аккумуляторная тяга, не велика и может быть получена на последовательном соединении двигателей при наличии питания от контактного провода, то можно будет работать на параллельном соединении двигателей при работе их от батареи, и это не вызовет очень большого числа элементов. Если же такая операция почему-либо неудобна, то придется батарею и самые элементы

НТБ МГТУ ГТ

подбирать по напряжению, близкому к напряжению контактного провода, чтобы можно было осуществить зарядку без надобности в специальных агрегатах пониженного напряжения, что всегда затруднительно и потребует дополнительных затрат.

§ 33. Особые типы промышленных электровозов и специального моторного подвижного состава промышленного транспорта.

Переходя к описанию специальных типов электровозов следует указать на контактные электровозы с пониженным кузовом, предназначающиеся для обслуживания многочерпаковых экскаваторов; они наиболее распространены в Германии, но имеют применение и в СССР (рис. 195 и 196).

Многочерпаковые снаряды, пропускающие весь состав поезда сквозь свой портал, ставят весьма жесткие и тяжелые условия для внешних очертаний подвижного состава и размещения контактного оборудования.

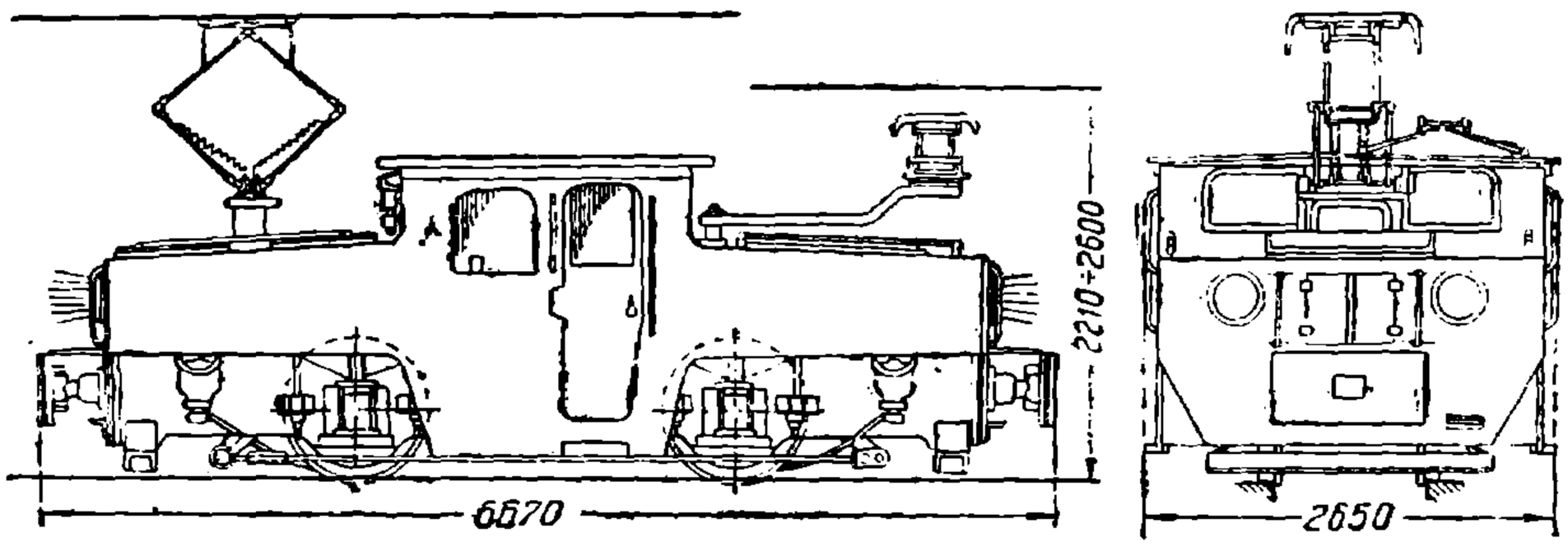


Рис. 195. Двухосный электровоз с пониженным кузовом.

Электровозы этой группы характеризуются пониженным типом устройства кузова, рамы и в особенности кабины управления, почему мы для краткости в дальнейшем изложении будем называть их электровозами пониженного типа.

Несмотря на ограниченный габарит, их транспортные требования на открытых разработках таковы, что эти электровозы должны быть значительно более тяжелыми и мощными, чем электровозы подземного типа.

Как уже было выше указано, для электровозов данного рода все оси — сцепные и снабжены двигателями с редукцией числа оборотов. Малые модели электровозов до 30 *т* веса выполняются двухосные, а электровозы большего сцепного веса — всегда четырехосные, причем характерная для открытых разработок малая величина радиусов закруглений требует по возможности малой базы, что вызывает расположение каждой пары осей в своей собственной поворотной тележке.

Кабина управления находится посредине электровоза и опущена вниз для возможного уменьшения высоты электровоза до 2400—2500 *мм* нормально, и лишь в ширококолейных электровозах особо большой мощности высота кабины достигает 3000—3250 *мм*.

Рама электровоза, составляющая одно целое с боковыми стенками кабины управления, изготовляется из цельных толстых (30—35 *мм*) стальных листов, имеющих над шкворнями поворотных тележек повышенные части для укрепления токоприемников.

Эта необходимость иметь посредине пониженную раму является наиболее характерной особенностью электровозов данного типа и приводит к тому, что поворотные тележки всегда имеют шкворни, на которые кузов электровоза и опирается, так как шарнирное сочленение обеих тележек друг с другом, как это делается в американских электровозах, препятствовало бы понижению рамы посредине.

НБ УГУТ (ДИТ)

В большинстве случаев в откаточных электровозах пониженного типа применяется подвеска двигателей трамвайная, носовая, причем для уменьшения базы каждой тележки подвеска двигателей осуществляется наружная, так как такая подвеска вполне применима при умеренных скоростях, имеющих место на откаточных путях; кроме того, она позволяет получить очень малое расстояние между смежными осями, следовательно, удовлетворить требованию малой жесткой базы.

Но даже в случае применения передачи другого типа, например червячной (что сделано в электровозе, изготовляемом фирмой Готвальд Мюллер), где применено продольное расположение мотора, приводящего в движение обе оси посредством комбинации червяка с карданным валом, рама электровоза сохраняет свои, указанные выше, характерные особенности. Во всех случаях рама наружная.

Двухосные электровозы относительно малого веса и мощности сравнительно немногочисленны, но и они подчиняются требованию минимума высоты корпуса, что приводит к опусканию пола кабины управления ниже уровня колесных центров, хотя кабина управления располагается в этом случае на одном конце, наподобие рудничных контактных подземных электровозов.

В Германии на открытых разработках наи-

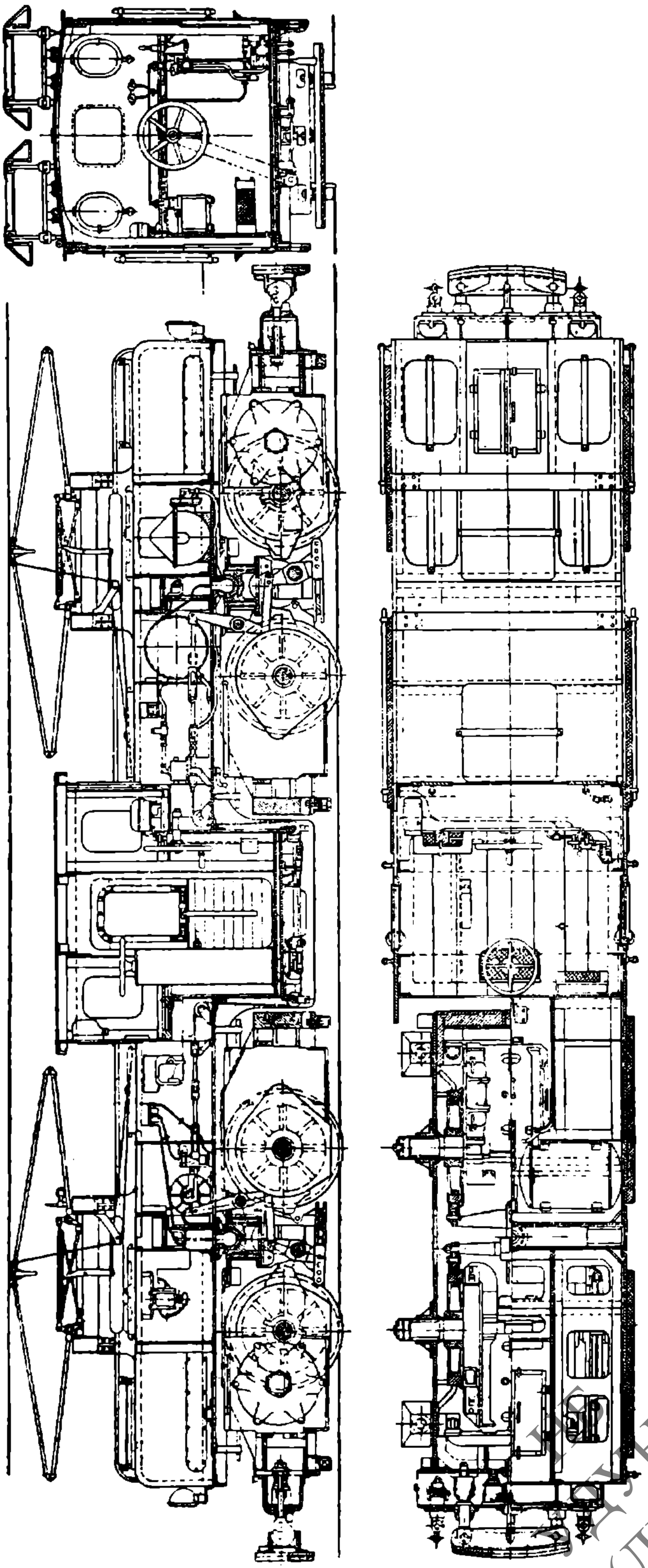


Рис. 196. Четырехосный электровоз с пониженным кузовом.

ЭБ ГГТУ (ДГТ)

более распространена ширина колеи 900 *мм* (в условиях СССР ей будет соответствовать стандарт 1000 *мм*) и менее — нормальная западноевропейская ширина колеи 1435 *мм* (чему будет соответствовать в условиях СССР широкая колея 1524 *мм*).

В большинстве случаев упряжные приборы на электровозах с пониженным кузовом устанавливаются не на раме кузова, а на торцах рамы тележек, что, конечно, приводит к передаче довольно больших усилий рамой кузова, но, с другой стороны, позволяет применить небольшую высоту сцепки (в большинстве случаев буферно-сегментного типа) на опрокидных вагонах специального типа, что имеет (для вагонов) известные конструктивные выгоды.

Возвращаясь к устройству рамы кузова, следует заметить, что для улучшения видимости выступы боковых листов рамы, на которых укрепляются токоприемники, ничем не соединены между собой, и потому образуют проем, через который можно смотреть в торцевые окна кабины управления.

В отношении токоприемного устройства у германских электровозов пониженного типа, выполненных различными фирмами, наблюдаются некоторые различия. В большинстве случаев такие электровозы снабжаются двумя парами установленных над шкворнями тележек узких пантографов с полезной шириной токоснимания 600 *мм*. Каждый из этих токоприемников предназначается для токособирания с контактного провода, смещенного от оси пути на расстояние порядка 600 *мм*. Иногда же над одной тележкой ставится один широкий пантограф для снимания тока с контактного провода, расположенного по оси пути (на нормальной высоте); над второй тележкой ставится пара упомянутых узких пантографов.

В других случаях (например на электровозе фирмы BBC) над каждой тележкой устанавливается по одному центральному пантографу полезной ширины около 700 *мм*, который предназначается для работы при контактном проводе на нормальной высоте, расположенном по оси пути. Для токособирания же на погрузочно-добычных путях при боковом расположении контактного провода по бокам каждого из главных пантографов помещается по два вспомогательных полезной шириной около 500 *мм*, причем оба малых пантографа допускают еще поворачивание вокруг горизонтальной оси параллельной оси пути для того, чтобы еще более увеличить боковое смещение контактного провода.

Во всех случаях, однако, вне зависимости от принятой схемы и числа токоприемников, главные пантографы могут работать при возвышении контактного провода над головкой рельса 2700—5200 *мм* (что мы и называем нормальной высотой токособирания, имеющей место на главных откаточных путях), а малые боковые — при высоте 2600—3100 *мм* смещенного в бок контактного провода, что необходимо на внутрикарьерных погрузочных путях.

Подобного рода электровозы снабжаются не только системой ручных тормозов, но и пневматических. С этой целью на электровозе устанавливается мотор-компрессор, дающий сжатый воздух требуемого давления, который к тому же необходим и для автоматического централизованного опрокидывания вагонов.

Ширина (габаритная) электровозов пониженного типа зависит от ширины колеи, но в общем чрезвычайно невелика и обычно соответствует габаритной ширине вагонов, применяемых на открытых разработках. При колее 900 *мм* ширина германских электровозов составляет 2200—2350 *мм*, что, как видно, меньше габаритной ширины вагонов; при колее метровой эти пределы остаются, и электровоз может быть не шире 2300 *мм*. Электровозы же на колею 1435 *мм* имеют габаритную ширину 3000—3150 *мм*, что опять-таки соответствует ширине саморазгружающихся вагонов на эту колею.

Длина же откаточных электровозов, в виду указанной выше малой базы тележек и получающейся вследствие этого большой поворотливости и хороших свойств повозки, с точки зрения вписывания в кривые даже очень малых радиусов (порядка 40 *м* при колее 900—1000 *мм* и 75 *м* при нормальной колее), не имеет большого значения. Обычно она достигает 6800—7000 *мм* в малых двухосных машинах и 11 000—12 000 *мм* в нормальных четырехосных больших машинах.

НБ УДУНТ (ДГТ)

Чтобы закончить краткое изложение особенностей механической части рассматриваемой группы электровозов, заметим, что в боковых листах рамы корпуса по обеим сторонам кабины управления делаются специальные отверстия для следующей надобности.

При ремонте через эти отверстия пропускаются тяжелого сечения двутавровые балки, под высовывающиеся концы которых подставляются достаточно мощные домкраты, благодаря чему можно осуществить подъемку кузова и выкатку тележек без помощи особо мощного крана, что в условиях открытых разработок, при известной примитивности ремонтных средств, имеет некоторое значение.

Электрическая часть откаточных электровозов имеет менее характерные особенности, чем механическая, и диктуются эти особенности не столько производственными условиями, сколько напряжением и мощностью двигателей.

Электровозы такого типа строятся за границей на напряжение 500—600, 1000—1200 V, причем в громадном большинстве случаев применяются двигатели на 600 V, соединяемые при напряжении в контактном проводе 1000—1200 V в группы (попарно-последовательно).

Часовая мощность каждого двигателя достигает 100—200 kW и лишь у очень больших моделей электровозов, весом более 80 *т* (120—130 *т*), мощность отдельного двигателя достигает 300—350 kW.

В случае применения напряжения 500—600 V и мощности 100—200 kW на двигатель управление прямое — контроллерами (однако конструкция контроллеров делается в этом случае достаточно солидной); в случае же напряжения 1000—1200 V и больших мощностей (300—400 kW) управление косвенное — обычно электромагнитными или электро-пневматическими индивидуальными контакторами. Групповые системы управления (с кулачковым валом) не нашли себе широкого применения в этой области тяги.

Двигатели с коммутационными полюсами бывают в малых моделях с самовентиляцией, в больших — с принудительной вентиляцией, чем достигается очень высокое отношение длительной мощности к часовой.

Электровозы для повышенного напряжения защищены от перегрузок не обычными максимальными выключателями, а значительно более сложными, но зато и более совершенными устройствами, так называемыми быстродействующими выключателями, допускающими выключение значительно бо́льших мощностей в минимальные промежутки времени. В большинстве случаев схема управления двигателей допускает электрическое торможение на реостаты, но регенеративное торможение при возврате энергии в сеть осуществляется обычно очень редко и по специальному заказу. Для защиты всего электровоза от действия разрядов атмосферного электричества предусматриваются рогообразные громоотводы и реактивные катушки. Кроме целей освещения в электровозе обычно еще устраивается электрическое отопление кабины вожатого, что существенно для персонала, если разработки эксплоатируются в зимние месяцы.

Главнейшие данные относительно электровозов указанного типа приведены в таблице 50.

Весьма своеобразной конструкцией является применяемый на металлургических заводах электровоз для коксотушения.

Производственные условия в данном случае требуют осуществления перевозок в открытых вагонах груза, выделяющего большое количество тепла (шлак), вследствие чего расположение контактного провода непосредственно на оси пути над вагонами недопустимо, и его приходится убирать на довольно большое расстояние в сторону (2730 *мм*). Кроме того поезду приходится взбираться на разгрузочную эстакаду с такими подъемами, что использование для реализации тягового усилия одного трения гладких колес о рельсы недостаточно, и в данном электровозе использовано для этой цели сцепление зубчатых колес о рейку-кремальеру, уложенную на указанных подъемах на эстакаду.

Таким образом этот электровоз является примером зубчато-реечного локомотива промышленного типа.

НБ УДУНТ (ДНТ)

ТАБЛИЦА 50.
Западно-европейские откаточные электровозы для открытых разработок.

Данные	Род единицы	Колея 900 *мм*						Колея 1435 *мм*			
		BMAG	BMAG	BBC	AEG	BBC	SSW	BMAG	SSW	BBC	AEG
Вес	*т*	32,5	46,0	52,0	60,0	65,0	65,0	60,0	80,0	125,0	125,0
Число осей .	шт.	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Давление на ось	*кг*	8 125	11 500	13 000	15 000	16 250	16 250	15 000	20 000	31 250	31 250
Наибольшая сила тяги . . .	*кг*	10 000	18 000	20 000	16 200	20 000	16 300	25 000	20 000	38 000	31 000
Соответствующий коэфициент сцепления		0,31	0,39	0,385	0,27	0,31	0,25	0,42	0,25	0,30	0,25
Часовой режим											
Сила тяги	*кг*	5 750	9 000	9 300	12 000	10 000	11 500	10 800	15 400	21 000	17 300
Скорость	*км/час*	16,8	15,9	24,7	20,8	25,0	21,5	15,0	24,2	25,0	32,0
Мощность	kW	265	400	640	700	700	700	440	1 070	1 480	1 520
Продолжительный режим											
Сила тяги	*кг*	—	—	7 780	8 000	8 300	9 000	—	11 800	17 500	12 600
Скорость	*км/час*	—	—	26,2	23,5	26,0	22,0	—	25,6	26,0	34,0
Мощность . .	kW	—	—	560	525	600	570	—	860	1 260	1 140
Наибольшая скорость	*км/час*	30	30	50	30	40	30	30	40	40	55
Диаметр колес .	*мм*	950	950	950	—	—	—	1 000	—	—	—
Жесткая база	*мм*	1 600	1 575	1 700	1 750	1 700	1 600	1 700	2 700	2 400	2 800
Расстояние между шкворнями тележек	*мм*	3 720	5 600	6 200	5 950	6 200	6 440	5 600	6 600	7 500	7 900
Полная база . .	*мм*	5 320	7 200	7 900	7 700	7 900	8 040	7 300	9 300	9 900	8 700
Длина между сцепками	*мм*	—	11 100	12 100	—	12 100	—	11 200	—	—	—
Возвышение центра сцепки над головкой рельса	*мм*	475	475	485	—	475	—	—	—	—	—
Возвышение верха будки машиниста над головкой рельса	*мм*	—	2 400	2 600	2 500	2 500	2 510	—	3 200	2 500	—
Наименьшее возвышение контактного провода над головкой рельса	*мм*	—	2 750	2 750	—	2 700	—	—	—	—	—

НБ УДУНТ (ДПТ)

По ряду причин целесообразно применение для питания электровоза в данном случае трехфазного тока [1], что требует при отсутствии возврата тока через рельсы применения трех контактных проводов и своеобразного устройства трех токоприемников.

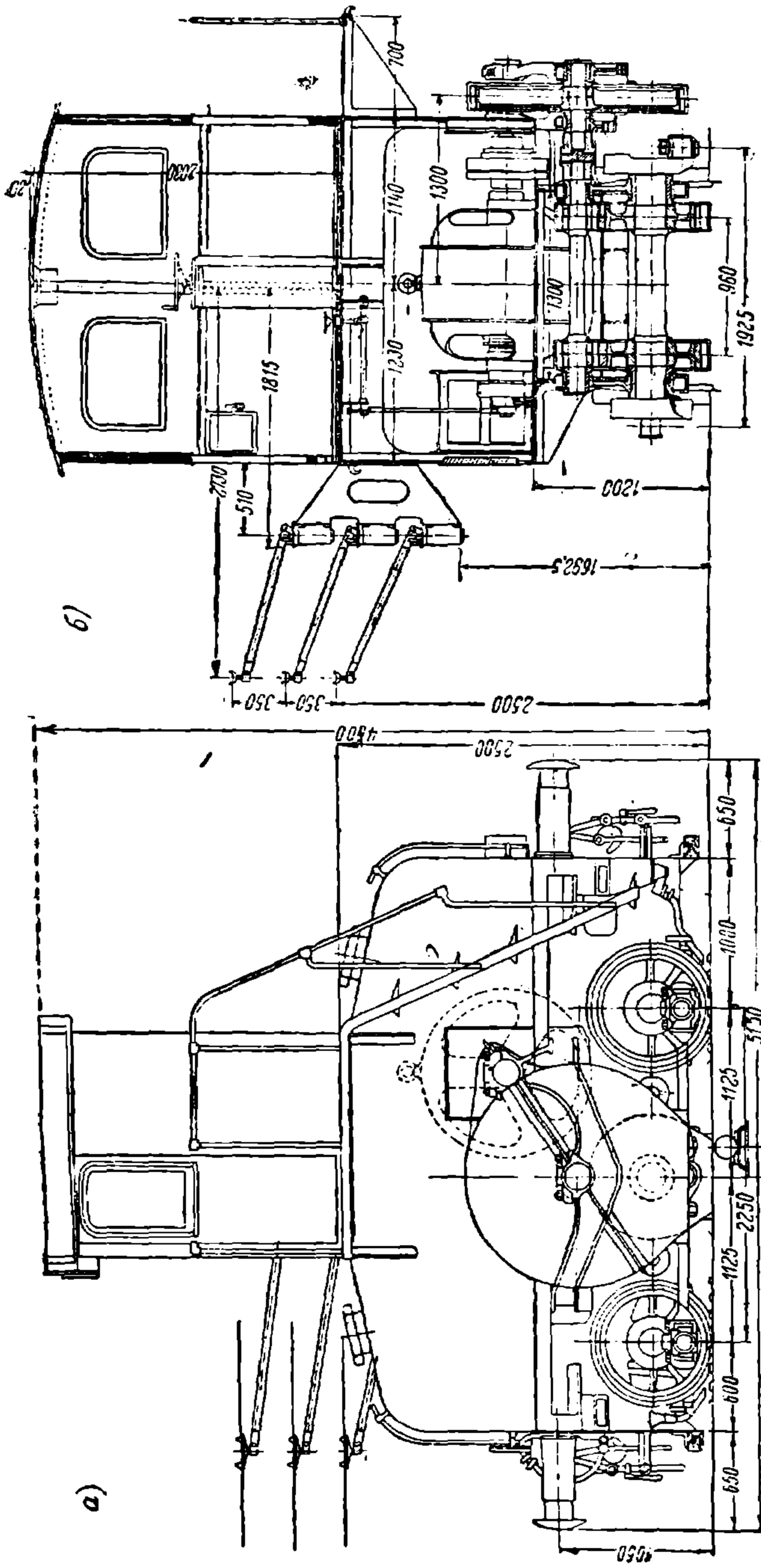


Рис. 197. Боковой вид, план и поперечный разрез электровоза для коксотушения.

[1] Хотя имеются подобного рода электровозы и постоянного тока, мы останавливаемся здесь на электровозах трехфазных, чтобы попутно отметить и чисто электрические особенности этих локомотивов.

НБ УДУНТ (ДИТ)

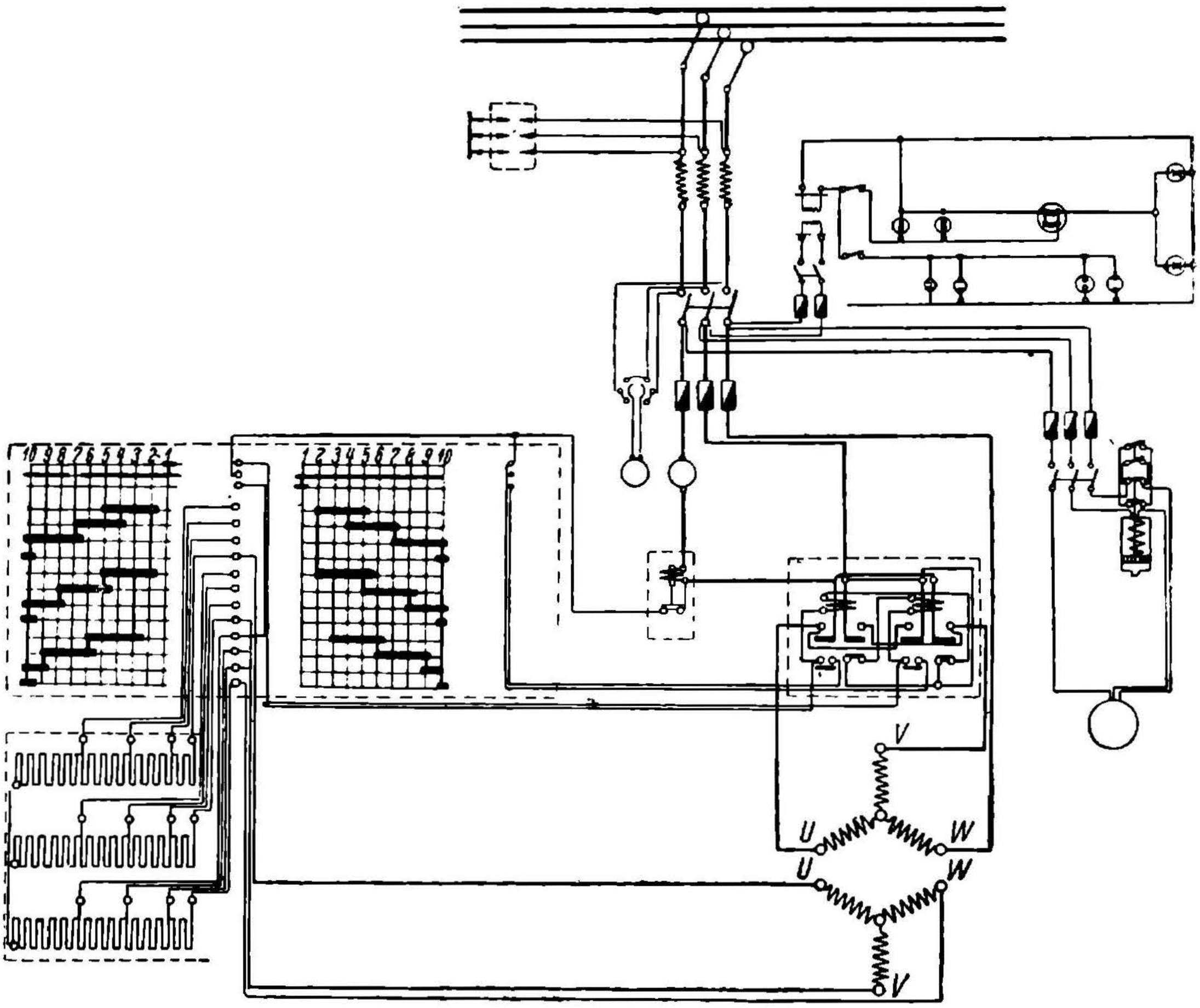


Рис. 198. Схема электровоза для коксотушения.

Очень малые скорости, требуемые в данном случае и по производственным и по тяговым условиям, в свою очередь вызывают необходимость отказа от одноступенчатой зубчатой передачи и, как следствие этого, перехода к повышенному расположению двигателя. Как видно из рисунков 197 ,*а* и *б*, рассматриваемый электровоз—двухосный, о двух сцепных осях, спаренных между собою сцепным дышлом. Колеса вследствие этого находятся снаружи рамы, рама — внутренняя, и буксы паровозного типа.

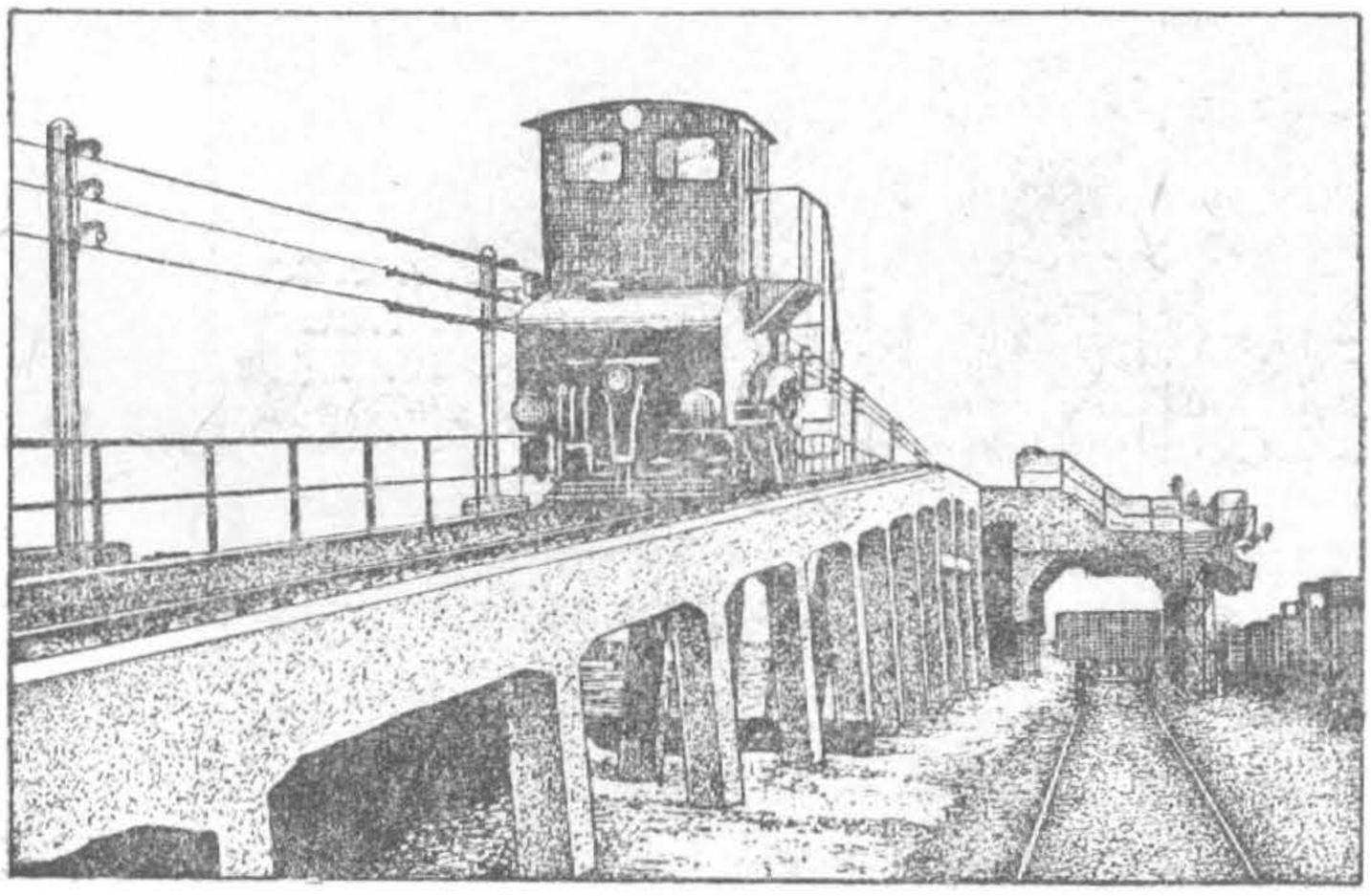


Рис. 199. Электровоз на эстакаде.

Большое количество дыма и горячих газов, выделяющихся от руза, приводит в свою очередь к очень высокому, сравнительно, расположению кабины и поста управления (рис. 199), так что

НБ УГЛТУ (ЭЛТ)

пол кабины управления поднят на 2,5 *м* над уровнем головки рельса, а линия зрения машиниста начинается с 3500 *мм*.

В виду того, что применяемый в качестве тягового двигателя на этих локомотивах трехфазный асинхронный бесколлекторный двигатель имеет начальный

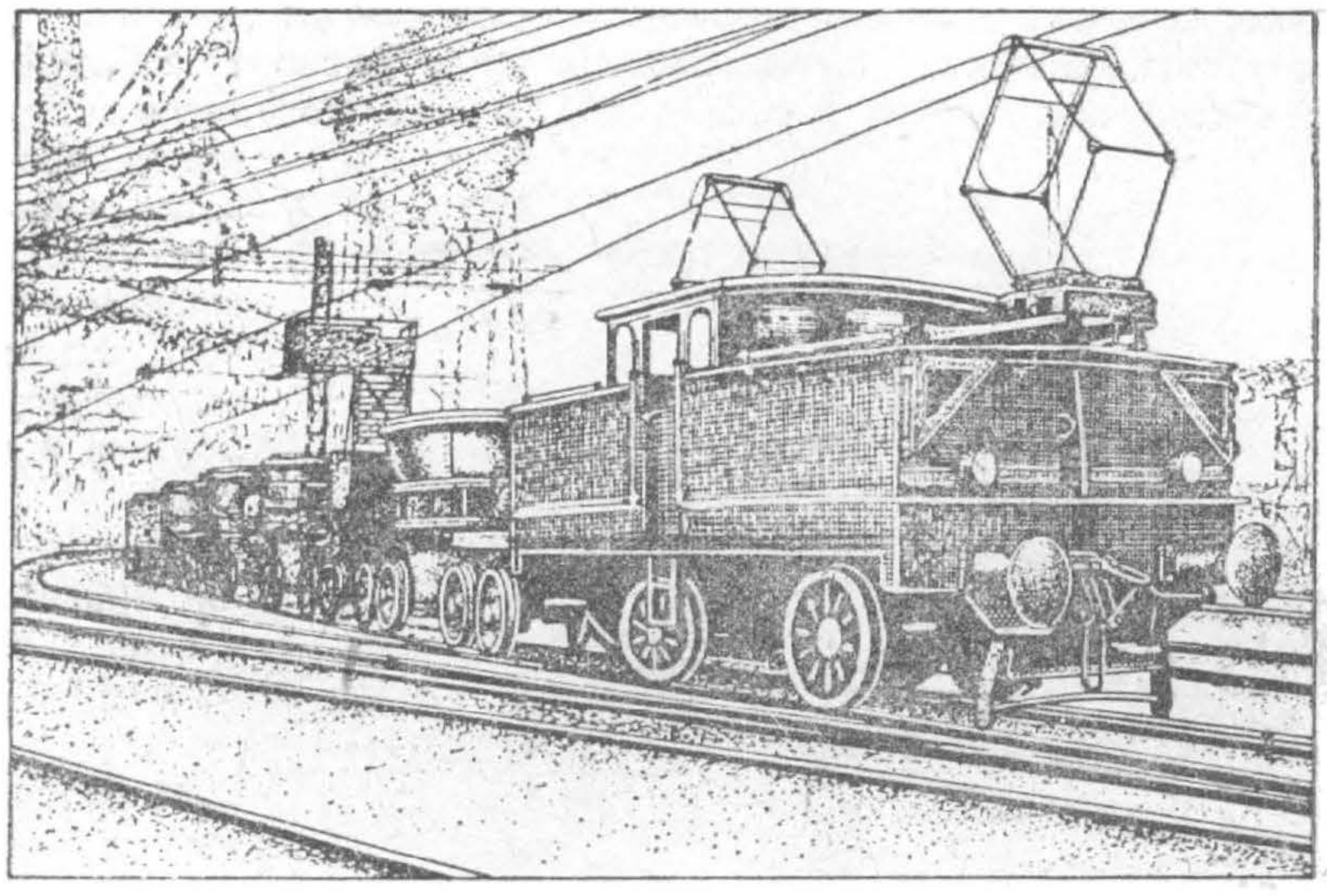


Рис. 200. Контактно-аккумуляторный электровоз для черной металлургии.

пусковой момент вращения, как известно, небольшой, обмотка ротора двигателя соединяется, как видно из схемы рис. 198, с пусковыми сопротивлениями, что позволяет значительно повысить тяговое усилие электровоза в период трогания с места.

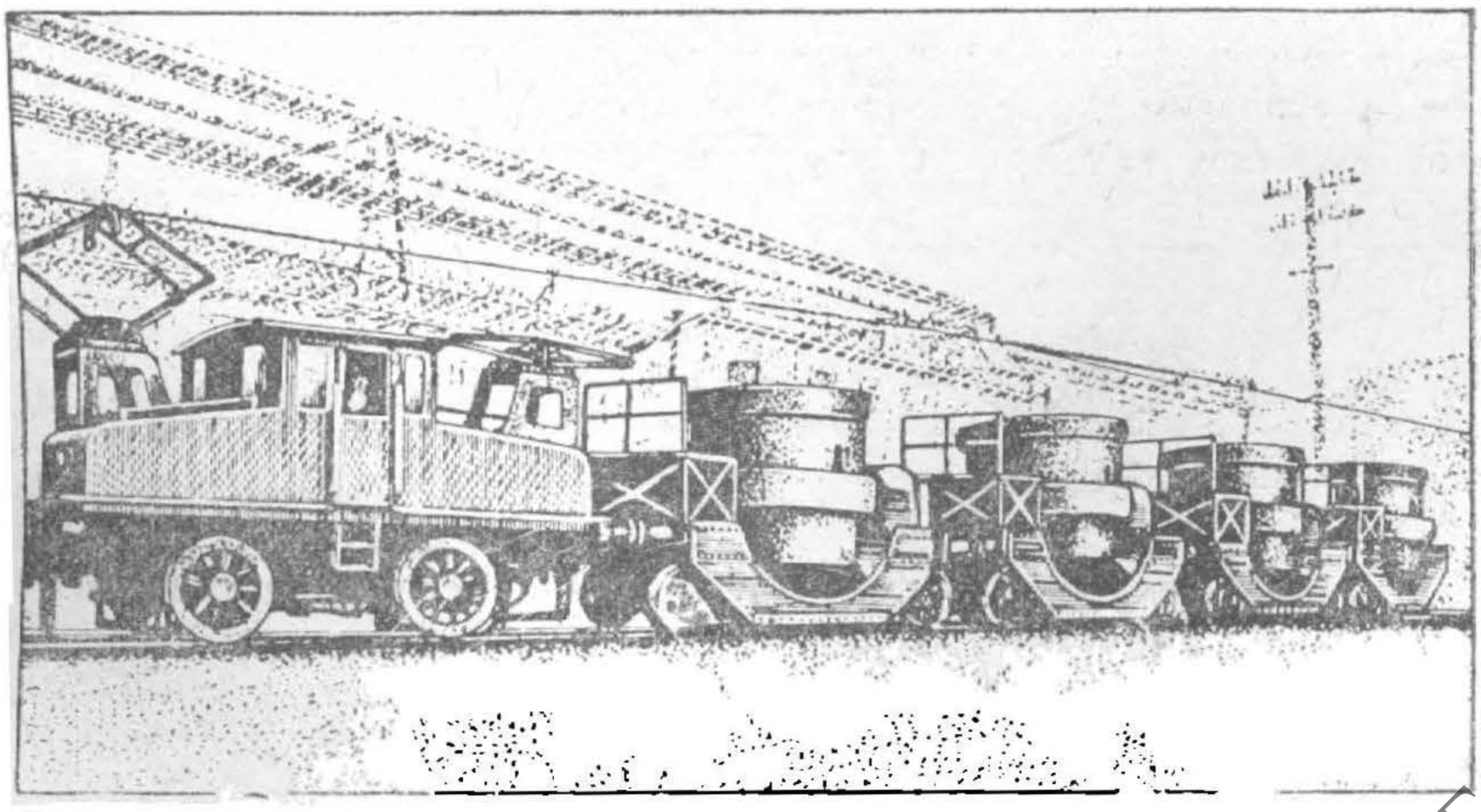


Рис. 201. Контактно-аккумуляторный электровоз для черной металлургии.

Данный электровоз выделяется еще и особыми свойствами тяговой характеристики, отличающейся чрезвычайной крутизной, что характерно для трехфазных асинхронных двигателей.

НБ КУЛУНТ (ДГТ)

Скорости движения такого электровоза по очень легкому профилю или при развитии максимального тягового усилия отличаются друг от друга лишь на несколько (3—5) процентов, так что практически можно утверждать, что данный локомотив имеет характеристику постоянной скорости. Зато характеристика эта обладает весьма ценным свойством автоматически переходить без каких-либо изменений в схеме на генераторный режим при спуске поезда с разгрузочной эстакады, что, конечно, весьма целесообразно для данных условий.

К числу специфических для промышленного транспорта электровозов следует отнести изображенные на рис. 200, 201 и 202 контактно-аккумуляторный электровоз для перевозки ковшей с жидким металлом, или со шлаком (эти электровозы характерны для заводов черной металлургии), и платформу-кран. Данные же о моторных вагонах были приведены ранее в главе о вагонах промышленного типа.

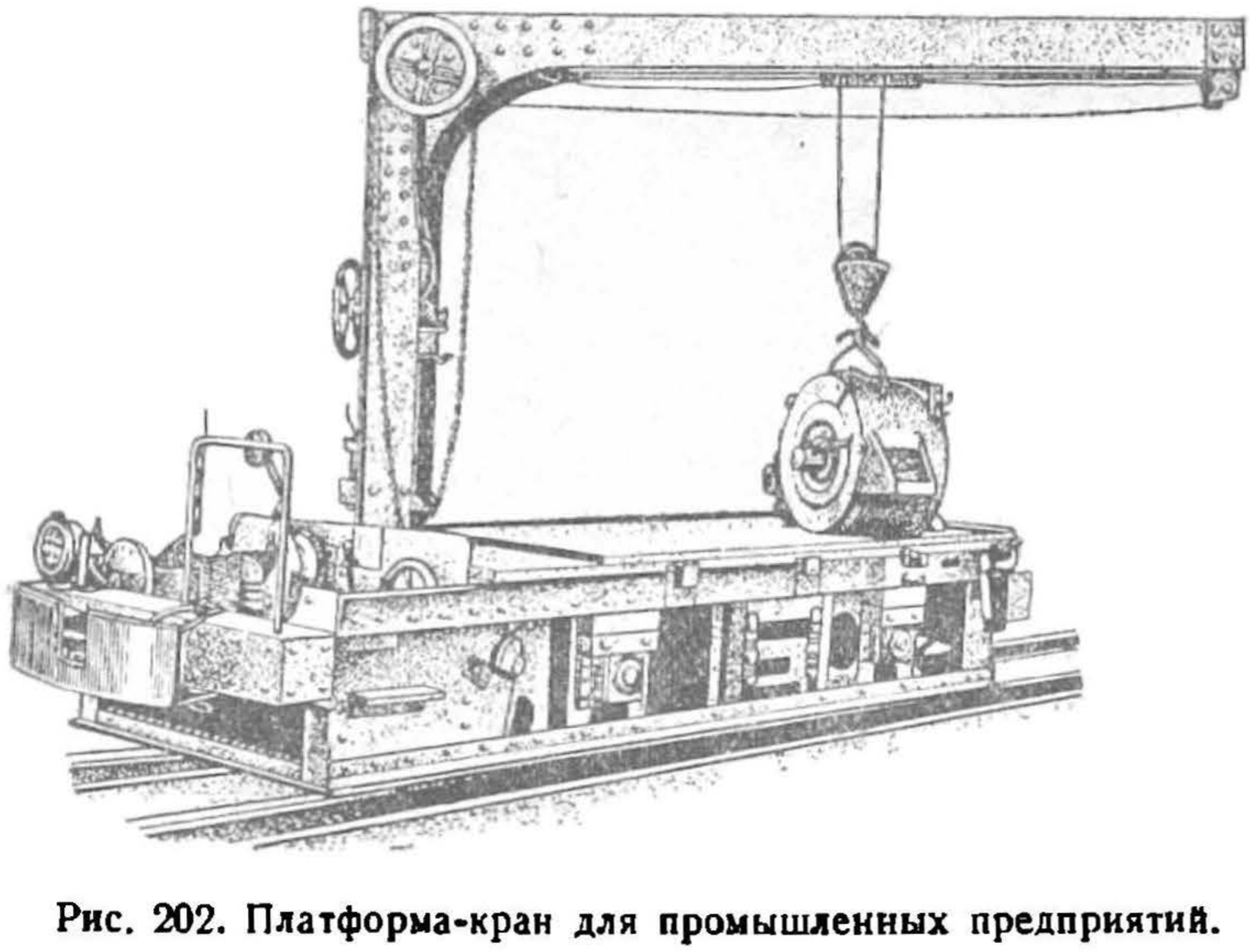


Рис. 202. Платформа-кран для промышленных предприятий.

§ 34. Некоторые данные по промышленным электровозам, изготовляемым в СССР.

В настоящем разделе мы приведем некоторые данные относительно электровозов промышленного типа, изготовляемых на советских заводах.

До последнего времени промышленные электровозы изготовлялись в СССР на заводе „Динамо“ в Москве в сотрудничестве с Подольским и Мытищенским заводами; ныне же изготовление промышленных электровозов предполагалось полностью передать Подольскому заводу, вследствие чего возможен некоторый пересмотр данных предположенных к изготовлению электровозов. Тем не менее эти данные могут принести известную пользу, если учесть то обстоятельство, что указанные в табл. 54 (стр. 194—197) электровозы изготовлялись в СССР и находятся в эксплоатации на различных промышленных предприятиях.

ТАБЛИЦА 51.

Данные об электровозе „Лилипут“.

Ширина колеи	*мм*	475—600
Сцепной вес	*т*	3,5
Число и тип двигателей		1 DK 600A
Сила тяги на ободе при часовом режиме	*кг*	540
Скорость при часовом режиме	*км/час*	4,5
Тип батареи		ЭТТ-256
Напряжение аккумуляторных батарей	V	90

Для работы сборочного характера на рудничных путях подземных разработок служит тип электровоза „Лилипут“, характеризуемый следующими данными (см. табл. 51).

Для откатки по главным штрекам служат следующие два типа электровоза. АР-1 и АР-2 (см. табл. 52).

Для откатки по штрекам руды и угля (в тех шахтах, где газовой опасности не имеется) предусмотрен рудничный троллейно-кабельный электровоз узкой колеи марки Э-ТР-3, характеризующийся следующими данными (см. табл. 53)

НБ УДУНТ (ДГТ)

ТАБЛИЦА 52.

Данные о подземных аккумуляторных электровозах.

Данные		Тип	
		АР-1	АР-2
Ширина колеи	*мм*	475—600	750—900
Сцепной вес . .	*т*	6,5	7
Сила тяги на ободе при часовом режиме	*кг*	1 000	1 080
Скорость при часовом режиме .	*км/час*	5,2	6,5
Число и тип двигателей . . .		2DK-800-A	20K-800-A
Тип батарей . . .		ЭТТ-370	ЭТТ-370
Емкость при 5-часовом разряде .	Ah	370	370
Напряжение батареи .	V	100	120

ТАБЛИЦА 53.

Данные о рудничном троллейно-кабельном электровозе.

Ширина колеи .	*мм*	750—900
Формула ходовых частей		B_0
Сцепной вес	*т*	6
Сила тяги при часовом режиме	*кг*	1 000
Скорость при часовом режиме .	*кг/час*	8
Число и тип двигателей . .		2ТР-10
Напряжение	V	750
Запас кабеля	*м*	150

Данные же об электровозах широкой и метровой колеи более подробны и сведены в таблицу 54 (см. стр. 194 — 197).

ГЛАВА V.

ЛОКОМОТИВЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ТРАНСПОРТА С ДВИГАТЕЛЯМИ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ И СЖАТОГО ВОЗДУХА.

§ 35. Общие сведения о тяговых свойствах мотовозов.

Малый к. п. д. паровоза (в условиях промышленного транспорта еще более низкий вследствие неблагоприятного режима работы локомотива) приводит во многих случаях к необходимости заменить рассмотренный выше тип локомотива другими, более совершенными, с энергетической точки зрения, машинами.

К числу таких локомотивов, отдача которых, вообще говоря, выше и использование осуществляется в более благоприятных условиях, относятся указанные в заглавии локомотивы, именуемые в большинстве случаев мотовозами и тепловозами.

Применение этого типа локомотивов имеет место вследствие того, что двигатель внутреннего сгорания имеет отдачу в два-три раза бо́льшую, чем отдача паросиловой установки паровоза.

Небезынтересно отметить, что применение двигателей внутреннего сгорания для передвижения повозок по рельсовому пути в виде опыта осуществлено довольно давно; еще в 90-х годах прошлого столетия на заводе Дейца в Германии пробовали поставить один из построенных на этом предприятии стационарных двигателей внутреннего сгорания на товарный вагон, передавая движение от вала двигателя одной из осей этого вагона цепной передачей.

Одновременно с этим делались попытки осуществить эту передачу другим образом, приводя в действие двигателем внутреннего сгорания компрессор, стоящий также на железнодорожной платформе, откуда получающийся сжатый воздух направлялся в цилиндр поршневого пневматического двигателя, приводящего в действие ведущую ось.

НБ УГЛТУ (ДИТ)

ТАБ

Основные данные по промышленным элеме

Наименование	Измерит.	ЭП-V	ЭП-III-I
1	2	3	4
Общая характеристика	Тролл-лейный	Троллейный	Троллейный
Тяговая характеристика электровоза			
Напряжение на токоприемнике	V	550	550
Напряжение на клеммах двигателя	V	550	550
Сила тяги на ободе колес при часовом режиме	*кг*	1 800	1 800
Скорости при часовом режиме	*км/час*	26,7	26,7
Число ходовых ступеней		2	2
Конструктивная характеристика электровоза			
Колея	*мм*	1 524	1 524
Формула ходовых частей		B_0	B_0
Полный сцепной вес электровоза	*т*	25	25
Тип и форма кузова		Кузов с пониженными концами	Кузов с пониженными концам
Число постов управления		2	2
Тип сцепки		Винтовая или трамвайная	Винтовая
Тормоз		Ручной пневматический и электрический	Ручной пневмат ческий и электри ческий
Специальное оборудование		—	—
Характеристика электрооборудования			
Число и тип тягового двигателя		2-ДБ-2	2-ДБ-2
Вентиляция		Самовентилируемая	Самовентилиру мая
Мощность тягового двигателя при часовом режиме	kW	67	67
Система управления		Непосредственная	Непосредственн
Число и тип токоприемников:			
а) дуга		1	1
б) пантограф		—	—
в) боковые токоприемники специальные		—	—
г) боковые токоприемники кранового типа		—	—
д) кабельный барабан		—	—

НБ УДУНТ (ДИТ)

А 54

возам постоянного тока, изготовляемым в СССР.

Тип электровоза					
ЭП-III-II	ДКМ-12	АК	ТР-Акк.	К	СО
5	6	7	8	9	10
Троллейный	Троллейный	Троллейный	Троллейный аккумуляторный	Коксотушильный	Троллейный
550	550	750	750	220	750
550	550	750	750	220	750
3 650	3 700	3 650	3 650	1 500	18 600
13,6	13,8	19,6	19,6	10	19,6
2	2	2	2	2	2
1 524	1 000	1 524	1 524	1 524	1 524
B_0	B_0	B_0	B_0	B_0	$B_0 + B_0$
25	30	25	30	17	94
Кузов с пониженными концами	Кузов со скошенными концами	Кузов со скошенными концами	Кузов со скошенными концами	Кузов повышенный с центральной кабиной и скошенными концами	Кузов нормального габарита со скошенными концами
2	2	2	2	1	2
Винтовая	Винтовая или автосцепка типа ИРТ-3	Винтовая или автосцепка типа ИРТ-3	Винтовая или автосцепка типа ИРТ-3	Винтовая	Автосцепка типа ИРТ-3
Ручной пневматический и электрический	Ручной пневматический и электрический	Ручной пневматический и электрический	Ручной пневматический и электрический	Ручной пневматический и электрический	Ручной пневматический реостатно-рекуперативный
—	Для разгрузки вагонов сжатым воздухом	—	—	Для централизованной разгрузки вагонов сжатым воздухом	Для централизованной разгрузки вагонов сжатым воздухом
2-ДПЭ-100-А Заглушенная	2-ДПЭ-100-А Заглушенная	2-ДПЭ-100-А Заглушенная	2-ДПЭ-100-А Заглушенная	2-ДБ-2 Заглушенная	4-ДПЭ-220 Принудительная
70	70	100	100	26	250
Непосредственная	Непосредственная	Контакторная электромагнитная	Контакторная электромагнитная	Непосредственная	Контакторная смешанная
1 или 2	—	—	—	—	—
1	1	1	1	—	1
—	2	—	—	—	2
—	—	—	—	2	—
—	—	—	—	—	1

НБ УДУНТ (ДИТ)

Наименование	Измерит.	ЭП-V	ЭП-III-I
1	2	3	4
Длина кабеля	*м*	—	—
Число и тип мотор-компрессоров	—	1Э-300	1Э-300
Общая производительность мотор-компрессоров	*л/мин*	300	300
Число мотор-вентиляторов		—	—
Общая производительность мотор-вентилятора	*м³/мин*	—	—
Емкость силовой аккумуляторной батареи (при 5-часовом режиме)	Ah	—	—
Разрядный ток:			
а) средний	A	—	—
б) часовой	A	—	—
в) кратковременный	A	—	—
Система зарядки батареи	—	—	—
Напряжение батареи	V	—	—
Габаритная характеристика электровоза			
Длина электровоза с буферами	*мм*	6 570	6 570
Длина кузова	„	5 400	5 400
Общая база	„	2 400	2 500
Жесткая база	„	2 500	2 500
Минимальный радиус кривой	*м*	30	30
Диаметр колеса	*мм*	1 050	1 050
Ширина электровоза	„	2 350	2 900
Длина кабины управления	„	2 664	2 664
Ширина	„	2 094	2 644
Высота	„	2 045	2 045
Расстояние от кожуха зубчатой передачи до головки рельса		182	182
Высота центра сцепки от головки рельсов		1075 винт. 480 трамв.	1 075
Высота со сложенными токоприемниками		3 710	3 710
Наименьшая рабочая высота главного токоприемника		5 650[1]	5 650[1]
Наибольшая рабочая высота главного токоприемника		6 370[1]	6 370[1]
Наинизшее рабочее положение бокового токоприемника			—
Наивысшее рабочее положение бокового токоприемника		—	—
Нормальное расстояние центра токоснимающей части от оси пути		—	—
Завод-изготовитель		„Динамо“ и КЭС	„Динамо“ и КЭ

Примечание. За последнее время заводом „Динамо“ разработана новая серия электро 25—35 *m*, III—40—56 *m*, IV—60—84 *m* и V—90—100 *m*, причем I — двухосный, II и III — четырех

[1] Нормальные рабочие положения для токоприемника типа дуги.
[2] Нормальные рабочие положения для токоприемника типа пантограф.

НБ УДУНТ (ДИИТ)

Продолжение

Тип электровоза					
ЭП-III-II	ДКМ-12	АК	ТР-Акк.	К	СО
5	6	7	8	9	10
—	—	—	—	—	300
1Э-300	2Э-400	1Э-400	1Э-400	1СРХ-27	2ТВ-130
300	1 400	700	700	330	3 500
—	—	—	—	—	2
—	—	—	—	—	400
—	—	—	600	—	—
—	—	—	120	—	—
—	—	—	330	—	—
—	—	—	400	—	—
—	—	—	От контактного провода	—	—
—	—	—	224	—	—
6 570	7 098	7 260	7 260	6 570	13 470
5 400	6 000	6 000	6 000	5 400	12 000
2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	8 800
2 500	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500
30	30	30	30	30	40
1 050	1 050	1 050	1 050	1 050	1 200
2 900	2 350	3 110	3 110	2 350	3 300
2 664	1 800	1 806	1 806	2 672	2 500
2 644	2 090	2 866	2 866	2 089	3 100
2 045	2 130	2 025	2 025	2 000	1 920
102	102	102	102	182	130
1 075	757	1 010	1 010	1 085	1 010
3 710	3 987	4 120	3 900		5 050
5 650 [1] 4 100 [2]	4 100	4 200	3 990	По местным условиям	5 140
6 370 [1] 6 100 [2]	6 100	6 270	6 100		7 150
—	4 000	—	—	—	4 770
	4 500	—	—	—	5 570
—	2 500	—	—	—	3 000
„Динамо“ и КЭС	„Динамо“ и КЭС	„Динамо“ и КЭС	„Динамо“ и КЭС	„Динамо“ и КЭС	„Динамо“ и КЭС

юзов, включающая следующий ряд по величине сцепного веса: I — весом 17—24 *т*, II — весом
сный с несочлененными шкворневыми тележками, а IV и V — с сочлененными.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Эти опыты не увенчались сколько-нибудь заметным техническим успехом и были оставлены приблизительно на 20-летний промежуток времени, хотя и представляли некоторый интерес, если учитывать возможность принципиального использования двигателя внутреннего сгорания для целей тяги по рельсовым путям посредством двух конструктивных приемов осуществления передаточного механизма, являющегося прототипом чисто механической и компрессорной передачи.

Прогресс, который претерпели за указанный промежуток времени двигатели внутреннего сгорания, привел к самому широкому применению этого типа двигателей в области безрельсовой тяги, т. е. в автомобильном транспорте. И можно заметить, что главные усовершенствования, которые претерпели двигатели и прочие передаточные устройства, приспособлены преимущественно для автомобилей. Тем не менее, приблизительно в период 1911—1916 гг. начались серьезные эксперименты в области внедрения этого типа двигателей для передвижения повозок уже по рельсам, причем оказалось, что здесь имеется целая серия затруднений как частного, так и общего характера, которые пришлось преодолевать конструкторам и изобретателям довольно своеобразными способами, иногда используя приемы автомобильной техники, а иногда и принимая иные меры.

Для того чтобы разобраться в этом вопросе и ясно представить себе сущность свойств этих локомотивов в тяговом отношении, необходимо сначала обратить внимание на тяговые свойства самого двигателя внутреннего сгорания. Этот последний, в отличие от тяговых характеристик всех остальных двигателей (паровых, сжатого воздуха и электрических), обладает постоянством вращающего момента в известных, довольно широких, границах изменения числа оборотов, что можно видеть из последующей формулы, представляющей собой зависимость вращающего момента двигателя внутреннего сгорания от главнейших параметров.

Если мы назовем через d и l — диаметр цилиндра и ход поршня, через e — число тактов работы двигателя, через m — число цилиндров и c — число ходов поршня за один оборот, то при некоторой величине p_i среднего индикаторного давления внутри цилиндра мощность двигателя внутреннего сгорания может быть представлена следующим выражением:

$$N_i = p_i \frac{\pi d^2}{4 \times 75} em \frac{2}{C} nl,$$

т. е. мощность является произведением момента на угловую скорость, пропорциональную числу оборотов в секунду n. Разделив же вышеуказанное выражение на число оборотов, мы получим выражение для момента:

$$M = K \cdot p_i,$$

из которого явствует, что момент вращения на двигателе зависит от индикаторного давления и всех величин, которые для данного типа двигателя являются постоянными.

Рассматривая дальше этот вопрос, мы должны отметить, что из теории двигателей внутреннего сгорания явствует, что среднее индикаторное давление зависит от подачи топлива в цилиндр; эта подача может в известных границах регулироваться по воле машиниста, но — что является самым важным — не зависит от числа оборотов. По этой простой причине индикаторный момент вращения для двигателя внутреннего сгорания является величиной постоянной и не зависящей при данной подаче топлива от числа оборотов, а мощность (индикаторная) такого двигателя линейно возрастает с увеличением числа оборотов.

Рассмотрим теперь последствие, которое вытекает из особенностей этих свойств двигателя внутреннего сгорания в приложении его к тяговым требованиям. При этом нужно указать, что при сохранении определенной подачи топлива в цилиндре мы, вообще говоря, должны ограничить диаграмму момента в функции от числа оборотов (т. е. от скорости) некоторыми дополнительными условиями. Дело в том, что двигатель внутреннего сгорания любого типа не может работать

НБ УИИЖТ (ДИТ)

достаточно устойчиво ни при очень малых скоростях, ни при очень больших. Его надежная работа может иметь место только в известных границах, как указано на рис. 203,*а*. Иначе говоря, двигатель внутреннего сгорания не может пускаться в ход под нагрузкой, и запуск его должен быть произведен без наличия тех сопротивлений движению поезда, которые являются полезной нагрузкой для всех локомотивов. Запуская локомотив двигателя внутреннего сгорания вхолостую, мы должны довести его до некоторого числа оборотов, при котором работа его уже является устойчивой, и только тогда можно осуществить работу этого двигателя при всех сопротивлениях, развиваемых поездом.

Отсюда следует, что в любом локомотиве, использующем двигатель внутреннего сгорания для тяговых целей, последний должен быть снабжен устройством, позволяющим так или иначе разобщать вал двигателя от ведущей оси для указанных целей.

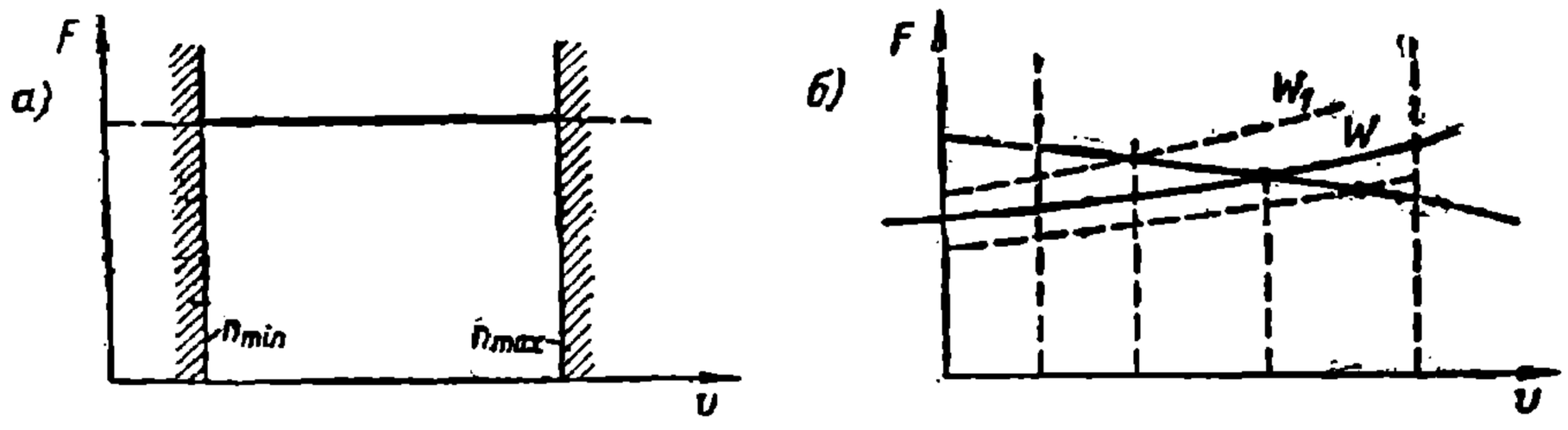


Рис. 203. Зависимость $F_к$ от v для мотовоза с жесткой передачей.

Вторым, также весьма существенным, последствием вышеуказанных свойств является очень большая пологость кривой F в функции от v.

Выше мы уже установили независимость момента вращения, а следовательно и силы тяги, от числа оборотов (скорости). Это имеет строгое соответствие лишь для индикаторной мощности и, следовательно, для индикаторной силы тяги. Если мы будем рассматривать касательную силу тяги, то должны ввести к. п. д. самого механизма двигателя и того устройства, которое служит для передачи момента вращения от вала двигателя к ведущей оси. В большинстве случаев, потеря энергии в этих двух механизмах не является постоянной и несколько меняется с величиной скорости. Поэтому диаграмма касательной силы тяги для двигателя внутреннего сгорания будет представлять собой слабо наклоненную кривую, как указано на рис. 203,*б*.

Если мы теперь вообразим нанесенные на этой диаграмме кривые сопротивления движению W, W_1, также довольно пологие, то убедимся в том, что работа двигателя при переменном сопротивлении не будет устойчива и достаточно надежна.

На самом деле, предположим, что у нас по тем или иным причинам (вход поезда на более тяжелый подъем, увеличение сопротивления движению вследствие входа на кривую или сильного лобового ветра, или, что еще хуже, бокового, прижимающего реборды колес к рельсам и тем самым создающего дополнительные сопротивления трения) получится некоторое увеличение сопротивления движению, как указано на рис. 203, тогда, очевидно, та сила тяги, которую развивает наш локомотив при данной скорости, будет меньше, чем сила сопротивления, что приведет к замедлению, т. е. к понижению скорости нашего поезда, а следовательно, и числа оборотов двигателя внутреннего сгорания, соединенного механизмом с колесами локомотива. Если это увеличение сопротивления будет довольно значительным, то весьма возможно, что число оборотов двигателя по истечении некоторого промежутка времени упадет настолько, что дойдет до своего нижнего критического значения, когда двигатель уже устойчиво работать не может и остановится. В результате мы получим здесь очень неприятные последствия, вызывающие необходимость нового пуска без достаточной гарантии того, что указанное явление не повторится опять.

РЕПОЗИТОРИЙ БНТУ (ДИТ)

С другой стороны, если для работающего двигателя по каким-либо причинам сопротивление движению поезда уменьшается, то это вызывает превышение момента вращения над моментом сил сопротивления, что, в свою очередь, вызовет увеличение числа оборотов, а следовательно, и ускорение, которое является результатом указанного процесса. Это увеличение числа оборотов может произойти таким образом, что двигатель дойдет до верхнего критического значения числа оборотов, когда работа его (совсем по другим причинам, главным образом из-за увеличения большого количества тепловых потерь, которые система охлаждения может быть не в состоянии отвести от стенок цилиндра) станет неустойчивой, и двигателю придется остановиться.

Рассмотренное выше явление приводит к следующим двум главнейшим требованиям: первое — к необходимости уничтожения непосредственной связи вала двигателя с ведущей осью и второе — к необходимости какого-то искусственного регулирования момента вращения или силы тяги в зависимости от скорости. Эти два требования приводят, в свою очередь, к необходимости того или иного передаточного механизма, который, нужно сказать, и осуществлен в том или ином виде на всех локомотивах с двигателями внутреннего сгорания. Попытки же осуществить указанный тип локомотивов без подобного рода передаточных механизмов не увенчались успехом (опыты Зульцера на германских железных дорогах и опыты завода Ансальдо в Италии).

Таким образом, в дальнейшем изучение этого типа локомотивов даже в условиях промышленного транспорта должно производиться под углом зрения исследования не только самого двигателя и его тяговых свойств, но и тех или иных материальных средств, которые служат для передачи энергии двигателя внутреннего сгорания на ведущую ось локомотива.

§ 36. Классификация локомотивов с двигателями внутреннего сгорания.

Рассматривая этот вид локомотивов с указанной точки зрения, надо, прежде всего, заметить, что сами по себе двигатели внутреннего сгорания, применяемые на рельсовом транспорте, могут быть разбиты на два крупных класса: двигатели карбюраторного типа, работающие на легком топливе (бензин, керосин, бензол, газолин), и двигатели, работающие по циклу дизеля, по циклу постепенного сгорания, позволяющие осуществить работу, пользуясь топливом тяжелым (нефть, нефтяные остатки и другие виды жидкого топлива)[1].

Подробное рассмотрение особенностей категорий двигателей внутреннего сгорания является предметом специального курса и не входит в нашу задачу. Здесь можно только отметить следующее: процесс в цилиндре четырехтактного карбюраторного двигателя заключается во всасывании смесей воздуха с парами топлива при давлении, близком к атмосферному, сжатии этих смесей до давления, значительно более высокого, и воспламенении сжатых смесей тем или иным способом (электрической искрой или непосредственным накалом специальной головки). Вследствие этого происходит быстрое сгорание, приближающееся по своему характеру к взрыву, в результате чего получается весьма большое повышение давления внутри цилиндра, после чего начинается процесс расширения — процесс, который является, по существу своему, рабочим тактом двигателя, когда поршень производит механическую полезную работу. В дальнейшем, вслед за тактом выхлопа, т. е. выпуска отработанных газов, процесс происходит таким же образом, как указано выше.

Процесс, по которому протекает работа двигателей дизельного типа, т. е. двигателей, работающих по циклу постепенного сгорания, заключается в том, что

---

[1] Следует при этом заметить, что за последнее время ведется очень большая работа по применению для рельсовой тяги, во-первых, газогенераторных двигателей, с достаточно прочным генератором, пригодным для транспортных целей, во-вторых, двигателей измельченного топлива (типа порошкообразного). В виду того, что указанные опыты не дали пока еще результатов, выходящих из области лабораторного эксперимента (хотя и удачного), мы не будем подробно рассматривать в настоящем курсе эти типы локомотивов.

НБ УИИТ (ДИИТ)

в цилиндр засасывается и сжимается поданный воздух, благодаря чему степень сжатия может быть значительно повышена. По достижении сжатия воздуха происходит введение горючего, которое, соединяясь с нагретым, примерно, до 600° воздухом, воспламеняется, причем расширение продуктов горения и производит полезную работу. Процесс введения топлива, а следовательно и сгорания его, имеет известную длительность, в чем и заключается принципиальное отличие между условиями работы карбюраторного двигателя и двигателя с постепенным сгоранием. Расширение продуктов сгорания происходит, в данном случае, по адиабате и производит механическую работу, после чего следует выпуск отработанных газов.

Как двигатели карбюраторные, так и двигатели с постепенным сгоранием могут быть не только четырехтактными, но и двухтактными, т. е. процесс будет складываться не на четырех ходах поршня, а только на двух, т. е. в течение одного оборота вала. Двухтактный цикл заключается в том, что хотя этот цикл также состоит из четырех периодов, но разделены они по двум ходам поршня таким образом, что при ходе поршня к нижней точке происходит процесс сгорания и расширения продуктов сгорания и открытие в конце хода выхлопных и продувочных окон; при другом же ходе поршня происходит закрытие окон и сжатие чистого воздуха.

Сами по себе двигатели дизельного цикла могут быть разделены на две крупных категории: компрессорные двигатели и бескомпрессорные. В первом типе двигателей впрыскивание топлива внутрь цилиндра производится струей воздуха при давлении, превышающем давление внутри рабочего цилиндра; при втором же типе этот процесс производится маханическим насосом высокого давления. Следует заметить, что двигатели дизельного типа в настоящее время распространяются все больше и больше, так как цикл дизеля позволяет осуществить большую степень сжатия, а следовательно, и достичь более высокого среднего индикаторного давления, чем в двигателях карбюраторного типа, и термический к. п. д. двигателей дизельного цикла должен быть выше двигателей, работающих на легком топливе. На самом деле, термический к. п. д. двигателей Дизеля 32—54%, а карбюраторных — около 26—27%. Однако нужно отметить, что двигатели карбюраторного типа, как известно, позволяют более широкую регулировку числа оборотов и момента вращения в зависимости от подачи топлива, чем двигатели дизельные. С другой стороны, меньшая степень сжатия, имеющая место в двигателях карбюраторных, является в некоторых случаях полезной в отношении большей легкости запуска двигателя по сравнению с двигателем дизельного типа.

Рассматривая существующие типы локомотивов с двигателями внутреннего сгорания, мы можем разбить их также на два класса: так называемые тепловозы, т. е. локомотивы с двигателями Дизеля, и мотовозы — с двигателями внутреннего сгорания карбюраторного типа [1].

Деление же тепловозов и мотовозов по принципу их службы является, строго говоря, искусственным и, по существу, неправильным, так как за последнее время и в локомотивах промышленного транспорта и в маневренных начинают внедряться также двигатели Дизеля даже небольших, сравнительно, мощностей, 20—30 *ЛС*.

§ 37. Типы мотовозов и тепловозов промышленного транспорта.

Выше уже была рассмотрена подробно необходимость некоторых устройств, служащих для передачи момента вращения от вала двигателя к ведущей оси. Эту

[1] Широко распространенный ныне термин „тепловозы“ следует признать неудачным по той простой причине, что признак использования тепла для производства механической работы нисколько не является характерным именно для локомотивов с двигателями Дизеля, так как не только локомотивы с карбюраторными двигателями, но и локомотивы с паровыми двигателями, или даже сжатого воздуха, по существу, также относятся к типу тепловых двигателей. Правильнее было бы ввести, как это делается в англосаксонской технической литературе, термин „дизельвоз“.

НБ УГЛТУ (ДГТ)

операцию можно совершать различными способами: использовав для этой цели либо чисто механические устройства, либо гидравлические, либо пневматические, или же воспользовавшись электрической передачей.

Не все указанные типы передач являются актуальными для мото- и тепловозов промышленного транспорта. На советских мотовозах промышленного типа применяется механическая передача, лишь на некоторых иностранных — дизель-электрическая. Наиболее просто осуществить указанную задачу можно было бы путем чисто механической передачи, с помощью, хотя бы, коробки передач, широко распространенной в автомобилях и тракторах. Тогда изменение соотношения момента вращения и угловой скорости или числа оборотов будет происходить с изменением передаточного числа зубчатых колес. При этом, в виду того, что мощность от введения этого посредника существенно не меняется и, можно сказать, остается практически постоянной, диаграмма зависимости силы тяги от скорости должна удовлетворять тому условию, что произведение силы тяги на соответствующую скорость при всех ступенях коробки передач должно оставаться тем же самым. Это приводит к гиперболическому закону изменения соотношения силы тяги функции от скорости для тех значений ступеней зубчатой передачи, которые соответствуют переходу с одного режима на другой. Отсюда явствует, что на каждой ступени коробки скоростей мы не меняем, по существу своему, закон изменения мощности от числа оборотов для двигателя внутреннего сгорания, и поэтому диаграмма изменения мощности в зависимости от скорости приобретает характерный вид, показанный на рис. 203.

В точке перехода с одной ступени коробки передач на другую мы получаем довольно резкое изменение мощности и в особенности тягового усилия, вредно влияющих на тяговые свойства локомотива.

Наиболее удобной в тяговом отношении является электрическая передача, заключающаяся в том, что, как указано на рис. 204, на вал двигателя внутреннего сгорания насаживается генератор, питающий вырабатываемой им электрической энергией электродвигатели, от которых уже тем или иным способом вращение передается на движущие оси.

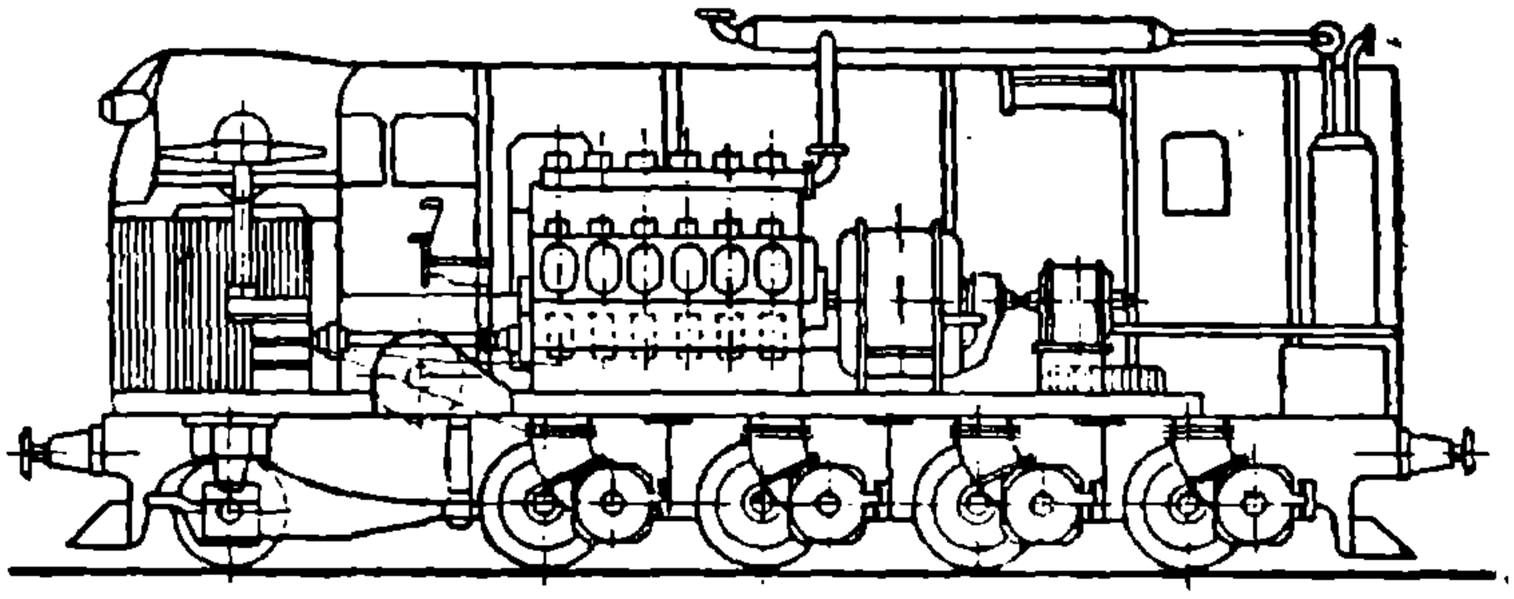


Рис. 204. Схема тепловоза с электрической передачей.

Распространена эта передача, главным образом, для очень мощных тепловозов и для автономных моторных вагонов, автомотрисс, обращающихся большей частью на магистральных железнодорожных путях, хотя имеются в настоящее время и в США и в Европе промышленные тепловозы, у которых осуществлена электрическая передача с весьма плавной и гибкой регулировкой скорости.

Очевидно, что так как ведущая ось приводится в действие двигателем электрическим, в частности сериесного типа, постоянного тока, наиболее распространенного в тяговой технике, то зависимость тягового усилия от скорости для такого локомотива ничем, по существу, не должна отличаться от тяговой характеристики электровоза постоянного тока, снабженного указанного рода двигателями. Только регулировка скорости, т. е. изменение ее, производится в данном локомотиве с электрической передачей иным и, нужно заметить, более совершенным способом, чем в контактных электровозах.

Вместо того чтобы ограничивать силу тока в течение пускового периода реостатами, теряя вследствие этого некоторую часть энергии на нагревание последних, дизель-электрическая схема позволяет осуществить те же задачи гораздо

НБ УДУТ (ДИТ)

более изящным способом, воздействуя на возбуждение генератора, что дает возможность добиться вполне гибкого и экономического пуска без потерь.

Весьма совершенная, с точки зрения тяговой характеристики, электрическая передача имеет, однако, некоторые принципиальные недостатки, заключающиеся в излишнем весе (вес генератора и двигателя) и стоимости. Можно сказать, что электрическая передача является сейчас самой дорогой и самой тяжелой, хотя, с другой стороны, практика показала, что она же является и наиболее надежной и удобной в эксплоатации.

Остальные типы передач не получили пока для промышленных мотовозов применения, вследствие чего мы их и не будем рассматривать.

Перейдем к рассмотрению устройства мотовозов с механической передачей.

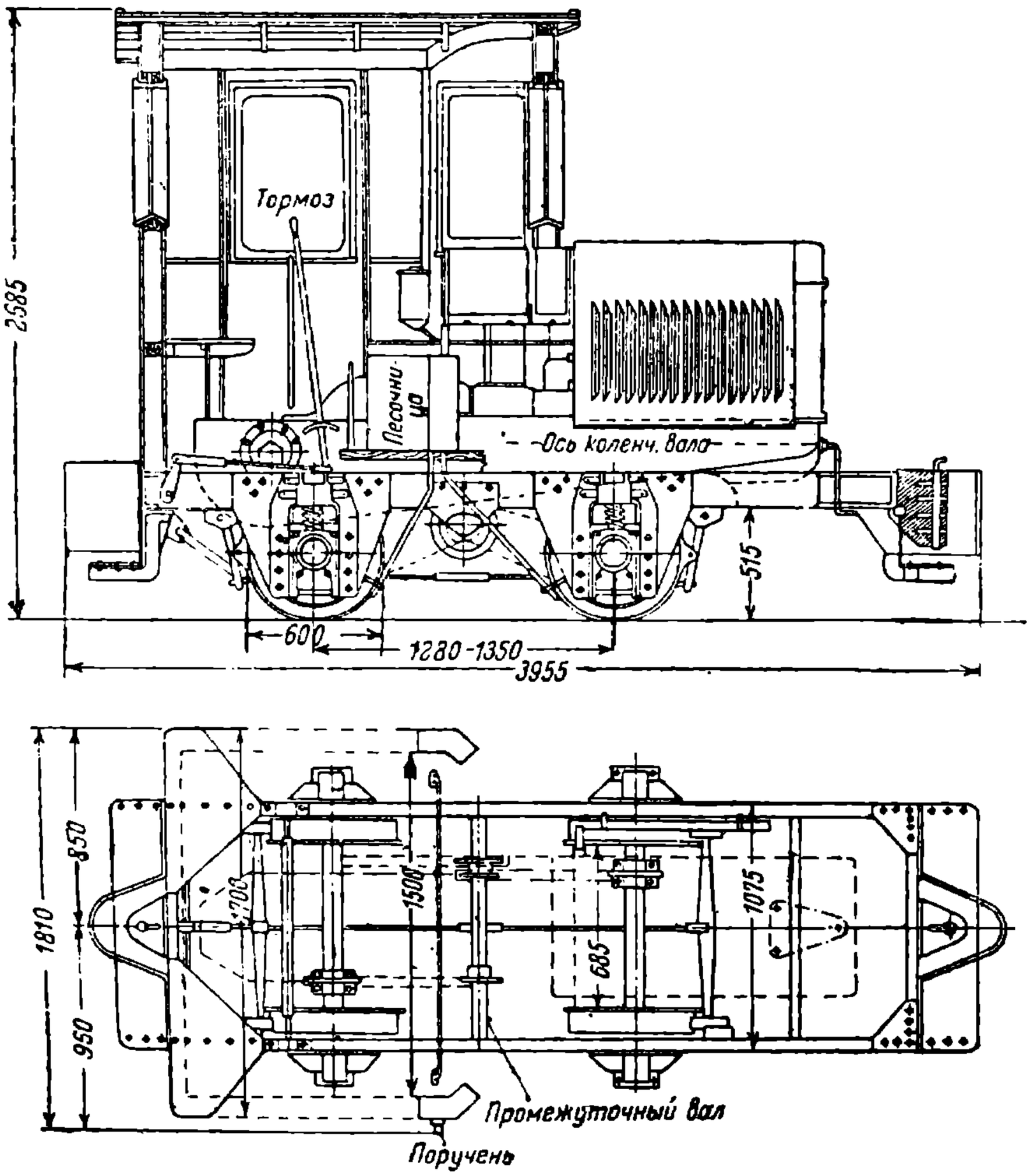


Рис. 205. Советский узкоколейный мотовоз завода „Январское восстание".

Мотовозы с механической передачей нашли себе широкое применение в промышленном транспорте при малых вагонетках и колее 600—750 *мм* в виде автолокомотивов очень небольшой мощности и малого веса (6—8 *т*, 20—30 *ЛС*). Главнейшие черты их устройства можно видеть из рис. 205. В громадном большинстве случаев они имеют бензиновый или керосиновый двигатель (с пуском в ход также на бензине), расположенный, как в автомобилях, вдоль продольной оси повозки с коробкой скоростей о четырех-пяти ступенях скорости. От этой коробки

НБ МГТУ им. Н.Э. Баумана (ДГТ)

скоростей вращение передается карданным механизмом реверсору, от которого цепной передачей приводятся во вращение ведущие (сцепные) колеса. В большинстве случаев такие мотовозы строятся двухосными, главным образом, с целью упрощения конструкции и уменьшения жесткой базы повозки. У машин большего веса и мощности (15—18—24 *т*, 80—100—200 *ЛС*) вместо двигателей автомобильного типа ставятся компрессорные или бескомпрессорные дизели, работающие, как известно, по более экономичному и совершенному циклу.

В большинстве случаев и более тяжелые и мощные дизельвозы строятся также двухосными, но привод от коробки скоростей к ведущим колесам большей частью осуществляется шатунно-кривошипным механизмом (рис. 206 общего вида дизельвоза метровой колеи, мощностью 200 *ЛС*, сцепным весом 23,5 *т*). Двигатель Дизеля со встроенной коробкой скоростей и передачей на вал кривошипа показан на рис. 207. Число ступеней скорости и силы тяги в этом случае равно 4—5.

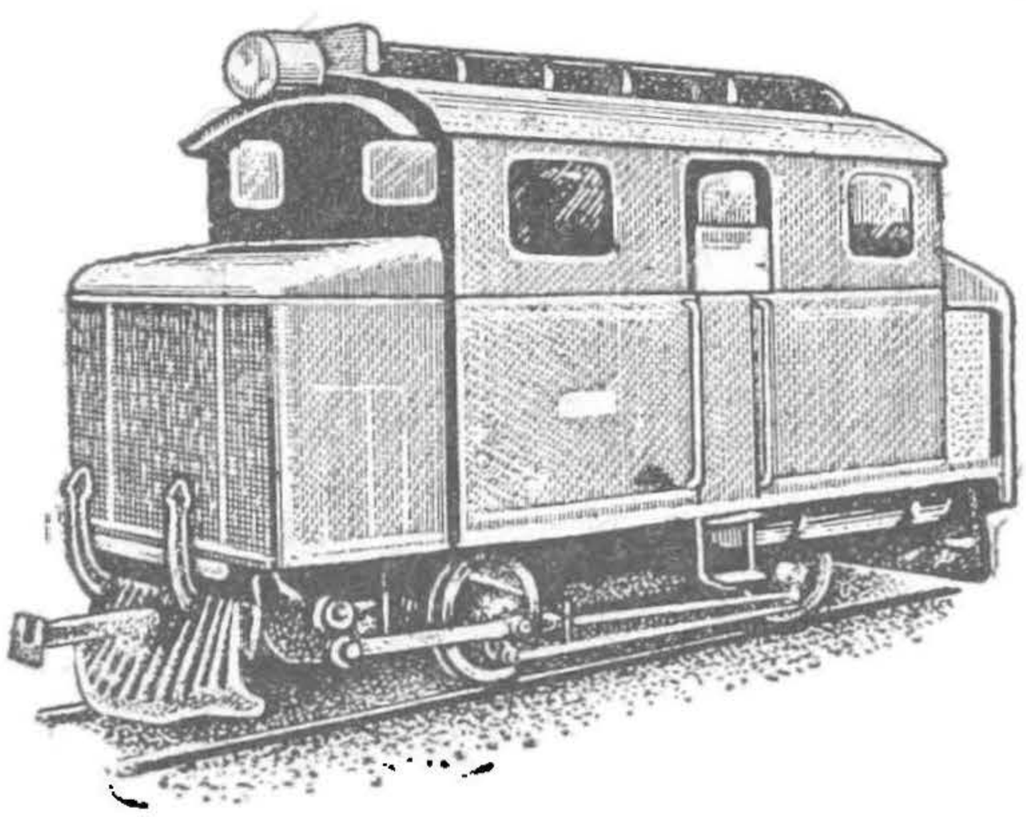


Рис. 206. Общий вид дизельвоза с механической передачей.

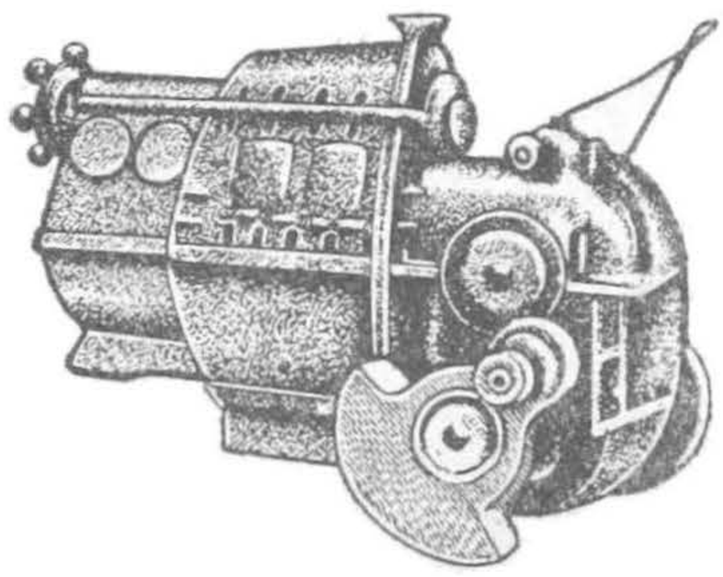


Рис. 207. Двигатель Дизеля со встроенной коробкой скоростей.

Повышение тяговых свойств дизельвозов путем увеличения мощности и сцепного веса при сохранении той же нагрузки на ось вызывает увеличение числа сцепных осей, которое при жестком спаривании колес дышлами ведет к увеличению жесткой базы и ухудшает вписывание повозки в кривые малых радиусов. Так как прохождение кривых малых радиусов является требованием императивного порядка, то обычно больше двух ведущих осей не применяется в мотовозах, что естественным образом ограничивает сферу их применения на путях промышленного транспорта, где весьма часто требуется иметь около 40—48—60 *т* сцепного веса, т. е. не ниже четырех сцепных осей, что осуществить для передачи мото- и дизельвозов, как было указано выше, затруднительно в конструктивном отношении.

Ниже мы приводим данные о дизельвозе фирмы Deutsche Werke Kiel типа Д-80 для колеи 900 *мм* о двух осях с дизелем мощностью 80 *ЛС*, жесткой базой 2000 *мм* при внешних размерах его:

длина габаритная	5 500 *мм*,
ширина „	2 150 *мм*,
высота „	3 280 *мм*.

Общий вид его дан на рис. 208.

Этот тепловоз имеет четыре ступени скорости:

при скорости	$v = 5{,}5$ *км/час*	сила тяги	$= 3\,900$ *кг*,
„ „	$v = 8{,}4$ *км/час*	„	$= 2\,550$ *кг*,
„ „	$v = 14{,}3$ *км/час*	„	$= 1\,500$ *кг*,
„ „	$v = 25{,}0$ *км/час*	„	$= 850$ *кг*.

Двигатель Дизеля четырехтактный, бескомпрессорный, 750 *об/мин*, трехцилиндровый, расход горючего по фирмовым данным 280 *г* на *ЛС/час*, расход смазочного масла 2 *г* на *ЛС/час*.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Пуск в ход производится сжатым воздухом, накачиваемым в специальный баллон компрессором, работающим от дизельмотора при давлении 25—30 *ат*. Емкость этого баллона 100 *л*.

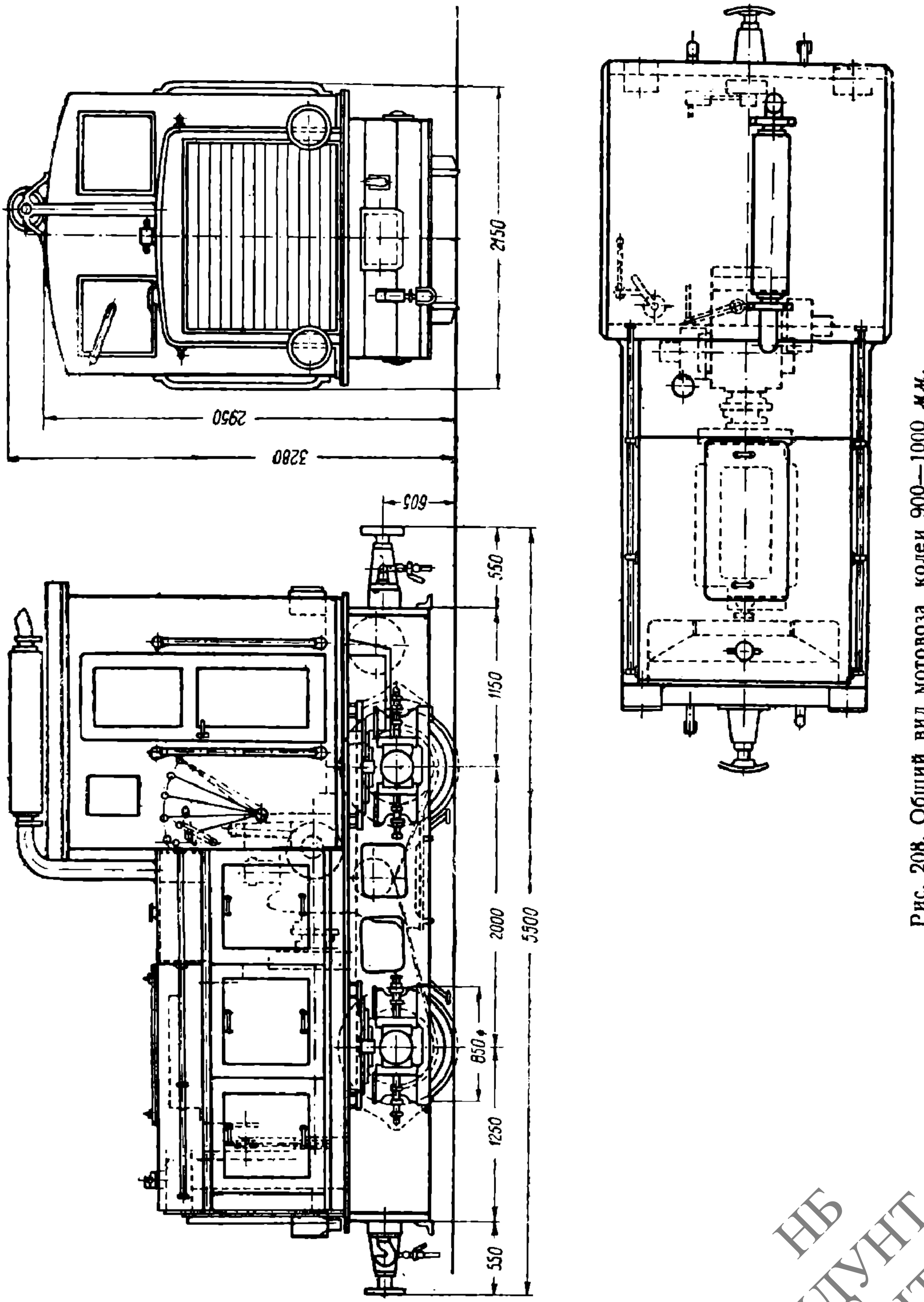


Рис. 208. Общий вид мотовоза колеи 900—1000 *мм*.

Кабина машиниста отапливается отходящими газами, почему этот дизельвоз может работать при низких температурах (фирма гарантирует работу при температуре —35° С).

НБ УДУНТ (ЭИТ)

Указанные особенности дизельвозов и их тяговые свойства не позволяют этому роду локомотивов конкурировать с паровой и электрической тягой в виде основного средства тяги на путях промышленных предприятий большой производительности с тяжелыми вагонами и крутыми подъемами. Поэтому они большей частью служат в виде подсобного средства, обслуживая те участки работ, где применение основного рода тяги (например паровой или электрической) почему-либо неудобно. К таким случаям относится маневровая работа.

§ 38. Некоторые сведения о локомотивах с двигателями внутреннего сгорания, изготовляемых в СССР.

В таблицах 55 и 56 сообщаются некоторые основные данные, характеризующие мотовозы широкой и узкой колеи, изготовленные в СССР, которые могут быть использованы для надобностей промышленного транспорта.

Такие локомотивы строились в СССР сначала заводом „Красный путиловец", потом, начиная с 1932 г., калужским заводом НКПС, кроме того на одесском заводе „Январское восстание" строились узкоколейные мотовозы, а также около 40 штук было выпущено смелянским заводом Наркомпищепрома.

ТАБЛИЦА 55

Данные о советских мотовозах широкой колеи.

Данные		З-д „Красный путиловец"	Калужский завод НКПС			Одесский завод „Январское восстание"	
Формула ходовых частей		0-2-0	0-2-0	0-2-0	0-2-0	0-3-0	0-2-0	0-3-0
Рабочий вес	*т*	6	8	14	12	54	24	27
Жесткая база .	*мм*	1 500	2 047	2 064	2 060	4 500	2 100	2 300
Диаметр колес	*мм*	650	600	600	850	1 220	900	900
Длина мотовоза	*мм*	5 000	5 670	5 670	5 670	9 200	7 098	6 848
Ширина „	*мм*	2 700	2 675	3 225	3 225	—	3 800	3 665
Высота „	*мм*	3 200	2 670	2 900	2 900	—	3 103	2 960
Тип двигателя		Ф	ГАЗ	АМО	ЗИС	Русский Дизель	СД	СД
Мощность .	*ЛС*	20	40	60	73	300	140	140
Скорость I ступени	*км/час*	2,45	10	5	6,25	10,5	5,9	5,9
„ II „	*км/час*	4,3	18,3	9,4	10,9	—	9,9	9,9
„ III „	*км/час*	11,5	31,4	15,2	22,3	—	15,2	15,2
„ IV „	*км/час*	—	—	27,0	41	50	29,4	29,4
Род топлива .		Керосин	Бензин			Нефть	Нефть	
Расход горючего	*г/ЛС-ч*	350	250	250	—	—	195	195

§ 39. Локомотивы с двигателями сжатого воздуха.

В условиях промышленного транспорта имеет применение весьма своеобразный тип локомотивов с двигателями сжатого воздуха, так называемые воздуховозы.

Идея применения сжатого воздуха для передвижения локомотива и прицепленного к нему поезда может быть осуществлена при соблюдении схемы, изображенной на рис. 209.

Необходимый для движения локомотива сжатый воздух, как видно из схемы, получается от стационарного компрессора, от которого путем длинного трубопровода сжатый воздух передается на зарядную станцию, где находятся воздухосборник и приспособление для снабжения этим сжатым воздухом баллонов, расположенных на самом локомотиве. Это приспособление носит название наполнителя.

ЦБ УГЛЕТ (ДГТ)

ТАБЛИЦА 56.

Данные о советских узкоколейных мотовозах.

Данные		Завод „Красный путиловец"		Калужский завод НКПС				Одесский завод „Январское восстание"				Смелянский завод
Ширина колеи	*мм*	750	750	750	750	750	750	750	750	1000	750	750
Формула ходовых частей		0-2-0	0-3-0	0-2-0	0-2-0	0-2-0	B + B	0-2-0	0-3-0	0-3-0	0-3-0	0 3-0
Рабочий вес	*т*	6	6	14	8	14	8	6	16	20	19,5	12
Жесткая база	*мм*	1 200	1 550	1 800	1 700	1 300	1 300	1 350	1 750	2 300	2 300	2 000
Диаметр колес	*мм*	650	650	850	600	850	600	600	750	900	750	750
Длина мотовоза	*мм*	4 600	4 840	4 520	4 600	5 420	6 720	3 955	5 090	6 948	6 830	4 650
Ширина	*мм*	2 300	2 800	2 000	1 985	2 100	2 015	1 700	2 000	3 665	2 975	2 200
Высота	*мм*	3 150	3 150	3 100	2 550	3 130	2 970	2 685	3 000	2 960	2 060	3 000
Тип двигателя		Ф	Ф	АМО	ГАЗ	ЗИС	ЗИС	ХТЗ	ЧТЗ	СД-19	СД-19	ЗИС
Мощность	*ЛС*	20	20	60	40	73	73	30	—	140	140	73
Скорость: I ступени	*км/час*	2,45	2,45	5	2,5—5	4,05	4,05	4,5	4,9	5,9	5,9	4,7
II	*км/час*	4,3	4,7	9,4	5,2—12,1	8,35	8,35	5,8	7,9	9,9	9,9	8,3
III	*км/час*	11,5	12	15,2	9,6—22	14,4	14,4	9,5	14	15,2	15,2	16,8
IV	*км/час*	—	—	27	16,5—38	26,6	26,6	—	23	29,4	29,4	31,0
Род топлива		Керосин	Керосин	—	—	Бензин		Керосин		Нефть		Бензин
Расход топлива	*г/ЛС-ч*	350	350	250	250	—	—	400	400	195	195	

НБ УДУНТ (ДИТ)

По наполнении баллонов локомотива известным количеством воздуха, сжатого до высокого, сравнительно, давления — 180—200 *am*, и отключении затем локомотива от этого воздухопровода локомотив приобретает возможность самостоятельно передвигаться по рельсовому пути до истощения запасов сжатого воздуха. Таким образом, указанный тип тяги имеет „аккумуляторный" характер, так как здесь происходит запасание получаемой от стационарной установки энергии, необходимой для передвижения локомотива, а так как в большинстве случаев стационарные компрессоры приводятся в действие электродвигателем, то, в конце концов, затрата энергии на передвижение поездов может быть пересчитана на электроэнергию, потребляемую стационарной установкой от станции.

Таким образом, внимательный читатель мог заметить известную аналогию у этого вида тяги с аккумуляторами электровоза.

Использование сжатого воздуха для передвижения локомотива происходит по одной из приведенных схем.

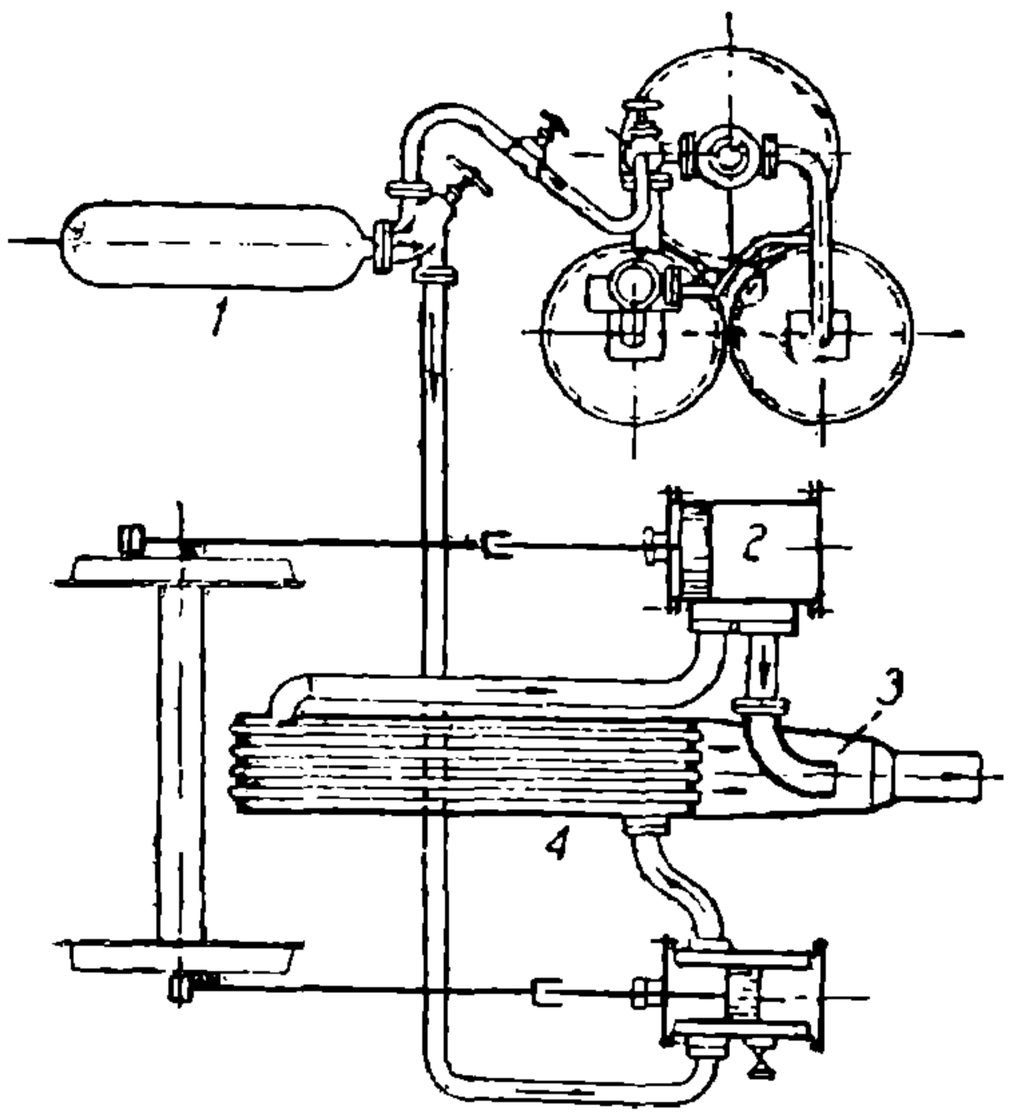


Рис. 209. Схема действия воздуховоза.

На первый взгляд, работа сжатого воздуха в этом локомотиве мало отличается от работы пара в паровозе: также необходимо устройство для подачи воздуха в рабочий цилиндр, также необходимо некоторое воздухораспределение, аналогичное пароraспределению. Но при внимательном рассмотрении термодинамических свойств рабочего агента, каким в данном случае является сжатый воздух, видна существенная разница между работой паровоза и работой воздуховоза. Разница эта заключается в том, что пар из котла паровоза поступает в цилиндр паровой машины, не претерпевая существенных изменений ни в отношении давления, ни в отношении температуры. Между тем, для экономии перевозимого на локомотиве запаса сжатого воздуха последний подвергается очень большому давлению — порядка 180—200 *am*, как было указано выше. Осуществить работу двигателя сжатого воздуха при таком давлении невозможно. Невозможность использования высокого сжатия воздуха для непосредственной работы в цилиндре двигателя приводит к необходимости применения на локомотиве специального устройства — редуктора давления, называемого иногда редукционным клапаном. Этот редуктор служит для того, чтобы, получив из баллона воздух, сжатый до указанных выше величин, создать по другую сторону вентиля рабочее давление в приемлемых, с точки зрения использования его для работы в цилиндре, размерах порядка 16—18 *am*.

Кроме того редуктор выполняет еще одну работу, заключающуюся в том, что в течение рейса рабочие цилиндры воздуховоза по мере расходования сжатого воздуха снабжаются воздухом постоянного давления, несмотря на уменьшение давления в баллонах воздуховоза.

Процесс расширения сжатого воздуха существенным образом отличается от аналогичного процесса при паре. Разница эта заключается в том, что пар представляет собой химическое соединение кислорода с водородом, в то время как сжатый воздух представляет собой механическую смесь кислорода с азотом.

Кроме того и теплоемкость пара и воздуха различна. Вследствие этого как процесс сжатия воздуха, так и процесс расширения его происходит при довольно резком изменении температуры, что, в свою очередь, вызывает наличие некоторых устройств, обеспечивающих оборудование от неприятных последствий этого изменения температуры.

Процесс расширения пара с 16—18 *am* до $1^1/_2$—2 *am* не имеет особо

НБ УлГТУ (ЦИТ)

неприятных явлений, в то время как при расширении воздуха даже в меньших пределах получается падение температуры до недопустимо низких значений; в частности, при расширении воздуха от 12 *ат* до атмосферного давления при начальной температуре его около 400° в конце расширения получается температура, лежащая на несколько градусов ниже нуля, что, конечно, недопустимо. Это вызывает надобность в целом ряде мероприятий по предохранению различных элементов воздуховоза от замораживания.

На воздуховозе сжатый воздух поступает из баллонов в так называемый баллон рабочего давления, откуда он направляется в цилиндр высокого давления, где и осуществляет расширение, производя при этом механическую работу. Однако сжатый воздух, выполнив свою работу в цилиндре высокого давления, не выбрасывается вон, а поступает в подогреватель *4* (аналогично ресиверу паровой машины компаунд), откуда в свою очередь поступает в цилиндр низкого давления *2*, где также расширяется до давления 1½—2 *ат*, и при таком давлении он через выхлопную трубу *3* выпускается наружу. Выхлоп сжатого воздуха в атмосферу совершает процесс, аналогичный тому, который происходит в конусе паровой паровозной машины. При этом совершается засасывание воздуха, пропускаемого через подогреватель *4*, представляющий собой наглухо закрытый цилиндр, сквозь который пропущена трубка, концы которой открыты и сообщаются, таким образом, с окружающей атмосферой.

Вокруг этих трубок и образуется пространство, в котором находится воздух, поступающий из цилиндра высокого давления.

Окружающий воздуховоз воздух, засасываемый выхлопным клапаном *H* проходит через указанные трубки (аналогично горячим газам в дымогарных трубках паровозного котла) и подогревает отработанный в первом цилиндре высокого давления воздух, предохраняя его от замораживания.

В различных конструкциях воздуховозов применяются, вообще говоря, и различные способы решения указанной задачи. Весьма часто приходится прибегать к принципу тройного расширения, когда рабочий процесс осуществляется в три ступени. Соответственно этому в двигателях сжатого воздуха требуются два подогревателя тройного расширения, но роль их в рабочем процессе аналогична рассмотренному выше.

Прежде, в начале развития этого типа локомотивов, подогревание осуществлялось более примитивным способом — различного рода грелками, но при этом терялось одно из главнейших преимуществ этого вида локомотивов, а именно: абсолютная пожарная безопасность.

Если сравнить требуемую для производства сжатого воздуха электроэнергию, затрачиваемую в стационарной компрессорной установке, с той механической работой, которая будет произведена на окружности ведущих колес воздуховоза, то можно убедиться в том, что эта схема преобразования энергии является одной из самых невыгодных. Поэтому воздуховозы имеет смысл применять в тех условиях, где встречается возможность реализовать совершенно специфические выгоды данного рода локомотивов.

Внимательный читатель мог заметить, что характерной особенностью данного типа локомотивов является сравнительно низкая температура выпускаемого воздуха. Есть случаи в практике промышленного транспорта, когда эта особенность является чрезвычайно ценной. При работе в подземных откаточных выработках, при проходке различного рода туннелей и шахт, лежащих сравнительно глубоко в толще земной коры, имеет место довольно высокая температура выработки, затрудняющая работу находящегося там персонала. Кроме того, в этих условиях и сам ограниченный объем выработки приводит к порче воздуха, даже при отсутствии газов и пыли, выделяющихся из горных пород. Вполне очевидно, что при наличии „газовой опасности", т. е. при возможности выделения взрывчатых ядовитых газов в условиях подземных выработок (а также и угольной пыли), чрезвычайно большое значение имеет хорошая вентиляция выработок, что автоматически достигается применением данного рода локомотивов. Воздуховоз имеет

РЕПОЗИТОРИЙ БНТУ

ту особенность, что, кроме работы чисто механического характера, он осуществляет вентиляцию чистым и притом холодным воздухом, что во многих случаях является решающим моментом.

Кроме того, следует заметить, что стоимость самого локомотива (не считая компрессора, стационарной установки и приспособлений, служащих для наполнения его сжатым воздухом) довольно низка, ниже всех остальных типов локомотивов. Это обстоятельство, при учете полной безопасности применения воздуховозов в шахтах, наиболее опасных по газу и пыли, приводит к тому, что во многих случаях этот вид локомотивов представляется незаменимым в определенных условиях и пользуется довольно большим распространением.

Коэфициент полезного действия всей установки чрезвычайно низок, немного выше паровозной. Коэфициент полезного действия системы, считая от мотора компрессора до обода колес воздуховоза, не превышает 10—15%, расход воздуха, приведенного к атмосферному давлению, порядка 5 $м^3/ткм$.

Эти локомотивы характеризуются малой скоростью хода (обычно не более трех метров в секунду), а потому и небольшой производительностью откатки, что определяется отчасти необходимостью частого наполнения баллонов и большим количеством конструктивных элементов, требующих тщательного ухода.

С точки зрения габаритных размеров локомотив этот удовлетворяет довольно строгим требованиям, но видимость пути в случае применения этих баллонов не очень хороша, особенно при локомотивах сравнительно большой мощности, имеющих баллоны емкостью порядка 1000 *л*.

Локомотивы с двигателями сжатого воздуха в Германии строятся трех типов: откаточные, сборочные и лилипуты.

Главнейшие данные об указанных трех типах воздуховозов приведены в таблице 57.

ТАБЛИЦА 57.

Воздуховозы фирмы Demag.

Типы работы воздуховоза	Высота от У. Г. Р. *мм*	*F* *кг*	Мощность *ЛС*	Вес *т*	Баллоны: Число шт.	Баллоны: Емкость *л*	*l* [1] *км*: 150 *ат* *км*	*l* [1] *км*: 175 *ат* *км*
Откаточные	1 075	450	18	6,0	3—4	890	3,8	4,4
	1 098	500		7,5		1 400	6,0	7,0
Сборочные	1 074	200	10	4,5	3	650	3,0	3,5
	1 091	250		5,4		1 090	5,0	5,8
Лилипуты	1 224	150	6	2,2	4	200	1.4	1,7
	1 230	250	8	3,0		320	2,0	2,4

ГЛАВА VI.

ТЯГОВЫЕ РАСЧЕТЫ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К УСЛОВИЯМ ПРОМЫШЛЕННОГО ТРАНСПОРТА.

§ 40. Соображения общего характера.

Тяговыми расчетами называется та отрасль технической науки, которая рассматривает условия движения поезда с целью решения целого ряда чисто практических задач. Следует заметить, что в тяговых расчетах мы встречаемся

[1] Под величиной *l* подразумевается длина свободного пробега в оба конца.

НБ УКУНТ (ДИТ)

целым комплексом чисто теоретических вопросов, справедливых для всякого ода рельсового локомотивного транспорта, что понятно, так как эта категория опросов является не чем иным, как своего рода теоретической механикой локомотивной тяги, справедливость выводов которой базируется на основных предосылках механики.

С другой стороны, целый ряд вопросов, главным образом в отношении использования чисто теоретических соотношений для решения различных проблем практического свойства, существенно связан с особенностями данного рода транспорта и во многом базируется на экспериментальном материале, часто недостаточном.

Кроме того некоторые различия, на первый взгляд чисто количественного порядка, отличающие один род транспорта от другого, во многих случаях так существенно влияют на значимость отдельных факторов, что и сами выводы и результаты, на них основанные, получают резкие отличия; в таких случаях имеет смысл говорить об изменении и качественной стороны явления.

Вопрос осложняется еще и тем обстоятельством, что в виду принципиальной возможности применения для промышленного транспорта, грубо говоря, трех видов тяги — паровой, электрической и мототепловозной — решения различных тяговых задач могут существенно различаться по своей методике в зависимости от рассматриваемого рода тяги.

В дальнейшем изложении мы примем поэтому такую систему — там, где в изложении не оговариваются виды тяги и упоминается просто термин „локомотив", следует понимать, что рассуждения относятся к любому из рассматриваемых нами выше видов тяги и в равной мере остаются для них справедливыми. Уточнение же проблемы относительно особенностей каждого рода и вида тяги будет особо оговариваться.

Подходя к этому вопросу с точки зрения требований, которые предъявляет жизнь к подготовке инженера-строителя и эксплоатационника промышленного транспорта, можно утверждать, что в данных условиях тяговые расчеты сводятся, в главнейшем, к решению следующих задач:

I. По заданному типу локомотива и его тяговым свойствам найти состав поезда (вес прицепных вагонов Q), который данный локомотив может тянуть на заданном предельном подъеме или тронуть с места на известном элементе профиля при некотором ускорении.

II. Обратная задача, заключающаяся в том, что требуется найти по заданной величине состава Q и условиям движения (профиль линии, характеризующийся подъемом i, а также величина ускорения) необходимые для этого тяговые свойства локомотива, т. е. его сцепной вес $P_{сц}$.

III. Тормозная проверка найденного веса локомотива $P_{сц}$ или состава Q, так как во многих случаях необходимость движения по крутому спуску может потребовать определенного соотношения между весом тормозной части поезда и весом тех повозок, которые тормозами не снабжены.

Эти три задачи являются первостепенными в практике проектирования промышленного транспорта, и их приходится решать настолько часто, что желательно насколько возможно упростить вычислительную работу по решению их.

Кроме задач этого характера, приходится сталкиваться с задачами другого рода, несколько более сложными; эти задачи сводятся к определению условий движения поезда по перегону и необходимы для нахождения различных элементов имевшихся скоростей, определения времени хода, расхода энергии в случае электрической тяги, и воды и топлива в случае паровозной и мотовозной тяги. Задачи этого рода в общем требуют уже более детальных сведений о тех условиях, которые имеют место в каждом данном случае, так что в большинстве случаев как тип локомотива, так и его тяговые свойства, а также вес состава должны быть известны и, следовательно, определены предварительно.

Возможность решения перечисленных задач основывается на некотором

НВ УДУНТ (ДИИТ)

принципиальном соотношении, связывающем различные тяговые параметры и носящем название уравнения движения поезда, к выводу и исследованию которого мы сейчас и перейдем.

§ 41. Уравнение движения поезда.

Движение поезда — процесс очень сложный, складывающийся из целого ряда явлений, связанных с движением как всей системы в целом, так и отдельных ее частей. Можно, однако, разделить все явления, происходящие при движении поезда, на движение возмущенного или паразитного (побочного) характера, каким является, например, подергивание локомотива, его качка, валка и виляние, и движение полезное, заключающееся в поступательном движении всей системы в целом, которое можно свести к перемещению центра тяжести поезда на известное расстояние под действием некоторых сил.

Заметим, что побочные, паразитные движения поезда имеют с производственной точки зрения также весьма существенное значение, предопределяя устойчивость подвижного состава, возможность его схода с рельс, износ как рельсового пути, так и ходовых частей и всего подвижного состава в целом. Анализ этого рода движений не является предметом данной дисциплины, так как он чрезвычайно сложен по самой своей природе и до сих пор не доработан до чисто практических результатов в своих приложениях к проблеме тяги на рельсовых путях магистральных железных дорог; тем менее оснований надеяться на успех в решении этих проблем в промышленных условиях, где экспериментальный и аналитический материал, естественно, гораздо скромнее и по количеству данных и по глубине проработки их.

Поэтому при анализе теории движения поезда в условиях промышленного транспорта мы будем рассматривать исключительно полезное поступательное движение поезда, для чего необходимо рассмотреть природу тех сил, под влиянием которых происходит это движение, и прежде всего установить связь их с главнейшими параметрами движения, — а именно со скоростью v, временем t и расстоянием s.

Проще всего установить эту связь из уравнения живых сил.

Не касаясь пока подробного анализа существа сил, действующих на поезд, мы можем их разбить на две группы: силы, противодействующие движению поезда, ΣW, и силы, движущие поезд, F. Очевидно, что равнодействующая этих сил будет равна их алгебраической сумме, а элементарная работа этой равнодействующей на некотором элементе пути будет равна:

$$dA = (F - \Sigma W)\, ds. \tag{39}$$

С другой стороны, живая сила поезда массой M_1, движущегося со скоростью v, будет равна:

$$\mathcal{E} = \frac{M_1 v^2}{2},$$

и приращение этой живой силы $d\mathcal{E}$ будет равно:

$$d\mathcal{E} = \left(\frac{d\mathcal{E}}{dv}\right) dv = M_1 v\, dv.$$

Из основ динамики известно, что приращение живой силы равняется элементарной работе действующих на данную материальную точку сил, почему мы можем найденное для dA выражение приравнять величине $d\mathcal{E}$, откуда имеем:

$$dA = d\mathcal{E}$$

или

$$(F - \Sigma W)\, ds = v M_1 dv.$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

Разделив обе части уравнения на величину ds, мы получим:

$$F - \sum W = M_1 v \frac{dv}{ds}, \tag{40}$$

или, зная что скорость v может быть выражена через отношение приращения пути к приращению времени, т. е.

$$v = \frac{ds}{dt}$$

можем, заменив в найденном выражении скорость, получить другой вид найденного нами уравнения:

$$F - \sum W = M_1 \frac{dv}{dt}. \tag{41}$$

Выведенное выражение носит название уравнения движения поезда: предметом тяговых расчетов и является, с одной стороны, анализ величин, в него входящих, с другой же стороны, разработка приемов для его решения или интегрирования, так как оно по существу является диференциальным.

Заменить массу M ее выражением через P и Q можно было бы по известной из механики зависимости

$$M = \frac{(P + Q)\,10^3}{g}$$

только в том случае, если бы все без исключения части локомотива и вагонов имели только прямолинейное поступательное движение. На самом деле некоторые элементы поезда (колесные скаты с осями и, если они имеются, якори двигателей и зубчатые передачи), по самой сути локомотивной тяги, имеют не только поступательное, но и вращательное движение; следовательно, вся живая сила поезда при учете последнего обстоятельства должна быть несколько больше живой силы поезда того же веса, который стоял бы, например, на полозьях и скатывался по рельсам со спуска с такой же скоростью, как и реальный поезд. Превышение инертности поезда, обусловленное наличием в нем вращающихся масс, можно вывести из живой силы этих последних. Для вычисления живой силы вращающихся масс вспомним следующее: живая сила какого-либо вращающегося вокруг своей оси симметрии тела, например колесной пары, равна, как известно:

$$e = \frac{J\omega^2}{2},$$

где J — величина момента инерции данного тела относительно оси вращения и ω — угловая скорость вращения.

В свою очередь момент инерции J можно представить в виде произведения массы данного тела m на квадрат некоторой величины ρ, которая носит названии радиуса инерции, так что

$$J = m\rho^2,$$

умножая же обе части выражения на g — значение ускорения силы тяжести, получим величину:

$$gJ = gm\rho^2 = p\rho^2,$$

которая носит название веса инерции, так как $p = mg$ равно весу данного тела.

Применяя данное выражение к колесной паре с радиусом круга катания R, мы можем избавиться от угловой скорости вращения ω, так как она равна:

$$\omega = \frac{v}{R},$$

НБ УГЛТУ (ДГТ)

откуда после замены угловой скорости вращения колеса ее выражением через линейную получаем выражение для живой силы вращающейся колесной пары:

$$e = \frac{Jv^2}{2R^2}$$

или

$$e = \frac{p}{2g} v^2 \frac{\rho^2}{R^2}.$$

В поезде же находится, конечно, не одна ось, почему для всех вращающихся колесных пар, имеющих место в данном поезде, мы имеем суммарную живую силу их в виде:

$$\sum e = \sum \frac{Jv^2}{2R^2}.$$

Если бы единственными вращающимися частями в поезде были лишь колеса, то вся живая сила поезда, движущегося поступательно со скоростью v и, кроме того, имеющая живую силу вращающихся частей Σe, была бы равна:

$$\mathcal{E} + \sum e = \frac{Mv^2}{2} + \sum \frac{Jv^2}{2R^2},$$

что можно переписать в таком виде:

$$\mathcal{E} = \frac{Mv^2}{2}\left(1 + \sum \frac{J}{MR^2}\right). \qquad (42)$$

Поэтому в выражении для живой силы поезда можно заменить произведение массы M на величину, стоящую в скобках, некоторой „эффективной“ массой M_1, т. е можно написать:

$$\mathcal{E} = \frac{M_1 v^2}{2},$$

где величина новой эффективной массы M_1, учитывающей эффект вращения некоторых масс, в данном случае колесных пар:

$$M_1 = M(1 + \gamma), \qquad (43)$$

где в свою очередь

$$1 + \gamma = \left(1 + \sum \frac{J}{MR^2}\right)$$

носит название коэфициента влияния вращающихся масс или, проще, коэфициента инерции. Символическое выражение этого коэфициента $(1 + \gamma)$ показывает, что эта величина всегда больше единицы.

Вспоминая то, что было изложено относительно выражения момента инерции через радиус инерции, мы можем написать выражение для коэфициента инерции несколько в ином виде, более удобном для практических целей. Так как масса поезда (чисто гравитационная) равна

$$M = \frac{P + Q}{g} 10^3$$

и для каждой отдельной колесной пары

$$\frac{Jg}{R^2} = \frac{p\rho^2}{R^2},$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

то выражение для коэфициента инерции принимает вид:

$$(1+\gamma)=1+\frac{\sum p\frac{\rho^2}{R^2}}{(P+Q)}, \tag{44}$$

откуда видно, что если известно значение веса вращающейся части p в тоннах и отношение радиуса инерции ее к радиусу круга катания колеса, то значение коэфициента инерции для данного поезда весом $P+Q$ тонн может быть без труда вычислено.

Прежде чем перейти к численным значениям коэфициента инерции, мы заметим, что в зависимости от того, в каких единицах мы будем выражать в уравнении движения поезда

$$F+\sum W=\frac{10^3(P+Q)}{g}(1+\gamma)\frac{dv}{dt}$$

ускорение поезда, в тех же единицах необходимо выразить и ускорение силы тяжести.

Так, например, если ускорение поезда мы будем выражать в метрах в *сек.* в *сек.* (*м/сек*^{2}) [1], то ускорение силы тяжести мы должны принять равным 9,81; в случае же применения в качестве единицы для скорости поезда километра в час, ускорение его в некоторых случаях удобнее всего выражается в *км* в *час* в *час* (*км/час*^{2}), и тогда необходимо и ускорение силы тяжести выразить в таких же единицах.

Тогда ускорение силы тяжести примет такую величину:

$$g=9{,}81\ \ м/сек^2=\frac{9{,}81\cdot 3600^2}{1000}\ \ км/час^2=127\ \ \ 10^3\ \ км/час^2.$$

Удобно в уравнении движения поезда свести все постоянные коэфициенты в один, т. е. представить его в таком виде:

$$F-\sum W=\frac{P+Q}{\zeta}(1+\gamma)\,a,$$

где

$$a=\frac{dv}{dt},$$

причем $\zeta=1:102$ для измерения ускорения в *м/сек*^{2} или $\zeta=127$ для измерения ускорения в *км/час*^{2}.

Определим теперь численные значения коэфициента вращающихся масс $(1+\gamma)$.

Следует иметь в виду, что в основное уравнение движения поезда мы должны подставить величину коэфициента влияния вращающихся масс $(1+\gamma)$ в виде некоторой общей средней величины для всего поезда. Между тем, в состав поезда всегда будут входить различные по своему устройству повозки, как, например, вагоны и локомотив, коэфициенты инерции которых различны по своей величине. Не трудно вычислить эту среднюю для всего поезда величину коэфициента инерции, если мы обозначим через $(1+\gamma_P)$ коэфициент инерции локомотива и через $(1+\gamma_Q)$ коэфициент инерции вагонов. Тогда для всего поезда

$$1+\gamma=(1+\gamma_P)\frac{P}{P+Q}+(1+\gamma_Q)\frac{Q}{P+Q}.$$

[1] Что имеет место при измерении скорости хода поезда в метрах в секунду.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Величины коэфициентов влияния вращающихся масс хорошо известны для нормального прицепного подвижного состава и локомотивов магистральных железных дорог широкой колеи.

Попытаемся определить хотя бы порядок этих величин для повозок, обращающихся на путях узкой и широкой колеи промышленного транспорта. Прежде всего очевидно, что инертные свойства колес вагона не меняются с его нагрузкой, в то время как масса его прямо пропорциональна общему весу вагона. Это обстоятельство должно понизить значение $(1+\gamma)$ для груженого вагона и повысить его для порожнего. Кроме того, на откаточных путях промышленного транспорта можно встретить вагонетки и локомотивы как очень небольшого, так и довольно значительного веса. Вследствие этого мы дадим здесь значения $(1+\gamma)$ для крайних значений повозок — для малых и больших.

Автор вычислил значение коэфициента инерции для очень небольшой опрокидной вагонетки емкостью около 1,5 $м^3$ Британской фирмы Victory Side Tip; относительно этой повозки были известны такие размеры колес и вращающихся частей, которые позволили определить их радиусы инерции, что в результате привело к следующим цифрам:

для порожней вагонетки

$$1+\gamma_Q = 1{,}09;$$

для груженой вагонетки

$$1+\gamma_Q = 1{,}025 \approx 1{,}03.$$

Для большегрузных же вагонов метровой колеи с автоматическим опрокидыванием с помощью сжатого воздуха емкостью 16 $м^3$ и грузоподъемностью около 32 $т$ при таре (собственном весе) вагона 16,5 $т$ с двумя двухосными тележками при диаметре колес около 650—850 $мм$ мы имеем вес одной колесной пары 700 $кг$ или 0,7 $т$, что дает величину коэфициента инерции:

для порожнего вагона

$$1+\gamma_Q = \frac{16{,}5 + 4 \times 0{,}7 \times 0{,}5}{16{,}5} = 1{,}085;$$

для груженого вагона

$$1+\gamma_P = \frac{16{,}5 + 32 + 4 \times 0{,}7 \times 0{,}5}{16{,}5 + 32} = 1{,}03.$$

Приведенные цифры настолько близки между собою, несмотря на то, что относятся они к совершенно различным повозкам, что позволительно считать эти величины общими во всех случаях и для других вагонов промышленного транспорта без особых погрешностей. Лишь для вагонов очень большой емкости, предназначенных для перевозки руды, бурого угля с опоражниванием через люки (хопперы-гондолы широкой колеи), в виду их большой подъемной силы (50—60 $т$), можно считать, что коэфициент инерции их в груженом состоянии меньше выведенного, т. е. порядка 1,01—1,02.

Локомотивы же имеют, как правило, коэфициент инерции гораздо больший, причем наиболее высоких значений $(1+\gamma_P)$ следует ожидать для электровозов, так как вращающиеся массы (якори электродвигателей, зубчатки) гораздо значительнее, чем в мотовозах и, в особенности, в паровозах:

для паровозов от 40 до 80 $т$	$1+\gamma_P = 1{,}06 \approx 1{,}04$
„ „ 6 „ 15 „	$1+\gamma_P = 1{,}08 \approx 1{,}06$
мотовозов 20 $т$ или 180—200 $ЛС$	$1+\gamma_P = 1{,}06 \approx 1{,}07$
малых мотовозов 6—10 $т$ или 30—50 $ЛС$	$1+\gamma_P = 1{,}08 \approx 1{,}10$
малых электровозов 6—10 $т$	$1+\gamma_P = 1{,}18 \approx 1{,}24$
больших 30—60 $т$	$1+\gamma_P = 1{,}12 \approx 1{,}20$

НТБ УДУНТ (ДИТ)

В промышленном транспорте не редки случаи, когда P равно 0,25—0,2 от веса поезда $(P+Q)$, и случаи, когда P равно 0,1 $(P+Q)$ являются возможными только в очень благоприятных по характеру профиля условиях. Поэтому можно заранее наметить грубые пределы для значения коэфициента инерции груженых поездов, необходимые иногда для таких предварительных расчетов, когда точное значение сцепного веса локомотива неизвестно и даже не может быть известно.

Для очень благоприятных тяговых условий:

$$1+\gamma = 1{,}18 \cdot 0{,}1 + 1{,}02 \cdot 0{,}9 = 1{,}04.$$

Для неблагоприятных тяговых условий:

$$1+\gamma = 1{,}18 \cdot 0{,}2 + 1{,}02 \cdot 0{,}8 = 1{,}05.$$

Для порожнего поезда, вес которого обычно состоит только из веса тары вагонов и веса локомотива, соотношения меняются, и коэфициент инерции увеличивается, достигая в этом случае:

для очень благоприятных тяговых условий:

$$1+\gamma = 1{,}18 \cdot 0{,}2 + 1{,}08 \cdot 0{,}8 = 1{,}10;$$

для неблагоприятных условий профиля:

$$1+\gamma = 1{,}18 \cdot 0{,}4 + 1{,}08 \cdot 0{,}6 = 1{,}12.$$

Подставив величину $1+\gamma$ в уравнение движения поезда

$$F - \sum W = \frac{(P+Q)\,10^3}{g}(1+\gamma)\frac{dv}{dt} \qquad (*)$$

и зная инертные и весовые свойства повозок, приведенные выше, не трудно вычислить в каждом отдельном случае значения величины ζ.

Следует заметить, что приведенное уравнение движения поезда относится к случаю движения поезда при наличии силы тяги, т. е. к тому случаю, когда двигатели локомотива работают и развивают некоторую силу тяги.

Однако на практике имеют место случаи, когда поезд движется б е з с и л ы т я г и (в электровозах, например, двигатели выключены — движение без тока, в мотовозах прекращен доступ горючего в цилиндры или мотор совсем отсоединен от привода ведущих осей, в паровозах же — закрыт регулятор), т. е. при выключенных двигателях, когда, очевидно, сила тяги F отсутствует. В этом случае имеет место в ы б е г поезда под действием лишь сил сопротивления и под влиянием силы инерции поезда.

Этот частный случай уравнения движения поезда легко получить из уравнения (*), положив $F=0$.

Тогда уравнение движения поезда при выбеге примет вид:

$$-\sum W = \frac{10^3\,(P+Q)}{g}(1+\gamma)\,a. \qquad (45)$$

Требования безопасности движения поезда сводятся к достаточно быстрой остановке его в случае надобности, что приводит к необходимости не только выключения двигателей (т. е. уничтожения силы тяги F), но и развития особых сил сопротивления нарочито большей величины путем приведения в действие той или иной системы тормозов. Развивающаяся при этом дополнительная сила сопротивления $B_к$ килограммов имеет знак, обратный силе тяги и одинаковый с величиной основного сопротивления поезда, почему уравнение движения поезда в случае торможения можно переписать так:

$$-B_к - \sum W = \frac{(P+Q)\,10^3}{g}(1+\gamma)\frac{dv}{dt}. \qquad (46)$$

НТБ УДУНТ (ДИИТ)

Рассматривая полученные нами уравнения движения поезда в абсолютных величинах, где действующие на поезд силы выражены в килограммах, мы видим, что оно для трех наиболее характерных случаев движения поезда имеет следующий вид:

для движения при наличии силы тяги:

$$F - \sum W = \frac{P+Q}{\zeta} \frac{dv}{dt}; \tag{47}$$

для движения без силы тяги:

$$-\sum W = \frac{P+Q}{\zeta} \frac{dv}{dt}; \tag{48}$$

для движения при торможении:

$$-B_к - \sum W = \frac{P+Q}{\zeta} \frac{dv}{dt}. \tag{49}$$

Как видно из этих трех видов основного уравнения движения, у них имеется общий член ΣW, поэтому мы и обратимся ко второму члену левой части уравнения, т. е. к величине суммы сил сопротивления, действующих на поезд.

§ 42. Сопротивление движению поезда.

Не касаясь пока существа вопроса о природе этой величины, разделим все силы сопротивления, действующие на поезд, на две группы:

1) силы сопротивления, зависящие от продольного профиля и трассы пути;

2) силы сопротивления, не зависящие от этих факторов.

Первая группа сил сопротивления зависит от подъема и кривой; вторая же учитывает те сопротивления, которые по самой сути нашей классификации имеют место при движении поезда на прямой и площадке. Иногда последнюю группу именуют основным сопротивлением поезда.

Таким образом:

$$\Sigma W = W_i + W_0.$$

Сопротивление от подъема и кривой W_i можно с большой степенью точности считать пропорциональным весу поезда и величине подъема $i_ф$ в тысячных, т. е.

$$W_i = i_ф (P+Q), \tag{50}$$

где величина подъема $i_ф$ включает в себя и сопротивление от кривой, что подробнее будет разобрано ниже.

Основное сопротивление поезда, или сопротивление на прямой и площадке, можно также считать зависящим в первую очередь от веса поезда, т. е. положить:

$$W_0 = w (P+Q), \tag{51}$$

где величина w обозначает удельное сопротивление поезда на прямом и горизонтальном пути и выражается в килограммах на тонну веса поезда ($кг/т$). О зависимости величины w от других факторов и о значениях этой величины для различных повозок, обращающихся на рельсовых путях промышленного транспорта, мы будем говорить подробнее в соответствующей главе этой работы.

Таким образом мы можем переписать уравнение движения поезда в следующем виде, подставив найденные нами зависимости для сил сопротивления:

$$F - w (P+Q) - i_ф (P+Q) = \frac{P+Q}{\gamma} \frac{dv}{dt}.$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

Разделив обе части полученного уравнения на значение веса поезда $(P+Q)$, мы получим следующий вид основного уравнения движения поезда:

$$\frac{F}{P+Q} - w - i_{\phi} = \frac{1}{\zeta}\frac{dv}{dt},$$

или, обозначая через

$$f = \frac{F}{P+Q},$$

будем иметь:

$$f - w - i_{\phi} = \frac{1}{\zeta}\frac{dv}{dt}. \qquad (52)$$

Подобным же образом, положив вместо тормозной силы B соответствующую ей величину

$$b_{\kappa} = \frac{B}{P+Q},$$

получим уравнение движения поезда при торможении:

$$-b_{\kappa} - w - i_{\phi} = \frac{1}{\zeta}\frac{dv}{dt} \qquad (53)$$

и для выбега:

$$-w - i_{\phi} = \frac{1}{\zeta}\frac{dv}{dt}. \qquad (54)$$

В этом виде уравнение движения поезда написано в удельных величинах вместо абсолютных, так как все величины выражены в килограммах на тонну веса поезда, что, как мы увидим далее, представляет много преимуществ при решении различных тяговых задач, встречающихся на практике.

Вернемся к структуре удельного сопротивления движению поезда

$$\frac{\Sigma W}{P+Q} = i + i_{\kappa} + w,$$

где все величины в правой части выражены в килограммах на тонну или в тысячных, и рассмотрим отдельные составные элементы его. Сопротивление от слагающей силы тяжести i может быть либо положительное — в случае подъема, либо отрицательное — в случае спуска. Оно известно из продольного профиля пути и учитывается весьма просто; что же касается второго члена i_{κ}, учитывающего увеличение сопротивления при движении поезда в кривых частях пути, то эта величина нуждается в некотором освещении, так как в условиях промышленного транспорта приходится почти всегда прибегать к кривым очень малых радиусов, так что этот вопрос имеет серьезное значение именно для данной отрасли транспорта.

Как отдельная повозка, так и система повозок — поезд при движении по закруглению рельсового пути — испытывают дополнительные сопротивления, вызываемые прохождением колесных скатов по радиусам различной величины. При этом очевидно, что длина пути, проходимого колесом по внешней нитке рельса, должна быть больше, чем длина пути, проходимая другим колесом той же оси по внутренней нитке, вследствие чего при глухой насадке обоих колесных центров на ось произойдет некоторое проскальзывание колес, вызывающее, очевидно, потери на трение и, следовательно, создающее некоторое дополнительное сопротивление движению по сравнению с тем, которое повозка имеет на прямом пути. Это сопротивление движению на кривых i_{κ}, строго говоря, зависит от многих факторов,

НБ УГЛТУ (ЦНТ)

из которых обычно наиболее существенными являются следующие: жесткая база повозки, радиус кривой и ширина колеи.

Не производя специального анализа этого вопроса, можно все же утверждать, что с увеличением жесткой базы повозки будет увеличиваться сопротивление в кривой; равным образом и увеличение ширины колеи будет действовать в том же направлении, так как чем шире колея, тем труднее будет колесным парам повозки установиться радиально, и тем бóльшая разница получится в проходимых внутренним и внешним колесами расстояниях.

Следует заметить, что применяемая иногда в подземных условиях с целью уменьшения указанного явления свободная насадка одного колеса на ось на открытых путях промышленного транспорта не имеет применения, так как повозки здесь устраиваются с этой точки зрения так же, как и на магистральных железных дорогах.

С другой стороны, нужно иметь в виду также и то обстоятельство, что подвижной состав промышленного транспорта в большинстве случаев имеет меньшую жесткую базу, чем на магистральных железных дорогах. Влияние уменьшения базы благоприятно сказывается на величине сопротивления в кривых $i_к$ и должно быть учтено при выборе формул для расчета этой величины.

Вследствие этого, переходя к численным значениям сопротивления в кривых на рельсовых путях промышленного транспорта, мы должны отказаться даже для тех предприятий, где откаточные пути имеют широкую колею, от формул, применяемых на магистральных железных дорогах.

Эти формулы, как например наиболее популярная в практике магистральных железных дорог СССР, так называемая Брауншвейгская

$$i_к = \frac{750}{R}, \tag{55}$$

дают при малых радиусах, порядка 75—50 *м*, настолько преувеличенные значения, что пользоваться ими никоим образом не следует. Объясняется это обстоятельство тем, что все такие формулы — эмпирические, т. е. основаны на результатах некоторых экспериментов и, естественно, справедливы лишь для тех условий, которые имели место при производстве этих экспериментов.

Иначе говоря, формулы эти дают приемлемые результаты лишь для кривых радиусом не меньше 200—150 *м* и для подвижного состава со значительно большей базой, чем применяемые в отдельных случаях промышленного транспорта вагоны на тележках.

Специальные опыты над сопротивлением от кривых чрезвычайно малых радиусов на трамваях и метрополитенах показали, что даже при широкой колее сопротивление на кривых радиусом 25—50 *м* значительно меньше, чем получаемое по формулам, выведенным для магистральных железных дорог.

Наиболее простой и подходящей к условиям рельсового пути открытых разработок следует признать формулу Блонделя:

$$i_к = \frac{350s}{R}, \tag{56}$$

где s обозначает ширину колеи в метрах, а R — попрежнему радиус кривой в тех же единицах.

Если известна кроме ширины колеи и база повозки e, то тогда можно пользоваться зависимостью, приведенной в Siemens Handbuch (Elektrische Bahnen):

$$i_к = \frac{l}{R}\,180 \text{ для колеи } 750 \text{ мм} \tag{57}$$

$$i_к = \frac{l}{R}\,100 \text{ для широкой колеи.} \tag{58}$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

Формула Блонделя, следовательно, приобретает для стандартных величин ширины колеи 750, 1000 и 1524 *мм* следующие значения:

для узкой колеи:

$$s = 0{,}75 \text{ м} \quad i_к = \frac{265}{R}; \tag{59}$$

для метровой колеи:

$$i_к = \frac{350}{R}; \tag{60}$$

для широкой колеи:

$$i_к = \frac{525}{R}. \tag{61}$$

Кроме того, некоторые иностранные фирмы, изготовляющие подвижной состав для открытых разработок, пользуются для определения величины $i_к$ (в *кг*) таблицей 58.

Шахтстроем в 1934 г. было произведено опытное определение $i_к'$ для глухих угольных (стандартных) двухтонных вагонеток, в результате которого удалось вывести формулу:

$$i_к' = \frac{135}{R}. \tag{62}$$

ТАБЛИЦА 58.

Значения $i_к$ для различных радиусов.

Радиус кривой *м*	Ширина колеи в *мм*			
	1000	900	750	600
200	2,5	2,15	1,85	1,03
100	5,6	4,7	3,90	2,1
50	15	11,4	8,75	4,44
30	45	26,5	17,5	8
20	—	80	35	13,3
10	—	—	—	40

Как видно из приведенных формул, получаемые на основании их значения удельного сопротивления от кривой колеблются в довольно широких пределах, что отчасти зависит и от существа самой проблемы, зависящей, в свою очередь, от многих факторов, с трудом поддающихся учету.

Вопрос относительно дополнительного сопротивления движению в кривых осложняется тем, что на установку повозки в кривой влияет центробежная сила, зависящая от квадрата скорости. На это автор указывал еще около десяти лет назад, базируясь, кроме чисто теоретических соображений, на некоторых американских экспериментах [1].

Опыты, производившиеся ВНИИПТ в 1935 г. над узкоколейным подвижным составом (вагонами и паровозами), подтвердили эти соображения, как можно видеть из кривых, изображенных на рис. 210.

Впрочем, абсолютное влияние ошибки, сделанной при выборе формулы сопротивления в кривой, очень невелико, так как обычно длина кривых составляет небольшой процент от общей длины участка.

Если длина спрямляемого элемента — L и средний геометрический подъем — i, а длина кривой радиуса — $R_1, R_2, \ldots, R_n$ соответственно $l_1, l_2, \ldots, l_n$ и известна зависимость сопротивления единицы длины кривого пути $i_к = \frac{A}{R}$, то средний расчетный подъем данного элемента будет:

$$i_ф = i_m + i_к' = i_m + \sum_1^n \frac{Al_n}{RL}.$$

[1] См. литографированный курс лекций автора „Электрификация железных дорог", ч. 1, Тяговые расчеты, ЛЭТИ, 1930.

НБ УДУНТ (ДИТ)

В том случае, когда известны центральные углы кривых, вычисление $i_к$ значительно облегчается, так как в случае пользования для сопротивления в кривых зависимостями вида

$$i_к = \frac{A}{R}$$

валовое сопротивление, очевидно, не зависит от радиуса кривой, а только от центрального угла.

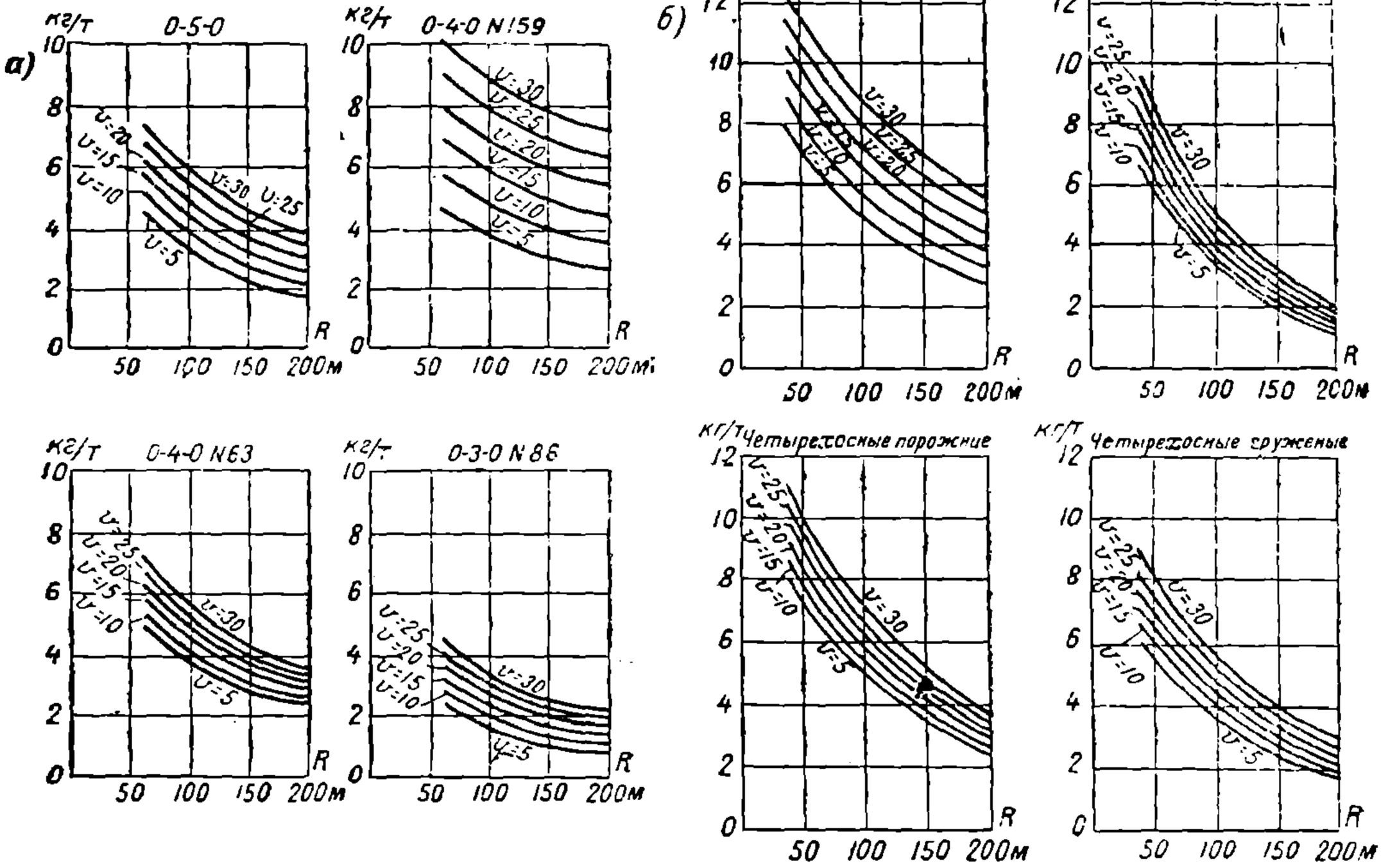


Рис. 210. Кривые сопротивления движению.

При принятии предположения, что сопротивление кривой на единицу длины ее обратно пропорционально радиусу

$$i_к = \frac{A}{R},$$

легко показать, что работа этих сил сопротивления на всем закругленном участке не зависит от радиуса и прямо пропорциональна центральному углу α. Очевидно, что этот угол α связан с радиусом R и длиной кривой $i_к$ следующим уравнением:

$$l_к = \frac{2\pi R}{360}\alpha.$$

Работа на тонну веса поезда

$$i_к l_к = \frac{A}{R} \cdot \frac{2\pi R}{360}\alpha = A\alpha\frac{2\pi}{360};$$

отсюда поправка на дополнительное сопротивление кривых $\Delta i_к$, прибавляемая к значению среднего подъема i_m участка L, имеющего длины кривых $l_к', l_к'', \ldots, l_к^{n}$

НБ УГЛУНТ (ДПТ)

радиусов R_1, R_2, ..., R_n при центральных углах α_1, α_2, ..., α_n получается в виде:

$$\Delta i_к = \frac{1}{L}\frac{A2\pi}{360}\sum\alpha,$$

т. е. непосредственно путем суммирования всех центральных углов кривых данного элемента профиля, что, конечно, гораздо проще.

Перейдем теперь к основному удельному сопротивлению подвижного состава промышленного транспорта на прямом и горизонтальном пути.

По принятым в настоящее время в железнодорожной технике взглядам основное сопротивление движению состоит из трех компонентов: сопротивления рельсового пути, внутреннего сопротивления подвижного состава и сопротивления среды, в данном случае — воздуха.

Сопротивление движению воздуха для условий промышленного транспорта в большинстве случаев не имеет существенного значения, так как, завися от формы и квадрата скорости движущегося тела, оно становится ощутительным лишь для значений скорости начиная с 35—40 *км/час* и выше. Серьезное же влияние этот компонент общего сопротивления приобретает лишь при скоростях около 50—60 *км/час*, т. е. при таких значениях скорости, которые, как известно, вряд ли могут иметь место в данном виде транспорта.

Составляющая, которая учитывает сопротивление пути для промышленного транспорта, будет иметь серьезное значение особенно для передвижных небалластированных путей, которые имеют очень неправильные очертания как в продольном профиле, так и в плане.

Компонент, который учитывает внутреннее сопротивление повозки, очевидно, должен зависеть от устройства самой повозки и, в особенности, от устройства ее ходовых частей.

Следует отметить, что указанные отдельные составляющие имеют больше теоретическое, чем практическое значение, так как на самом деле невозможно составить такую формулу, которая учитывала бы влияние каждого из указанных факторов в отдельности достаточно надежно для повозок различного устройства, обращающихся к тому же в таких разнообразных условиях, какие имеют место в рельсовом транспорте различных промышленных предприятий.

По роду и устройству подвижного состава, очевидно, также будет иметь место различие между легким узкоколейным подвижным составом емкостью от 1,5 до 3 кубометров с малой базой, без рессор, малыми диаметрами колес и мощным подвижным составом, грузоподъемностью начиная от 10—15 $м^3$ и выше, с колесами нормальных диаметров, с поворотными тележками при наличии рессорного подвешивания.

Переходя к численным значениям удельного сопротивления на прямом и горизонтальном пути для различных повозок и случаев движения на путях промышленного транспорта, укажем, что для узкоколейного подвижного состава рудничного типа в подземных условиях удельное сопротивление принимается в большинстве случаев постоянным.

На основании опытов, произведенных и опубликованных Carnegie Inst. of Technology и Bureau of Mines USA, были получены следующие данные (см. табл. 59).

Из приведенных в табл. 59 данных видно, что для роликовых и шариковых подшипников удельное сопротивление движению при трогании с места меньше отличается от ходового, чем для подшипников трения, когда величина w при трогании с места в два слишком раза превышала ходовое значение.

В этом, по существу, и заключаются тяговые выгоды применения подшипников качения перед обычными.

Американские экспериментаторы обследовали также вопрос относительно влияния состояния пути. Испытания инж. Бэкера (Baker) показали, что сопротивление вагонеток весом около 3 *т* на совершенно чистом пути равно 19 фунтам на тонну, или 9,5 *кг/т*; тот же путь, но покрытый слоем пыли толщиной около

НБ УДУНТ (ДГТУ)

ТАБЛИЦА 59.

Американские данные об удельном сопротивлении движению.

Устройство и род подшипников	Удельное сопротивление движению			
	при трогании с места		при установившемся движении	
	фунты на тонну	*кг/т*	фунты на тонну	*кг/т*
Шариковые (колеса литые необработанные)	24	12	12	6
Роликовые	6	3	5	2,5
Роликовые .	8	4	9,5	4,75
Упрощенные роликовые	9	4,5	15	7,5
Колеса, свободно вращающиеся на глухой оси . .	35	17,5	18	9
Колеса, насаженные наглухо на ось, — подшипники трения .	65	32,5	32	16

3 *мм* ($^1/_8''$), дал уже большее значение для $w = 28$ фунтам на тонну, или 14 *кг/т*; покрытый слоем раздробленного камня (той же толщины) путь представил сопротивление $w = 40$ фунтам на тонну, или 20 *кг/т*.

Таким образом, состояние пути дает более чем двукратное увеличение удельного сопротивления движению, что особенно важно было выяснить для подземных и даже открытых откаточных путей, где вероятность засыпки рельсового пути более или менее крупными обломками породы весьма значительна, особенно при наличии взрывных работ поблизости от внутрикарьерных откаточных путей.

В Германии для малых подземных вагонеток, грузоподъемностью от 0,5 до 0,75 *т* угля или до 1 *т* руды, w считается различным в зависимости от устройства подшипников и принимается:

при шариковых подшипниках $w = 4 \div 8$ *кг/т*,
при роликовых подшипниках $w = 8 \div 12$ *кг/т*,
при обычных подшипниках $w = 12 \div 22$ *кг/т*.

Что же касается до советской практики, то, согласно материалам Гипрошахта, при составлении проектов рудничной подземной откатки разделяют удельное сопротивление на следующие случаи.

Ходовое сопротивление груженых вагонеток:

при роликовых подшипниках $w = 6 \div 10$ *кг/т*,
при обычных подшипниках $w = 10 \div 20$ *кг/т*.

Пусковое сопротивление (при трогании с места) принимается в 1,5 раза выше ходового для роликовых (9—15 *кг/т*) и в 2 раза для обычных (иначе говоря, 20—40 *кг/т*).

Данные эти ничего не говорят о влиянии веса, но обычная практика установилась в том отношении, что верхняя цифра w берется для малых (0,5—0,75 *т*), а нижняя — для больших (1—2 *т*) вагонеток.

Кроме того, в 1934 г. на основании опытных исследований в Донбассе установлены следующие значения удельного сопротивления движению для стандартных глухих вагонеток:

а) однотонная груженая 7,5 *кг/т*,
б) однотонная порожняя 9,5 *кг/т*,
в) двухтонная груженая 6,5 *кг/т*,
г) двухтонная порожняя 8,5 *кг/т*.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Для узкоколейного подвижного состава промышленного транспорта сопротивление движению на прямом и горизонтальном пути, находящемся на поверхности и балластированном, можно принимать на основании опытов ВНИИПТ согласно кривым рис. 211, где семейство кривых относится к двухосным (*а*) и к четырехосным (*б*) вагонам колеи 750 *мм*. Данные эти можно представить и в аналитическом виде.

Тогда получим следующие формулы:

порожние вагоны о двух осях с подшипниками скольжения	$w = 2{,}6 + 0{,}2\,v + 0{,}00375\,v^2$
те же, но груженые	$w = 3{,}3 + 0{,}128\,v + 0{,}0021\,v^2$
четырехосные порожние	$w = 1{,}23 + 0{,}195\,v + 0{,}00375\,v^2$
четырехосные груженые	$w = 1{,}9 + 0{,}0855\,v + 0{,}00242\,v^2$

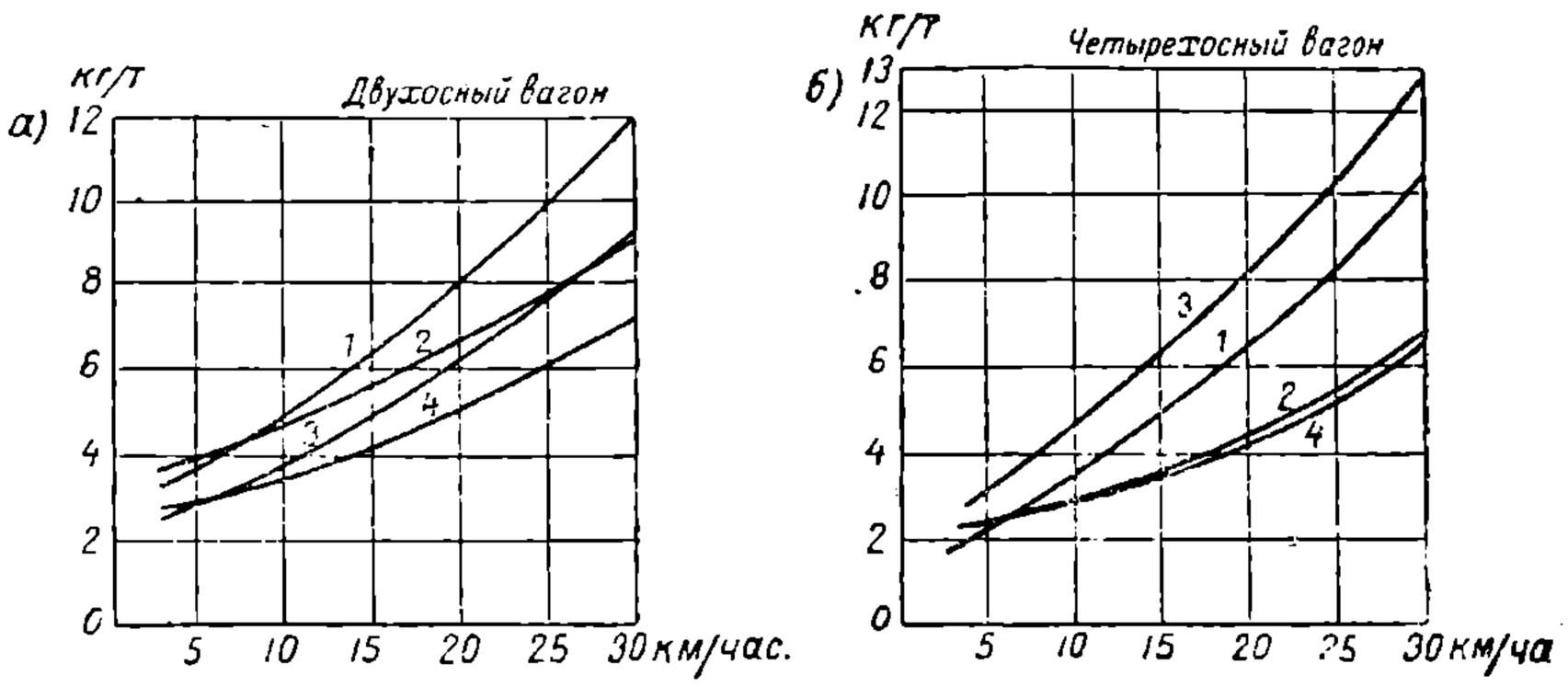


Рис. 211. Кривые сопротивления движению.

Формулы, предлагаемые ВНИИПТ, построены из трех членов, иначе говоря, в излюбленной германскими источниками форме. Три коэфициента дают возможность точнее подогнать уравнение к кривой, но, с другой стороны, несколько усложняют вычисления.

Для упрощения расчетов вполне возможно несколько изменить предлагаемые результаты, превратив их в двучленные, линейного вида.

По мнению автора, удобнее результаты экспериментов ВНИИПТ выразить в следующем виде:

1) для вагонов двухосных, с подшипниками скольжения, порожних:

$$w = 2 + \frac{v}{3}; \tag{63}$$

2) то же, но для груженых:

$$w = 3 + \frac{v}{5}; \tag{64}$$

3) порожние двухосные, роликовые подшипники:

$$w = 1{,}8 + \frac{v}{4}; \tag{65}$$

4) груженые двухосные, роликовые подшипники:

$$w = 2{,}2 + \frac{v}{6}; \tag{66}$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

5) четырехосные вагоны (полувагоны) груженые:

$$w = 1{,}70 + \frac{v}{6}; \tag{67}$$

6) то же, порожние:

$$w = 1 + \frac{v}{3}; \tag{68}$$

7) платформы груженые:

$$w = 2 + 0{,}12\ v; \tag{69}$$

8) платформы порожние:

$$w = 1{,}3 + 0{,}38\ v. \tag{70}$$

Специально по определению w для опрокидных вагонов в СССР, насколько известно, опытов не производилось, но в Германии были произведены эксперименты, на основании которых инж. И. Энгель (I. Engel) дает для саморазгружающихся опрокидных вагонов, емкостью от 1 до 20 $м^3$, следующую формулу:

$$w = 2{,}3 + 0{,}0056\ v^2 + \frac{16{,}3}{q_m + 0{,}31}, \tag{71}$$

где q_m — емкость вагона в метрах, а v — скорость в *км/час*.

Для ширококолейного же подвижного состава существует весьма популярная формула Балдвина:

$$w = 1{,}5 + \frac{v}{20} \tag{72}$$

для малых скоростей (от 10 до 25 *км/час*), учитывающая грубо сопротивление поезда вместе с локомотивом.

Отдельно сопротивления обычных товарных двухосных вагонов учитывают по следующей формуле:

$$w = 1{,}4 + 0{,}002\ v + \frac{0{,}5}{q}\ v, \tag{73}$$

где q — вес вагона вместе с нагрузкой в тоннах.

Для вагонов на тележках:

$$w = \frac{v + 65}{12 + 0{,}55\ q}, \tag{74}$$

где q имеет прежнее значение.

По этой (так называемой Иллинойской) формуле можно определять впредь до подробных экспериментов удельное движение хопперов и особо мощного и емкого специального подвижного состава.

Переходя к рассмотрению значений удельного сопротивления локомотивов, имеющих применение в откатке на открытых разработках, мы должны указать, что в этом отношении мы имеем еще менее удовлетворительное положение, чем для вагонов.

Сопротивление движению локомотива (w_p) еще в большей степени зависит от конструкции его и следовательно от типа и устройства ходовых частей, передаточного механизма, типа (а следовательно и рода) двигателей и, кроме того, от условий его движения. Во-первых, и род пути, по которому данный локомотив движется, должен оказать свое влияние, так как очевидно, что все то, что было сказано выше о причинах увеличения сопротивления движению вагонов на карьерных передвижных путях, остается в силе и для локомотивов; во-вторых, даже на одном и том же пути сопротивление локомотива будет существенно разниться в зависимости от того, движется ли локомотив под действием разви-

НВ УДУНТ (ДГТ)

ваемой им силы тяги или сила тяги отсутствует (случай выключения тока в электровозе, закрытого регулятора в паровозе и прекращения доступа горючего в мотовозе).

При наличии силы тяги потери в передаточном механизме должны войти в учет при получении расчетной кривой силы тяги локомотива на окружности его колес; при отсутствии ее эти потери остаются (а иногда, как например в случае паровоза и мотовоза, увеличиваются по своей величине), и тогда сопротивление локомотива должно возрасти на величину этих потерь.

Однако в уравнении движения поезда и вообще в тяговых расчетах нас интересует величина среднего удельного сопротивления поезда w, связанная с ве-

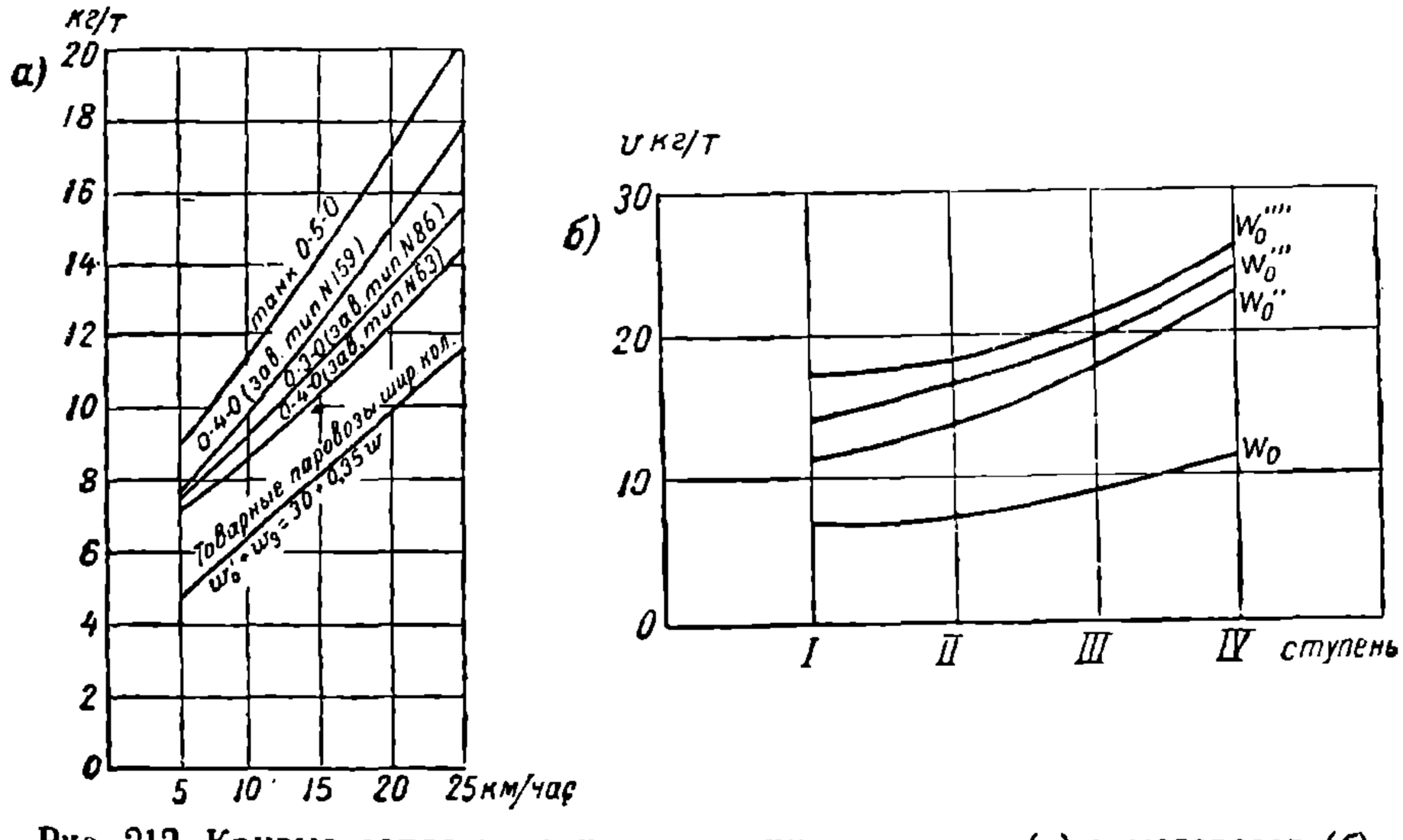


Рис. 212. Кривые сопротивления движению паровозов (*а*) и мотовозов (*б*).

личиной удельного сопротивления движению вагонов w_q и локомотива w_P следующей зависимости:

$$w = w_P \frac{P}{P+Q} + w_q \frac{Q}{P+Q}. \qquad (75)$$

Но так как величина веса локомотива составляет небольшую, сравнительно, долю веса поезда $P + Q$, то некоторое изменение величины w_P на конечный результат влияет очень мало, и ошибка, происходящая от недоучета указанного изменения w_P, очень невелика.

Иногда поэтому встречаются случаи, когда отсутствие достоверных данных о сопротивлении движению локомотива приводит к необходимости пренебрегать ради упрощения разностью между величиной удельного сопротивления движению локомотива и вагонов, т. е. полагать удельное сопротивление поезда равным удельному сопротивлению вагонов.

На рис. 212,*а* изображены кривые, показывающие зависимость удельного сопротивления различных паровозов при закрытом регуляторе; в общем же наиболее достоверные кривые можно получить из паспортов.

Кривые удельного сопротивления мотовозов изображены на рис. 212,*б*, откуда видно, что сопротивление движению их, в особенности для небольших моделей, значительно выше, чем для паровозов. Так, по данным германской практики для мотовоза мощностью 25 *ЛС* величина $w_P = 27$ *кг/т*, для мотовозов же большей мощности, около 100—150 *ЛС*, величина эта редко опускается ниже 16—18 *кг/т*.

Для электровозов, по тем же источникам, сопротивление движению, наоборот, меньше. Электровоз, мощностью 60 *ЛС*, имел сопротивление движению

РГВУЗ УДУНТ (ОНТ)

около 16 *кг/т*, большие же модели, мощностью от 200 до 800 *ЛС* (весом от 40 до 70 *т*), дают цифры порядка 6—8 *кг/т*.

Для электровозов же промышленного типа весом около 50—80 *т* при движении их по балластированным путям автор предлагает несколько видоизменённую им формулу Картера:

$$w_P = 3 + 0{,}213\,\frac{L}{P}\,v, \tag{76}$$

где L — длина электровоза в метрах и P — вес его в тоннах.

§ 43. Построение тяговой характеристики поезда.

Из числа величин, входящих в уравнение движения поезда, осталось нерассмотренным нами лишь удельное значение тягового усилия

$$f = \frac{F}{P+Q},$$

которое численно равно частному от деления значений силы тяги данного локомотива F на величину веса поезда $P+Q$.

В большинстве локомотивов максимальное значение F и f ограничивается величиной сцепления колес с рельсами, теоретическая сторона чего была уже нами рассмотрена выше.

Здесь мы рассмотрим чисто практические сведения количественного характера.

В таблице 60 приведены численные значения коэфициента трения для различных условий погоды и состояния рельс; таблица составлена на основании американских данных.

Если перейти от значения коэфициента трения к коэфициенту сцепления, то необходимо разделить рассмотрение этого вопроса для различных локомотивов.

ТАБЛИЦА 60.

Состояние рельса	Коэфициент трения	
	без песка	с песком
Совершенно чистый и сухой рельс	0,25—0,3	0,35—0,4
Совершенно чистый и мокрый рельс	0,18—0,2	0,22—0,25
Грязный и влажный рельс	0,15—0,18	0,22—0,25
При изморози	0,15	0,155—0,2
При легком снеге и инее	0,1	0,133—0,15
Рельс, покрытый мокрыми листьями	0,08—0,14	0,133—0,15
При влажном тумане	0,12—0,13	0,16—0,18
В тоннелях и при жирных рельсах	0,1	0,16

Рекомендованные ранее (в марте 1936 г.) Сталиногорской конференцией расчетные значения коэфициента сцепления для паровозов:

$$\psi_к = \frac{1}{4{,}8} \approx 0{,}21$$

безусловно являются заниженными, и на основе изучения стахановско-кривоносовского движения на промышленном транспорте можно рассчитывать на значения:

$$\psi_к = \frac{1}{3{,}5} \approx \frac{1}{4}$$

при пользовании песком.

Для мотовозов расчетную величину $\psi_к$ принимают обыкновенно несколько ниже:

$$\psi_к = \frac{1}{5} \div \frac{1}{5{,}5}$$

или

$$\psi_к = 0{,}2 \div 0{,}18.$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

Это находит себе объяснение в том, что обычно ограничение силы тяги в этих локомотивах происходит вследствие ограничения мощности двигателя.

Для электровозов же величина $(1+\mu)$ имеет известное условное значение, так как, хотя момент вращения электродвигателя откаточных электровозов в течение одного оборота постоянен, при регулировке реостатами силы тяги в течение пускового периода происходят колебания силы тока в некоторых, правда очень узких, пределах, что заставляет и силу тяги изменяться процентов на десять от своего расчетного значения, так что в этом случае $(1+\mu)=1{,}10$.

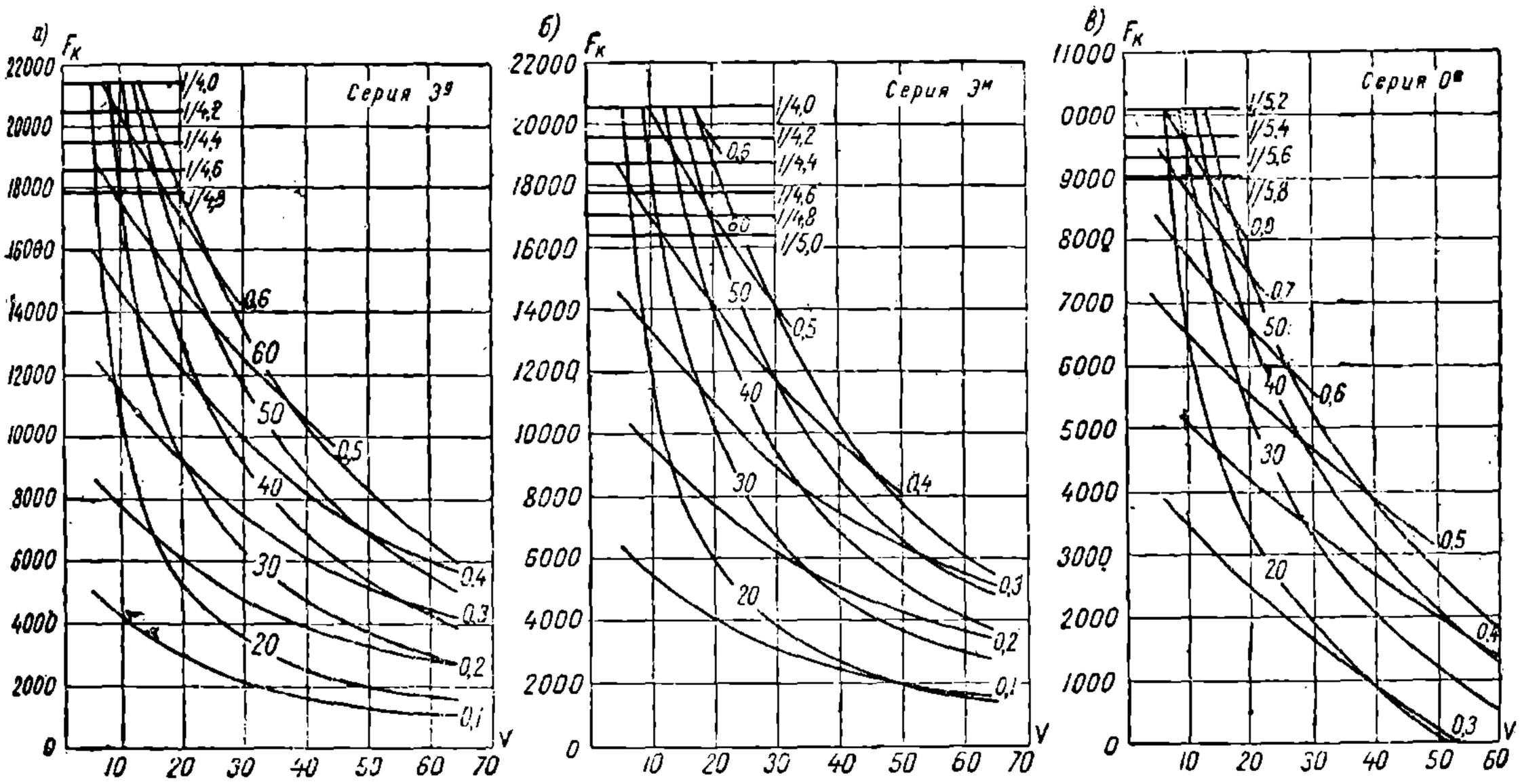


Рис. 213. Кривые силы тяги для паровозов.

Таким образом при электровозной тяге, в случае благоприятных условий:

$$\psi_к = \frac{1}{4} = 0{,}25;$$

для электровозов же в средних условиях:

$$\psi_к = \frac{1}{5} = 0{,}2$$

до

$$\psi_к = 0{,}22$$

и лишь в исключительно тяжелых случаях (по условиям погоды) нужно брать для $\psi_к$ значение меньшего порядка:

$$\psi_к = 0{,}18.$$

Рассматривая паспортные кривые различных паровозов (см. рис. 213), мы видим, что во всех случаях повышение форсировки ведет к увеличению скоростей и силы тяги.

Перед проектирующим встает, следовательно, вопрос о том, какую же форсировку взять для расчетной кривой $F=\varphi(v)$. Данные, применявшиеся для магистральных дорог в НКПС и, к сожалению, получившие в свое время норматив-

НБ УДУНТ (ДИТ)

ное значение, носили явно предельческий характер, не говоря о том, что они были сильно преуменьшены против возможных вполне достижимых на практике значений.

Результаты кривоносовских методов ведения поезда опрокинули псевдо-научные мотивы, по которым эта величина получала преуменьшенные и лимитирующие значения, поэтому проектирующий ныне, при выборе расчетной кривой $F = \varphi(v)$ при $z = \text{const}$, должен, само собой разумеется, использовать этот опыт.

Для грубо ориентировочных подсчетов можно пользоваться данными, указанными в таблице 61.

ТАБЛИЦА 61.

Значения z для различных паровозов и рода топлива.

Тип паровоза	I группа углей	II группа углей	Дрова	Торф
Узкоколейный 154 .	48	43	34	—
Узкоколейный 155 .	56	50	30	40
„ 0-5-0	53	49	42	—
Ширококолейный 0-4-0 $О^{Д}$ и $О^{В}$	36	33	33	—
„ 0-5-0-Э	47	42	38	—
$Ф^{Д}$ (ручное отопление)	60	—	—	—
(стокер)	65	—	—	—

В таблице 61 в I группу углей входит хорошее топливо (угли марок Пс, Пж и т. п.), для II группы — более бедные угли, смеси, подмосковный и сибирский угли.

Для электровозов необходимо знать характеристики двигателей для данного напряжения или пересчитать их на иное напряжение в случае различия напряжения в сети от того напряжения, для которого даны паспортные кривые двигателей.

В случае отсутствия характеристик двигателя все же тяговую характеристику его с известным приближением можно построить, пользуясь излагаемым ниже методом универсальной характеристики.

Отсутствие для паровозов паспортных кривых также не является полным препятствием для построения тяговой характеристики, если известны некоторые параметры интересующего нас паровоза.

Пользуясь так называемым „методом подобия“ или, как его иногда называют, „методом обобщения паровозных паспортов“, можно пересчитать тяговой паспорт известного нам испытанного паровоза на новые данные, правда, при некоторых ограничивающих возможности допущениях.

В виду важности этих приемов для условий промышленного транспорта, когда очень часто не имеется достоверных кривых для производства тяговых расчетов, мы и перейдем к изложению указанных методов, начав с метода обобщения паровозных паспортов.

§ 44. Метод обобщения паровозных паспортов.

Пользуясь выведенными выше зависимостями (см. главу III, §§ 17 и 21), возможно осуществить некоторые обобщения основных тяговых свойств паровоза, которые явствуют из самой природы интересующих нас величин.

В самом деле, даже поверхностное рассмотрение диаграмм силы тяги в зависимости от скорости при различных форсировках котла показывает, что кривые эти для разных паровозов имеют нечто общее по своему характеру. Эта общность может быть подтверждена и чисто аналитическими соотношениями. Рассмотрим

НБ КУЗГУНТ (ОЦТ)

характеристики двух паровозов, причем за исходный тип примем паровоз испытанный, т. е. тот, для которого имеется уже характеристика $F_к$ в функции от v при различных z; для паровоза, для которого таких характеристик не имеется, интересующие нас величины мы обозначим: $F_к'$, v', z', M', D', l' и т. д., а его будем называть проектным типом.

Заметим, что подобная проблема имеет весьма большое практическое значение в тех случаях, когда мы, зная параметры паровоза, т. е. его полный сцепной вес, поверхность нагрева котла, диаметр цилиндра, ход поршня, диаметр сцепных колес, — не знаем еще зависимости между интересующими нас величинами, которые могут быть приняты только в виде результатов определенного эксперимента. В таких случаях весьма важно, а иногда и прямо необходимо, для решения многих практических задач получить интересующие нас зависимости хотя бы с известной степенью приближения, до экспериментов, которые, как известно, требуют известного времени и средств и, что весьма важно, не во всех случаях могут быть немедленно осуществлены.

Для того чтобы установить связь между диаграммой силы тяги для испытанного и неиспытанного паровозов, мы попробуем установить зависимость между интересующими нас величинами, написав выражение для касательной силы тяги в виде цилиндрового ограничения. Из уравнения:

$$F_к = M\xi\eta_m \quad \text{и} \quad F' = M'\xi'\eta'_m \tag{77}$$

видно, что, по существу, для паровозов „испытанного“ и „неиспытанного“ уравнение для силы тяги имеет аналогичный характер. И если бы индикаторные коэфициенты были равны, то при равенстве к. п. д. машин паровозов имело бы место следующее соотношение:

$$F'_к = F_к \frac{M'}{M}, \tag{78}$$

если

$$\eta_m = \eta'_m \quad \text{и} \quad \xi = \xi'.$$

С другой стороны, мы можем написать выражение для V — средней скорости поршня, которое связано со значением линейной скорости паровоза, с диаметром колес и величиной хода поршня l. Рассматривая выражение для средней скорости поршня обоих паровозов, мы получаем следующую зависимость:

$$V = 2l\frac{v}{3{,}6\pi D} \quad \text{и} \quad V' = 2l'\frac{v'}{3{,}6\pi D'};$$

откуда следует, что если бы в обоих типах паровозов средние скорости поршня были равны, то имело бы место следующее соотношение между их скоростями:

$$v' = v\frac{D'l}{Dl'}. \tag{79}$$

Следовательно, при соблюдении двух вышеизложенных допущений, т. е. равенства индикаторных коэфициентов и равенства средних скоростей поршня, мы могли бы пересчитать зависимости силы тяги испытанного паровоза, распространив их на неиспытанный, т. е., иначе говоря, попросту изменить масштабы заданной диаграммы $F = \varphi(v)$ для получения искомой величины, изменив их соответствующим образом как для силы тяги, так и для скорости. Однако при этом следует иметь в виду, что указанная операция могла повлечь за собой изменение и форсировки. Для того чтобы установить, каким образом это явление могло повлечь за собой изменение величины расчетных форсировок, нам нужно произвести сравнение между выражением для котельной силы тяги как для исследованного паровоза, так и для неисследованного. Написав оба эти выражения, сохраняя общие обозначения, мы видим, что возможно установить связь

НБ УДУНТ (ДГТ)

между форсировками, если принять допущение о равенстве расхода пара на одну лошадиную силу-час. При этом допущении мы получаем выражение для форсировки неисследованного паровоза:

$$z' = z \frac{H}{H'} \frac{M'}{M} \frac{D'l}{Dl'}, \tag{80}$$

откуда явствует, что получаемая путем пересчета кривой касательной силы тяги нуждается в известной обработке для того, чтобы и для нового, неисследованного типа паровоза получить те же самые значения z.

Эта операция, носящая характер графического интерполирования, может быть легко усвоена из рассмотрения следующей диаграммы.

Рассмотрим сначала диаграмму касательной силы тяги в функции скорости при постоянных форсировках, которая получается, если мы пересчитаем диаграмму, полученную для исследования паровоза, на новые данные (рис. 214).

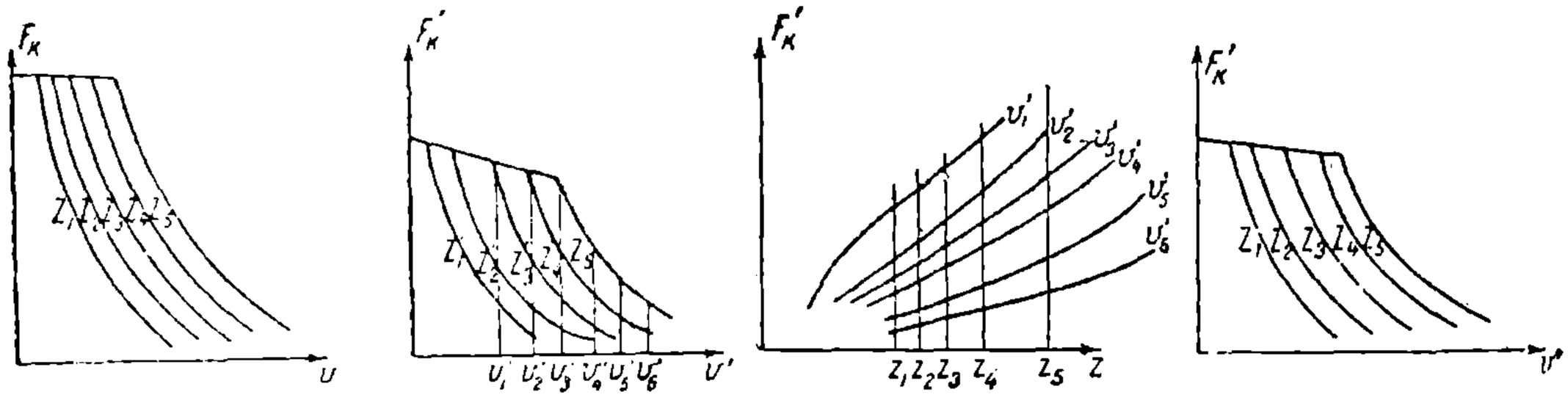


Рис. 214. Переход от одного паспорта к другому.

Если мы пересечем все это семейство кривых вертикальными линиями, то точки пересечения кривых силы тяги с этими вертикальными линиями дадут нам не что иное как зависимость силы тяги от форсировки для одной и той же скорости. Зависимости эти будут изображены на диаграмме $F = f(z)$ в виде возрастающих кривых. Сделав подобную операцию несколько раз для разных скоростей, мы получим на новой диаграмме серию кривых F в функции от z при v постоянной.

Если мы теперь эту последнюю диаграмму разобьем рядом вертикальных прямых, проведенных для круглых значений форсировки, заданной нами раньше, то таким образом получим в точках пересечения этих прямых с полученными ранее кривыми значения силы тяги для интересующей нас форсировки, но при разных скоростях.

Если мы теперь снесем полученное значение силы тяги на отдельную диаграмму, где независимой переменной будет уже скорость, то мы получим семейство кривых силы тяги в зависимости от скорости при заданных форсировках, т. е. как раз то, что нам и требовалось в самом начале сделать.

Этот метод графического интерполирования чрезвычайно прост, но имеет тот недостаток, что в области малых скоростей вертикали могут пересечь недостаточное для проведения плавной результирующей кривой количество точек. При этом нужно обязательно иметь в виду, что метод обобщения паровозных паспортов основан на определенных допущениях, которые накладывают известные границы на область его распространения. Практически это сводится к следующему. Для того чтобы возможно было воспользоваться методом обобщения паспортов полностью и извлечь из него нужные нам результаты, необходимо, чтобы:

1) род топлива, применяемого на обоих паровозах, был один и тот же;

2) род пара был также для обоих паровозов один и тот же, т. е. нельзя данные, полученные для паровоза с насыщенным паром, переносить на паровоз

НБ УГЛТУ (ДИТ)

3) типы паровозных машин также были одинаковы; это означает, что нельзя данные для паровоза Компаунд распространять на паровоз типа простой машины и обратно;

4) кроме того, необходимо, чтобы средняя скорость поршня, индикаторные коэфициенты и удельные расходы пара на лошадиную силу-час были одинаковы, что видно из самого вывода обоснования этого метода.

Для практических целей необходимо еще иметь характерную для данного паровоза кривую, т. е. зависимость z от y.

Как видно из дальнейшего, эту кривую можно получить для нового неиспытанного типа паровоза, исходя из экспериментального исследования другого паровоза, если соблюсти здесь некоторые условия. Это очевидно из следующего.

Представим себе, что мы имеем для одного из известных нам исследованных типов паровоза зависимость z в функции от y. Если мы напишем уравнение для теплового баланса паровозного котла, которое было нами уже выведено раньше, то очевидно, что подобное же выражение может быть написано, только с другими индексами, и для неисследованного типа паровозного котла; если предположить, что к. п. д. обоих котлов одинаков, мы можем осуществить следующее преобразование:

$$\eta_к = \frac{zH\lambda}{ykR} = \frac{z'H'\lambda'}{ykR'} \quad \text{или} \quad z' = Z\frac{R'H\lambda}{RH'\lambda'} \tag{81}$$

и тем самым получить зависимость, которая показывает, как изменить масштаб кривой, выражающей связь между величинами v и z для нового паровоза. Несомненно, что при этом желательно соблюсти условие, чтобы теплосодержание пара было одинаково и теплотворная способность топлива также была одна и та же, т. е., иначе говоря, чтобы род топлива и род пара обладали одинаковыми термическими характеристиками.

§ 45. Универсальная характеристика тяговых двигателей.

Рассматривая паспорта тяговых двигателей постоянного тока, не трудно заметить, несмотря на большое отличие количественных значений скорости, силы тяги и силы токов двигателей различных мощностей, некоторые общие свойства их, выражающиеся в том, что зависимости скорости от силы тока и силы тяги от силы тока имеют п о д о б н ы й вид для различных двигателей. Это обнаруживаемое с первого взгляда п о д о б и е основных зависимостей может быть выражено и математически в виде универсальной характеристики и в этом виде может оказать известную помощь при проектировании. Указанное свойство универсальности заключается в том, что двигатели различных мощностей, но близкие по типу, имеют одинаковую зависимость процентных значений интересующих нас величин (скорости и силы тяги) по отношению к значению этих величин при часовом режиме.

В случае отсутствия характеристики реального двигателя для данных условий это свойство может помочь проектирующему выйти из затруднений, так как позволяет от универсальной характеристики перейти к реальным значениям. Особенно это важно в тех случаях, когда реальной характеристики нет и по самой сути дела не может быть, т. е. когда речь идет о характеристике нового, еще не существующего типа двигателя, целесообразность применения которого к тем или иным конкретным условиям работы должна быть проверена прежде, чем приступить к его проекту.

Рассмотрим сначала, как может быть получена универсальная характеристика из характеристики какого-либо реального двигателя.

Для этого воспользуемся приведенными на рис. 215 характеристиками реальных двигателей, для которых известно значение часового тока $I_{час}$. Отложим на оси абсцисс величину часового тока $I_{час}$ и по кривым скорости и силы тяги

НБ МИИТ (ДИТ)

найдем соответствующие значения часовой скорости $v_{час}$ и часовой силы тяги $F_{час}$ Для любого иного значения силы тока I, не равного часовому, т. е.:

$$I \neq I_{час},$$

мы можем по указанным кривым также найти без всяких затруднений абсолютные значения скорости $v \neq v_{час}$ и силы тяги $F \neq F_{час}$, а также значения к. п. д., и следовательно, вычислить значения:

$$j = \frac{I}{I_{час}}; \quad \nu = \frac{v}{v_{час}}; \quad \varphi = \frac{F}{F_{час}}. \tag{82}$$

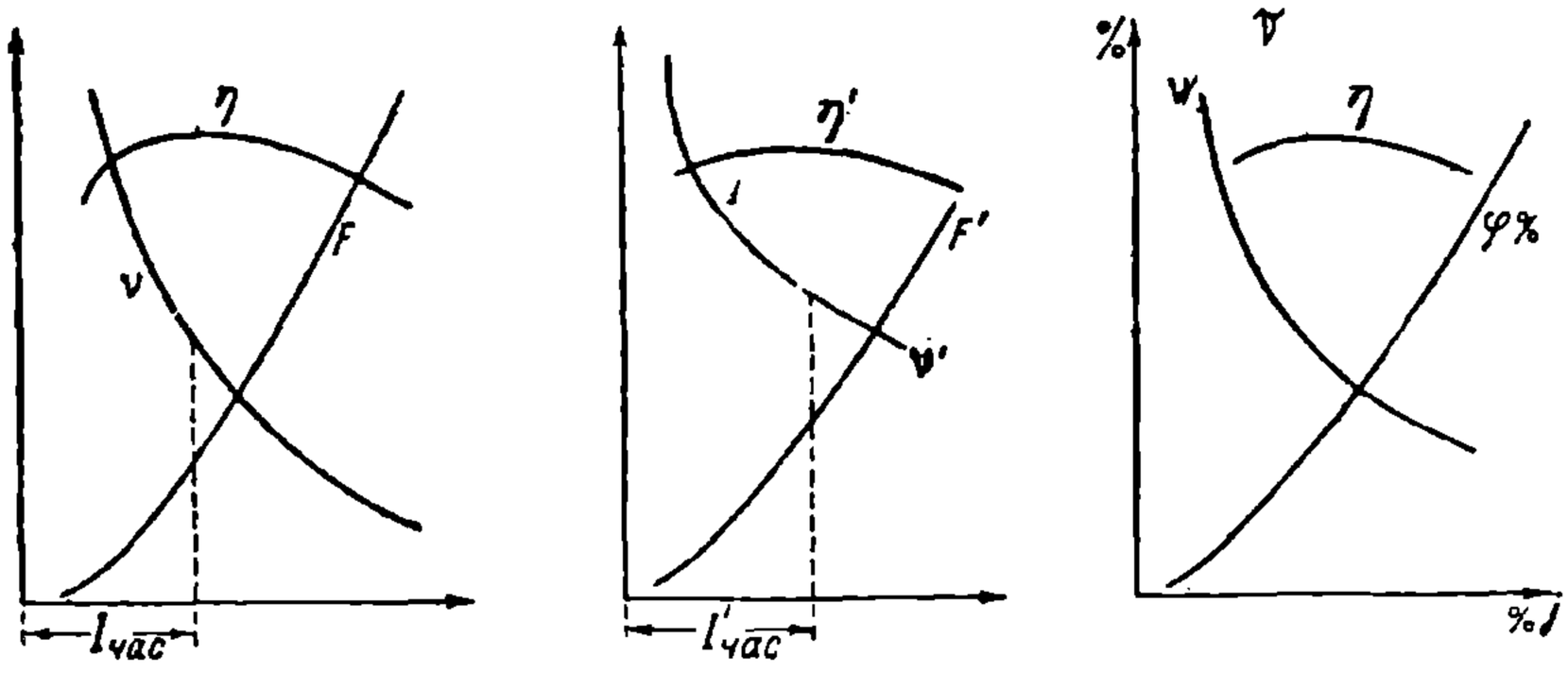


Рис. 215. Переход от одной характеристики к другой.

Если теперь произвести подобную же операцию для другого двигателя, характеризуемого кривыми $F' = \varphi(I')$ и $v' = \varphi(I')$ и вычислить таким же способом значения

$$j' = \frac{I'}{I'_{час}}; \quad \nu' = \frac{v'}{v'_{час}}; \quad \varphi' = \frac{F'}{F'_{час}}, \tag{83}$$

то, нанеся на одну и ту же диаграмму кривые значений $\nu = f(j)$; $\varphi = f(j)$ и новые значения $\nu' = f_1(j')$ и $\varphi' = f_1(j')$, мы увидим, что каждая пара кривых совпадает одна с другой, т. е. мы получим возможность утверждать, что, как бы ни отличались абсолютные значения характеристик двигателя, их процентные значения одинаковы.

ТАБЛИЦА 62.

v	F	f	w	$f-w$	$\theta = \frac{60}{v}$

Конечно, полученный вывод справедлив с некоторыми ограничениями, и на самом деле кривые процентных значений v и F несколько расходятся, но расходимость эта незначительна и для практических целей несущественна. Отсюда ясен и способ пользования подобной „универсальной характеристикой“ (рис. 216).

Пользуясь универсальной характеристикой, мы, зная любые три значения: силу тока (или отношение ее к часовому значению), силу тяги и скорость, имеем возможность решить обратную задачу, пересчитав процентные значения интересующих нас величин на абсолютные, и таким образом оперировать с такими электродвигателями, тяговые характеристики которых отсутствуют.

Следует заметить, что по целому ряду причин применить аналогичные способы для мотовозов нельзя, и здесь приходится исходить из непосредственных данных по различным ступеням скорости.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Для дизель-электровозов, имеющих в качестве тяговых органов двигатели постоянного тока с последовательным возбуждением, вполне возможно применить способ универсальной характеристики.

Полученные тем или иным способом зависимости $F = \varphi(v)$ для любого локомотива следует превратить в вид, представленный на таблице 62.

В первом столбце указанной таблицы помещаются значения скорости, причем обязательно выписываются те значения, которые имеют особый характер, т. е. либо где нарушается плавное изменение силы тяги (пересечение ограничения по сцеплению с кривой силы тяги во всех локомотивах, переключение коробки передач в мотовозах и т. д.), либо где имеется какое-либо изменение режима работы (например переключение с последовательного на параллельное соединение в электровозах).

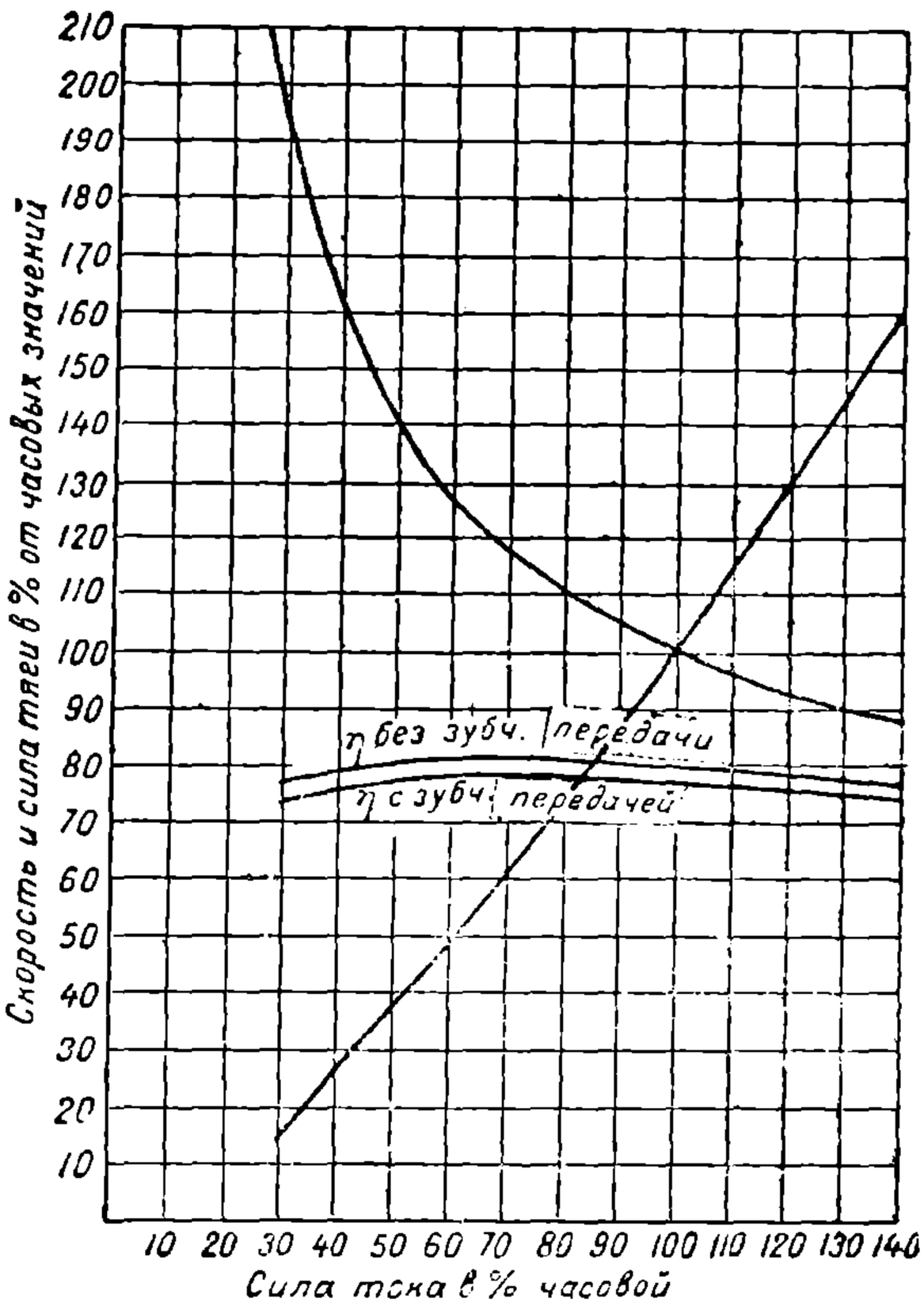


Рис. 216. Универсальная характеристика.

Во втором столбце помещаются соответствующие выписанным значениям скорости значения силы тяги, полученные тем или иным способом (взятые из паспортных кривых, характеристик или полученные указанными выше методами подобия).

В третьем столбце помещаются вычисленные значения удельного тягового усилия, получаемые от деления цифр предыдущего столбца на величину полного веса поезда.

В четвертом — значения удельного сопротивления движения всего поезда, вычисленные для данного случая по соответствующим формулам или кривым.

Наконец, в пятом столбце помещаем величины разности между значениями f и w; эта разность носит название удельного остаточного тягового усилия, или удельного ускоряющего усилия.

Величина $f - w = \varphi(v)$ чрезвычайно характерна, удобна для различных практических целей и может быть использована для решения многих тяговых задач.

§ 46. Тормозная характеристика подвижного состава.

Наиболее распространенным средством торможения является сила трения между колесом и прижимающейся к нему специальной тормозной колодкой. Это нажатие колодок осуществляется через систему рычагов (так называемую тормозную передачу) либо ручным способом, либо давлением сжатого воздуха. Каковы бы ни были по своему устройству системы механизмов для нажатия колодки на бандаж, законы трения между стальным бандажом и чугунной тормозной колодкой остаются теми же самыми. Чтобы найти величину удельного тормозного усилия $b_к$ или абсолютную величину его $B_к$, необходимо задаться

НБ УрГУПС (ОПТ)

величиной коэфициента нажатия на колодки δ, который определяет собою величину тормозного коэфициента:

$$\vartheta = \frac{\Sigma \delta P_T}{P+Q}, \tag{84}$$

где величина $\Sigma \delta P_T$ определяет суммарную величину силы нажатия всех колодок тех повозок, которые участвуют в торможении. В условиях промышленного транспорта случается, что единственной тормозной повозкой является локомотив, тогда в формулу для тормозного коэфициента войдет лишь вес локомотива и его коэфициент нажатия на колодки δ_P, и выражение для тормозного коэфициент значительно упрощается:

$$\vartheta = \frac{\delta_P P}{P+Q}. \tag{85}$$

Напротив, в случае оборудования тормозными колодками всего состава поезда, что имеет место при пневматических тормозах, тормозной коэфициент значительно увеличивается, приобретая выражение:

$$\vartheta = \frac{\delta_P P + \delta_Q P}{P+Q}. \tag{86}$$

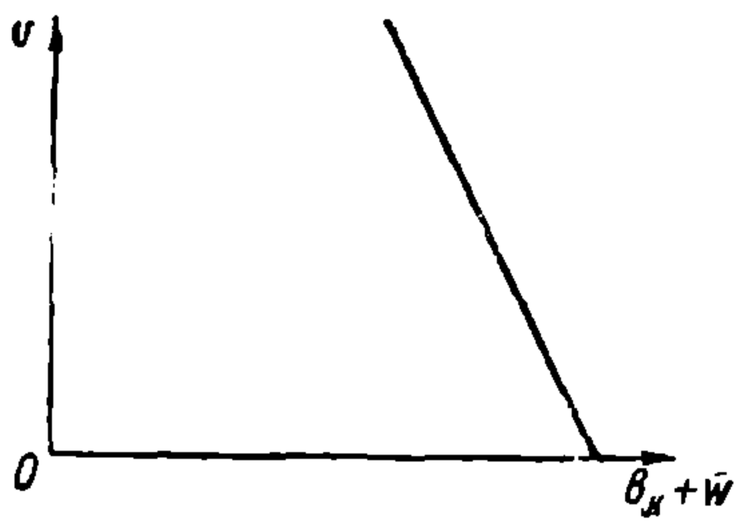


Рис. 217. Зависимость $b_k + w = f(v)$.

Как бы то ни было, очевидно, что в каждом отдельном случае вполне возможно определить величину тормозного коэфициента, если знать достаточно надежные значения коэфициентов нажатия для каждой отдельной повозки, входящей в состав поезда.

Для локомотивов, без различия рода их, можно принять в качестве первого приближения $\delta = 0{,}7$ и даже 0,8; для вагонов (тормозных) большегрузных, снабженных пневматическими тормозами, можно принять те же цифры, но считать их относящимися к таре (собственному весу) вагонов, и лишь для тех мощных саморазгружающихся вагонов, которые снабжены двухрежимными тормозами, можно принять $\delta = 0{,}7 \div 0{,}8$ от полного веса вагонов вместе с полезной их нагрузкой.

Для малых вагонов, емкостью от 2,5 до 5 $м^3$, можно считать вполне допустимой величину 0,7—0,8 от тары при ручных тормозах. Впрочем, поместив ради надежности одну, максимум две тормозных повозки с ручным тормозом в состав поезда, при тормозных расчетах считаются лишь с тормозным эффектом одного локомотива.

Зная тормозной коэфициент для всего поезда, не трудно получить и величину удельного тормозного усилия $b_к$ по следующей формуле:

$$b_к = 1000\,\vartheta\,\varphi_r, \tag{87}$$

где φ_r — коэфициент трения между колодкой и бандажом, для которого предложено довольно много формул, причем простейшей и к тому же основанной на позднейших экспериментах следует признать формулу НКПС 1928 г.:

$$\varphi_r = 0{,}24 - 0{,}0018\,v, \tag{88}$$

где v — скорость поезда в *км/час*.

Формула эта линейная, и, следовательно, для того, чтобы построить зависимость $b_к$ от скорости поезда, достаточно иметь лишь два значения $b_к$ для каких-либо скоростей.

Одно значение получается очень удобно для скорости $v = 0$, и для этого случая:

$$b_к = 1000\,\vartheta\,0{,}24 \quad \text{при } v = 0;$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

другое же можно получить для любого значения скорости, скажем 10—20 *км/час*. Откладывая для соответствующих значений скорости величину $b_к$ или, что еще более удобно, величину $b_к + w$, именуемую удельным задерживающим поезд усилием, мы, соединяя эти две точки прямой линией, получим графическое выражение закона изменения интересующей нас величины $b_к + w$ для любых значений скорости. Как видно из рис. 217, величина эта убывает с увеличением скорости. Во многих случаях, вследствие небольших значений скорости в условиях промышленного транспорта, можно для приближенных расчетов задаваться значением $b_к + w$ для максимальной скорости (скорости начала торможения) и считать $b_к + w$ постоянным в течение всего периода торможения. При таком допущении мы получаем весьма большое упрощение расчетов, что имеет, иногда, известные достоинства.

§ 47. Определение времени хода в различных случаях.

Если движение поезда происходит на таком перегоне, что элементы профиля имеют длину, позволяющую скорости поезда достаточно близко подойти к установившейся скорости, то в этом случае определение времени может быть произведено по значению установившихся скоростей, для чего следует лишь построить кривую $f - w = \varphi(v)$ и знать профиль пути данного перегона, т. е. значение приведенных подъемов или уклонов и их протяжение.

Находя для каждого элемента профиля крутизной i соответствующее этой величине значение скорости по диаграмме

$$f - w = \varphi(v),$$

мы имеем: для элемента профиля подъемом i_1 длина его s_1, установившаяся скорость v_1; для элемента профиля подъемом i_2 длина его s_2, установившаяся скорость v_2 и т. д. до последнего элемента профиля, т. е. для элемента профиля подъемом i_n длина его s_n, установившаяся скорость v_n, что позволяет нам выразить время хода для каждого отдельного элемента профиля:

$$t_к = \frac{s_к}{v_к} \text{ часов} = \frac{60 s_к}{v_к} \text{ минут},$$

и общее время хода для всего участка длиной $\Sigma s_к$ будет равно:

$$T_0 = \sum t_к = \sum \frac{60 s_к}{v_к}. \qquad (89)$$

Здесь не учтены, однако, потери времени на разгон от скорости, равной нулю, до скорости на первом элементе профиля и потери времени на замедление при подходе поезда к остановочному пункту от скорости, равной установившейся на последнем элементе профиля, до скорости, равной нулю. Обозначая эти поправки через $\sum \tau$, мы можем определить истинное время хода T в виде:

$$T = T_0 + \sum \tau = \sum \tau + \sum \frac{60 s_к}{v_к}.$$

Заметим, что во многих случаях гораздо удобнее преобразовать выведенное выше уравнение в следующее:

$$T = \Sigma \tau + \Sigma s_к \theta_к,$$

где $\theta_к = \frac{60}{v_к}$, т. е. величина, обратно пропорциональная скорости и, следова-

НБ УДУНТ (ДИТ)

тельно, выражающая собою время хода в минутах данного поезда по определенному подъему длиной в один километр.

Удобнее для производства подсчетов предварительно построить кривую $\theta = \varphi(i)$, как показано на рис. 218, и тогда определение времени хода поезда по перегону можно свести к заполнению таблицы 63.

ТАБЛИЦА 63.

Наименование остановочного пункта	$s_к$	i	$\theta_к$	$\theta_к s_к$

Суммирование значений последнего столбца даст нам величину:

$$\sum s_к \theta_к = \sum \frac{s_к 60}{v_к},$$

т. е. так называемое время хода безинертного поезда по перегону.

Если к этому времени прибавить сумму поправок на разгон и замедление (позже будет подробно указано, каким образом определить эти поправки), то мы получим значение времени, весьма близкое, как доказывается в теории тяговых расчетов, к истинному времени хода реального инертного поезда по перегону данного профиля.

В этом и заключается сущность так называемого приближенного графоаналитического способа определения времени хода по перегону.

Чтобы уяснить себе физический смысл этого способа, следует рассмотреть уравнение движения поезда в удельных величинах при условии равенства нулю ускорения, т. е. $\frac{dv}{dt} = 0$.

Уравнение движения поезда тогда из известного уже нам вида:

$$f - w - i = \frac{1}{\zeta} \frac{dv}{dt}$$

преобразуется в нижеследующий:

$$f - w - i = 0. \qquad (90)$$

Откуда ясно, что $i = f - w$; поэтому построенная нами диаграмма $f - w = \varphi(v)$ имеет очень интересное свойство: она непосредственно дает возможность определить для любого подъема i ту равновесную скорость, до которой поезд стремился бы дойти, если бы этот элемент профиля был неопределенно большой длины. Эта скорость носит название равновесной вследствие того, что при ее достижении поездом ускорение его будет равно нулю и, следовательно, будет иметь место равновесие между силами тяги и сопротивления. Для того чтобы найти эту равновесную скорость для любого подъема i, следует (рис. 219) отложить отрезок $OB = i$, равный требуемому числу тысячных, и из точки B восставить перпендикуляр до пересечения его с кривой $f - w$ в точке C. В этой точке, очевидно, величина $f - w = A'C$ равна величине $i = OB$, т. е. сила тяги равна силе сопротивления, почему скорость $A'O$ и будет равновесной скоростью данного поезда на подъеме i. Для площадки, очевидно, $i = 0$, и следует найти точку, соответствующую $f - w = 0$, т. е. пересечение кривой $f - w = \varphi(v)$ с осью скоростей, что и дает равновесную скорость на площадке, равную в данном случае отрезку OA.

Совершенно ясно, что движение поезда на уклоне $(-i)$ нужно рассматривать таким же образом, только откладывая величину спуска $(-i)$ влево от начала координат.

Поэтому физический смысл отрицательной ветви кривой удельного остаточного тягового усилия заключается в том, что она в этом случае дает значение равновесных скоростей при ходе поезда на элементах профиля отрицательной

НБ УГЛУНТ (ЦНТ)

крутизны, т. е. на спусках, но при том условии, что движение на спуске происходит при развитии силы тяги.

Однако следует заметить, что движение поезда с установившейся скоростью представляет в условиях промышленного транспорта довольно редкий случай, возможный либо на очень длинных элементах профиля, либо на очень крутых подъемах. В рудничном транспорте, например, этому условию можно подобрать следующие типичные примеры. В подземных условиях — движение по достаточно длинному (около 1 *км* и более) главному откаточному штреку, а в открытых работах — движение по рампе главного откаточного пути с большим подъемом, порядка 20—30‰. В других случаях, если профиль относительно легок и длина перегона мала, равновесная скорость не будет достигаться, и движение поезда будет происходить либо с ускорением (если скорость поезда в данный момент меньше равновесной), либо с замедлением, если поезд по каким бы то ни было

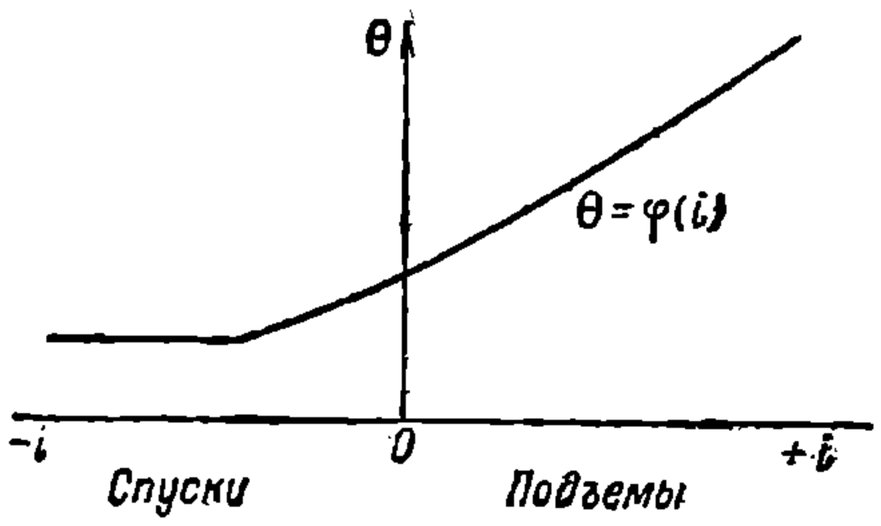


Рис. 218. Зависимость $\theta = \varphi(i)$.

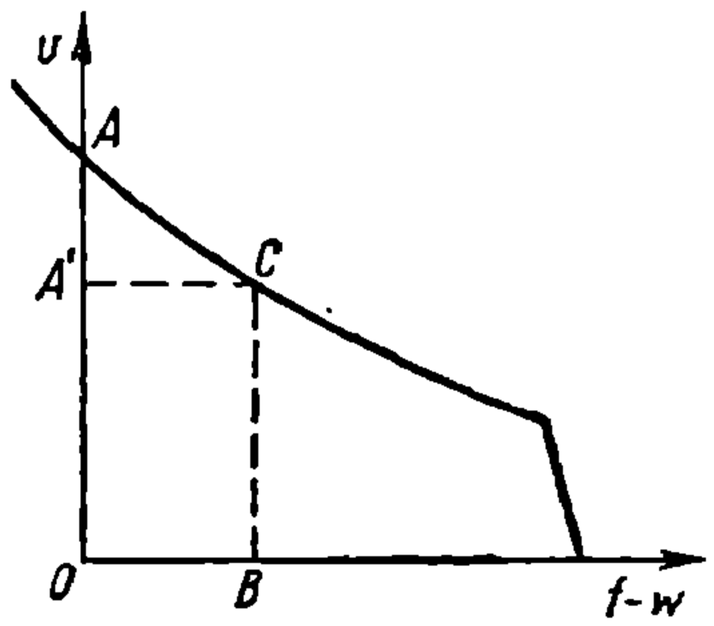


Рис. 219. Зависимость $v = \varphi(i)$.

причинам имеет скорость в данный момент на данном элементе профиля большую равновесной. Сообразно с этим и потребляемая мощность будет либо больше (первый случай), либо меньше (второй случай) той, которая соответствует установившейся скорости на этом элементе профиля.

Поэтому-то для точного и детального исследования условий движения поезда с учетом действительного характера изменения скорости на различных элементах профиля необходимо считаться с ускоряющими и замедляющими поезд усилиями, с чем мы познакомимся в главе, посвященной приближенным методам интегрирования уравнения движения поезда.

§ 48. Методы приближенного интегрирования уравнения движения поезда.

Рассмотрим уравнение движения поезда, выведенное ранее. Основные данные относительно зависимости удельного остаточного тягового усилия $f - w = \varphi(v)$ могут быть нам известны либо в виде кривых, либо в табличной форме; чтобы получить полную картину движения поезда по всему перегону, прибегнем к приему приближенного интегрирования диференциальных уравнений в конечных разностях, который был указан в общем виде еще Эйлером. Все позднейшие работы железнодорожных специалистов исходят, по существу дела, из этого метода, давая только его практическому применению для решения задачи о движении поезда такой вид, который имеет какие-либо особые удобства выполнения.

Из них укажем прежде всего на способ Mailloux, заключающийся в общих чертах в следующем.

Пусть нам задана графически зависимость $f - w = \varphi(v)$ в виде кривой, изображенной на рис. 220.

Предположим, что уравнение движения поезда, справедливое для бесконечно малых величин, будет справедливо и для достаточно малых, но конечных приращений наших переменных, т. е. скорости, пути и времени.

НБ УДУНТ (ДГТ)

Иначе говоря, если мы назовем через Δv приращение скорости, Δs — приращение пути, то уравнение движения примет вид:

$$f_m - w_m \pm i = \frac{1}{\zeta} \cdot \frac{\Delta v}{\Delta s} v_m, \tag{91}$$

где v_m — средняя скорость данного интервала, причем:

$$v_m = v_0 + \frac{\Delta v}{2}, \tag{92}$$

а $f_m - w_m$ — среднее значение удельного остаточного тягового усилия на данном интервале скоростей, соответствующее средней скорости v_m.

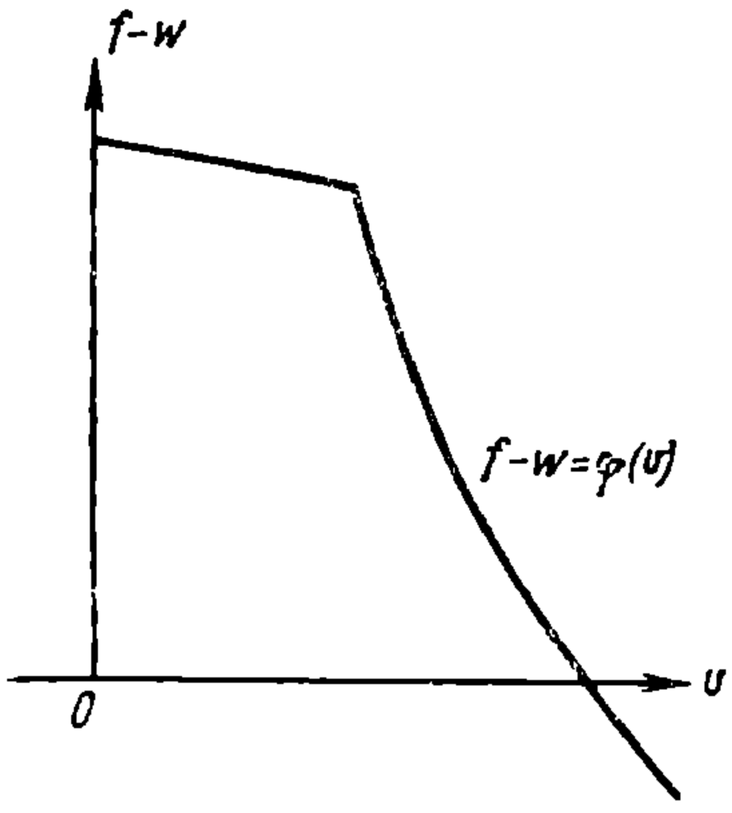


Рис. 220. Кривая $f - w = \varphi(v)$.

При этих предположениях уравнение (91) содержит лишь постоянные величины, и искомое приращение пути Δs легко найдется в виде:

$$\Delta s = \frac{v_m \Delta v}{\zeta (f_m - w_m \pm i)}. \tag{93}$$

Если скорость выражена в *м/сек* и ускорение в *м/сек*^{2}, то $\zeta = \frac{1}{102(1+\gamma)}$ (как было выше выведено), и величина приращения пути Δs будет выражена непосредственно в метрах.

Есть много случаев, где основная зависимость $f - w = \varphi(v)$ уже имеется и построена в функции скорости, выраженной не в *м/сек*, а в *км/час*; тогда, вычисляя Δs по формуле (93), следует и величину ζ выражать в *км/час*^{2}, т. е. пользоваться выражением:

$$\Delta s = \frac{v_m \Delta v}{120 (f_m - w_m - i)}, \tag{94}$$

но тогда величина Δs будет получаться в километрах.

Иногда это может быть неудобно, так как приращения в некоторых случаях могут быть очень малы, и выразить их в метрах было бы значительно удобнее.

Тогда следует лишь изменить вид формулы, умножив числитель ее на 10^3, т. е.:

$$\Delta s = 8{,}35 \frac{v_m \Delta v}{f_m - w_m - i}, \tag{95}$$

благодаря чему, подставляя значения скорости v_m и приращения скорости Δv в *км/час*, мы получим искомые приращения пути в метрах.

По величине средней скорости v_m не трудно найти и приращение времени Δt, так как:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t},$$

откуда

$$\Delta t = \frac{\Delta s}{v_m}. \tag{96}$$

Кроме того, очевидно, что:

$$v_2 = v_1 + \Delta v \tag{97}$$

и

$$t_2 = t_1 + \Delta t. \tag{98}$$

НБ УДУНТ (ДИИТ)

Найденное значение искомого приращения пути позволяет нам определить и абсолютные значения пройденного поездом расстояния, так как очевидно, что имеет место следующая зависимость для каждого интервала:

$$s_2 = s_1 + \Delta s, \tag{99}$$

причем конечное значение предыдущего интервала пути будет являться начальным для последующего.

На основании этих весьма простых соображений не трудно составить таблицу 64, необходимую для практического пользования выведенными зависимостями.

ТАБЛИЦА 64.

v_1	v_2	Δv	v_m	$f-w$	$f-w-i$	$\Delta v \cdot v_m$	$\frac{v_m \Delta v}{f-w-i}$	Δs	s_1	s_2	Δt	t_1	t_2
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV

Перейдем теперь к практическому выполнению вычислений. Их удобнее всего выполнять в следующем порядке, заполняя таблицу 64.

Если известно, что поезд трогается со стоянки, то величина начальной скорости $v_0 = 0$ соответствует начальному значению $s_0 = 0$ и $t_0 = 0$. Таким образом заполняем сразу в первой строке таблицы столбцы: I, X, XIII. Задаемся некоторым интервалом скорости Δv, причем так как в границах сцепления удельное остаточное тяговое усилие меняется слабо, то значение Δv не следует брать очень малым. Лучше всего его брать равным сцепной скорости или половине ее. Задавшись величиной Δv, мы сразу заполняем столбцы II, III и IV и на основании v_m находим величину $f_m - w_m$, исходя из диаграмм удельных остаточных тяговых усилий в функции скорости. Зная подъем i, вычисляем величину $f_m - w_m - i$, благодаря чему столбец VI тоже заполнится. Перемножая величины, находящиеся в столбцах IV и I, заполняем столбец VII, а разделив эту величину на $f_m - w_m - i$ — столбец VIII; так как для этого случая

$$s_1 = 0,$$

то

$$s_2 = s_1 + \Delta s$$

и столбец XI также заполняется вписыванием величины s_2. По формуле $\Delta t = \frac{\Delta s}{v_m}$ вычисляем Δt и заполняем сразу столбцы XII и XIV.

Этот способ шире всего применяется в тяговых расчетах при электровозной тяге, хотя следует заметить, что нет никаких основательных причин против применения его и при других локомотивах.

Вместо вычисления искомого приращения пути Δs или времени Δt по приведенным формулам, можно найти эти искомые величины графически.

Построение для нахождения $\Delta = \varphi(s)$ было предложено инж. А. И. Липецом, для нахождения $v = \varphi(t)$ — Дедуи (Desdouits). Кроме того многими авторами предлагались различные приемы для решения этих задач.

Мы рассмотрим здесь способ Липеца, который заключается в следующем.

Построим в левом координатном углу диаграмму удельного остаточного тягового усилия $f - w = \varphi(v)$ в функции скорости, как показано на рис. 221. Предположим для простоты, что поезд движется на площадке (подъем $i = 0$).

НБ УГЛУНТ (ДГТУ)

Разобьем кривую $f - w = \varphi(v)$ горизонтальными прямыми на ряд любых интервалов скорости. Пусть $OC = \Delta v_1$ — первый интервал скорости.

Тогда среднее значение удельного тягового усилия на этом интервале $f_m - w_m = \overline{AM}$.

Соединим точку A с началом координат O и через точку O проведем перпендикуляр OD к этой прямой OA до пересечения с горизонтальной прямой, границей данного интервала в точке D, откуда

$$DG = \overline{OC} = \Delta v;$$

так как

$$\overline{OD} \perp \overline{OA},$$

то треугольники OAM и ODG подобны, откуда следует, что

$$\frac{\overline{DG}}{\overline{OM}} = \frac{\overline{AM}}{\overline{OM}};$$

отсюда

$$\overline{OG} = \overline{DG}\,\frac{\overline{OM}}{\overline{AM}};$$

так как $OM = \frac{OC}{2}$ есть средняя скорость v_m для данного интервала, то

$$\Delta s = \overline{OG} = \frac{\Delta v\, v_m}{f_m - w_m},$$

между тем как из уравнения движения поезда следовало бы иметь при $i = 0$

$$\Delta s = \frac{v_m \Delta v}{\zeta (f_m - w_m)}.$$

Иначе говоря, отрезок OG представляет величину, пропорциональную искомому приращению Δs. Для нахождения следующей точки кривой скорости в функции от пути следует поступить совершенно таким же образом.

Задаться следующим интервалом (приращением скорости $\Delta v_2 = BC$), найти для него по кривой $f - w = \varphi(v)$ новое среднее значение $f_m - w_m = A'M'$ и, соединив точку A' с началом координат, провести через найденную уже точку D прямую DE, перпендикулярную новому лучу OA' Прямую DE продолжить до пересечения с новой границей интервала в точке E и, так как построение попрежнему дало подобие треугольников $OA'M'$ и DNE, то очевидно, что величина отрезка DM попрежнему будет пропорциональной величине Δs, причем коэфициент пропорциональности равен $\frac{1}{\zeta}$. Действуя аналогично вышеуказанному, мы сможем по точкам построить кривую скорости в функции расстояния, причем масштаб расстояний, как мы видели, получается зависящим от масштабов скорости и усилий.

Масштабы в этом случае будут связаны следующей зависимостью:

$$\sigma = \frac{\nu^2}{\zeta \varphi} \qquad (100)$$

если в одном сантиметре чертежа содержится ν [*км/час*] для скорости v, φ [*кг/т*] для удельного тягового усилия f, σ [*км*] для расстояния s.

В этом случае, если поезд будет двигаться по подъему или спуску i, идея построения не меняется; следует только соединить середины интервалов по кривой $f - w$ не с началом координат O, а с точкой O', лежащей либо левее (случай подъема $+i$), либо правее (случай движения по спуску) начала координат O.

НВ УДУНТ (ДГТУ)

Наличие одной кривой скорости не исчерпывает еще тех задач, которые ставит практика перед тяговыми расчетами. Необходимо иметь возможность определить еще время хода по перегону.

Для того чтобы определить время хода поезда по перегону, пользуясь кривой скорости $v = \varphi(s)$, следует построить кривую времени хода в функции расстояния, т. е.:

$$t = \varphi(s).$$

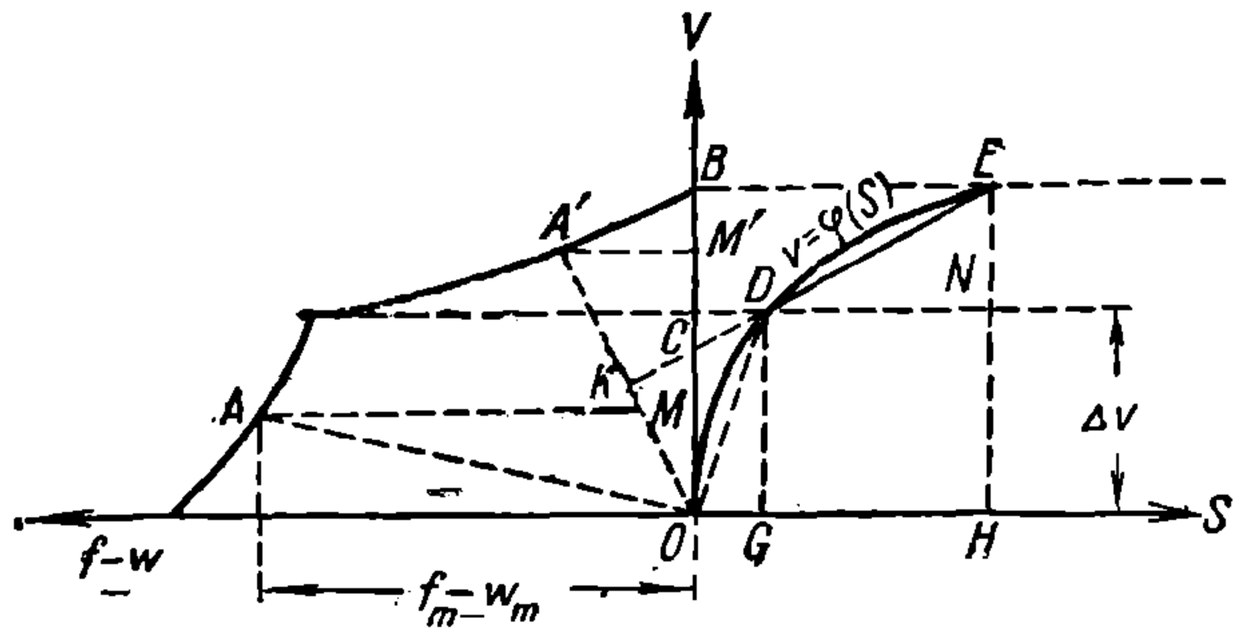


Рис. 221. Построение кривой $v = \varphi(s)$.

Проще всего делается это следующим приемом.

Так как

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

то

$$\frac{\Delta t}{\Delta s} = \frac{1}{v_m},$$

т. е. тангенс касательной к искомой кривой времени равен обратной величине скорости. Отсюда вытекает следующее построение (рис. 222). Разобьем кривую $v = \varphi(s)$ рядом вертикальных прямых на равные или неравные интервалы (приращения расстояния Δs). Находим для первого из них среднюю скорость $v_m = AE$. От точки E, середины интервала, откладываем отрезок DE произвольной величины и соединяем точку A с D.

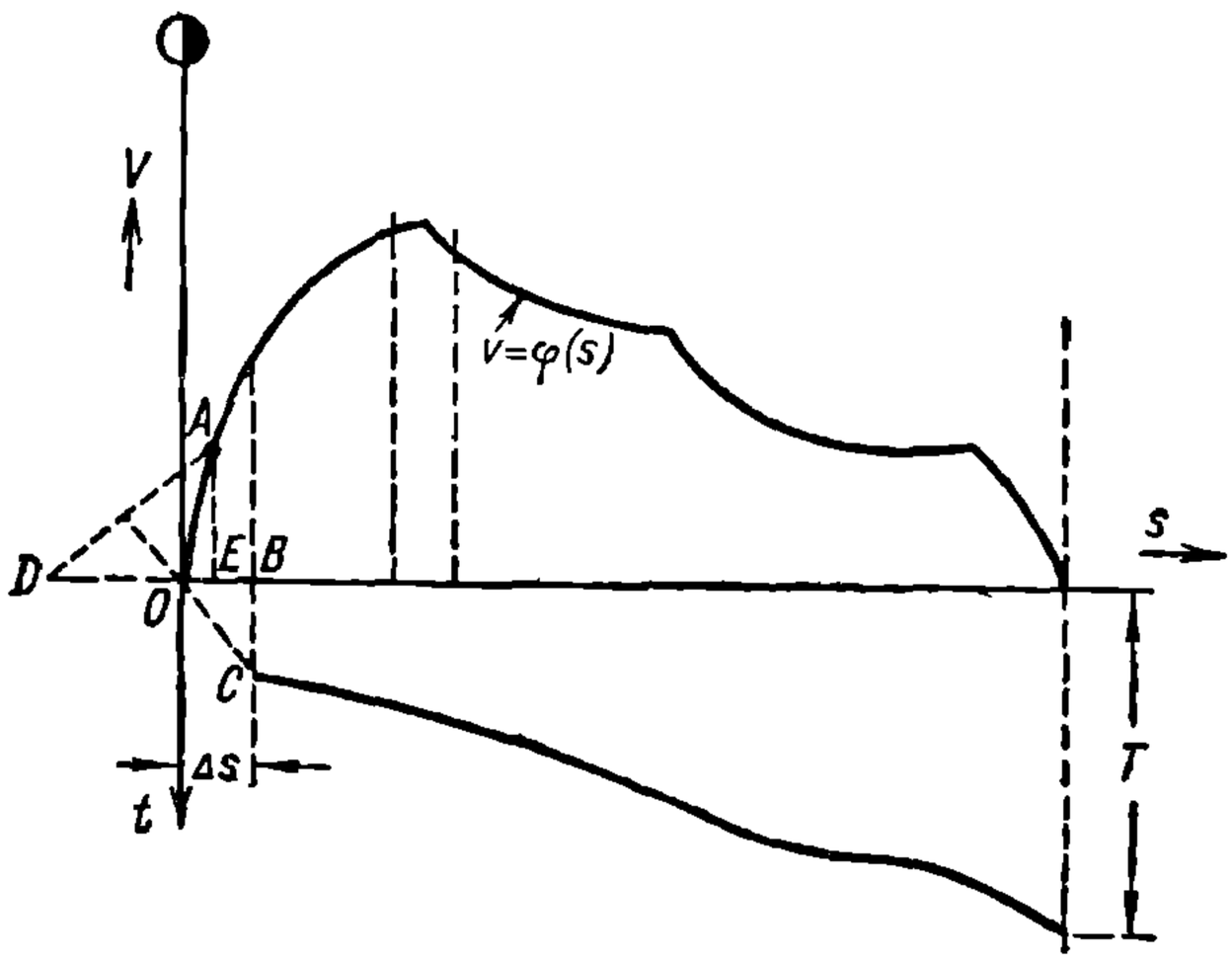


Рис. 222. Построение кривой $t = \varphi_1(s)$.

Проведя через начало координат — точку O — прямую OC, перпендикулярную прямой AD, до пересечения с вертикальной прямой, определяющей границу данного интервала, получаем точку пересечения как первую точку кривой $t = \varphi_1(s)$.

В самом деле, из построения явствует, что треугольники ADE и OBC подобны, вследствие взаимной перпендикулярности сторон, т. е.

$$AE = v_m \text{ и } OB = \Delta s,$$

откуда

$$\frac{\overline{BC}}{\overline{OB}} = \frac{\overline{DE}}{\overline{AE}}$$

или

$$\frac{\overline{BC}}{\Delta s} = \frac{\overline{DE}}{v_m},$$

что показывает, что если отрезок DE принять за единицу, то BC будет равняться искомому приращению времени Δt.

Отрезок DE мы можем взять произвольной величины — только в зависимости от этой величины будет меняться масштаб кривой времени.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Определим масштаб кривой времени; пусть попрежнему:

масштаб скорости	v	ν в 1 *см*
расстояния	s	σ 1 *см*
времени	t.	ϑ 1 *см*

и пусть мы взяли для построения длину отрезка $DE = b$ сантиметров.

Тогда

$$\vartheta = \frac{\nu}{\zeta b \varphi} \text{ часов в сантиметре.} \qquad (101)$$

Пользуясь прежними методами, можно теперь перейти к определению поправок по описанному выше приближенному графо-аналитическому способу.

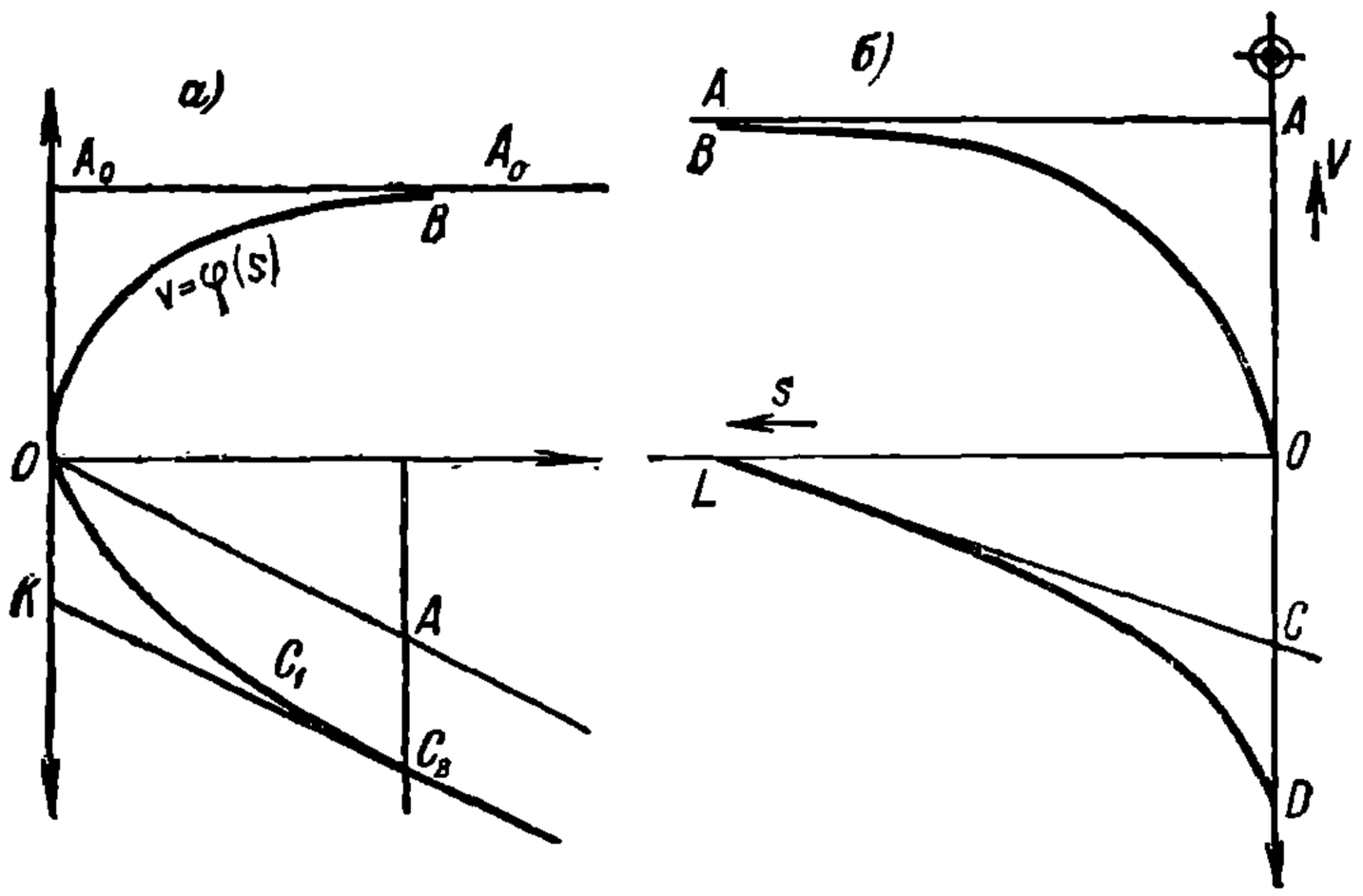


Рис. 223. Определение поправок на разгон (*а*) и на замедление (*б*).

Если конечная и начальные станции данного перегона находятся на одном и том же элементе профиля, то потери времени инертного поезда при переходе от низшей скорости к высшей будут равны выигрышу времени при переходе от высшей скорости к низшей, и лишь два рода потерь времени останутся некомпенсированными: потеря времени на разгон от скорости, равной нулю, до скорости, соответствующей установившемуся движению поезда по тому элементу профиля, на котором расположена станция, — это во-первых (τ_1); во-вторых, потеря времени на замедление при подходе к станции от установившейся скорости до нуля (τ_2).

Эти потери времени τ_1 и τ_2 легко найти следующим образом.

Построим кривую разгона инертного поезда каким-либо из известных нам способов; пусть это будет кривая OB (рис. 223, *а*). Для безинертного поезда соответсвующая диаграмма выразится прямой $A_0 — A_0$, параллельной оси абсцисс. Зависимость времени хода от расстояния для безинертного поезда изобразится, как видно, прямой OA, для инертного — кривой OC_1C_2, лежащей ниже прямой OA.

Очевидно, что вертикальное расстояние между прямой OA и кривой OC_1C_2 изобразит ту ошибку, которую мы делаем, приняв поезд безинертным, откуда для определения ее величины τ_1 следует провести касательную C_2K к той части кривой времени при разгоне, где скорость уже приблизилась к равновесной.

Тогда

$$OK = \tau_1.$$

То же самое при определении величины τ_2 при замедлении (рис. 223, *б*):
OAA — кривая скорости безинертного поезда при подходе к станции.
Кривая BO — инертного поезда.
Кривые LC и LD — время для безинертного и для инертного поезда.
Отсюда

$$\tau_2 = CD.$$

Полное время

$$T = \Sigma t + \Sigma \tau \text{ минут.}$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

§ 49. Определение состава поезда.

Определение состава для принятого типа локомотива основывается на тяговых свойствах локомотива и требуемых условиях движения.

Эти последние могут быть разделены на следующие категории: при трогании с места на площадке или на том элементе профиля, который имеет место на путях рассматриваемого участка промышленного транспорта, локомотив должен развивать достаточное ускорение; остановившись вследствие каких бы то ни было причин на максимальном подъеме, поезд должен тронуться с места без осаживания его до более легкого по профилю участка.

С другой стороны, практика кривоносовского движения на магистральных железных дорогах показала другой метод ведения поезда, который резко увеличил составы поездов, сломав все прежние ограничения и достигнув этим полного опровержения предельческих теорий и норм.

При ходе на руководящий подъем возможно использовать живую силу поезда с тем, чтобы возникнувшее снижение скорости не привело поезд к остановке. Очевидно, что в этом случае мы будем иметь при движении на указанном подъеме некоторое замедление, величина которого не должна понизить скорость до нуля прежде выхода на более легкий участок профиля.

Третий случай ведения поезда, применявшийся ранее на магистральных дорогах[1], заключался в том, что поезд должен был двигаться по указанному подъему с установившейся скоростью.

В этом случае, очевидно, ускорение равно нулю.

Обозначая попрежнему через F_{max} максимальное расчетное значение тягового усилия локомотива, которое должно быть известно для данного типа локомотива, а через i_{max} — величину подъема в тысячных, мы можем написать для обоих случаев уравнение движения поезда:

$$F_{max} - (i - w)(P + Q) = \frac{(P + Q)\ 10^3\ (1 + \gamma)}{g}\ \frac{dv}{dt}, \qquad (102)$$

откуда, решая его относительно искомой величины веса прицепной части поезда, получим:

$$Q = \frac{F_{max}}{i_\phi + w + 102\,(1 + \gamma)\,\frac{dv}{dt}} - P. \qquad (103)$$

Для случая использования живой силы поезда, подходящего к подъему со скоростью v_1 *м/сек* и снижающего на расстоянии s метров эту скорость до величины v_2, величина замедления a в *м/сек*^{2} может быть найдена из следующего выражения:

$$a = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2s}.$$

Формула для состава приобретает в этом случае вид:

$$Q = \frac{F_{max}}{i_\phi + w - 108\left(\frac{v_1^2 - v_2^2}{2s}\right)} - P. \qquad (104)$$

Для случая, когда требуется осуществить разгон на задерживающем элементе профиля, ускорение a можно брать порядка $a = 0{,}02$—$0{,}04$ *м/сек*^{2}, что дает:

$$Q = \frac{F_{max}}{i_\phi + w + 108\,(0{,}02 \div 0{,}04)} - P, \qquad (105)$$

[1] До внедрения кривоносовских методов.

НБ УДУНТ (ДИТ)

и, наконец, для случая движения по задерживающему элементу с установившейся скоростью:

$$Q = \frac{F_{max}}{i_{\phi} + w} - P. \qquad (106)$$

Обычно расчетная величина максимального тягового усилия дается заводом для данного типа локомотива, но в тех случаях, когда этого нет, следует принимать для условий промышленного транспорта F_{max} для паровозов и электровозов по пределу сцепления, т. е. определять

$$F_{max} = 1000\, P_{сц} \psi,$$

где выбор величины ψ следует производить согласно соображениям, изложенным уже выше.

Для мотовозов же следует брать значения F_{max} по первой или (в случаях особо ответственных) по второй ступени скорости из-за причин, которые были изложены выше.

Так как обычно для каждого типа электровоза дается величина его часовой и продолжительной мощности и пусковые реостаты электровозов промышленного типа (а в том числе и откаточные) подбираются так, чтобы пусковое значение силы тяги соответствовало часовому режиму, то полезно проверить найденное значение F_{max} для электровоза с этой точки зрения и не допускать превышения F_{max} над часовым значением силы тяги $F_{час}$ больше, чем на 20—25%.

§ 50. Определение сцепного веса локомотива.

Весьма часто приходится решать обратную задачу, а именно, исходя из заданной величины состава и его веса Q, находить требуемый сцепной вес локомотива P. В виду того, что в условиях промышленного транспорта бегунки и поддерживающие оси применяются весьма редко и, следовательно, сцепной вес локомотива равен общему, задача эта решается весьма просто: предполагается, что сцепной вес локомотива будет использован полностью, т. е. сила тяги, соответствующая одному из указанных выше случаев, будет равна или будет близко подходить к пределу сцепления при принятии некоторого расчетного коэфициента сцепления ψ.

Тогда уравнение сцепления дает нам:

$$F_{сц} = 1000\, P_{сц} \psi,$$

а уравнение движения поезда при развитии максимальной силы тяги:

$$F_{сц} - w_P P - iP - (w_Q + i)\, Q = \frac{P + Q}{g}\, 10^3 (1 + \gamma) \frac{dv}{dt}, \qquad (107)$$

откуда решением обоих уравнений путем исключения силы $F_{сц}$ получаем искомую величину сцепного веса $P_{сц}$.

Как электровозы, так и мотовозы для промышленного транспорта обычно имеют все оси сцепные, и это желательно, по возможности, осуществлять и для паровозов. В некоторых же случаях при сравнительно больших мощностях паровозы даже танкового типа (т. е. в которых тендер отсутствует и запасы воды и топлива помещаются на самом локомотиве) получают такие размеры котла и топки, что необходимо ввести одну или две поддерживающие оси, чтобы распределить на них добавочную нагрузку $\sum p_c$, в развитии силы тяги никакого участия не принимающую.

Тогда выведенная выше формула для сцепного веса пригодна лишь для первого приближения, и после определения $P_{сц}$ его следует исправить, зная.

НГУДУНГ (ДИТ)

что обычно нагрузка на поддерживающую ось делается от 0,7 до 0,8 от нагрузки на ведущую (сцепную ось), и, разбив нагрузки на сцепные оси, можно ввести поправку, пользуясь следующей формулой:

$$P_{сц} = \frac{(Q + \sum p_c)\left(i + w + 108\,\frac{dv}{dt}\right)}{1000\,\psi - \left(i + w + 108\,\frac{dv}{dt}\right)}, \tag{108}$$

где в числителе вместо веса вагонов Q войдет полный вес на все оси, не принимающие участия в сцеплении колес с рельсами, в том числе и для тендера, если данный паровоз обладает последним.

Без большой погрешности можно принять для этого случая величину удельного сопротивления w_P равной значению удельного сопротивления движению вагонов w_Q, так как величины эти разнятся друг от друга лишь на несколько килограммов на тонну и, следовательно, разность между ними относительно очень невелика по сравнению с общей величиной знаменателя, в которой величина уменьшаемого $1000\,\psi$ даже при самых малых значениях ψ (0,17—0,18) все-таки будет раз в двадцать-тридцать больше величины $w_P - w_Q$. В виду этого возможно без особой ошибки принять $w_P \approx w_Q$ и пользоваться формулой для нахождения величины требуемого сцепного веса:

$$P = \frac{Q\left(i + w + \frac{10^3(1+\gamma)}{g}\,\frac{dv}{dt}\right)}{1000\psi - i - w - \frac{10^3(1+\gamma)}{g}\,\frac{dv}{dt}}, \tag{109}$$

которая при пользовании значениями ускорения $\frac{dv}{dt}$ в $м/сек^2$ и коэфициенте инерции в среднем $(1+\gamma) = 1{,}06$ приобретает следующий вид:

$$P = \frac{Q\left(i + w + 108\,\frac{dv}{dt}\right)}{1000\,\psi - \left(i + w + 108\,\frac{dv}{dt}\right)}. \tag{110}$$

Само собой разумеется, что в пользовании выведенными формулами для сцепного веса локомотива следует учитывать те особенности, которые имеют место, во-первых, по отношению к условиям сцепления и, во-вторых, к условиям ускорения или замедления на руководящем подъеме, как было указано выше при определении величины состава.

Чтобы закончить вопрос о выборе локомотива или состава, следует отметить, что в условиях промышленного транспорта в некоторых случаях[1] вес локомотива или состава приходится взаимно увязывать не по условиям сцепления и трогания с места на предельном подъеме, а по условиям достаточности его тормозных средств для остановки поезда на коротком тормозном расстоянии. В виду небольших скоростей можно значительно упростить задачу, принимая постоянство коэфициента трения тормозных колодок о бандажи. Тогда уравнение движения поезда при торможении перепишется в следующем виде:

$$1000\,\frac{P\zeta}{P+Q}\,\varphi_r + w - i = \frac{1}{\zeta}\,v\,\frac{dv}{ds}, \tag{111}$$

[1] Наиболее часто это встречается при наличии крутых спусков в груженом направлении и при отсутствии в поезде иных средств для торможения, кроме тормозов локомотива.

НБ УДУНТ (ДИТ)

или, в виду того, что вся левая часть уравнения постоянна, интегрируя, получим:

$$s_t = \left(1000 \frac{P\delta}{P+Q} \varphi_r + w - i\right) = \frac{1}{\zeta} \frac{v_{\max}^2}{2}.$$

Отсюда видно, что, задаваясь какими-либо шестью величинами в этой формуле, можно определить седьмую.

Наиболее существенными тормозными задачами в условиях промышленного транспорта являются следующие:

1) По заданному весу поезда Q и тормозному весу локомотива P определить тормозной путь на спуске i при торможении со скоростью $v_{\max}$.

Тогда имеет место формула:

$$s_t = \frac{v_{\max}^2}{2\zeta\left(1000 \frac{P\delta}{P+Q} \varphi_r + w - i\right)}. \quad (112)$$

2) По заданному тормозному пути, весу поезда и локомотива найти максимальное значение скорости начала торможения, которая допускает остановку поезда на определенном спуске i $^0/_{00}$.

Тогда следует преобразовать формулу несколько в иной вид:

$$v_{\max} = \sqrt{2\zeta s_t\left(1000 \frac{P\delta}{P+Q} \varphi_r + w - i\right)}. \quad (113)$$

3) По заданной скорости начала торможения, профилю, тормозному пути и весу поезда найти необходимый для соблюдения условий торможения вес локомотива.

В этом случае следует применять следующую зависимость:

$$P = \frac{\left(\frac{1}{2\zeta} \frac{v^2}{s_t} - w + i\right) Q}{1000\,\delta\varphi_r - \left(\frac{1}{2\zeta} \frac{v^2}{s_t} - w + i\right)}. \quad (114)$$

Формулы эти приближенные, и более точно решить эти задачи можно графическим методом для движения поезда при торможении.

§ 51. Определение расхода воды и топлива в случае паровой и мотовозной тяги.

Для эксплоатационных условий тяги поездов паровозами в промышленном транспорте методы определения расхода воды и топлива базируются на тех же теоретических основаниях, что и для паровых магистральных железных дорог, но должны быть по необходимости значительно упрощены, так как многие факторы движения имеют в данном случае весьма неопределенный характер, вследствие чего применение более точных, но сложных способов нерационально.

Зная расчетную форсировку котла $z_к$ и величину поверхности нагрева котла H, расход пара котлом за время T часов можно определить по формуле:

$$B_m = z_m H T. \quad (115)$$

Весь вопрос заключается в правильном определении расчетной величины z_m, которая отличается от принимаемой при расчете тягового усилия z_m по той простой причине, что часть времени хода паровоз проходит с закрытым регуля-

НБ УДУНТ (ДГТ)

тором, расходуя пар только на „служебные" надобности (насос, тормоза, сифон инжектора, свисток, форсунку в случае нефтяного отопления и пр.). По опытным данным этот расход, отнесенный к 1 $м^2$ поверхности нагрева, на магистральных дорогах колеблется от $z_0 = 1$ до 2,5 $кг/м^2$, в неблагоприятных случаях следует принимать z_0 от 2,5 до 3,5 $кг/м^2 \cdot час$.

Средневзвешенное значение форсировки котла за 1 рейс можно выразить:

$$z_m = \frac{(1+\alpha)\, z_n t_0 + z_0 t_c}{\tau}, \tag{116}$$

где $(1+\alpha)$ — коэфициент, учитывающий расход пара на различные потери в машине (в малых паровозах), равный $\alpha = 0{,}1 \sim 0{,}15$, t_0 — время хода с открытым регулятором, а t_c — простои, включая сюда и время хода с закрытым регулятором. Таким образом, определяя z_m как среднее за все время одного рейса t, мы получим величину средней взвешенной форсировки, которую и можно подставить в выражение для расхода пара.

Что же касается до определения расхода топлива, то при наличии данных о площади колосниковой решетки R и кривой, выражающей зависимость форсировки от интенсивности горения, эта задача также не представляла бы затруднений, но, к сожалению, для паровозов, применяемых для откатки на открытых разработках, очень часто не имеется кривой $y = \varphi(z)$, а весьма часто при ориентировочных подсчетах и значение площади колосниковой решетки отсутствует.

Поэтому в большинстве случаев, например при сравнении вариантов паровой и электрической тяги, требуется подсчитать расходы топлива, не имея столь подробных данных, требующих испытания паровоза по методам, применяемым на магистральных железных дорогах.

Проще всего это сделать, исходя из величины расхода пара и паропроизводительности топлива e, т. е. количества воды, испаряемой в час одним килограммом топлива, сожженного на колосниковой решетке паровозного котла.

Для паровозов с насыщенным паром паропроизводительность e разного топлива может быть принята в среднем по нижеследующим данным:

нефтяные остатки	$e = 10$ *кг*,
антрацит . . .	$e = 8$ *кг*,
уголь донецкий	$e = 7$ *кг*,
„ сибирский .	$e = 6{,}5$ *кг*,
„ уральский . .	$e = 6{,}0$ *кг*,
„ подмосковный	$e = 4{,}0$ *кг*,
торф сухой	$e = 4{,}0$ *кг*,
дрова сухие	$e = 3{,}5$ *кг*.

Для паровозов же с перегретым паром паропроизводительность должна быть меньше указанных величин на 5—10%.

Тогда, зная паропроизводительность топлива e и количество испаренной котлом воды B, мы можем определить расход топлива E по нижеследующей зависимости:

$$E = \frac{B}{e}. \tag{117}$$

Для локомотивов с двигателями внутреннего сгорания расход горючего определяют, исходя из величины удельного расхода горючего на лошадиную силу-час. Назовем эту величину через m; зная среднюю расчетную мощность двигателя N и время его работы T часов, можем определить расход топлива:

$$E = NmT.$$

Для малых мотовозов с взрывными двигателями, работающими на керосине, $m = 350 \div 400$; для больших машин мощностью 80—100—150 *ЛС*, работающих на том же топливе, $m = 250 \div 300$; для дизельвозов $m = 200 \div 300$ *г* нефти на лошадиную силу-час.

НБ УГГУНГ (ДГТ)

Для инженера-строителя промышленных железных дорог при производстве изысканий весьма часто нужно иметь сведения о расходе воды для паровозов на различных элементах профиля. Это не трудно сделать, построив кривую (рис. 224) расхода воды на 1 *км* для различных подъемов и уклонов, исходя из известных уже нам соотношений.

Если данный паровоз при форсировке z и поверхности нагрева котла H расходует в час пара zH *кг*, то за время прохода одного километра при скорости v он израсходует

$$c_0 = \frac{zH60}{v} \text{ килограмм пара}$$

или, вспоминая, что

$$\theta = \frac{60}{v},$$

эту величину можно выразить:

$$c_0 = zH\theta; \qquad (118)$$

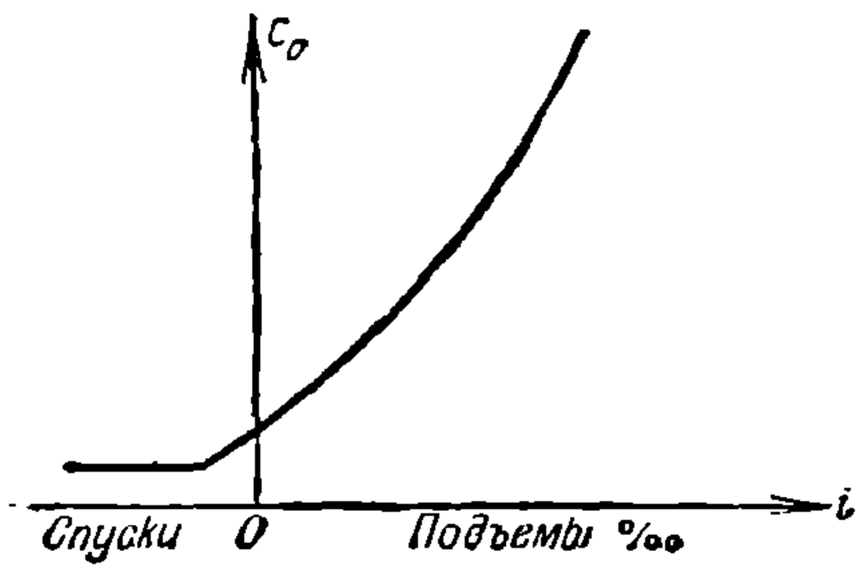


Рис. 224. Зависимость c_θ от i.

так как θ может быть определена весьма просто из диаграмм $f - w = \varphi(v)$, то вычислить искомую кривую для различных подъемов не представляет затруднений.

§ 52. Определение расхода энергии при электровозной откатке.

Если необходимо получить точную величину расхода энергии на перегоне, то для этой цели можно воспользоваться указанными выше графическими методами тяговых расчетов и использовать их для построения кривой ампер-часов или киловатт-часов в функции расстояния. Тогда, имея построенной кривую скорости и кривую мощности для данного перегона, можно определить общий расход энергии, достаточно точно учитывая все особенности движения поезда в различных точках пути.

Менее точно, но все же с достаточной для практических целей точностью, можно найти суммарный расход энергии, не делая столь подробного расчета, а пользуясь лишь таблицей для графо-аналитического способа, о котором также выше были сообщены необходимые для пользования им сведения. Если при этом иметь значения поправок в расходе энергии между инертным и безинертным поездом, то искомая величина расхода энергии на движение поезда по перегону также будет достаточно близка к действительности.

Однако есть много случаев, когда возможно определить величину расхода энергии еще проще, не прибегая и к составлению и вычислению таблицы графо-аналитического способа, так как затраченную на передвижение поезда данного веса $(P+Q)$ по перегону длиной s энергию можно определить, исходя из выражения для удельного расхода энергии. Выражением удельного расхода энергии в ватт-часах на тонно-километр брутто приходится пользоваться очень часто, так как это выражение дает возможность быстрее всего определить расход энергии на тягу поездов, почему мы приведем здесь эту формулу, исходя из условия, что поезд весом $(P+Q)$ тонн движется по постоянному подъему i с постоянной скоростью v:

$$a = 2{,}72\,\frac{(i+w)}{\eta} + 0{,}0107\,\frac{(1+\gamma)\,v^3}{\eta_{пуск}\,s}. \qquad (119)$$

Здесь: a — удельный расход энергии в ватт-часах на тонно-километр;
η — средний к. п. д. электровоза;
$(1+\gamma)$ — коэфициент инерции поезда;
v — скорость хода по перегону в *км/час*;
$\eta_{пуск}$ — пусковой к. п. д. электровоза, равный от 0,65 до 0,75;
s — длина перегона в километрах.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Мы ввели в знаменатель второго члена формулы символ $\eta_{пуск}$, обозначающий величину к. п. д. в течение периода пуска. Величина эта меньше к. п. д. двигателя при работе его в практически используемых областях автоматической характеристики и не может быть принята выше $\eta_{пуск} = 0{,}75$ из-за потерь в пусковых реостатах, имеющих место в период разгона под реостатами.

Если требуется быстро определить удельный расход энергии не для каждого перегона в отдельности, а для всей линии, то следует в первый член формулы (119) подставить средний эквивалентный подъем i, второй же член формулы удобнее преобразовать в иной вид, так как величина

$$\frac{1}{s} = n,$$

где n — число остановок на километр линии, что определяется для каждого данного случая без труда. Тогда формула удельного расхода энергии приобретает несколько иной вид:

$$a = 2{,}725\,\frac{(i+w)}{\eta} + 0{,}0107\,\frac{(1+\gamma)\,v^2 n}{\eta_{пуск}}, \qquad (120)$$

и получаемый по ней результат можно распространить на всю линию в целом.

Весьма часто требуется быстро определить не только удельный расход энергии на перевозки брутто, но и на один тонно-километр или на тонну перевозимого груза, например руды или пустой породы.

Тогда это проще всего сделать следующим способом. Пусть руда в размере годовой добычи $\Sigma M\,m$ отвозится на расстояние s поездами, вмещающими $M\,m$ руды при весе груженого поезда $(P + Q_{гр})$ и порожнего $(P + Q_{пор})$. Пусть далее, расчет показал, что удельный расход энергии груженого поезда $a_{гр}$, а порожнего $a_{пор}$ ватт-часов натонно-километр. Тогда для доставки $M\,m$ полезного груза на требуемое расстояние будет израсходована энергия:

$$\frac{[a_{гр}(P+Q_{гр}) + a_{пор}(P+Q_{пор})]\,s}{1000}\ \text{киловатт-часов},$$

на одну тонну полезного груза:

$$\frac{[a_{гр}(P+Q_{гр}) + a_{пор}(P+Q_{пор})]\,s}{1000\ M}\,\frac{\text{киловатт-часов}}{\text{тонну нетто}},$$

а на все $\Sigma M\,m$ полезного ископаемого в год:

$$\frac{[a_{гр}(P+Q_{гр}) + a_{пор}(P+Q_{пор})]\,s\Sigma M}{1000\ M}.$$

Удельный же расход на один тонно-километр нетто (только полезный груз) будет равен:

$$\frac{[a_{гр}(P+Q_{гр}) + a_{пор}(P+Q_{пор})]}{M}\,\frac{\text{ватт-часов}}{т\text{-}км\ \text{нетто}}. \qquad (121)$$

ГЛАВА VII.

НЕПОДВИЖНОЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ УЧАСТКОВ ПРОМЫШЛЕННОГО ТРАНСПОРТА.

§ 53. Общие сведения о тяговой контактной сети и подстанциях.

Как было уже отмечено выше, в случае применения электрической тяги наличие одних электровозов еще недостаточно для реализации движения, и для этой цели необходимы, кроме того, еще устройства для преобразования энергии

НБ УДУНТ (ДГТ)

и снабжения ею электрифицированных путей, а также для передачи энергии электровозам, т. е. подстанции и контактная сеть в случае контактной тяги и зарядные станции в случае аккумуляторной.

Вообще говоря, это оборудование как с конструктивной, так и с расчетной точки зрения представляет собой область, не менее обширную, чем сами электровозы, но в настоящем разделе, посвященном, собственно, подвижному составу, нет возможности рассмотреть эти вопросы подробно, и потому мы остановимся лишь на тех моментах, которые имеют первостепенное значение для понимания основ электрической тяги.

По способу приключения тяговых подстанций к рабочей сети контактного провода существующие схемы могут быть разделены на две категории: а) раздельное питание контактной сети и б) параллельное питание контактной сети, причем обычно в практике электрификации заводского транспорта, в противоположность практике магистральных электрических дорог, применяется, как правило, раздельное питание, так как экономические выгоды параллельного питания, в виду малой длины пролетов питания, редко могут оказаться достаточно эффективными, а независимость в электрическом отношении отдельных районов питания контактной сети друг от друга представляет в производственном и оперативном отношениях настолько большие преимущества, что полностью покрывает чисто экономические невыгоды раздельного питания.

С этой целью даже при одной подстанции отдельные участки контактной сети должны быть сделаны независимыми в электрическом отношении друг от друга или, как говорят, секционированы. Во всяком случае отдельные участки контактного провода, которые по ходу работ должны передвигаться, переноситься или наращиваться, нужно в пунктах примыкания к неподвижным стационарным путям секционировать; только благодаря этому будет возможно выключение их, необходимое для указанных работ, без перерыва движения на прочих путях, где движение должно производиться нормальным образом.

Основным же правилом по выбору общей схемы снабжения энергией и присоединения тяговых подстанций является стремление избежать двойной трансформации. Так, если к данному карьеру энергия подведена в виде трехфазного тока напряжением 30—100 kV и для нужд производства установлена подстанция для понижения напряжения до 3000 или 6000 V и имеется все же возможность совершить подвод энергии к тяговой подстанции высоким напряжением, то нет никакого сомнения в желательности, по крайней мере, проработки варианта непосредственного питания тяговой подстанции от сети высокого напряжения.

Преобразовательные агрегаты, применяемые для тяговых целей, по типу можно делить на вращающиеся преобразователи и неподвижные, вентильного типа.

К первой группе относятся:

1) мотор-генераторы;

2) одноякорные преобразователи и

3) каскадные преобразователи, которые не нашли себе по ряду причин применения на подстанциях промышленных дорог.

Ко второй группе принадлежат ртутные выпрямители, которые можно разделить также на две категории:

1) ртутные выпрямители с металлическим корпусом (большой мощности);

2) стеклянные ртутные выпрямители (малой мощности).

Практически имеется сейчас совершенно определенное разделение в применении тех или иных преобразователей в условиях подстанций открытых работ и подземных.

На тяговых подстанциях открытых дорог наибольшее применение находят себе ртутные выпрямители с металлическим корпусом, в подземных же условиях — вращающиеся преобразователи, как мотор-генераторы, так и одноякорные преобразователи (конвертеры).

НБ УГЛТУ (ДГТ)

Впрочем, за последнее время металлические ртутные выпрямители применяются и в условиях подземного промышленного транспорта (рудник „Октябрьская революция“ в Кривом Роге).

Всякая тяговая преобразовательная подстанция (а в том числе и для подземных условий) должна иметь следующие главнейшие элементы оборудования:

1) устройство для ввода высокого напряжения;
2) распределительное устройство высокого напряжения;
3) трансформаторы;
4) преобразователи (в данном случае ртутные выпрямители);
5) распределительное устройство постоянного тока;
6) вспомогательное оборудование (для целей освещения, управления и пр.).

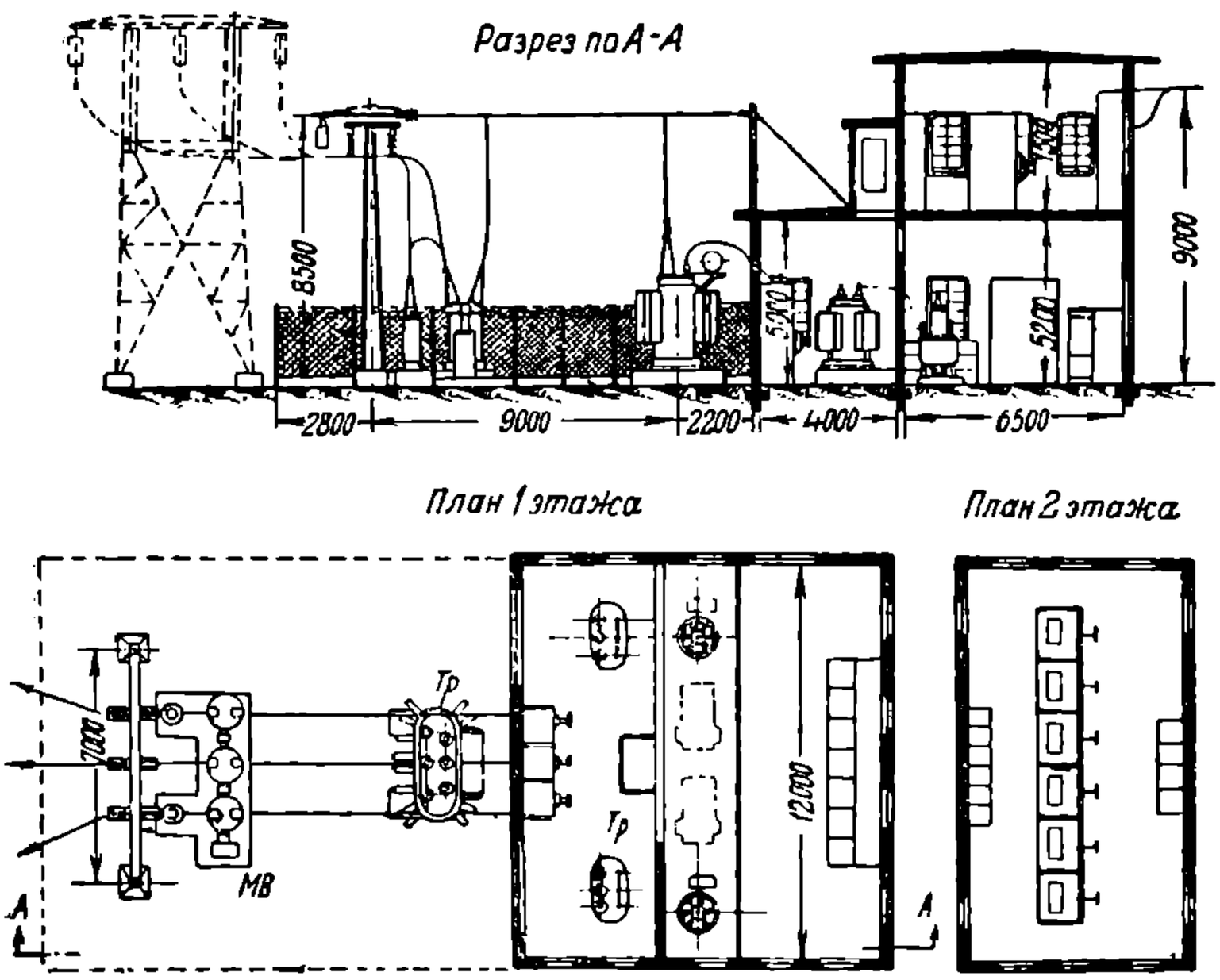


Рис. 225. Стационарная тяговая подстанция.

Все перечисленные элементы могут быть расположены полностью или частично в специально предназначенном для этой цели здании (причем часть оборудования, главным образом высоковольтного, в том числе и главные силовые трансформаторы, располагается на открытом воздухе); тогда мы имеем подстанцию стационарную, ничем, по существу, не отличающуюся от тяговых подстанций обычных электрических железных дорог, или все оборудование может быть размещено на специальных повозках-платформах, передвигающихся по рельсам в случае надобности, т. е. подстанция будет передвижной.

На рис. 225 и 226 изображен общий вид стационарной и передвижной подстанции.

Применение передвижных подстанций полезно также с точки зрения уменьшения в некоторых случаях затраты меди, так как обычное желание ограничиться одной постоянной подстанцией приводит иногда к большим сечениям питающих контактную сеть проводов, чего легко можно было бы избежать применением второй подстанции.

Кроме того в случае перемещения работ, например при использовании двух или трех мест для отвалов, территориально отделенных один от другого, применение второй неподвижной подстанции невозможно, в то время как передвижная подстанция позволит без всяких затруднений обслужить энергией тягу на этих путях.

НЭБ УДУНТ (ДГТУ)

Переходя к вопросу о контактной сети, следует заметить, что для воздушной контактной сети существует в настоящее время два способа подвески:

1) простая (трамвайная) подвеска и

2) цепная (многократная) подвеска.

Последний тип подвески требуется при скоростях свыше 35—40 *км/час*, а при меньших скоростях и первый тип достаточно удовлетворительно работает, вследствие чего в условиях промышленного транспорта в подавляющем большинстве случаев применяется первый тип подвески.

Наиболее существенными элементами путевого контактного оборудования являются: контактный провод, устройства для подвешивания контактного провода в надлежащем положении, т. е. так называемые опоры, и линейный подвесной изоляционный материал, служащий для изоляции контактного провода от опор и одновременно с этим для прикрепления его к опорам.

Весьма серьезное влияние местные производственные условия промышленного предприятия оказывают именно на характер опорных конструкций, что можно подтвердить примером.

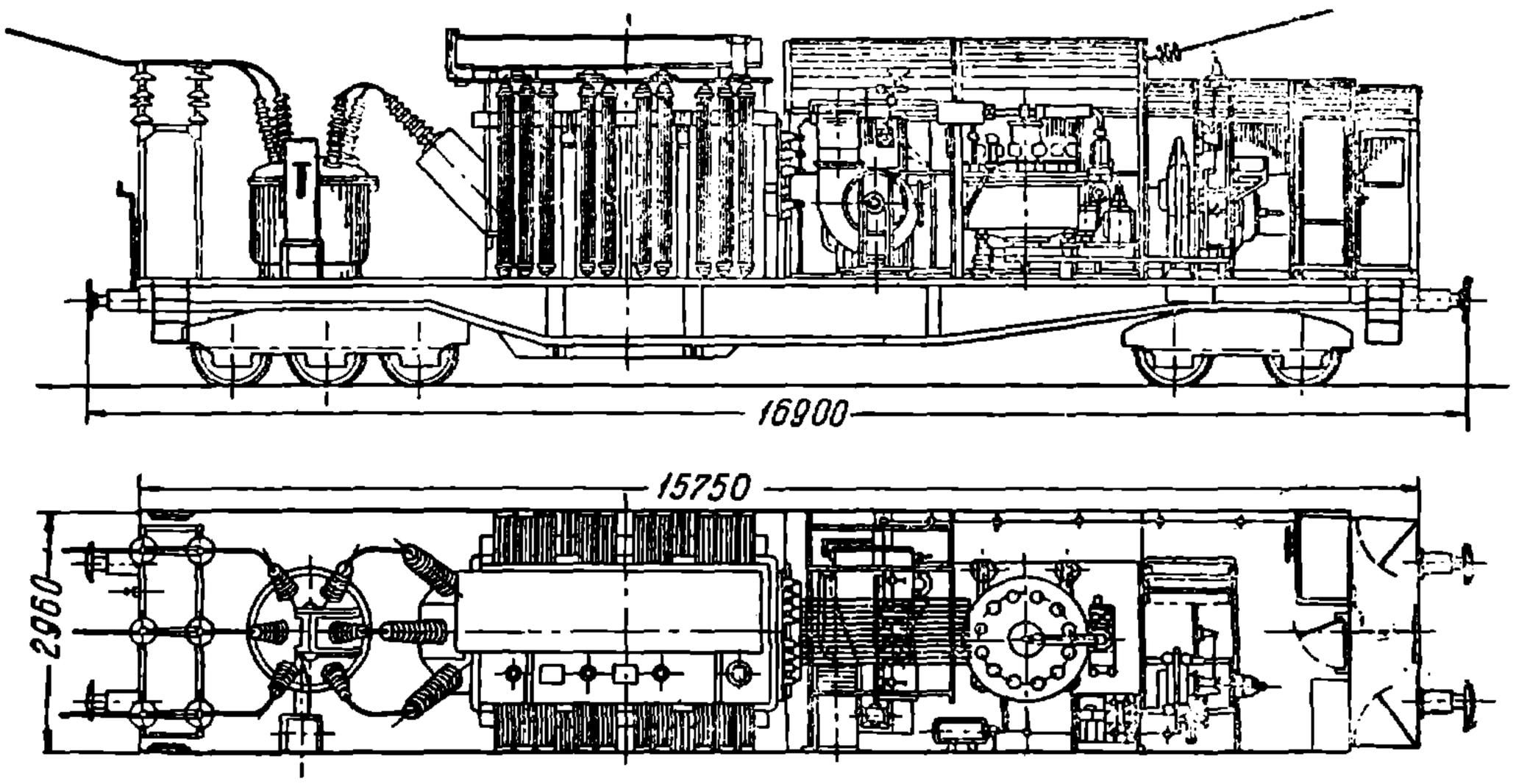


Рис. 226. Передвижная тяговая подстанция.

Наибольшее своеобразие имеют в условиях открытых разработок именно опоры контактного оборудования переносных откаточных путей.

Устройство же контактного оборудования неподвижных путей менее своеобразно и может быть сведено к следующим трем основным типам (см. рис. 227).

I. Тип подвески контактного провода на опорах консольного типа.

II. Тип подвески контактного провода на промежуточном тросе, прикрепленном, в свою очередь, к опорам.

Наконец, для двухпутных участков может быть еще одно видоизменение первого типа подвески, которое может быть отнесено в самостоятельную группу по устройству опор, а именно:

III. Тип подвески контактного провода к опорам, расположенным в междупутье.

Без особых пояснений ясно, что для однопутных участков главное применение должна иметь конструкция первого типа подвески. Применение же подвески провода на однопутном участке по второму типу с поперечным тросом хотя и встречается, но редко, так как требует лишней опоры.

Для двухпутных же участков все три типа подвески находят себе применение, но наиболее целесообразными являются второй и третий типы.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Как видно из рис. 228, 229 и 230, все опоры неподвижны и укрепляются в грунте так, чтобы усилия, которые действуют на опору, стремясь выворотить ее из грунта, не могли произвести этого даже при наиневыгоднейшей комбинации нагрузок.

На указанных рисунках для первого и второго типов подвески изображены три случая расположения опор: а) на косогоре, б) на насыпи и в) в выемке, являющиеся наиболее характерными для условий промышленного транспорта. Для расположения же опоры в междупутье эти условия, очевидно, никакой роли не играют.

Размеры опор и главнейшие габаритные размеры подвески для различной ширины колеи изображены на рис. 227—230.

Производственные условия предприятий добывающей промышленности требуют особых типов контактного оборудования.

Наиболее резко сказываются особенности электрической тяги на открытых разработках в отношении устройства путевого контактного оборудования передвижных путей, в частности добычных, где осуществляется погрузка добытой горной массы в вагоны.

В том случае, если принятым типом погрузочно-добычного снаряда является многоковшевый экскаватор, работа которого заключается в мерном передвижении вдоль рабочего уступа и непрерывной экскавации породы с такой же непрерывной погрузкой ее в стоящий неподвижно поезд, такие экскаваторы обыкновенно снабжены погрузоч-

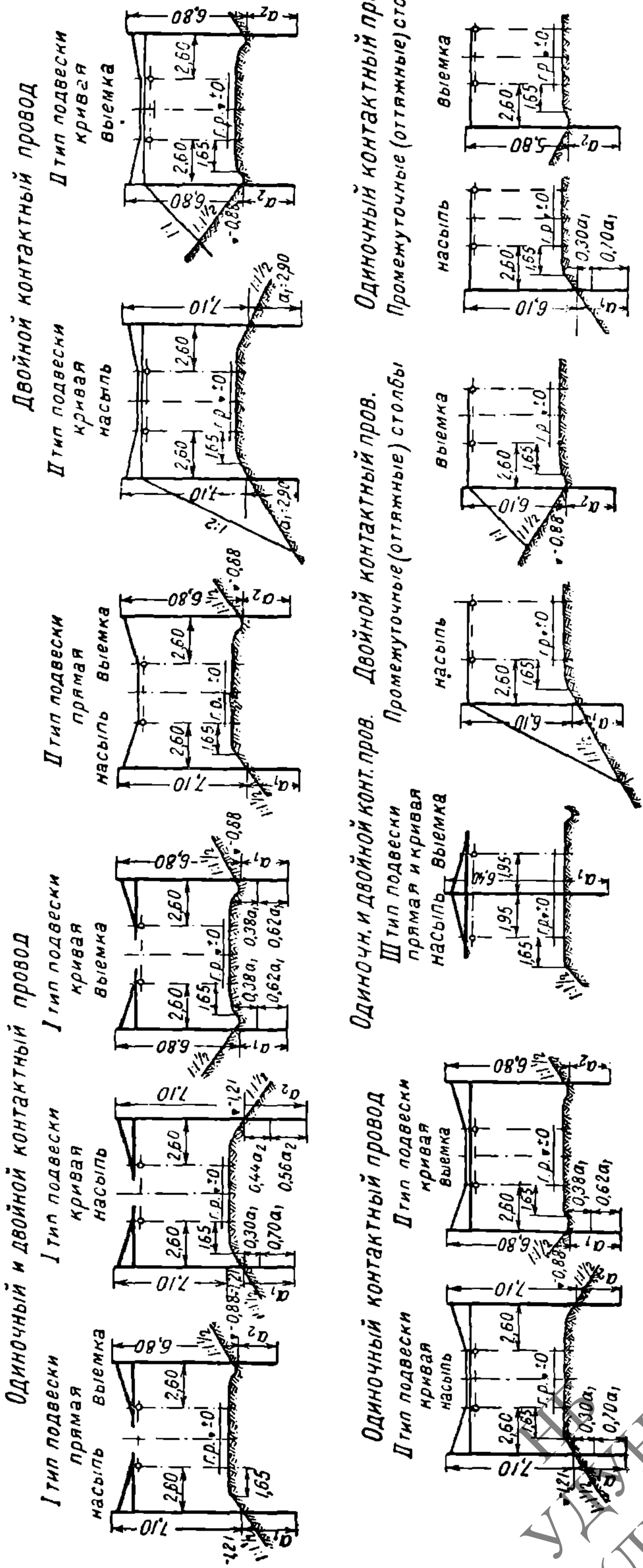


Рис. 227. Типы подвески и опор на балластированных путях.

НТБ УДУНТ (ДИТ)

ными устройствами, расположенными в портале экскаватора так, что погружаемая порода грузится или падает сверху из люка портала в вагон. Чтобы

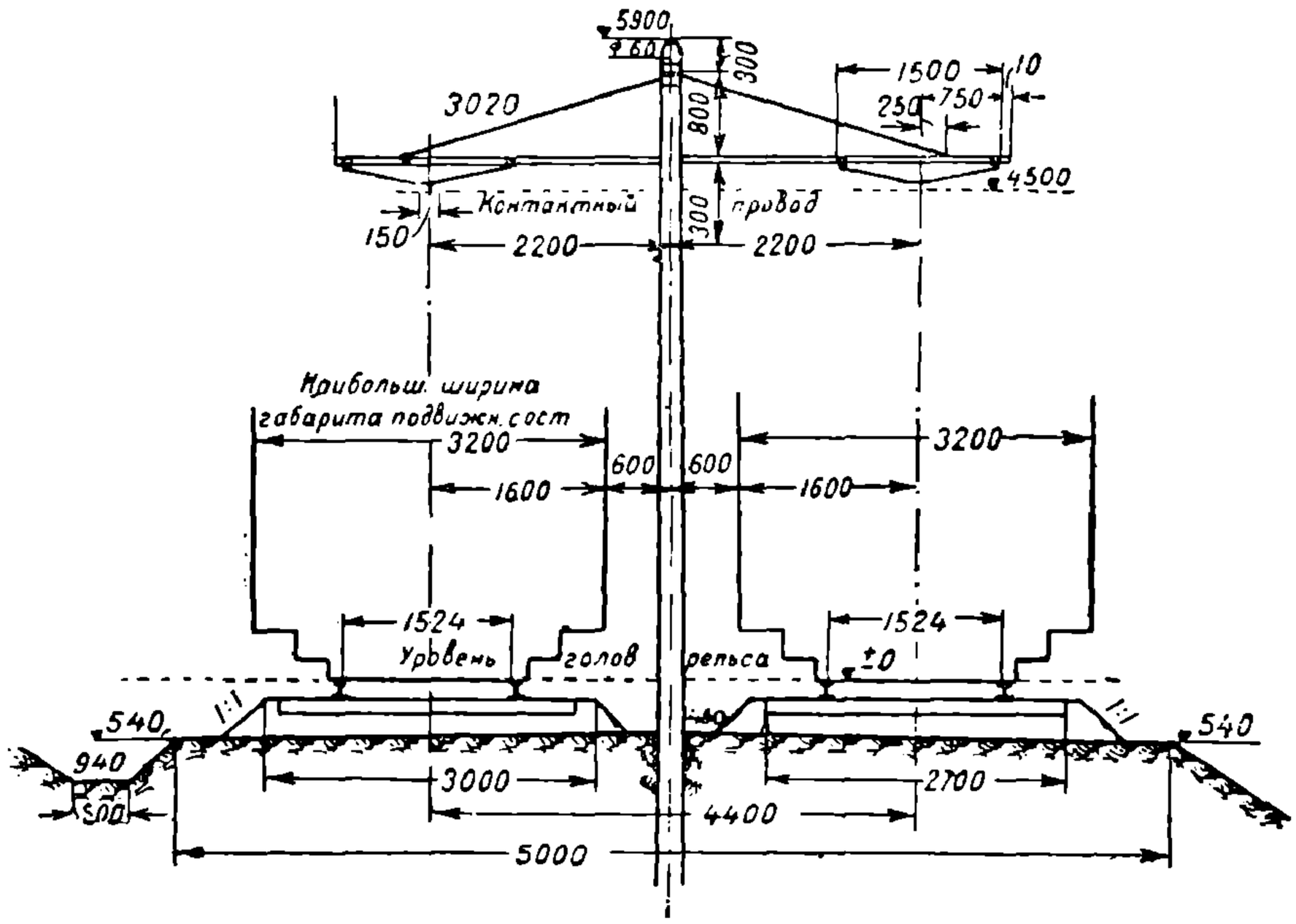


Рис. 228. Типы подвески с опорами в междупутье.

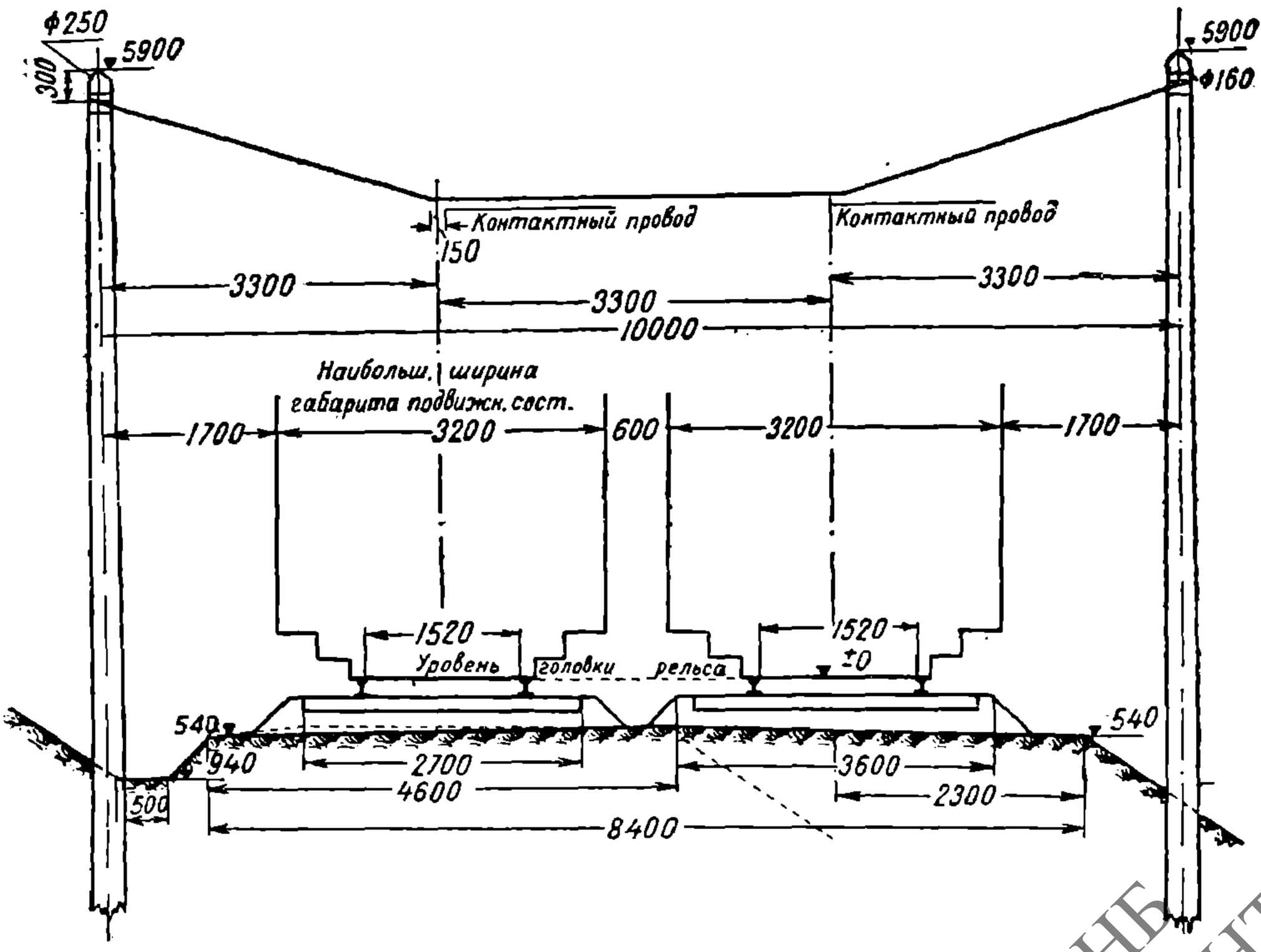


Рис. 229. Подвеска на поперечном тросе.

контактный провод и все устройство, его поддерживающее, были в безопасности от падающей экскавируемой породы, необходимо, чтобы оно, во-первых, было отнесено в сторону от пути на расстояние, дающее уверенность в том, что

НБ УДУНТ (ДИТ)

поток высыпающегося (падающего) груза не мог задеть ни за один элемент путевого контактного оборудования, а во-вторых, было в безопасном расстоянии от

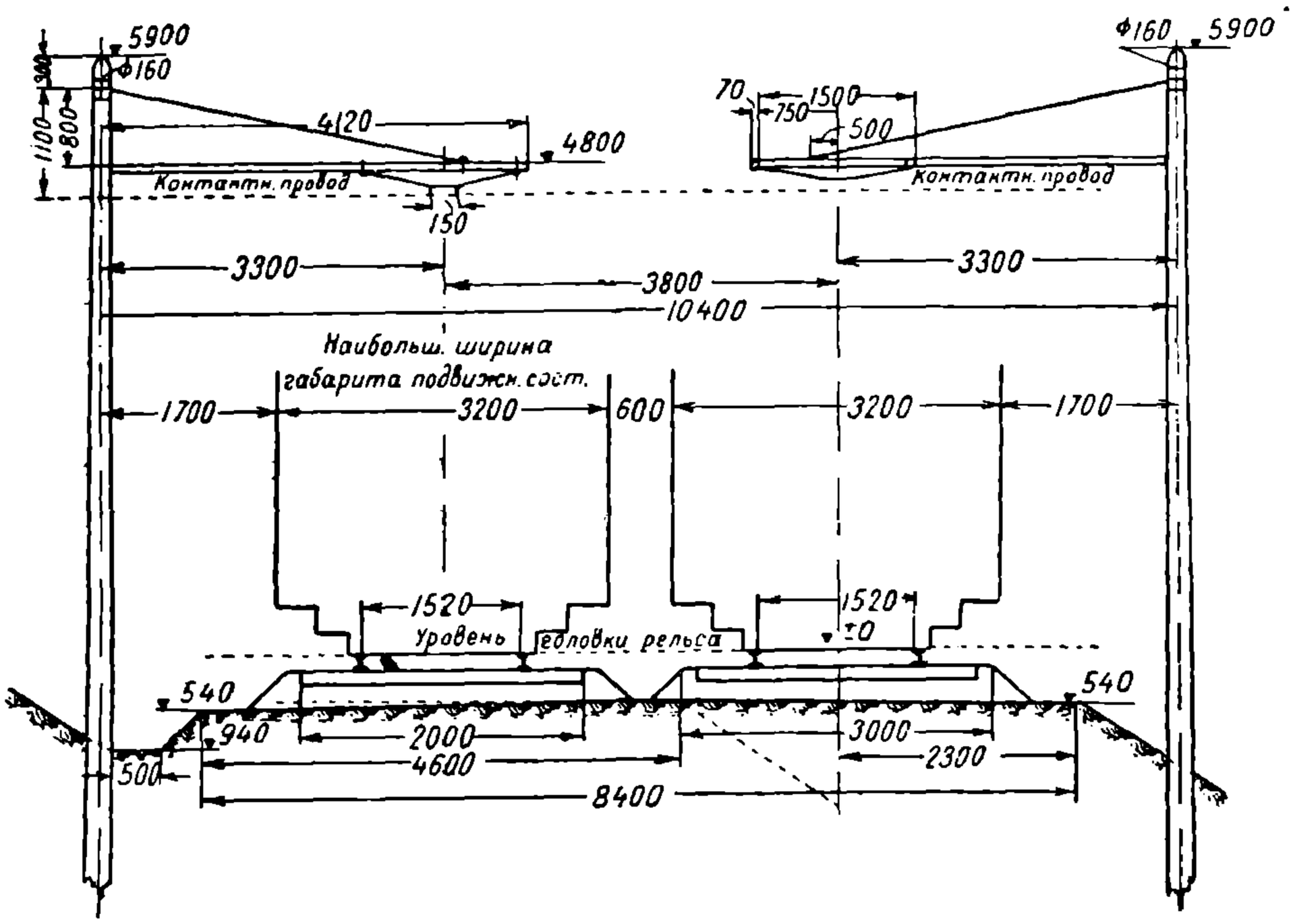


Рис. 230. Опора консольного типа.

строения портала экскаватора, так как токопроводящие части контактного оборудования находятся под напряжением и по этой причине должны быть удалены от металлических заземленных частей портала баггера. В-третьих, и это требование самоочевидно, все контактное оборудование должно находиться внутри очертания портала экскаватора.

По многим соображениям конструктивного и производственного характера порталы экскаваторов не могут быть сделаны очень больших размеров, и их очертания таковы, что контактное оборудование имеет довольно стесненное пространство для размещения.

Поэтому контактное оборудование на погрузочных карьерных путях характеризуется небольшой сравнительно высотой контакт-

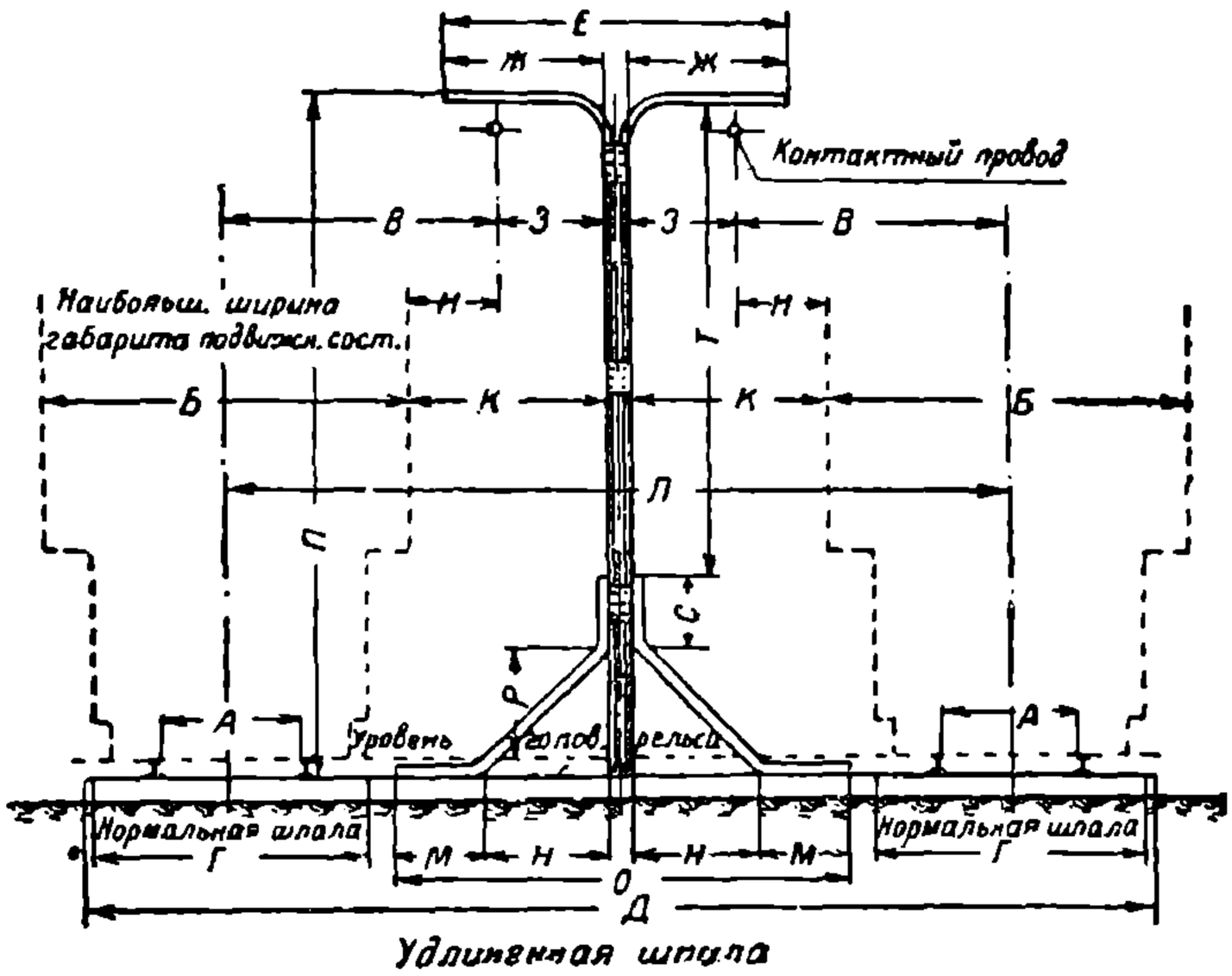


Рис. 231. Передвижная опора в междупутье.

ного провода от уровня головки рельса (2800—3000 *мм*) и смещением его от пути в сторону на 1200—1800 *мм* по горизонтали.

При применении одночерпаковых экскаваторов следует считаться с тем, что стрела и ковш этого погрузочного снаряда, по условиям удобства погрузки, пере-

НБ УДУНТ (ДИТ)

двигаются в некотором пространстве над всей площадью кузова вагона и во всех этих случаях не должны касаться контактного провода, что угрожало бы опасностью для жизни экскаваторному машинисту и серьезными дефектами в работе контактного оборудования.

В случае погрузки одноковшовым экскаватором отнесение контактного провода от пути и вагона требуется еще большее — желательно было бы убрать контактный провод за пределы кузова вагона, и, так как портал или какое-либо другое устройство, охватывающее собою габарит подвижного состава, здесь отсутствует, то можно расположить контактный провод, не особенно стесняясь в выборе высоты его над уровнем головки рельса. Однако и в этом случае необхо-

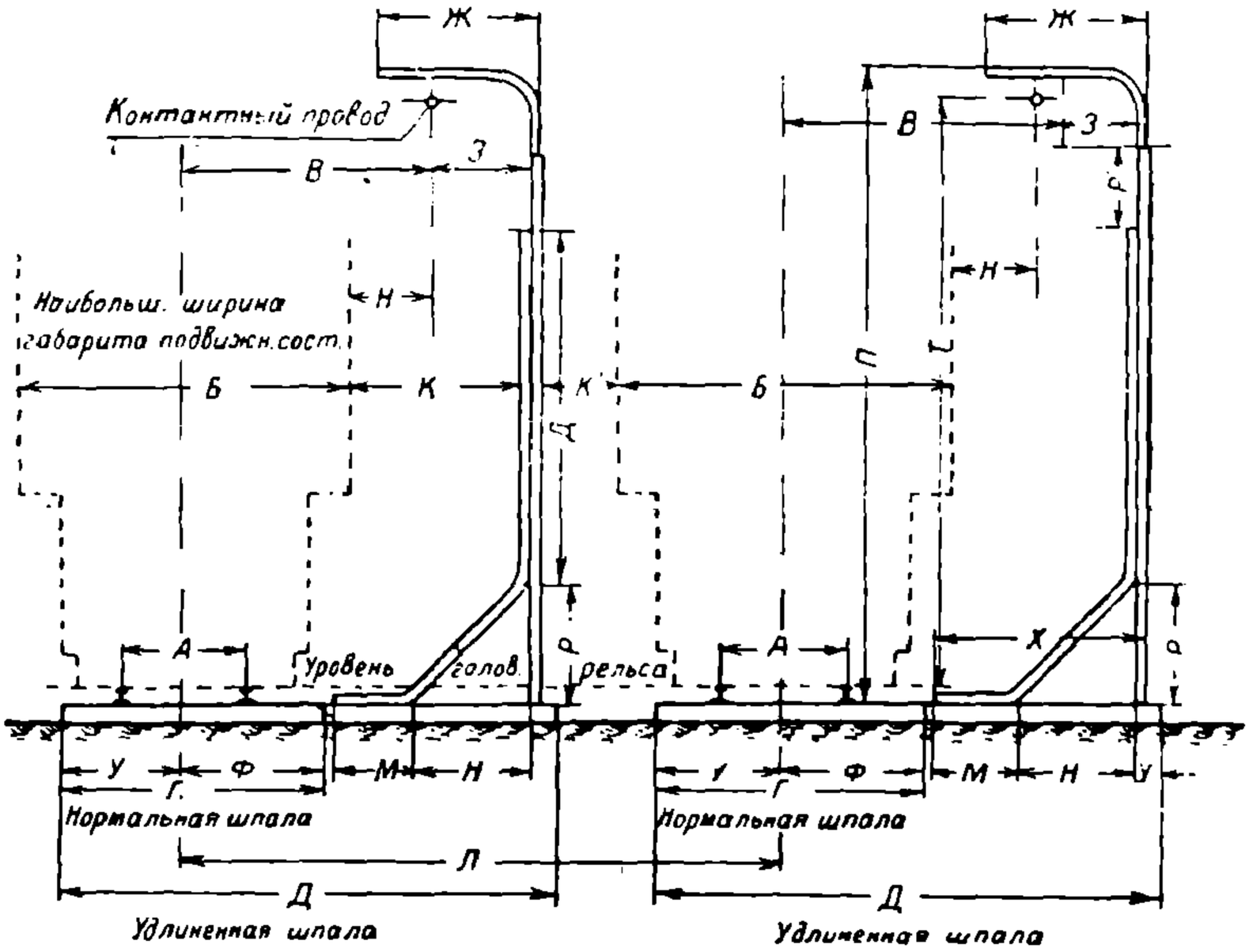


Рис. 232. Передвижная опора.

димо передвигать опоры вместе со всем контактным оборудованием, вслед за передвигающимися рельсовыми путями, что требует не особенно тяжелых и, следовательно, высоких опор, так что и в этом случае факторы, связанные с горными и производственными условиями, оказывают большое влияние на характер главнейших элементов путевого контактного оборудования.

Поэтому в этих случаях опоры также должны быть переносными, причем задача эта в условиях германской и американской техники открытых разработок решается различно.

Опоры германского типа (рис. 231) для передвижных путей прикрепляются к рельсу либо к шпале, и следовательно, при переносе механическим путепередвигателем рельсового пути вместе с ним автоматически будет передвигаться и все контактное оборудование вместе с опорами.

Для откаточных передвижных путей, предназначенных для обслуживания одноковшовых экскаваторов, нет такого ограничения размеров, показанных на рис. 232, так как можно применить опору, также передвижную, но не соединенную со шпалой или рельсом.

Приведем некоторые сведения о способах укрепления контактного оборудования в подземных выработках.

Общий вид и габаритные размеры выработок для главных откаточных штреков изображены на рис. 233, причем на эскизе *а* приведены размеры выработки в случае крепления ее деревом, а на эскизе *б* — для бетонного крепления.

НБ УГЛУНТ (ДГТ)

В большинстве случаев при бетонном креплении подземных выработок подвеска осуществляется на поперечном тросе, а для деревянного крепления жестко — на потолочных держателях.

За малыми исключениями возврат тока на электрифицированных путях осуществляется по рельсам, которые, таким образом, являются обратным проводом.

С целью избежать вредного влияния ответвляющихся от рельсовых ниток так называемых блуждающих токов должны быть применены меры для уменьшения электрического сопротивления стыков.

Это осуществляется устройством особых стыковых соединений или в отдельных случаях, где можно не опасаться значительных деформаций рельсов температурного характера, — сваркой рельсовых стыков.

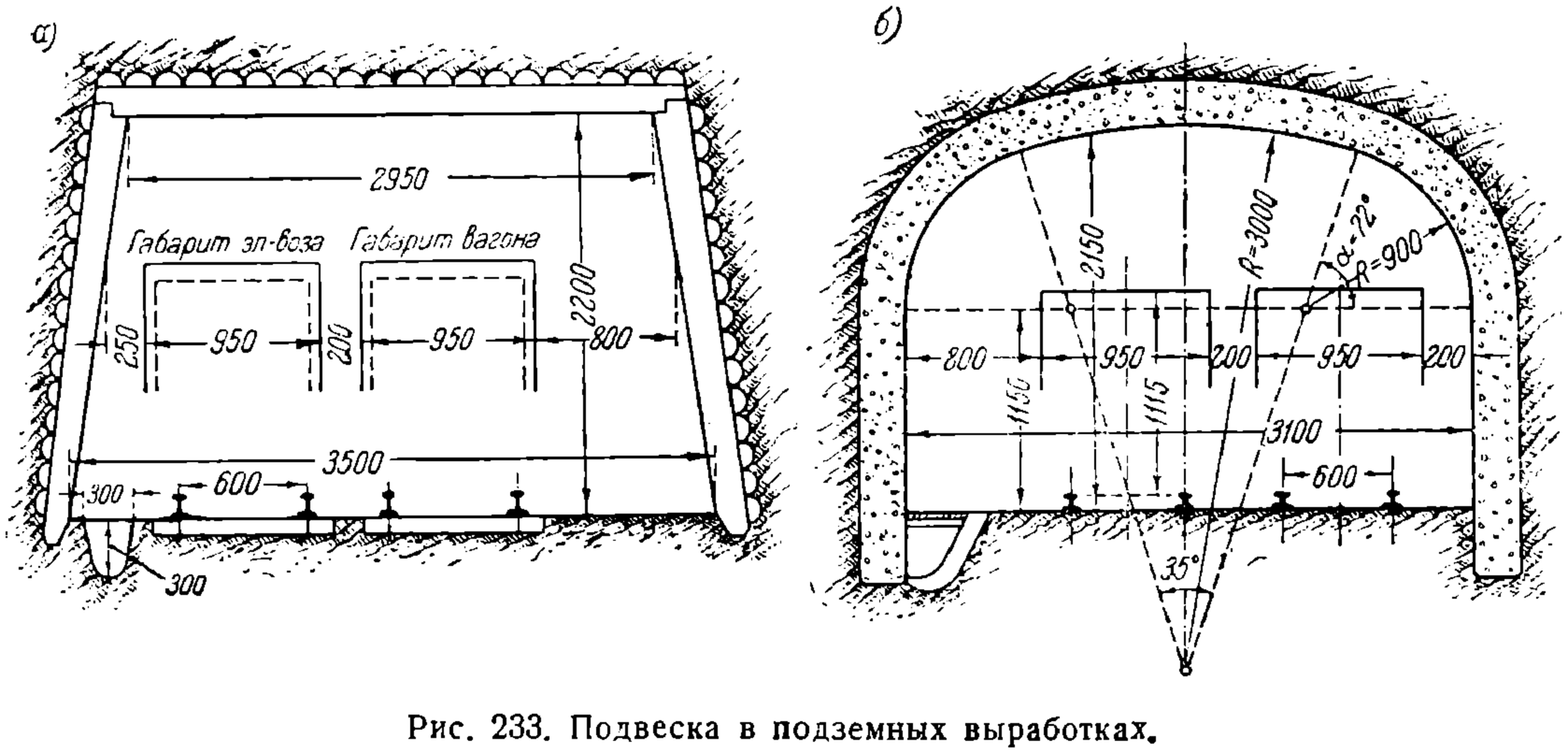


Рис. 233. Подвеска в подземных выработках.

§ 54. Основные соображения о расчете мощности подстанций и выборе числа преобразовательных агрегатов.

Прежде всего установим основную терминологию вопроса. При определении мощности подстанций следует различать понятия установленной и рабочей мощности подстанции.

Мы будем называть установленной мощностью подстанции общую суммарную мощность всех агрегатов, установленных на данной подстанции и предназначенных для преобразования энергии в тот вид ее, который соответствует тяговым целям как по роду тока, так и по напряжению.

Таким образом, мощность вспомогательных агрегатов и машин, необходимых для целого ряда собственных нужд подстанции, не входит в понятие установленной мощности.

Следует иметь в виду, что для надежности работы тяговой подстанции в целом необходим известный резерв в числе агрегатов. Суммарная мощность рабочих агрегатов, предназначенных для непрерывной работы, носит название рабочей мощности. При этом очевидно, что рабочая мощность всегда меньше установленной мощности на величину резервной мощности.

Практическим расчетом определяют именно рабочую мощность подстанции, а затем, разбив ее на отдельные (по возможности одинаковые по мощности) преобразовательные агрегаты, прибавляют обычно один в виде резерва и, таким образом, получают установленную мощность всей подстанции.

Эти понятия относятся ко всей тяговой подстанции как комплексу установленных на ней агрегатов, но кроме этого необходимо считаться с некоторыми свойствами отдельных единиц, составляющих этот комплекс.

НТБ УГЛУ (ДИТ)

С этой последней точки зрения мы должны учесть то обстоятельство, что если отдельный агрегат может удовлетворить определенным количественным требованиям в отношении мощности, развиваемой им в течение непрерывной и долговременной работы, то за отдельные короткие периоды тот же самый агрегат способен развить мощность более высокую, т. е. допускает известную перегрузку.

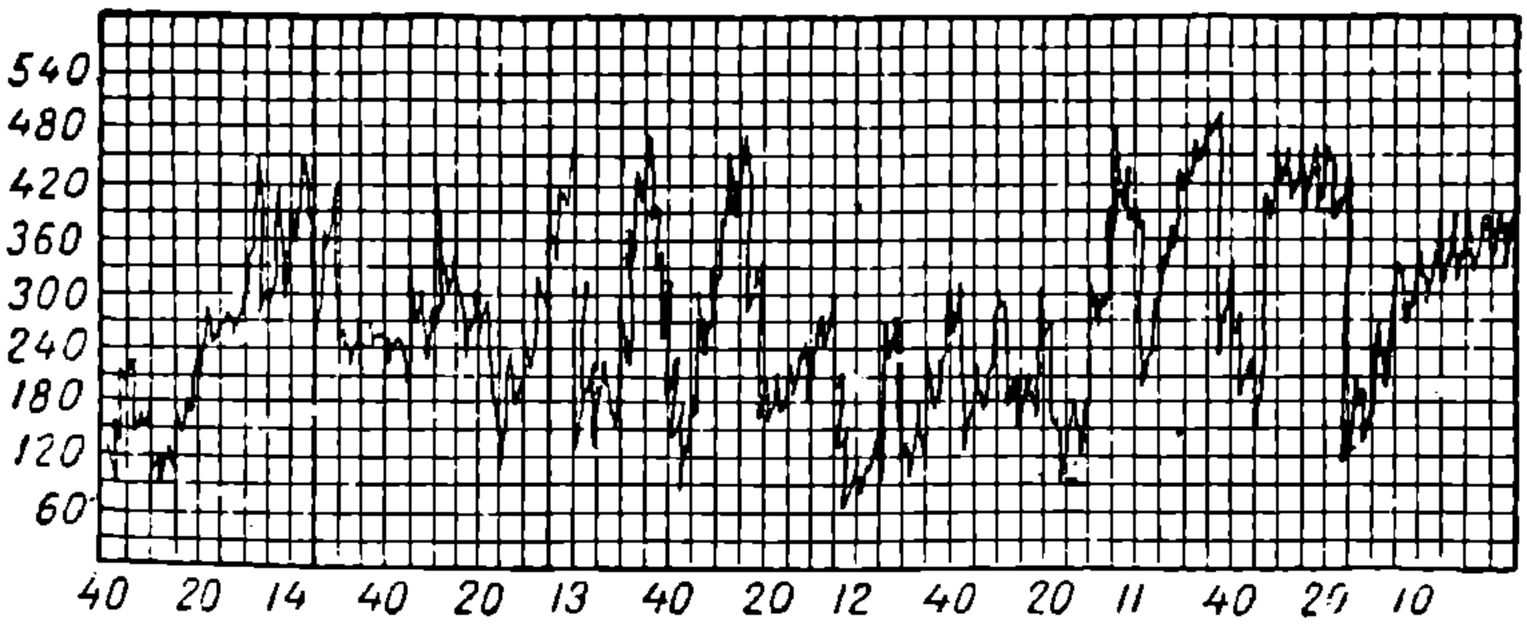


Рис. 234. Кривая мощности, снятая самозаписывающим прибором.

Обстоятельство это имеет весьма существенное значение в определении величины рабочей мощности тяговых подстанций, так как требуемая от тяговых подстанций нагрузка по самой своей природе далека от равномерности, как это видно из рис. 234, изображающего кривую мощности, снятую самозаписывающим (регистрирующим) прибором.

Если мощность, потребляемая отдельным электровозом, по пути его следования изменяется в очень широких границах (от нуля до максимума, соответствующего пусковому режиму), то, естественно, комбинации этих нагрузок от нескольких электровозов в отдельные моменты времени могут представить еще большее разнообразие. Таким образом кривая нагрузки (или потребляемой мощности) характеризуется для тяговой подстанции наличием ряда пиков (толчков) тока или мощности, может быть и кратковременных, но по своему и абсолютному и относительному значению довольно существенных.

Поэтому при рассмотрении проблемы определения рабочей мощности подстанции следует считаться как с условиями пиковой нагрузки, так и с условиями средней потребляемой за более или менее долговременный период мощности. При этом необходимо иметь в виду, что хотя для отдельного поезда режим мощности, потребляемой им, может быть более или менее точно определен, комбинация нагрузок от нескольких поездов имеет значительно менее определенный и более условный характер.

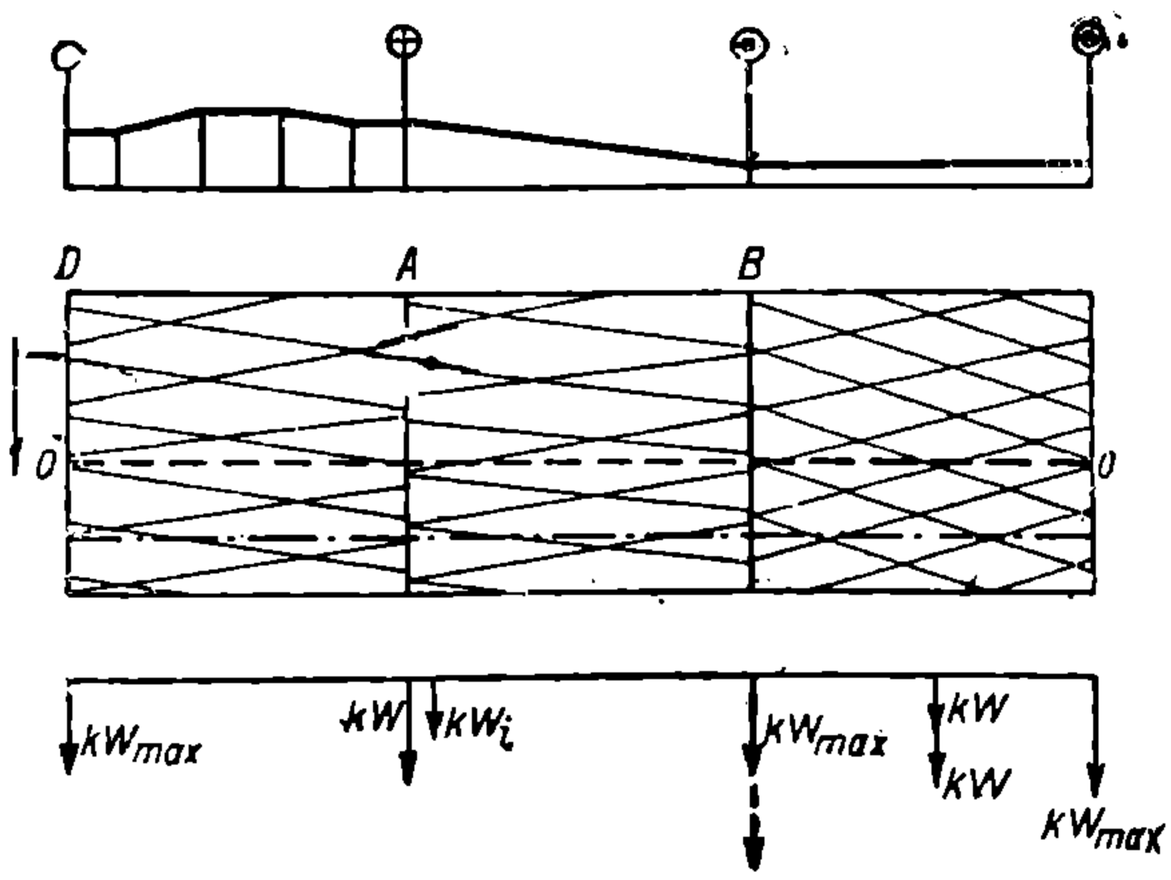


Рис. 235. Размещение нагрузок из графика движения.

Вследствие этого для определения наиболее тяжелых „пиковых нагрузок“ нет особой надобности в построении точного графика нагрузки подстанции за более или менее продолжительный промежуток времени. Достаточно определить лишь величину максимального тока нагрузки, а для этого следует располагать графиком движения, продольным профилем линии и зависимостями (кривыми) удельного остаточного тягового усилия и мощности от скорости.

Весьма облегчает эту задачу однообразие графика в течение рабочей смены.

Правильно поставленное движение поездов на промышленном транспорте не должно иметь часов так называемого максимального движения, а должно осуществляться с равномерной интенсивностью для правильного и полного

НТБ УГЛТУ (МГТ)

использования основного производственного и транспортного оборудования промышленных предприятий.

Поэтому график движения поездов должен быть однообразен и иметь все существенные особенности так называемого параллельного графика, что дает возможность обойтись весьма коротким отрезком его для расчета.

Наиболее существенным для расчета невыгоднейшей комбинации нагрузки являются периоды пуска и хода по максимальным подъемам. При нахождении этой комбинации нагрузок следует (рис. 235) воспользоваться графиком движения, проведя линию, соответствующую какому-либо моменту времени, и найдя пересечения ее с прямыми, соответствующими движению отдельных поездов, что позволит нам найти расположение их на тех или иных элементах продольного профиля и, зная тяговые свойства электровозов, определить потребляемые мощности. При этом следует считаться с некоторыми сдвигами поездов на графике во времени, причем предполагается всегда, что сдвиги эти будут приходиться в невыгодную для расчета сторону.

В результате подобной операции мы можем получить расположение нагрузок и их величины, изобразив это в виде схемы, приведенной на том же рисунке.

Полученная сумма $\Sigma kW_{\max}$ мгновенных нагрузок должна быть в известном соответствии с допускаемой по условиям перегрузки мощностью агрегатов подстанции.

Если коэфициент $(1+\varepsilon)$ означает допускаемый для данного рода преобразователей коэфициент перегрузки, то искомая величина рабочей мощности определится по формуле:

$$kW_{раб} \geqslant \frac{\Sigma kW_{\max}}{(1+\varepsilon)},$$

т. е. рабочая мощность выбранных агрегатов должна быть не меньше найденной величины. К определению величины $kW_{раб}$ можно подойти и с другой стороны, определив по методам, которые будут изложены ниже, суммарный расход энергии ΣkWh за длительный промежуток времени T — например за смену или за сутки. Тогда, зная величины ΣkWh и T, мы получим среднюю величину мощности за рассматриваемый период:

$$kW_{ср} = \frac{\Sigma kWh}{T},$$

причем и в этом случае:

$$kW_{раб} \geqslant kW_{ср}.$$

Обычно этим способом и пользуются для расчета мощности тяговых подстанций электрифицированного промышленного транспорта.

Существуют, однако, и другие методы определения мощности подстанций.

Для очень грубых подсчетов (по аналогии с прежней трамвайной практикой) можно считать, что рабочая мощность тяговой подстанции прямо пропорциональна средней мощности поездов, обращающихся одновременно на участке, питаемом от данной подстанции, т. е.:

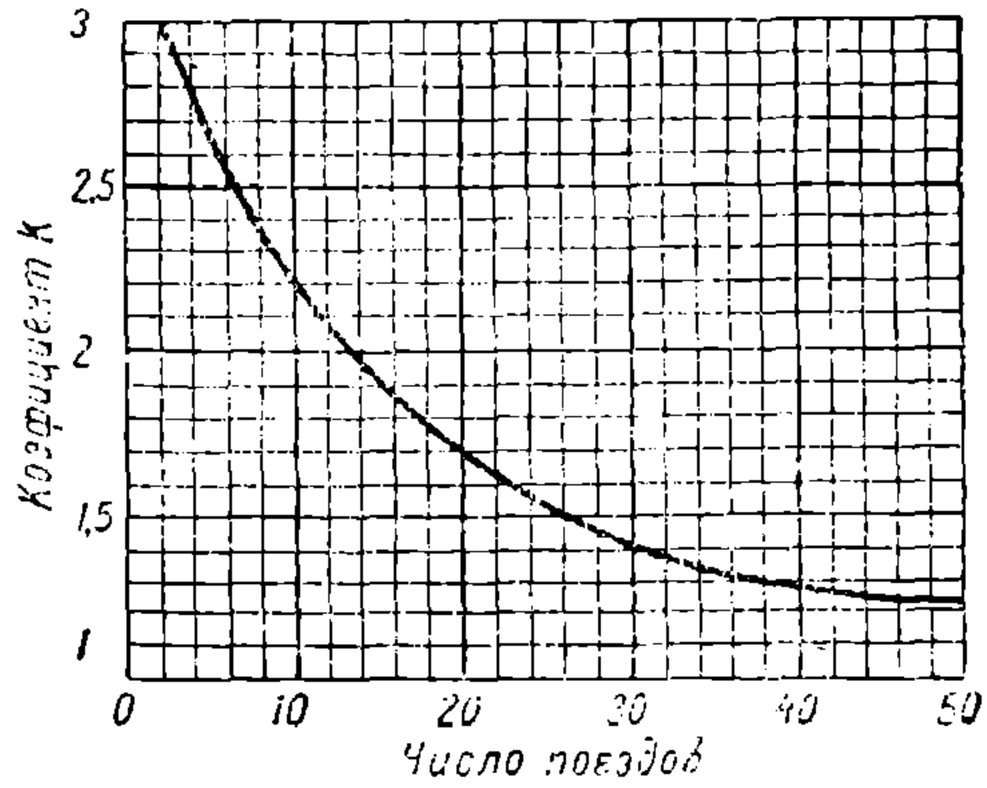


Рис. 236. Кривая Вестингауза.

$$kW_{раб} = NKn,$$

где n — число поездов, N — средняя мощность каждого поезда, а K — некоторый коэфициент, зависящий от числа обращающихся в районе питания поездов по так называемой кривой Вестингауза (рис. 236).

НБ УДУНТ (ДИТ)

Пользование этими данными чрезвычайно просто, но точность этого способа весьма невелика, главным образом вследствие неопределенности понятия средней мощности отдельного поезда, особенно если вспомнить, что во многих случаях на промышленном транспорте возможна очень резкая разница в весах обращающихся на участке поездов (порожние и груженые).

Инж. А. Х. Зильберталь на основании применения к данной задаче теории вероятности разработал метод определения расчетного значения силы тока.

По определяемой им формуле

$$I_p = I_{cp}\left(1 + \frac{(2 - \lg p)\,\sigma\,1{,}27}{\sqrt{h-1}}\right),$$

где I_p — расчетная сила тока,

I_{cp} — средняя сила тока одного поезда,

n — число поездов в час максимум,

σ — коэфициент, учитывающий неравномерность диаграммы силы тока в функции времени и равный

$$\sigma = \sqrt{\frac{i^2_q}{i^2_{cp}} - 1},$$

причем i_q — средний квадратичный ток одного поезда, i_{cp} — средний арифметический ток поезда. Величина σ меняется от 0,6 до 1, причем для случаев электрифицированного промышленного транспорта σ ближе к нижней границе.

Величина p — процентное отношение суммарного времени превышения расчетной мощности к общему времени работы — принимается автором около 0,01.

Относительно выбора числа агрегатов можно высказать следующие соображения. Число рабочих агрегатов определяется величиной требуемой рабочей мощности и шкалой стандартных мощностей преобразователей данного типа.

При этом всегда желательно иметь, по возможности, небольшое число одинаковых по мощности единиц, так как это всегда влечет за собою ряд существенных выгод строительного и эксплоатационного характера.

Довольно распространена такая комбинация: два рабочих и один резервный агрегат, которые дают небольшое число единиц (три) при достаточно удовлетворительном их использовании.

§ 55. Основы электрического расчета контактной сети.

В большинстве случаев электрического расчета контактной сети промышленного транспорта расчет ведется по максимальному падению напряжения, которое определяется из наиболее невыгодного расположения нагрузок и принимается равным 20—25% в легких случаях и 30—35% в исключительно тяжелых. Кроме того имеет место еще поверка на среднее падение напряжения, причем исходят из средних значений сил тока; принимаемое для этой поверки падение напряжения равно 5—10%.

Само собой разумеется, что расположение источника питания контактной сети должно быть предварительно фиксировано, и схема путей, а также графики движения должны быть уже известны.

В принципе расчет основан на определении момента токов или мощностей (т. е. суммы произведения силы тока или мощности, потребляемой поездом, на величину расстояния точки приложения нагрузки от подстанции); он имеет также много общего с определением величины рабочей мощности подстанции с той только разницей, что моменты времени и комбинации нагрузок, дающих пиковые нагрузки для подстанции, не совпадают, как правило, с моментом наиневыгоднейшего расположения нагрузок с точки зрения расчета контактной сети.

Предполагая общие основы расчета электрических сетей известными читателю из общего курса электротехники, приведем без вывода общую формулу для

НТБ УДУНТ (СПГГ)

расчета контактной сети по падению напряжения в наиболее удобном для практических целей виде:

$$\frac{\Delta E}{E}\% = \frac{100 \cdot 1000}{E^2}\left\{\frac{17{,}5}{\Sigma q} + r_p\right\}\Sigma Nl,$$

где $\frac{\Delta E}{E}$ — падение напряжения, выраженное в процентах,

E — номинальное напряжение (см. шкалу напряжений) в вольтах,

Σq — общее сечение контактных проводов и фидеров в $мм^2$,

r_p — сопротивление рельсового пути в омах на километр,

ΣNl — суммарный момент мощности в киловатт-километрах, определяемый, как было уже указано выше, по графику движения при наиболее неблагоприятном расположении нагрузок для поверки по максимальному мгновенному падению напряжения и исходя из средних значений нагрузок для поверки по среднему падению напряжения.

Инж. С. М. Кудрин предложил весьма удобное преобразование этой общеизвестной формулы в следующий вид:

$$\frac{\Delta E}{E}\% = \frac{B + C}{A} \cdot \frac{\acute{\Sigma} Nl}{100}, \qquad (**)$$

где коэфициенты A, B, C имеют следующие значения:

1) Величина

$$A = \frac{E^2}{100 \cdot 1000}$$

зависит только от величины номинального напряжения и для применяемой в условиях промышленного транспорта шкалы напряжений имеет значения, приведенные в таблице 65.

ТАБЛИЦА 65.

Напряжение V	250	550	750	1500
A равно:	0,625	3,03	5,63	22,5

2) Второй параметр этой формулы B зависит от сопротивления единицы длины (1 $км$) рельсового пути, которое может быть выражено формулой:

$$r_p = \frac{\frac{1{,}5}{G} + \frac{1{,}1n}{10^4}}{k},$$

где G — вес погонного метра рельса в $кг/м$,

n — число стыков на погонный километр,

k — число ниток рельсов.

В таблицах 66 и 67 приведены значения как r_p, так и величины $B = 10^2 r_p$ для различных типов рельсов, встречающихся в практике промышленного транспорта.

Соответственно шкале сечений контактных проводов, применяемых на промышленном транспорте (65, 85 и 105 $мм^2$), и возможным комбинациям их на одно- и двухпутных участках мы имеем таблицу 68 значений Σq и

$$C = \frac{100 \cdot 17{,}5}{\Sigma q}.$$

НБ УДУТ (ДИТ)

ТАБЛИЦА 66.

Тип рельса		Значения r_p и B			
		I^A	II^A	III^A	IV^A
r_p	k-2	0,0228	0,0261	0,0279	0,0298
	k-4	0,0114	0,0125	0,0140	0,0149
B	k-2	2,3	2,6	2,8	3,0
	k-4	1,15	1,3	1,4	1,5

ТАБЛИЦА 67.

H равно		90	91	80	75	65
r_p	k-2	0,0498	0,0599	0,0762	0,0891	0,0934
	k-4	0,0249	0,0300	0,0381	0,0447	0,0492
B	k-2	5,0	6,0	7,6	8,9	9,8
	k-4	2,5	3,0	3,8	4,5	4,9

ТАБЛИЦА 68.

Число сечения проводов	1 × 65	1 × 85	1 × 105	2 × 65	2 × 85	2 × 105	4 × 65	4 × 85	4 × 105
Σq	65	85	105	130	170	210	260	340	420
C	26,9	20,6	16,7	13,5	10,3	8,3	6,7	5,5	4,2

Пользуясь таблицами 66—68, легко и просто найти и искомое сечение проводов, преобразовав формулу (**) в следующий вид:

$$C = \frac{A\frac{\Delta E}{E}}{\sum\frac{Nl}{100}} - B.$$

§ 56. Механические свойства подвески контактного провода.

Несмотря на то, что неподвижное путевое контактное оборудование электрифицированного промышленного транспорта не является частью подвижного состава, но составляет само по себе весьма сложную комплексную конструкцию для инженера-строителя, специалиста по промышленному транспорту, существенно отдать себе отчет в главнейших принципиальных зависимостях, служащих основой для расчетов и конструирования этих устройств.

Выше мы рассмотрели некоторые элементы, являющиеся базой для так называемых электрических расчетов контактного провода, в настоящем же параграфе мы постараемся установить некоторые соотношения, служащие для механических расчетов.

Применяемую в громадном большинстве случаев простую трамвайную подвеску контактного провода можно представить схематически в виде подвешенной к опорам каким-либо способом гибкой нити, как это изображено на рис. 237.

Расстояние между точками прикрепления этой гибкой нити к опорам мы будем именовать длиной пролета, или, короче, пролетом, обозначая его l, расстояние же между наинизшей точкой гибкой нити и прямой линией, соединяющей точки прикрепления этой нити к опорам, — стрелой провеса f, или, короче, — провесом.

Подобная картина, как известно, имеет место во многих отраслях техники, но в данном случае, в отличие от свойств подвески, например, линий передач

РГУДТ (МИТ)

или цепной подвески контактного провода на магистральных железных дорогах, мы имеем некоторые весьма характерные соотношения между величиной стрелы провеса и пролетом.

Условия удовлетворительного токоснимания для контактного провода требуют не только малой величины стрелы f, но и малой величины отношения стрелы f к пролету l. Если мы назовем это отношение через φ и выразим его в процентах, т. е. положим:

$$\varphi = \frac{f}{l} 100,$$

то установим тем самым понятие относительной или удельной стрелы провеса, которое во многих случаях позволяет ввести значительные упрощения и обобщения в выводах и результатах их.

Величина эта для условий контактного оборудования электрифицированного промышленного транспорта при пролетах от 15 до 25 *м* (пролеты, чаще всего

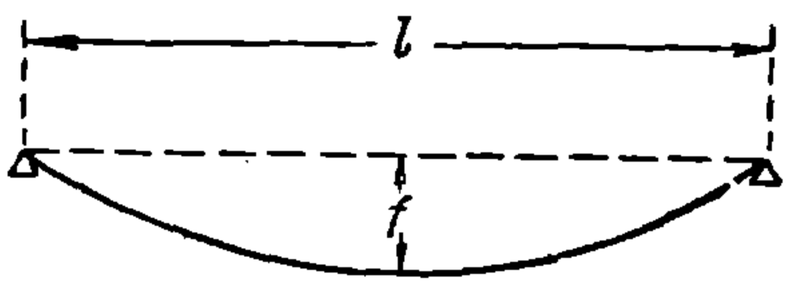


Рис. 237. Пролет и стрела провеса.

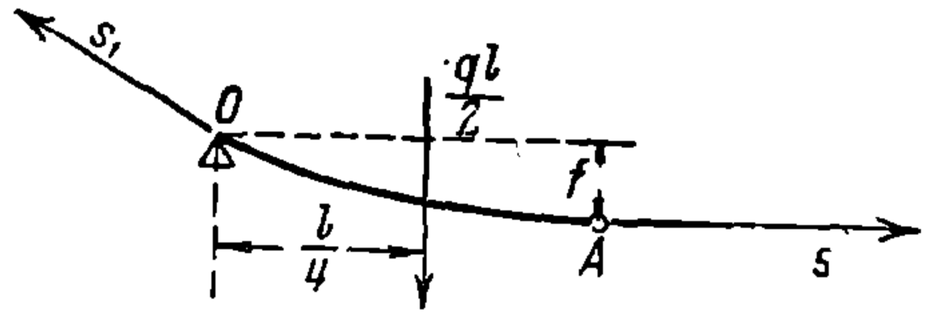


Рис. 238. Схема сил, действующих на провод.

применяемые в этих случаях) имеет значения от 0,2 до 0,35%, реже выше, во всяком случае составляя всегда лишь десятые доли процента [1], что, как мы увидим далее, чрезвычайно важно для некоторых принципиальных выводов.

Первым из этих выводов, которыми мы займемся, будет вывод условия равновесия гибкой нити; для этой цели мы рассмотрим, как это изображено на рис. 238, равновесие отрезка контактного провода на половине пролета, т. е. рассеченного в точках O и A.

Заменяя отброшенные части системы с целью сохранения равновесия силами S и S_1, которые мы будем именовать в дальнейшем натяжениями, мы должны учесть еще собственный вес оставшейся части, сосредоточенный в центре тяжести ее.

Так как стрела провеса f составляет несколько десятых процента пролета, то можно предположить с большой степенью приближения, что погонная нагрузка данной системы расположена равномерно по пролету, т. е. вес системы пропорционален горизонтальной проекции гибкой нити, а не самой длине кривой.

При этом допущении для данных условий, как было уже выше указано, весьма близком к истине, вес половины пролета контактного провода, если мы через q ($кг/м$) обозначим погонную нагрузку системы, будет, очевидно, равен $\frac{ql}{2}$ а центр тяжести будет лежать на вертикали, проведенной посредине половины пролета, т. е. на расстоянии $\frac{l}{4}$ по горизонтали от точки O.

Тогда уравнение моментов относительно оси, проведенной через точку O перпендикулярно плоскости чертежа:

$$Sf = \frac{ql}{2} \cdot \frac{l}{4}$$

или

$$Sf = \frac{ql^2}{8}.$$

[1] Следовательно, абсолютные значения стрелы провеса не будут превышать в рассматриваемом случае величины 7—9 *см*.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Целесообразнее, однако, произвести некоторую замену в полученном уравнении, выразив тяжение S, т. е. абсолютную величину горизонтальной составляющей усилия, растягивающего провод в любой точке пролета, через удельную величину, т. е. усилие σ, приходящееся на единицу площади поперечного сечения ω контактного провода.

Тогда, очевидно,

$$\sigma\omega = S,$$

и выведенное выше уравнение приобретает следующий вид:

$$f = \frac{ql^2}{8\sigma\omega}$$

или соответственно

$$\sigma = \frac{ql^2}{8f\omega}.$$

Вводя сюда вместо абсолютного значения величины стрелы провеса f удельную или относительную стрелу провеса φ, мы получим возможность понизить степень пролета l и получить более простую и удобную формулу:

$$\sigma = \frac{ql}{8\varphi\omega} \quad \text{или} \quad \varphi = \frac{ql}{8\sigma\omega}.$$

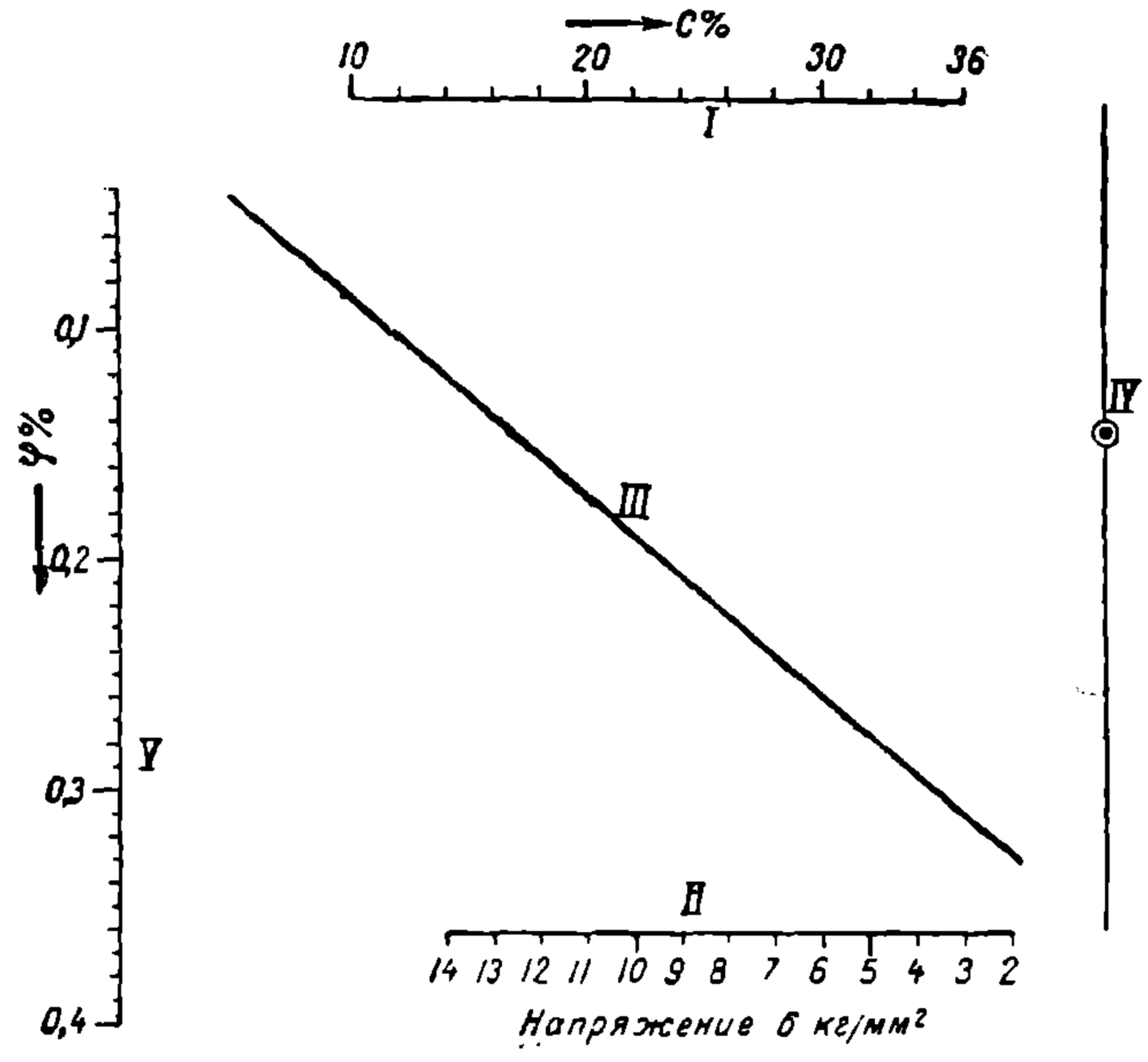


Рис. 239. Номограмма для определения φ или σ.

Прежде всего заметим, что в выведенной зависимости имеется отношение $\frac{q}{\omega}$ погонной нагрузки к площади поперечного сечения.

Если система никакой дополнительной нагрузки не имеет, т. е. если величина q выражает собственный вес единицы длины провода, то отношение $\frac{q}{\omega}$, как легко убедиться, выражает не что иное как вес единицы объема, т. е. удельный вес провода, и зависит, следовательно, только от материала провода, а не от его размеров.

Если же система подвержена дополнительной нагрузке, например от гололеда или ветра (или комбинации этих факторов одновременно), то тогда тоже можно было бы (как это часто делается в англосаксонской технической литературе) говорить о фиктивном удельном весе проводника, так как эта величина несколько меняется от толщины проводника, но термин этот менее удобен в этом случае.

Зависимость φ от σ — обратная пропорциональность и выражается графически равнобокой гиперболой.

Более удобно, однако, эта связь выражается в виде номограммы, что и представлено на рис. 239.

Пользование этой номограммой понятно из рассмотрения нумерации шкал, на ней изображенных.

Номограмма построена для пролетов l от 10 до 36 *м*, изменения напряжения от 2 до 14 *кг/мм²* и относительных стрел φ от 0,05 до 0,4%, т. е. для значений, с лихвой перекрывающих те, которые можно ожидать в условиях электрифицированного промышленного транспорта.

ПБ УЛУНТ (ДИТ)

§ 57. Механический расчет контактной подвески.

Выведенное выше уравнение:

$$\varphi = \frac{ql}{8\sigma\omega}$$

позволяет определить для заданных значений пролета l, нагрузки q и сечения ω величину φ для любого значения напряжения в материале σ и обратно.

Однако на самом деле задача обстоит значительно сложнее: обычно требуется определить, исходя из известных значений φ_0 и σ_0 при некоторой заданной температуре, новые, искомые значения σ и φ при какой-то новой заданной температуре t или заданной изменившейся нагрузке q_1.

В этом и заключается суть механического расчета контактного провода; к изложению этого расчета мы и перейдем.

Заметим, что на основании вышеизложенного очевидно, что в этом процессе мы будем иметь изменения длины гибкой нити и упругого и термического характера.

При этом известно, что если при данной температуре t_0 значению относительной стрелы провеса φ_0 соответствует напряжение контактного провода σ_0, то при новой температуре t_1 будет иметь место какая-то новая искомая относительная стрела провеса φ_1, при новом значении напряжения σ_1, которая явится причиной так называемого упругого удлинения несущего троса ΔL_{el}, равного:

$$\Delta L_{el} = \frac{\sigma_1 - \sigma_0}{E} \cdot l,$$

где E — модуль упругости материала данной гибкой нити.

Известно также, что если обозначить коэфициент термического удлинения материала через α, то можно выразить изменение длины данной гибкой нити вследствие одного лишь изменения температуры от t_0 до t_1 в таком виде:

$$\Delta L_t = \alpha l (t_1 - t_0).$$

Исходя из так называемого принципа наложения деформаций, мы имеем право написать:

$$\Delta L = \Delta L_{el} + \Delta L_t,$$

где ΔL — полная деформация геометрического характера, являющаяся разностью длин кривых провеса при новой и „старой“ (т. е. начальной) стрелах провеса φ_1 и φ_0. Как известно, длина всякой плоской кривой

$$L = \int_0^l \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2}\, dx,$$

причем, применяя в данном случае параболический закон изменения y от x и разлагая функцию $\sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2}$ в ряд, мы можем по малости отношения $\varphi = \frac{f}{l}$ отбросить все члены, кроме двух первых, что нам дает:

$$L_0 = l\left(1 + \frac{8}{3}\varphi_0^2\right)$$

для начальных условий и

$$L_1 = l\left(1 + \frac{8}{3}\varphi_1^2\right)$$

для конечных условий.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Таким образом величина общей деформации равна

$$\Delta L = L_1 - L_0 = l\left(1 + \frac{8}{3}\varphi_1^2\right) - l\left(1 + \frac{8}{3}\varphi_0^2\right)$$

или

$$\Delta L = \frac{8}{3}\varphi_1^2 - \frac{8}{3}\varphi_0^2.$$

Подставляя найденные для ΔL, ΔL_{el} и ΔL_t выражения в уравнение, составленное по принципу наложения деформаций, и сокращая длину пролета l, мы получим:

$$\frac{8}{3}\varphi_1^2 - \frac{8}{3}\varphi_0^2 = \frac{\sigma_1 - \sigma_0}{E} + \alpha(t_1 - t_0).$$

Переставив члены с „новыми" значениями в левую часть, мы получим:

$$\frac{8}{3}\varphi_1^2 - \frac{\sigma}{E} = \frac{8}{3}\varphi_2^0 - \frac{\sigma_0}{E} + \alpha(t - t_0).$$

Умножая же правую и левую часть этого уравнения на величину модуля упругости E, мы получим окончательно выражение:

$$\frac{8E}{3}\varphi_1^2 - \tau_1 = \frac{8E}{3}\varphi_0^2 - \tau_0 + E\alpha(t - t_0),$$

которое мы будем для краткости именовать уравнением состояния системы. Заметим, что любой член в этом выражении имеет размерность напряжения, т. е. *кг/мм²*.

Уравнение состояния содержит в своей левой части значения неизвестной стрелы φ_1 и напряжения σ_1, также неизвестного, почему решить задачу можно только в том случае, если будет известна еще одна зависимость, связывающая значение φ и σ. Такую зависимость мы имели возможность вывести в предыдущем параграфе, и она имела следующий вид:

$$\varphi = \frac{ql}{8\sigma\omega}, \qquad (***)$$

так что в принципе можно считать данную задачу решенной. Однако решение настоящей задачи непосредственной подстановкой значения φ или σ в уравнение состояния приводит к уравнению третьей степени, что влечет за собой некоторые практические неудобства.

Действительно, уравнение состояния по исключении φ принимает вид:

$$\frac{E}{24}\frac{q^2l^2}{\sigma_1^2\omega^2} - \sigma_1 = \frac{Eq^2l^2}{24\sigma_0^2\omega^2} - \sigma_0 + E\alpha(t - t_0).$$

Уравнение в этом виде решается только в численных значениях методом последовательных приближений.

Гораздо проще и нагляднее задача решается нижеследующим графическим приемом, предложенным автором и, как показала практика, дающим достаточно надежные для практических целей результаты.

Пользуясь выражением (***) или, что еще лучше, номограммой, изображенной на рис. 239, мы без труда можем найти для любого заданного пролета ряд значений φ длл некоторых заданных значений σ.

Полученные значения φ мы также без всяких затруднений можем возвести в квадрат и умножить на $\frac{8}{3}$ модуля упругости E и, таким образом, получить

НБ УДУНТ (ДПТ)

ЗАМЕЧЕННАЯ ОПЕЧАТКА

Стр.	Строка	Напечатано	Должно быть
268	12 сверху	$\frac{8E}{3}\varphi_1^2 - \tau_1 = \frac{8E}{3}\varphi_0^2 - \tau_0 + E\alpha(t - t_0)$	$\frac{8E}{3}\varphi_1^2 - \sigma_1 = \frac{8E}{3}\varphi_0^2 - \sigma_0 + E\alpha(t - t_0)$

Зак. 1239.—Курс промышленных железных дорог, т. II.

НБ УДУНТ (ДИТ)

таблицу 69, четвертый столбец которой дает значения интересующей нас функции $\Phi = \frac{8}{3} E\varphi^2$ для различных значений σ, помещенных в первом столбце.

ТАБЛИЦА 69.

	$\varphi\%$	$\varphi^2 10^{-4}$	$\Phi = \frac{8E}{3}\varphi^2$ (*кг/мм²*)
1	2	3	4

Далее мы поступаем следующим образом.

Взяв лист миллиметровой бумаги, мы наносим на ней две координатных оси (рис. 240) и в левой квадранте построим по точкам зависимость $\Phi = F(\sigma)$ в виде кривой *BKU*, которая будет гиперболой второго порядка.

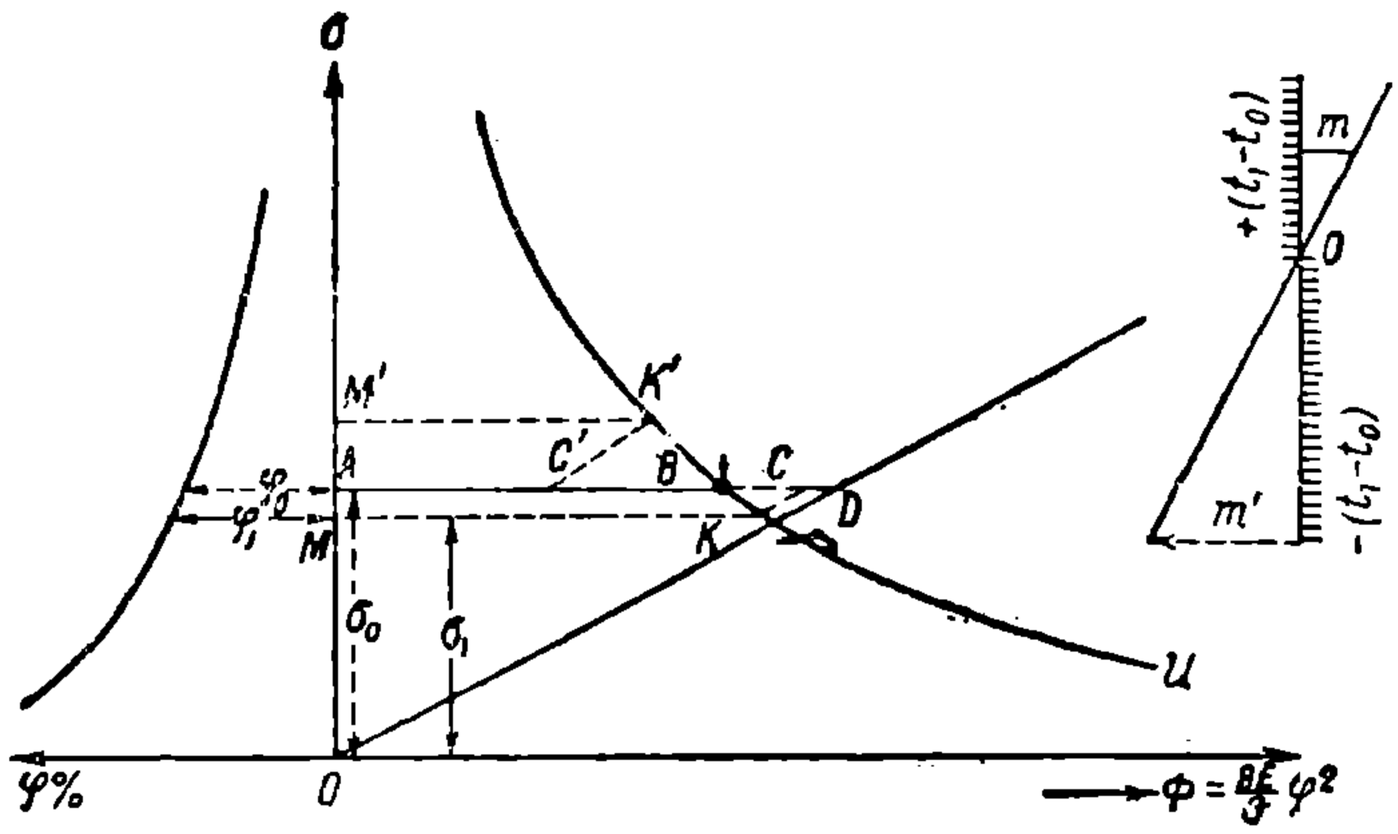


Рис. 240. Графический метод решения уравнения состояния.

На том же листе в любом месте чертежа мы можем поместить график изменения величины $E\alpha(t_1 - t_0)$ в зависимости от температуры, выражаемой весьма простым способом, так как зависимость величины $E\alpha(t - t_0)$ от разности температур линейная.

График этот должен удовлетворять только одному условию: масштаб величины $E\alpha(t - t_0)$ (горизонтальных отрезков m и m') должен быть в точности равен масштабу величины $\Phi = \frac{8E}{3}\varphi^2$, вертикальный же масштаб разности температур может быть каким угодно.

На рис. 240 изображена эта зависимость в правом верхнем углу, причем значения величины разности температур отложены вверх для повышения и вниз для понижения температуры относительно начальной.

Соответственно этому на графике $m = E\alpha(t - t_0)$ величина m для повышения температуры будет расположена вправо, для понижения — влево.

Вернемся к нашей диаграмме $\Phi = F(\sigma)$. Если через начало координат O провести наклонную прямую OD так, чтобы одним и тем же значениям σ по оси ординат соответствовали те же значения *кг/мм²* по оси абсцисс, то такая прямая [1] будет обладать тем свойством, что любой горизонтальный отрезок (например BD), лежащий между этой прямой и кривой $\Phi = F(\sigma)$, графически выразит величину:

$$z = \frac{8E}{3}\varphi^2 - \sigma.$$

[1] Для равных масштабов оси ординат и абсцисс эта прямая будет иметь наклон к оси абсцисс под углом 45°; при другом же соотношении масштабов (что иногда бывает удобнее) наклон этой прямой соответственно изменится.

НБ УДУНТ (ДНТ)

Не трудно сообразить, что эти отрезки, расположенные выше точки пересечения прямой OD с кривой $\Phi = F(\sigma)$, будут отрицательными, а ниже — положительными.

На основании всего вышеизложенного следует, что для заданного начального известного напряжения материала $\sigma_0 = OA$ величина $\Phi = \frac{8E}{3}\varphi_0^2$ равна отрезку AB, из принципа же проведения прямой OD явствует, что отрезок $AD = \sigma_0$, откуда очевидно, что отрезок BD равняется

$$BD = \frac{8E}{3}\varphi_0^2 - \sigma_0^2,$$

так как

$$BD = AD - AB.$$

Если известно, что температура повысилась или понизилась на величину $t - t_0$ по отношению к начальной, то по температурной диаграмме можно без всяких затруднений найти величину отрезка из соответствующего данному изменению температуры и представленного в том же масштабе, что и величина Φ, значения температурного члена:

$$m = E\alpha(t_1 - t_0).$$

Предположим, что температура $t_1 > t_0$, т. е. разность $(t_1 - t_0) > 0$; так как величина отрезка $AQ = \sigma$ больше, чем отрезка AB, т. е.

$$\frac{8E}{3}\varphi_0^2 - \sigma_0 < 0,$$

то отрезок BC следует вычесть из отрезка BD, т. е. отложить его вправо от точки B. Заметим, что при выбранном нами способе изображения температурной диаграммы правильное действие с отрезком m получится автоматически, так как если на температурной диаграмме мы имеем величину m, лежащую в п р а в о от вертикали оси $O(t - t_0)$, то и от точки B на кривой этот отрезок должен быть отложен вправо же. Если же температура понизилась и по температурной диаграмме, вследствие чего мы находим отрезок m лежащим в л е в о от оси температуры, то и на нашей расчетной диаграмме мы должны отложить его влево от точки B, причем тогда конец отрезка m' попадет в точку C'.

Как бы то ни было, очевидно, что отрезок CD для случая повышения температуры (и соответственно $C'D$ для понижения ее) представит нам графически величину правой части уравнения:

$$\frac{8E}{3}\varphi_0^2 - \sigma_0 + E\alpha(t - t_0),$$

которая должна быть равна, конечно, левой. Найти ту точку на кривой $\Phi = F(\sigma)$, где имеет место это равенство, не составляет никакого труда, а именно достаточно провести через точку C (или C' для случая понижения температуры) прямую параллельно прямой OD до пересечения кривой $\Phi = F(\sigma)$ в точке K.

Тогда очевидно, что найденная точка K будет иметь ординату, равную тому напряжению σ, при котором левая часть уравнения равняется правой, т. е. ордината OM в одном случае (и OM' в другом) и представит искомые значения напряжения σ_1.

Заметим, что удобно в левом координатном углу построить заранее зависимость $\varphi = f(\sigma)$ на основании значений, помещенных в первом и втором столбцах таблицы, приведенной выше. Тогда одновременно с определением величины искомого напряжения σ мы найдем чрезвычайно просто и величину φ искомой относительной стрелы.

Способ этот может быть приложен не только для разобранной выше задачи — определения напряжения в материале контактного провода при измене-

РГУДУНТ (СПТ)

или температуры, но и для решения других задач, а именно расчета на гололед, ветер или комбинированную загрузку указанными двумя факторами.

Если требуется перейти от режима работы системы, при какой-то известной нам начальной температуре при условии загрузки системы только собственным весом, к новому режиму, характеризующемуся не только новой температурой, но и изменившимися условиями нагрузки, то, рассуждая способом, аналогичным вышеизложенному, мы получим уравнение состояния в нижеследующем виде:

$$\frac{8E}{3}\varphi_2^2 - \sigma_2 - \frac{8E}{3}\varphi_0^2 - \sigma_0 + E\alpha(t_2 - t_0),$$

если φ_2, σ_2 и t_2 будут выражать величины, соответствующие новому режиму изменившейся нагрузки. Соответственно этому мы получим и для зависимости, связывающей φ и σ, следующую зависимость:

$$\varphi_2 = \frac{q_2 l}{8\sigma_2 \omega},$$

где q_2 выражает собою величину новой, изменившейся против начальной погонной нагрузки.

Ход решения остается по существу тем же самым, лишь требуется на ту же расчетную диаграмму нанести две новые кривые, выражающие графически зависимость $\varphi_2 = f(\sigma)$ и $\Phi_2 = F(\sigma)$, как это изображено на рис. 241.

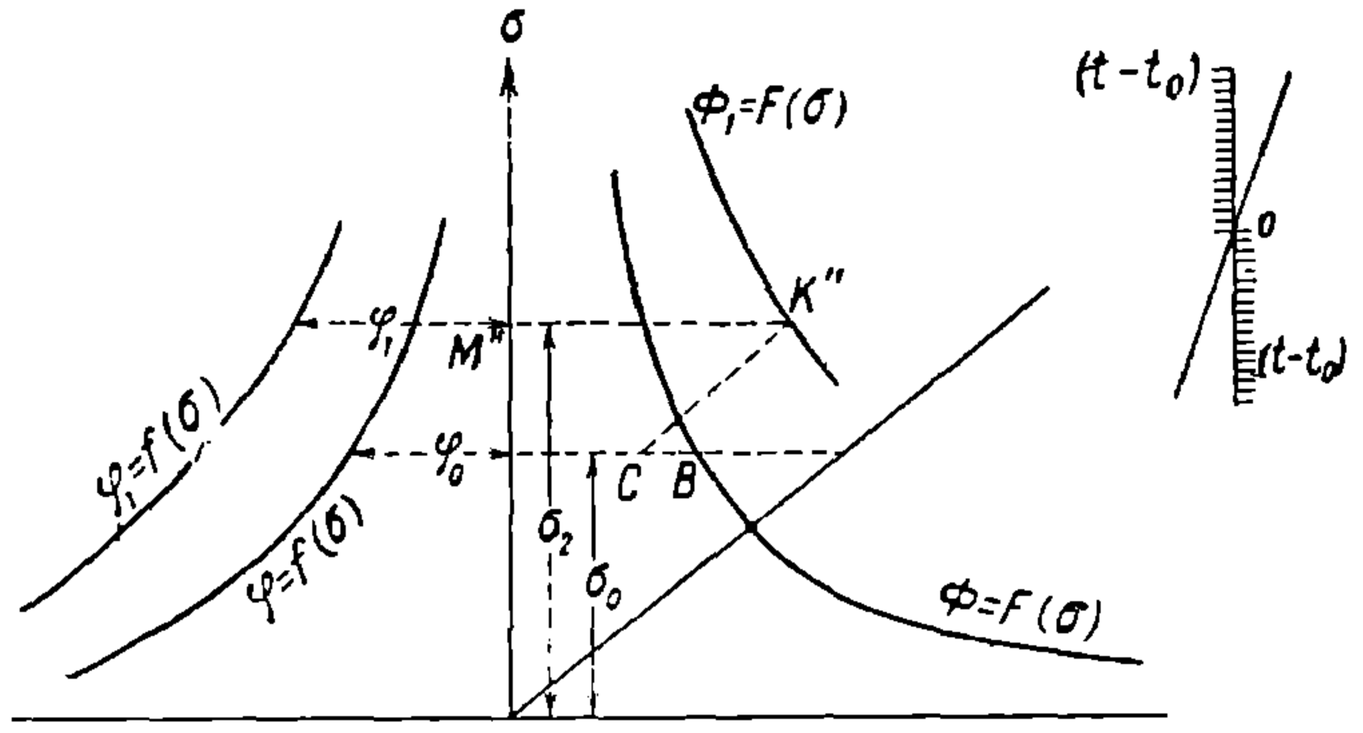


Рис. 241. Учет влияния гололеда.

Тогда, исходя из тех же начальных условий φ_0 и σ_0 и определяя температурную прибавку $E\alpha(t_2 - t_0)$ для нового значения температуры, мы проводим прямую линию, параллельную линии OD, не до пересечения с кривой $\Phi = F(\sigma)$, а до пересечения с кривой $\Phi_1 = F(\sigma)$ в точке K''.

Не трудно сообразить, что ордината точки K'' и будет искомым напряжением материала при изменившейся нагрузке, а соответствующая ей в левом координатном углу абсцисса выразит искомую величину относительной стрелы провеса.

До сих пор, рассматривая лишь принципиальную сторону вопроса, мы не считались с тем, какое практическое значение имеют на самом деле рассмотренные выше окружающие условия, влияющие на подвеску.

Рассматривая этот вопрос, отметим прежде всего тот случай, когда расчет контактной сети не должен включать ни учета температуры, ни, тем более, давления ветра и веса гололеда. Такая постановка вопроса действительно имеет место на практике для контактного провода, расположенного внутри подземных выработок, так как в таком случае вполне целесообразно считать контактный провод расположенным в среде постоянной, практически, температуры и при полной гарантии от действия ветра и гололеда. Во всех остальных случаях электрифицированного промышленного транспорта (как, например, открытые разработки, транспорт торфа, внутризаводский транспорт и т. д.) приходится считаться с реальными атмосферными условиями, т. е. с изменениями температуры в первую очередь, а затем с влиянием ветра и гололеда.

Температурные условия являются в этих случаях, естественно, фактором неизбежного порядка; что же касается до ветра и гололеда, то относительно важности последних необходимо сделать некоторые оговорки.

На практике может быть целый ряд случаев, когда влиянием ветра можно было бы свободно пренебречь (достаточно глубокие карьеры, расположенно

НБ УДУНТ (ДГТ)

контактного провода между стенами соседних зданий производственного характера и т. п.), хотя, как правило, даже и в подобных случаях обычно имеют место участки электрифицированных путей, расположенные открыто и тем самым подверженные действию ветровой нагрузки.

Что же касается до нагрузки контактного провода гололедом, то в этом случае вопрос является более сложным и отчасти спорным. Дело в том, что при достаточно частом движении поездов воздействие токоприемников на контактный провод, вследствие неизбежных сотрясений последнего, не дает возможности образоваться гололеду, и таким образом мы имели бы право пренебречь влиянием гололеда и не требовать от технических условий на проектирование и сооружение контактной сети расчета на нагрузку провода гололедом. Но, с другой стороны, могут быть случаи сравнительно редкого движения и даже перерывов движения в районах, где гололедообразование часто и интенсивно, — в таких случаях, очевидно, было бы более осторожным считаться с этим фактором.

Заметим, что для магистральных электрических железных дорог большинство технических условий гололеда на контактном проводе не учитывается, но для электрифицированных участков промышленных путей этот вопрос не является окончательно решенным.

Поэтому-то мы и привели необходимые соображения для расчета контактного провода не только на изменение температурных условий, но и на изменение нагрузки. Температурные изменения (если не имеется для данного района достаточно подробных и проверенных метеорологических данных) для средней полосы СССР принимаются от -30° до $+40^\circ$ С.

Вес гололеда на проводе принимается при $t = 5^\circ$ С и учитывается формулой:

$$q_1 = 0{,}28 + 0{,}028\,d \ \ [кг/м],$$

где d — диаметр провода в миллиметрах.

Давление ветра, нормальное к оси пути при температуре -5° С, учитывается формулой:

$$w_1 = 0{,}016\,d \ \ [кг/м].$$

Максимальное же давление ветра на провод при $t = +5^\circ$ С равно:

$$w_{max} = 0{,}063\,d.$$

Если решено по ряду соображений считаться с возможностью образования гололеда, то это следует делать в комбинации с давлением ветра по формуле w_1.

Таким образом легко определить расчетные нагрузки на погонный метр подвески.

В наиболее общем случае при комбинировании и гололеда и ветра расчетная нагрузка будет иметь выражение:

$$q_2 = \sqrt{(q + q_1)^2 + w_1^2}$$

или

$$q_2 = (q_1 + q)\sqrt{1 + \left(\frac{w_1}{q + q_1}\right)^2}$$

Для случая действия одного ветра при его максимальной скорости:

$$q_2' = \sqrt{q^2 + w_{max}^2}$$

или

$$q_2' = q\sqrt{1 + \left(\frac{w_{max}}{q}\right)^2}$$

Пользуясь этими зависимостями для производства расчета по графическому методу, указанному выше, мы должны помнить, что получение в результате

НБ УДУНТ (ДИИТ)

этого расчета при наличии боковых нагрузок значения стрелы провеса (как относительной, так и абсолютной) будут относиться к косому (наклонному) расположению контактного провода, как это видно из рис. 242, понятного без объяснения. Тогда вертикальная проекция z стрелы провеса будет равна:

$$z = f_2 \frac{q}{\sqrt{q^2 + w^2}};$$

горизонтальная же проекция y, называемая иначе боковым отклонением провода под действием ветра, определится подобным же образом:

$$y = f_2 \frac{w}{\sqrt{q^2 + w^2}}.$$

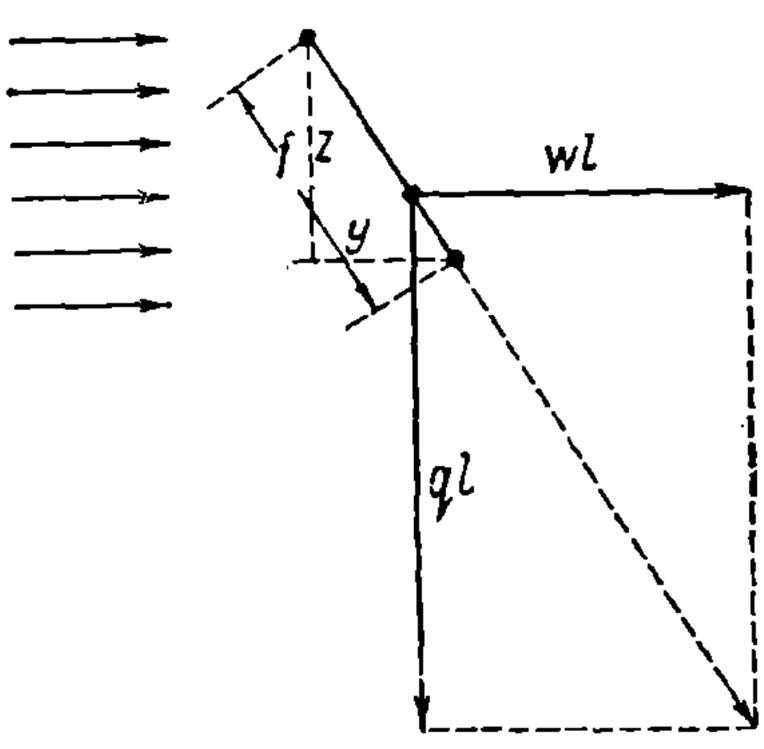


Рис. 242. Ветровая нагрузка.

Приведем некоторые соображения относительно расположения контактного провода в плане.

На прямых участках пути при наличии у электровозов токоприемников скользящего трения (пантограф, бугель) делается зигзаг при выносе его от оси пути от ± 300 до ± 350 *мм*, если полная ширина дуги токоприемника около 1200 *мм*.

При наличии роликового токоприемника (рудничные электровозы, а также некоторые типы промышленных — см. главу IV) зигзага не делается. В американских условиях даже при дуге или пантографе зигзага не делают, считая, что колебания провода от ветра при колебании надрессорного строения электровоза достаточно для равномерного истирания и износа рабочей части токоприемника.

При наличии зигзага переход от правого к левому выносу делается на протяжении от 2 до 5 пролетов.

Что же касается до подвески контактного провода на кривых, то здесь имеет место принципиальная разница в подходе к решению этой задачи в зависимости от рода токоприемника. При наличии на промышленном электровозе токоприемника скользящего трения, отхождение контактного провода от траектории середины рабочей части токоприемника допускается не больше величины нормального выноса зигзага, указанной выше; для токоприемников же трения качения, т. е. роликовых, расположение контактного провода в плане диктуется условиями отсутствия возможности схода ролика с провода, что по существующим на этот предмет взглядам определяется допускаемой величиной угла между смежными хордами (от 2 до 10°).

Подвеска контактного провода в кривых существенно связана с допустимой величиной бокового отклонения или выноса провода и при наличии промежуточных оттяжек (числом n на пролет l_k) можно воспользоваться следующими зависимостями:

$$l_k = (n + 1)\, a,$$

где a — расстояние между оттяжками или длина хорд.

Эта величина зависит от радиуса кривой R и выноса e и выражается следующими зависимостями (для дуги и пантографа):

при $R > 40$ *м* $\quad a = 4\sqrt{Re}$;
при $R < 40$ *м* $\quad a = 0{,}4\,R$.

При роликовом же токоприемнике:

для $R > 50$ *м* $\quad a = \sqrt{2R}$;
для $R < 50$ *м* $\quad a = 0{,}2\,R$.

НБ УДУНТ (ДИТ)

При отсутствии оттяжек контактного провода для дуги и пантографа имеем возможность применить те же зависимости, полагая

$$a = l_k'.$$

Существенно определить тот радиус, с которого необходимо уменьшить величину нормального для прямых участков пролета.

Это можно сделать, пользуясь зависимостью:

$$R_{max} = \frac{l_{nom}}{16e},$$

если l_{nom} — величина нормального пролета на прямых участках, а e — вынос.

§ 58. Расчет опор для контактной сети и их заделки в грунт.

Мы рассмотрим здесь основные моменты расчета наиболее распространенных в промышленном транспорте типов опор, а именно деревянных.

Наиболее характерной для так называемой промежуточной опоры является схема нагрузок, изображенная на рис. 243; остальные типы промежуточных опор, предназначенных для подвески на поперечном тросе или расположенных в междупутье, проще рассматриваемого типа.

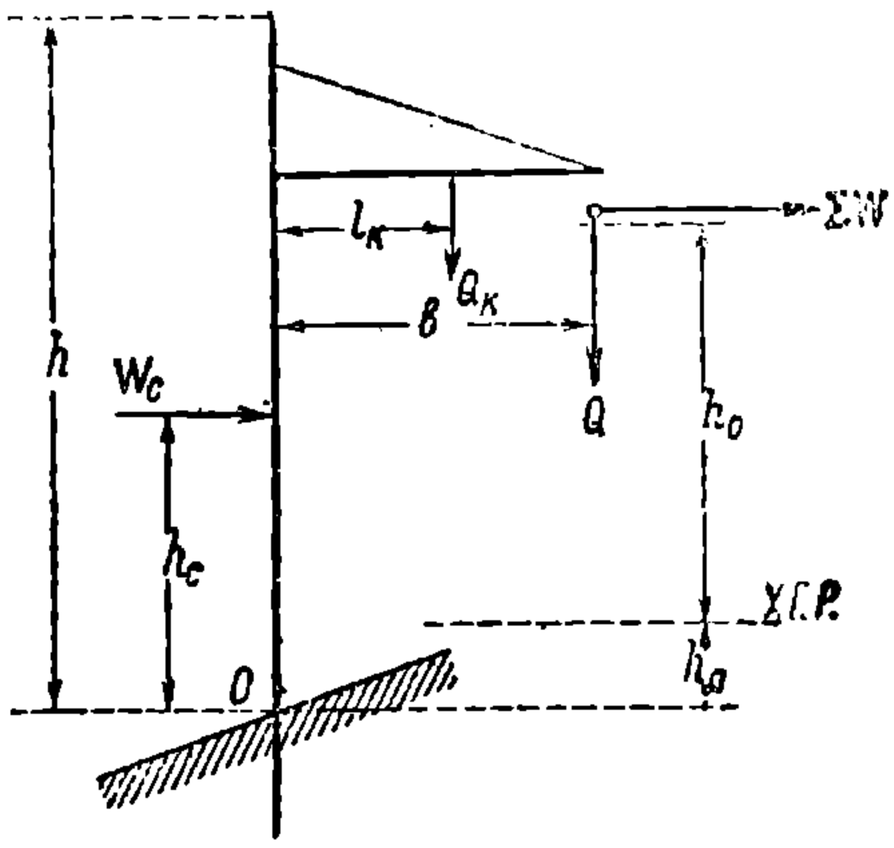


Рис. 243. Силы, действующие на опору.

На этой схеме учтены следующие силы:

1) W_c — сила давления ветра на столб, приложенная на высоте расположения центра тяжести видимой части опоры, приближенно полагаемого на середине упомянутой части опоры $h_c = \frac{h}{e}$.

Максимальная расчетная нагрузка от давления ветра на опору при круглом столбе 40 $кг/м^2$ площади проекции опоры.

2) ΣW — сумма горизонтальных нагрузок на консоль, передающихся от контактного провода; в эту величину входят горизонтальная величина давления ветра на провод wl и для опор на кривых частях пути — составляющая тяжения, передаваемого от контактного провода на опору. При наличии зигзага по той же причине возникает подобный же компонент горизонтальных сил.

Сумма этих усилий приложена на высоте h_0 прикрепления контактного провода к консоли и при разности уровня головки рельса от плоскости заделки опоры в грунт h_a; плечо этих горизонтальных усилий будет равно

$$h_0 + h_a.$$

3) $Q = ql$ — вертикальная нагрузка от веса провода и гололеда на нем (если имеет смысл его учитывать).

4) Q_k — собственный вес консоли и гололеда на ней, принимаемый сосредоточенным в центре тяжести (т. е. на половине длины) консоли. Вес гололеда на консоли принимается обычно 50 $кг/м^2$.

Опора рассчитывается на изгиб, для чего определяем изгибающий момент относительно опасного сечения, принимаемого в месте заделки опоры в грунт:

$$\Sigma M = W_b h_e + (h_0 + h_a)\Sigma W + bQ + b_k Q_k.$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

ЗАМЕЧЕННАЯ ОПЕЧАТКА

Стр.	Строка	Напечатано	Должно быть
274	23 снизу	$h_c = \frac{h}{e}$	$h_c = \frac{h}{2}$

Зак. 1239.—Курс промышленных железных дорог, т. II.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Зная величину ΣM, можно подобрать сечение столба, основываясь на общеизвестной зависимости:

$$\sigma_{изг} = \frac{\Sigma M}{W},$$

где

$$W = \frac{\pi d^3}{3r} = 0{,}1\, d^3.$$

Величина $\sigma_{изг}$ при условии применения сосновых бревен марки 1 определяется значениями допускаемого напряжения по ТУ 93 *кг/см*^{2} для частей опоры, находящихся на открытом воздухе вне действия переменного уровня грунтовых вод [1].

Что же касается до расчета устойчивости закрепления опоры в грунте, то эта задача значительно сложнее.

В американской практике находит применение следующая эмпирическая формула:

$$h_x = \frac{3F}{\sigma d_{подз}} + \sqrt{\frac{12Fh}{\sigma d_{подз}}},$$

где h_x — искомая глубина заделки столба в грунт (см. рис. 244),

F — суммарное расчетное горизонтальное усилие, равное

$$F = \frac{\Sigma M}{h},$$

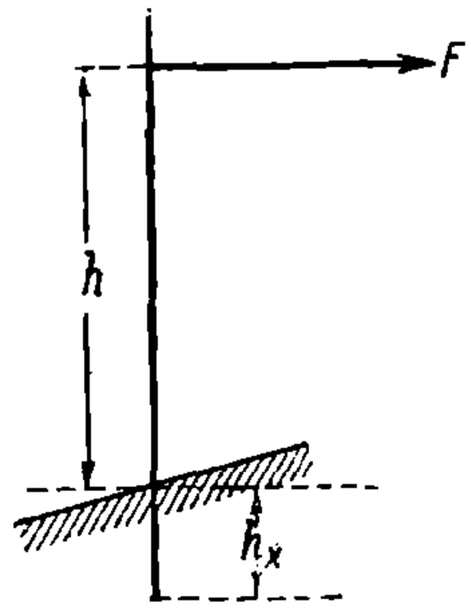


Рис. 244. К расчету устойчивости опоры.

σ — допускаемое на грунт давление, принимаемое по американским данным от 14,6 до 19,5 *т/м*^{2},

$d_{подз}$ — средний диаметр подземной части столба.

Более рациональны, с теоретической точки зрения, способы, разработанные инж. С. М. Кудриным для закрепления опор линий передачи и нашедшие себе применение в соответствующих разделах „Электротехнических правил и норм“

ТАБЛИЦА 70.

Значения γ и A для различных грунтов.

	γ	A
Насыпная земля сухая	1,4	9,7
„ „ естественная сырая	1,6	14,0
„ „ насыщенная водой	1,8	7,2
Глина сухая и влажная	1,6	14,0—18,1
Глина мокрая	2,0	6,1—7,4
Суглинок сухой и влажный	1,5	13,1—17
Песок естественной сырости .	1,6	14
Гравий сухой .	1,8	12,0—15,7
Гравий мокрый	1,9	10,5
Щебень сухой .	1,8	20,4
Щебень мокрый	1,7	15,7

[1] В частях опоры, находящихся в грунте или под действием грунтовых вод $\sigma = 80$ *кг/см*^{2}.

НБ УДУНТ (ДНТ)

Согласно данному источнику следует исходить из следующего уравнения:

$$\frac{Abh_x^3}{12,7} = M_{пред} = Ms_1,$$

где s_1 — коэфициент запаса, принимаемый для всех промежуточных опор (кроме анкерных) от $s_1 = 4,5$ при нормальной работе до $s_1 = 2,5$ при аварийных условиях; для анкерных $s_1 = 3$ до $s_1 = 2,0$ соответственно;

b — меняется от $2d$ до $3d$ в зависимости от числа сплоченных бревен и их расположения относительно направления нагрузки на опору;

h_x — искомая глубина заделки в грунт и

A — коэфициент, получаемый из таблицы 70.

При отсутствии каких бы то ни было сведений о грунте

$$\gamma = 1,6 \quad \text{и} \quad A = 11,0.$$

Определив по условиям нагрузки величину M и задаваясь по характеру режима коэфициентом запаса s_1, определим величину $M_{пред}$, после чего, зная свойства грунта, не трудно определить интересующую нас величину глубины залегания опоры в грунте h_x.

НБ УДУНТ (ДИТ)

ОТДЕЛ II

СТАНЦИИ, ПОСТЫ И ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫЕ ПУНКТЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Доц. Э. В. Будаев

ГЛАВА I.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПУТЕВОГО РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.

§ 1. Значение правильного развития путевой сети железнодорожного транспорта промышленных предприятий.

В народном хозяйстве нашей страны и его дальнейшем успешном росте правильная организация и развитие транспорта имеют серьезнейшее значение.

Транспорт играет виднейшую роль при организации производственного процесса промышленных предприятий или сырьевых баз; еще большее значение транспорт приобретает в процессе перемещения готового продукта или сырья от мест производства или добычи к местам потребления.

В соответствии с упомянутым выше следует различать транспорт промышленный (внутренний и внешний транспорт заводов и сырьевых баз) и общесетевой (магистральный).

Транспортные связи в общесетевом масштабе осуществляются дорогами общего пользования (магистральными), которые имеют государственное значение, обслуживая транспортные нужды отдельных экономических районов и государства в целом как в экономическом, так и в оборонном, политическом и культурном отношениях.

Об удельном весе железнодорожного транспорта в плане общесетевых перевозок нашего Союза можно судить по данным таблицы 71.

ТАБЛИЦА 71.

Удельный вес перевозок по железнодорожному, речному и морскому транспорту за 1933—1936 гг.

Перевозки		Годы			
		1933	1934	1935	1936
Перевозки грузов по железнодорожному, речному и морскому транспорту . . . . млн. *т*		326,1	388,6	473,4	576,5
В том числе по железнодорожному транспорту		268,1	317,1	388,5	483,2
Распределение перевозок:					
а) по железнодорожному транспорту	%	82,2	81,6	82,0	84,0
б) по речному транспорту	%	13,7	13,7	13,7	12,0
в) по морскому транспорту	%	4,1	4,8	4,3	4,0

НБ УДУНТ (ДИТ)

Приведенный в таблице 71 грузопоток общесетевого железнодорожного транспорта в значительной своей части (до 80%) зарождается и оседает на внутренних и внешних путях промышленных предприятий и сырьевых баз; при этом следует учесть, что идут преимущественно массовые грузы, например: до 70% всех железнодорожных погрузок угля, 75—80% руды, около 90% металла и т. д. Сеть подъездных путей промышленности составляет свыше 25% протяжения железных дорог общего пользования, и только по основным наркоматам имеется свыше 25 000 *км* железнодорожных путей нормальной и узкой колеи.

Из изложенного видно, какая большая работа падает на долю железнодорожного транспорта промышленных предприятий, как в части организации погрузочно-разгрузочных работ, так и в части рациональной организации движения, и какое большое значение имеет правильная и рациональная организация работы промышленных железных дорог для показателей работы общесетевого магистрального железнодорожного транспорта, в частности для одного из важнейших показателей — оборота вагона.

Не выполняя заданного планом НКПС оборота вагона на путях промышленных предприятий (в 1937 году на предприятиях одного лишь объединения „Трубосталь“ простои увеличились с 6,9 часа почти до 8 час., при норме 6 час.), промышленный транспорт вынуждает НКПС увеличивать парк вагонов, находящихся в обороте, и срывает план погрузки работы железнодорожной сети общего пользования.

Рентабельная, удовлетворяющая всем требованиям производственного и технологического процесса работа транспорта промышленного предприятия зависит от ряда факторов, а именно:

1) рационального, технико-экономически обоснованного распределения грузопотоков по видам транспорта (рельсовый, нормальной и узкой колеи; автогужевой, механический и т. д.);

2) правильно и соответственно установленным грузовым потокам решенной принципиальной схемы путевого развития транспорта;

3) рациональной и соответственно установленным грузовым потокам и потребностям технологического процесса решенной организации движения и маневровой работы;

4) рационального решения и правильной организации погрузочно-разгрузочных фронтов и их работы;

5) рационально, соответственно установленному режиму работы, подобранного маневрового двигателя;

6) рациональной организации вспомогательного хозяйства, как, например: депо, гаражи, мастерские, водо- и топливоснабжение и т. д.

Из перечисленных факторов правильное решение путевой схемы железнодорожного транспорта является едва ли не одним из основных факторов, так как только при рационально решенной путевой схеме можно правильно организовать движение подач и маневровую работу и добиться хороших показателей. Одним из основных элементов путевой схемы железнодорожного транспорта, от которой в дальнейшем в значительной степени зависит организация движения и маневровой работы, являются различные путевые развития, известные под общим термином „станция“.

Правильное размещение „станций“ по территории промышленного предприятия, при рационально решенной путевой схеме, правильное назначение числа путей и специализация их на проектируемых „станциях“ позволят правильно же организовать движение и маневровую работу и тем самым дать минимальный по времени оборот на территории предприятия вагона НКПС, что приблизит промышленный транспорт к решению задачи, поставленной СНК и ЦК ВКП(б) 22/IV 1936 года о снижении времени оборота вагонов, и тем самым поможет выполнению задачи о ежесуточной погрузке 90—100 тысяч вагонов, поставленной перед работниками общей сети железных дорог сталинским наркомом тов. Л. М. Кагановичем.

ГПБ УЛУЭТ (ДГТ)

§ 2. Основные виды, назначение и функции путевого развития.

Практика эксплоатации и проектирования железнодорожного транспорта промышленных предприятий, в соответствии с характером работы, установила для путевого развития промышленных предприятий следующую терминологию:

1) погрузочно-разгрузочные пути,
2) рыбки,
3) посты,
4) заводские сортировочные станции,
5) станции примыкания,
6) соединительные, ходовые и тракционные пути.

Кроме того, при наличии у промышленного предприятия подъездного пути достаточной длины, дополнительно могут иметь место путевые развития, которым присвоена следующая терминология:

7) платформы,
8) блок-посты,
9) разъезды и обгоночные пункты,
10) малые станции,
11) средние станции.

В практике строительства и эксплоатации вполне допустимо совмещение заводской сортировочной станции со станцией примыкания (пп. 4 и 5) или станции примыкания с малой станцией (пп. 5 и 10).

Каждому из поименованных выше путевых развитий присвоены вполне определенное назначение и функции.

1. Погрузочно-разгрузочными путями (рис. 245) называется путевое развитие, состоящее из двух и большего количества железнодорожных

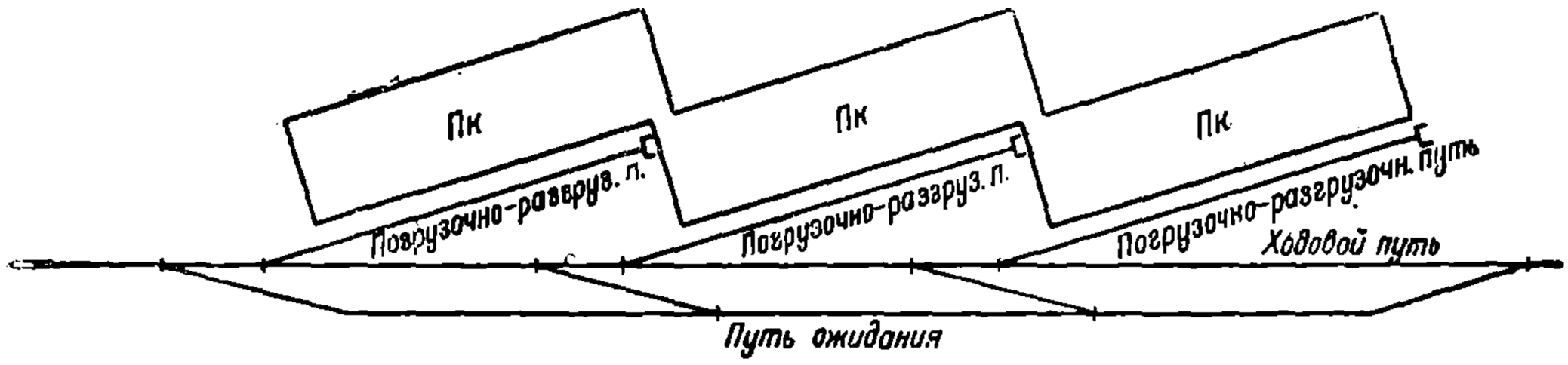


Рис. 245.

путей, имеющих своею целью обслужить погрузочно-разгрузочный фронт путем постановки к нему вагонов под погрузку или выгрузку, постановки вагонов, ожидающих погрузки или выгрузки, около пути погрузки и, наконец, ходового пути, служащего для обгона локомотива. См. схему путей (рис. 245) у пакгаузов (*Пк*).

2. Рыбками (рис. 246) называется путевое развитие, расположенное на территории промышленного предприятия, состоящее из двух железнодорожных путей, имеющих целью обеспечить обгон локомотива, разъезд двух подач или производство простейших маневров.

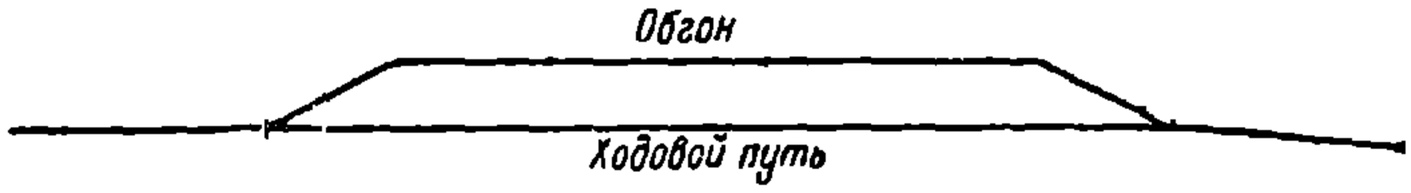


Рис. 246.

3. Постами (рис. 247) называется путевое развитие, находящееся на территории промышленного предприятия, состоящее из ряда железнодорожных путей, имеющих целью, кроме производства операций, упомянутых в п. 2, также накапливание вагонов, отправляемых на заводскую сортировочную станцию, обмен вагонов с соседними маневровыми районами, частичную перевеску вагонов, местную сортировку вагонов подачи по местам выгрузки и погрузки, расположенным

НБ УГЛТУ (ЦГТ)

в районе, обслуживаемом постом, технический осмотр внутризаводских вагонов и вагонов НКПС, подаваемых под погрузку, а также имеющим некоторые распорядительные функции, связанные с командованием маневровыми и погрузочно-выгрузочными работами, производящимися в районе, обслуживаемом данным постом.

4. Заводскими сортировочными станциями (рис. 248) называют путевое развитие, находящееся на или вне территории промышленного предприятия, состоящее из нескольких парков железнодорожных путей и имеющее основным назначением: прием поездов, следующих по подъездному пути с сети общего пользования, с постов и цехов промышленного предприятия; отправление

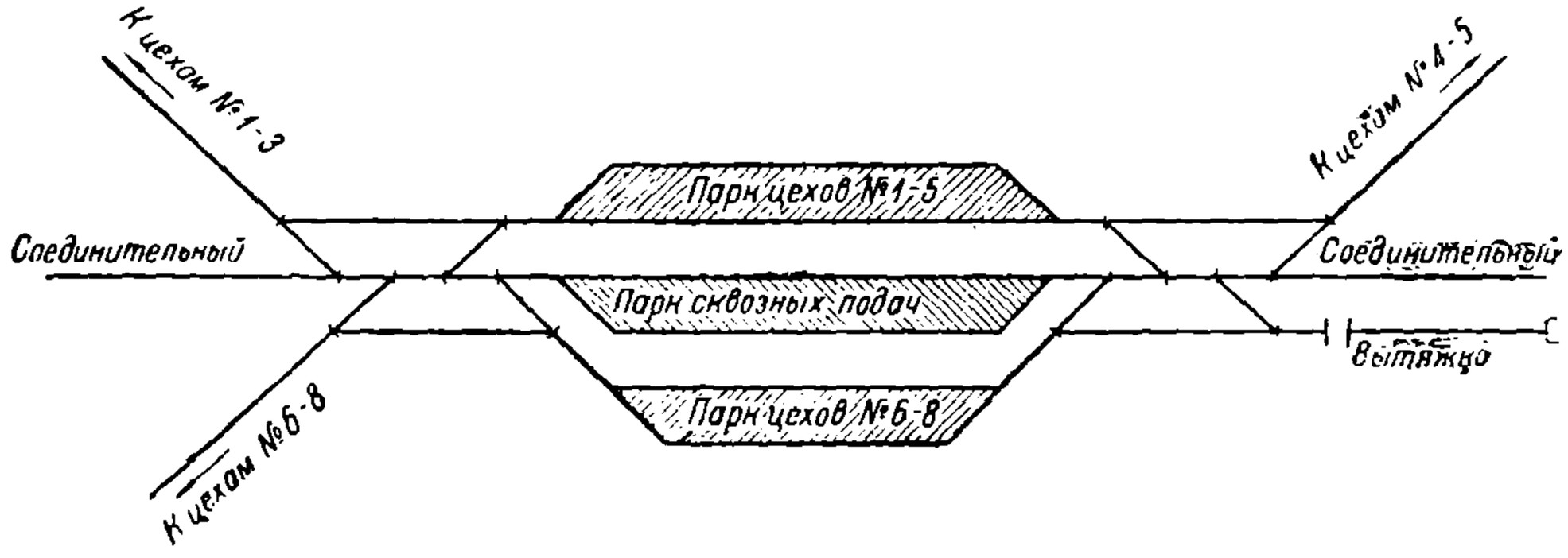


Рис. 247.

поездов на подъездной путь и сеть общего пользования, в цеха и на посты промышленного предприятия; выполнение технических и коммерческих операций, связанных с передачей вагонов из ведения и ответственности сети общего пользования в ведение и под ответственность промышленного предприятия в тех случаях, когда они не производятся на станциях примыкания; дробную сортировку поступающего на промышленные предприятия или ряд таких предприятий грузопотока по отдельным предприятиям, по маневровым районам, по местам выгрузки, т. е. расформирование поездов; формирование поездов, в том числе и отправительских маршрутов, отправляемых с предприятий на сеть общего пользования.

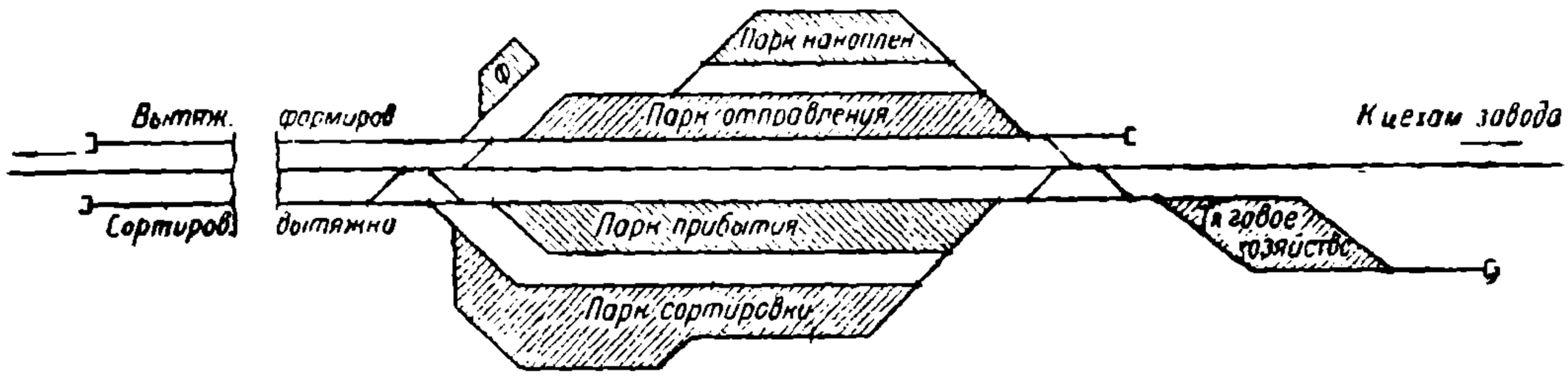


Рис. 248.

В тех случаях, когда заводская сортировочная станция обслуживает ряд промышленных предприятий данного промышленного района, ей присваивается наименование „районная станция промышленности“ или „станция промрайона“.

5. Станциями примыкания (рис. 249) называют путевое развитие, находящееся обычно в полосе отчуждения железнодорожной линии, к которой производится примыкание, и состоящее из ряда путей, используемых, в зависимости от условий эксплоатации подъездного пути, либо для отправления и приема поездов (подач), идущих на промышленные предприятия, либо для приемо-отправочных и приемо-сдаточных операций; при выполнении последних вагоны передаются из ведения и ответственности сети общего пользования в ведение и под ответственность владельца подъездного пути или промышленного предприятия.

УЭУЕТ (ДИТ)

6. Определение и назначение соединительных, ходовых и тракционных путей см. в отделе III.

7. Платформами называют путевое устройство на перегоне подъездного пути, предназначенное для посадки пассажиров в рабочие поезда (посадочные платформы).

В некоторых случаях к этой же категории относят погрузочные тупики, расположенные на перегоне с примыканием к главному пути (рис. 250).

8. Блок-постами называется путевое устройство, связанное с механической или автоматической блокировкой перегонов для увеличения их пропускной способности.

Никаких технических и коммерческих операций блок-посты не производят.

9. Разъездами называется путевое развитие, состоящее не менее чем из трех путей и предназначенное, главным образом, для технических целей, как

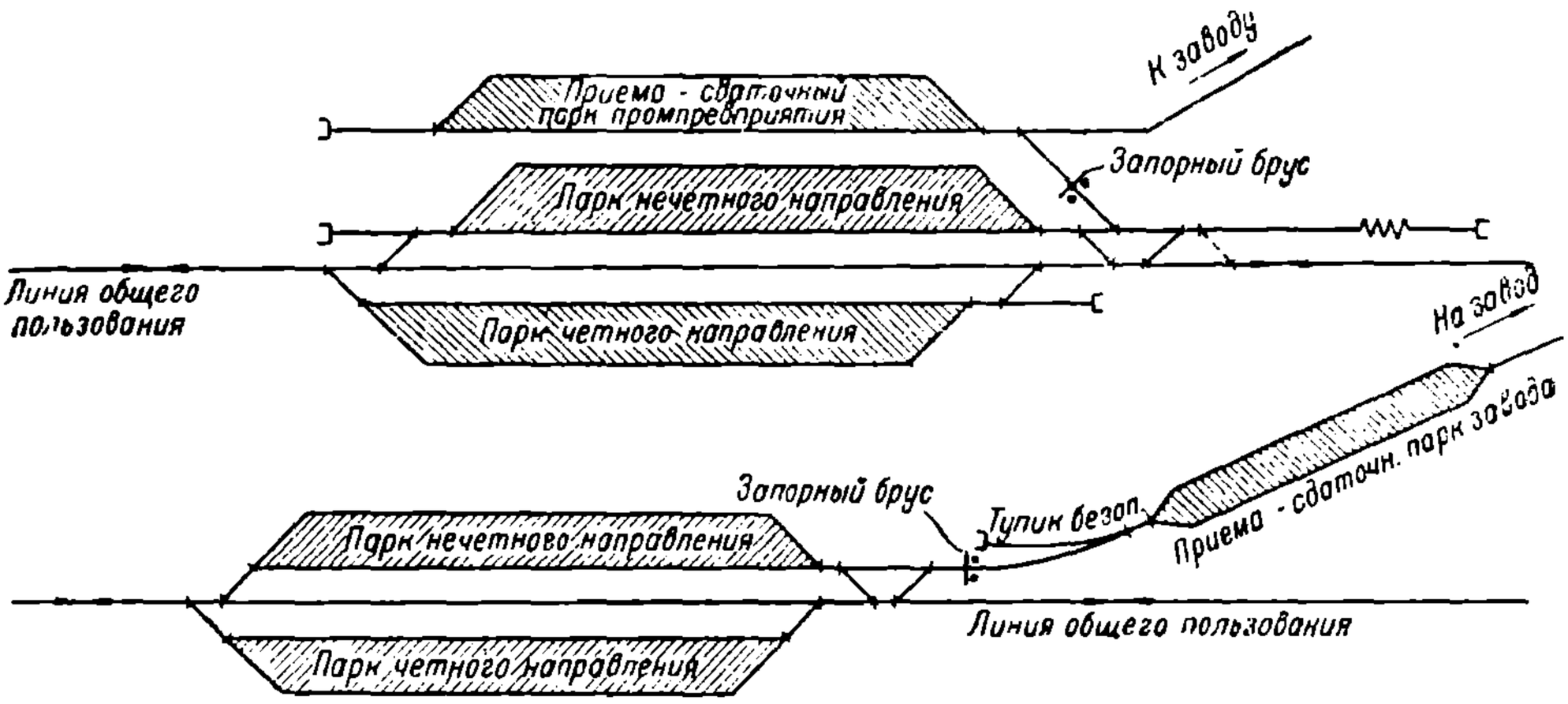


Рис. 249.

скрещение и обгон поездов, что связано с размерами пропускной способности подъездного пути (рис. 250).

Разъезды на подъездных путях располагаются в зависимости от необходимой пропускной способности, обычно на расстоянии от 8 до 20 *км*.

Для двухпутных подъезных путей, где скрещение не имеет места, разъезды превращаются в „обгонные пункты", причем путевое развитие их состоит не менее, чем из четырех путей.

10. Малыми станциями (рис. 251) называют путевое развитие, состоящее из ряда железнодорожных путей и в отличие от разъездов имеющее, кроме технических операций, также и коммерческие, т. е. операции по погрузке и выгрузке грузов и посадке пассажиров.

На этих же станциях при значительном протяжении подъездного пути производятся набор воды и иногда небольшие маневры по отцепке и прицепке вагонов, следующих под выгрузку или погрузку на самой станции и для пунктов, обслуживаемых данной станцией.

Расстояние между малыми станциями обычно составляет от 10 до 30—40 *км* и определяется технико-экономическими соображениями.

Основными соображениями для выбора расстояний между станциями являются требования пропускной способности подъездного пути и потребность обслужить отдельные населенные пункты; наконец, некоторое значение имеет продольный профиль, а также расположение площадки для станции.

Влияние сочетания всех этих условий на расстояние между станциями и методология соответствующих экономических расчетов изучаются в курсе проектирования промышленных железных дорог.

НБ УДУНТ (ДИТ)

11. Средними станциями называют путевое развитие, отличающееся от малых станций прежде всего размерами своих путевых устройств, значительным количеством приемных и отправочных путей, допускающим нахождение здесь ряда поездов, наличием специальных путей для сортировки и формирования так

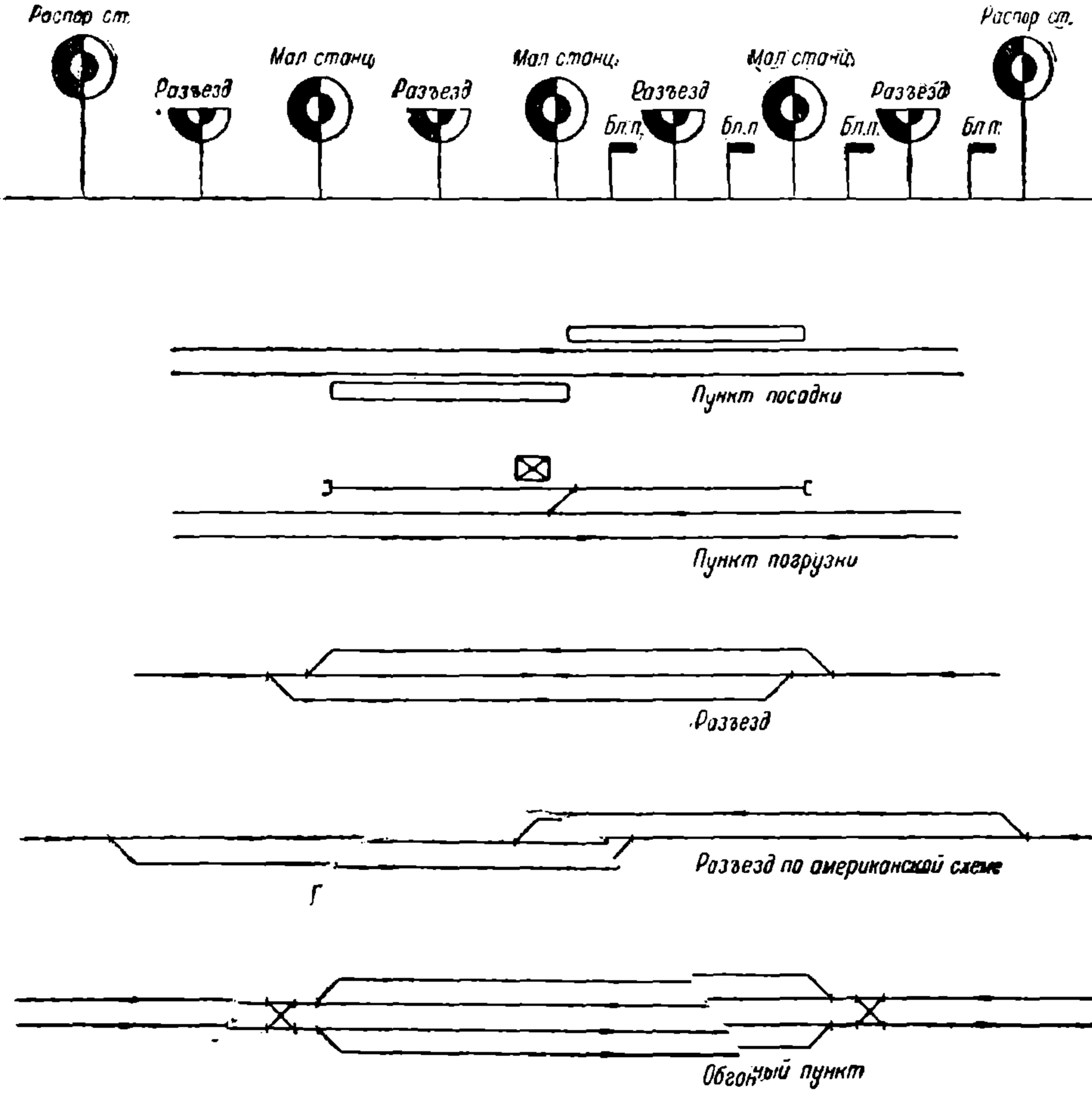


Рис. 250.

называемых сборных и участковых поездов и характерным для этих станций наличием железнодорожного депо, вследствие чего этим станциям часто присваивают название деповских станций (рис. 252).

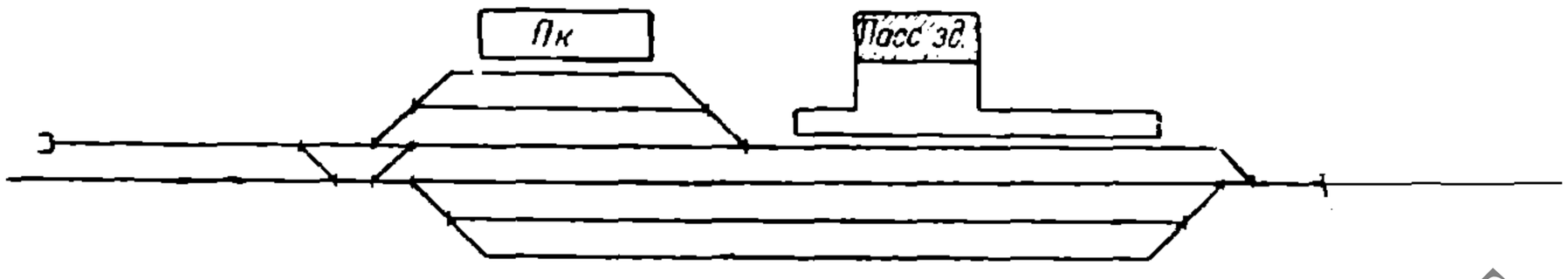


Рис. 251.

Деповские станции обычно располагаются на расстоянии 100—200 *км* друг от друга и делят подъездной путь на соответствующие участки.

Перечисленные виды станций, обслуживающие подъездной путь (от платформы до деповских станций), характеризуются значительной общностью своей конструк-

НБ УДУНТ (ДИТ)

ции, постепенностью перехода из одного вида в другой и в общем представляют единый тип со всеми видами операций и разделяются на указанные категории по размерам операций.

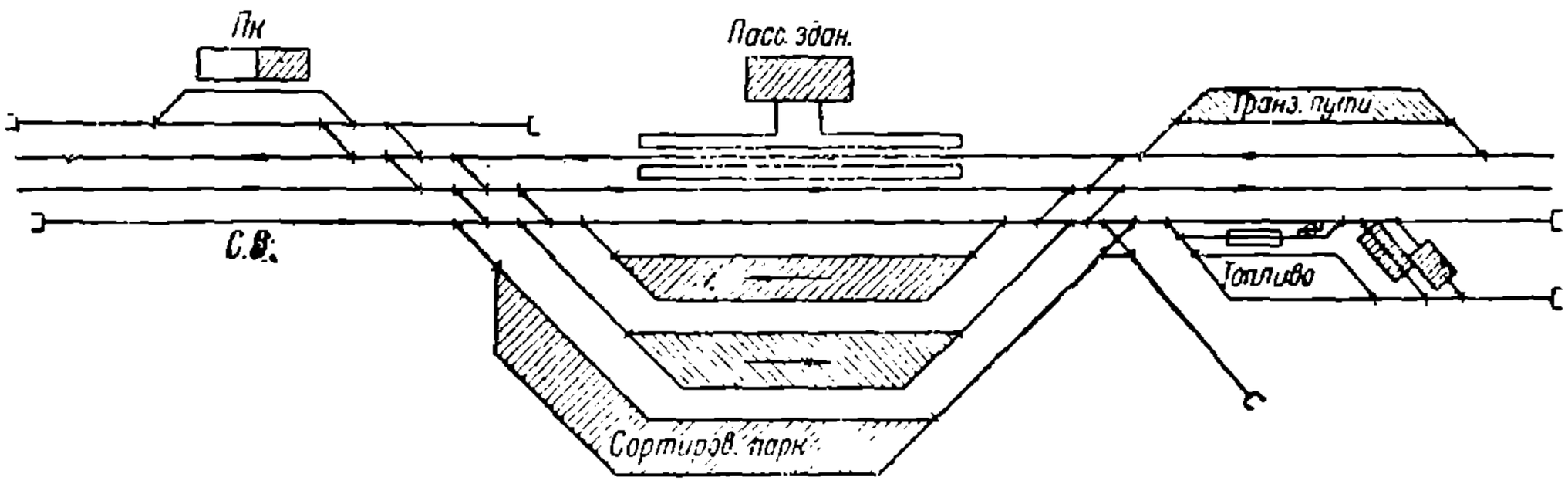


Рис. 252.

Дальнейшее развитие станции превращает ее в ряд отдельных так называемых больших или, правильнее, „специальных“ станций, как, например, пассажирских, товарных, сортировочных, портовых, таможенных и т. д., которые уже являются принадлежностью сети общего пользования.

ГЛАВА II.

ОСНОВНЫЕ СХЕМЫ ВЗАИМНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ СТАНЦИЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И НКПС.

Взаимное расположение станций НКПС и промышленности в схеме железнодорожных путей промышленных предприятий определяется следующими основными положениями:

1) характером производства,

2) величиной и направлением грузопотока, падающего на железнодорожный транспорт промышленного предприятия,

3) особенностями организации маневровой работы на железнодорожных путях промышленного предприятия,

4) местными (топографические и пр.) условиями расположения промышленного предприятия, а также сети общего пользования, и может быть сведено к следующим элементарным схемам.

§ 3. Объединенные станции.

При такой схеме станции парк железнодорожных путей, обслуживающих промышленные предприятия, и парк железнодорожных путей НКПС располагаются на одном земляном полотне и объединены в одну станцию вне зависимости от того, каков будет порядок обслуживания пугей, т. е. будет ли подача вагонов на предприятия производиться локомотивами дороги примыкания или локомотивами предприятия.

Схема путевого развития промышленного предприятия при объединенной станции может осуществляться по принципу тупиковой схемы или тупиково-кольцевой (рис. 253, *а* и 253, *б*); в последнем случае станция примыкания обычно является конечной станцией железной дороги примыкания.

С эксплоатационной точки зрения примыкание к тупиковой станции НКПС (рис. 253, *б*) позволяет сконцентрировать сортировочную работу на едином мощном сортировочном устройстве, сократить до минимума пробеги от сортировочной станции до погрузочно-разгрузочных пунктов промышленного предприятия и,

НБ УГЛТУ (СПТ)

в ряде случаев, избежать устройства дополнительного путевого развития в виде рыбки или поста на территории самого предприятия.

Примыкание к проходной станции дороги общего пользования (рис. 253, *а*) увеличивает пробег подвижного состава до погрузочно-разгрузочных фронтов, в некоторых случаях требует дополнительного развития путевого хозяйства про-

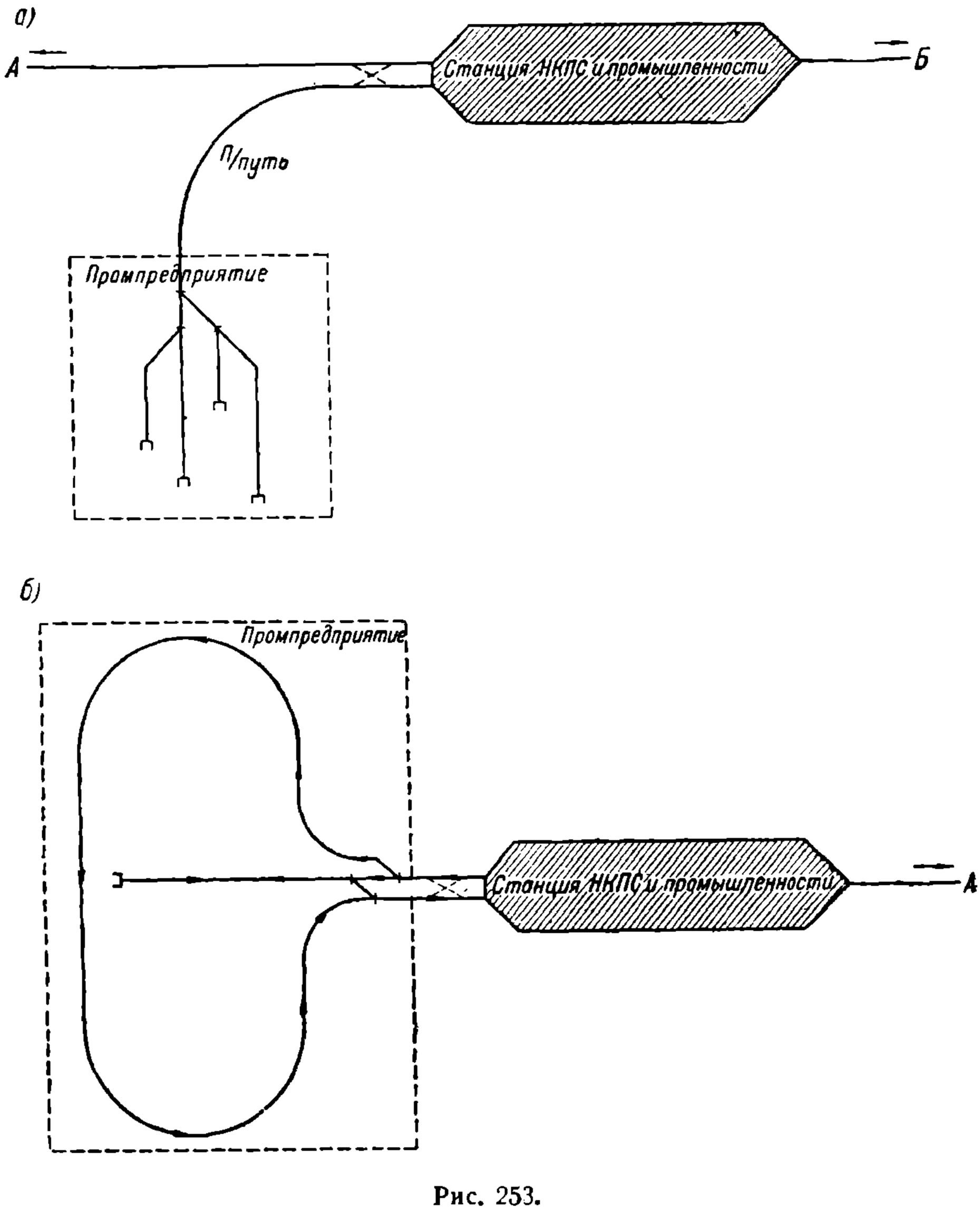


Рис. 253.

мышленных предприятий, а при осуществлении примыкания к станции двухпутной железнодорожной линии с достаточно интенсивным движением появляется необходимость устройства развязок в разных уровнях, во избежание внутристанционных пересечений и значительной дополнительной загрузки горловин, что является отрицательным моментом схемы.

§ 4. Раздельные станции.

При раздельных станциях парк железнодорожных путей промышленности отделен от парка путей НКПС подъездным путем, который имеет в некоторых случаях значительное протяжение. Так же как и в предыдущем случае, обслужи-

НБ УДУНТ (ДИТ)

вание может быть различным, т. е. подача вагонов по подъездному пути до парка промышленности может производиться как средствами дороги примыкания, так и средствами промышленного предприятия. Путевое развитие промышленного предприятия, в зависимости от взаимного расположения осей станции и пред-

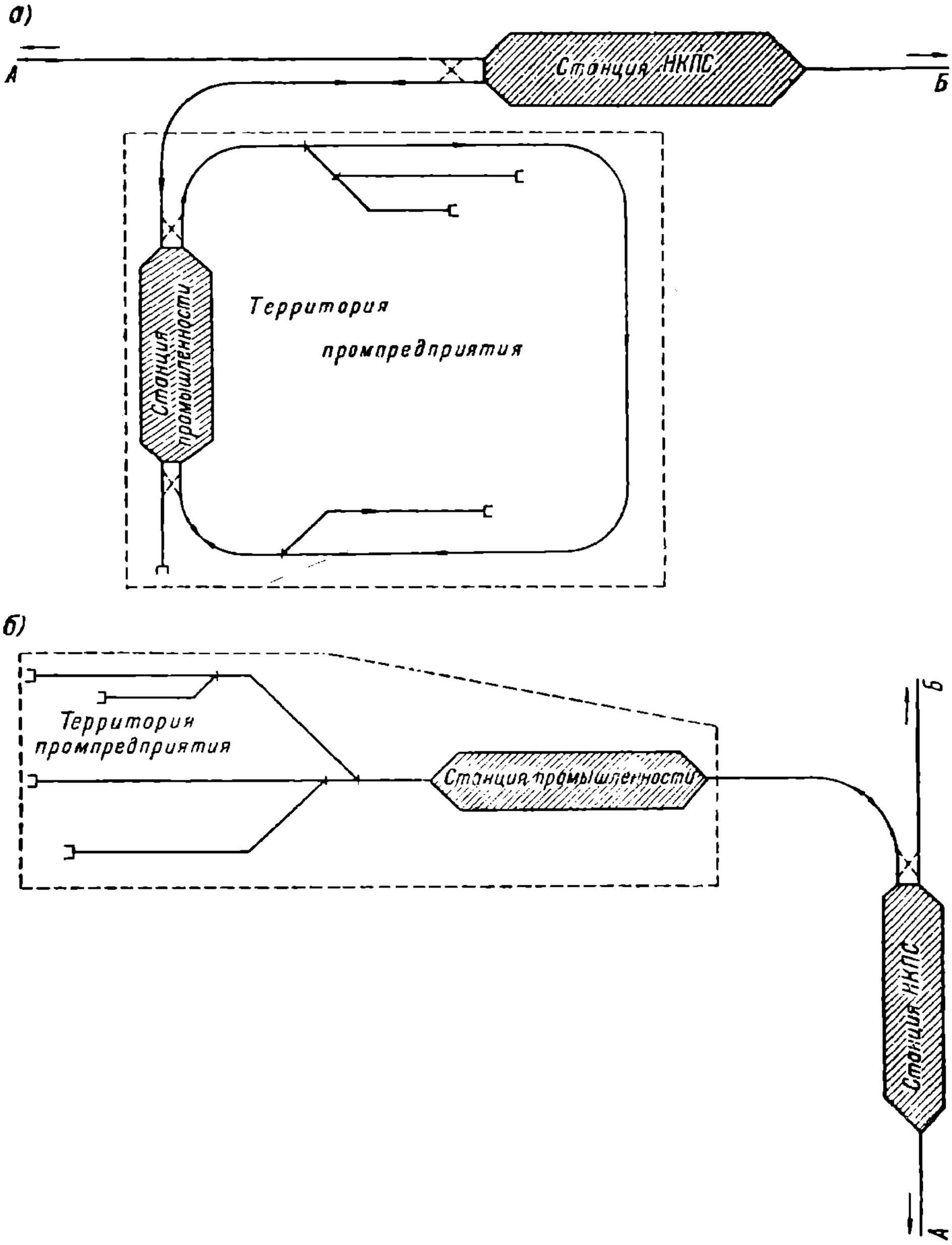


Рис. 254.

приятия, может решаться по одной из приведенных схем. На рис. 254, *а* приведен случай параллельного расположения оси станции промышленности и оси предприятия, а на рис. 254, *б* — случай их последовательного расположения.

В некоторых случаях параллельности направления поточности производства и направления железнодорожной линии общего пользования, к которой производится примыкание, при значительной протяженности территории промышленного

НБ УДУНТ (ДГТ)

предприятия представляется целесообразным иметь две раздельные станции промышленного предприятия (рис. 255): входную и выходную.

Схема путевого развития с одним примыканием обладает всеми преимуществами централизации командования узлом и концентрации сортировочной работы на едином мощном сортировочном устройстве с возможностью наилучшей организации использования порожнего и груженого вагона, проходящего через один и тот же обменный пункт. Распланировка генерального плана в этом случае обычно не плохо сочетает поточность в технологическом процессе и поточность во внешнем грузопотоке.

Наличие двух примыканий иногда разгружает основную сортировочную станцию НКПС от части работы, но неизбежно создает сложность в использо-

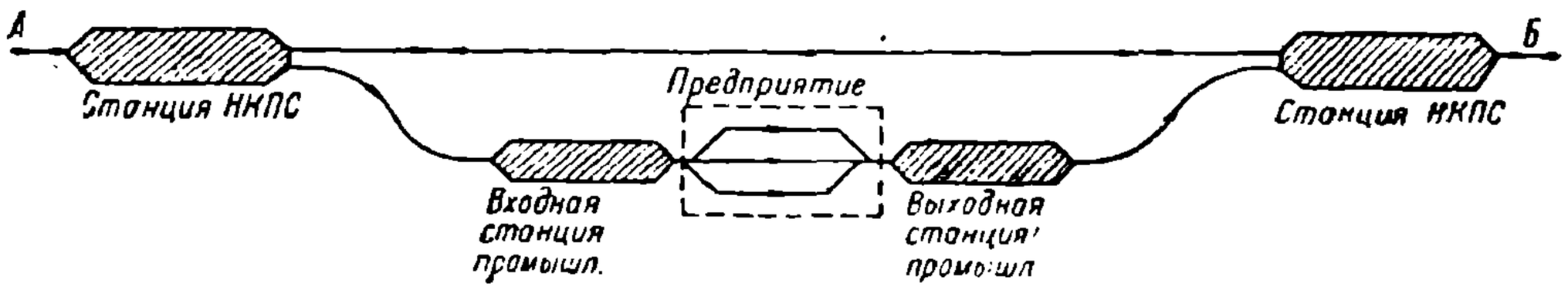


Рис. 255.

вании тяговых средств промышленности и НКПС, удорожает стоимость эксплоатации из-за необходимости оплачивать расходы по добавочным пунктам примыкания, по мало загруженным и недеятельным ветвям, затрудняет оборот вагонов общего пользования, — в виду всего этого следует избегать множественности примыканий.

§ 5. Примеры взаимного расположения станций.

Примером развития приведенных элементарных схем взаимного расположения станций промышленности и НКПС, с учетом местных условий и характером

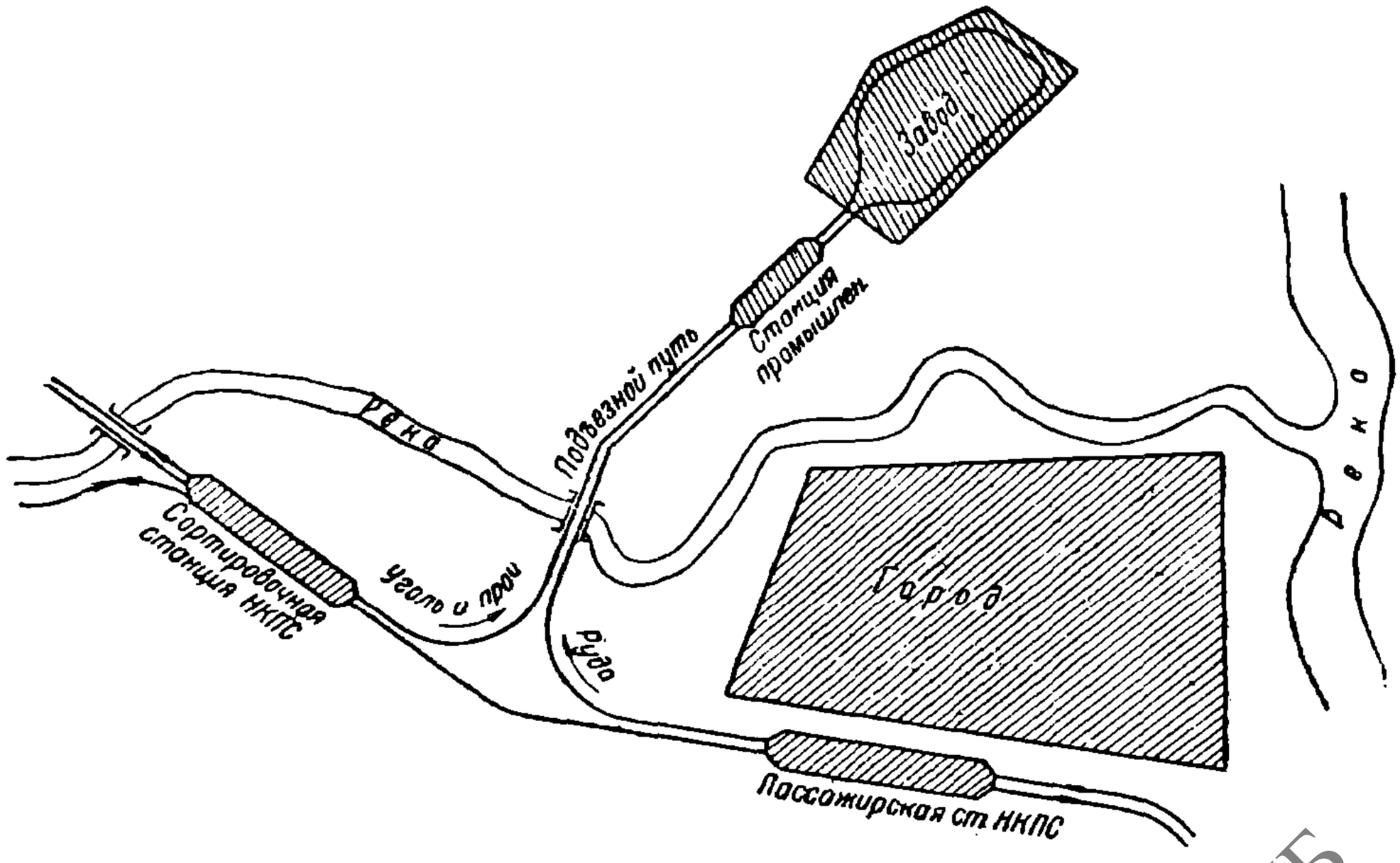


Рис. 256.

производства, являются приводимые схемы расположения станций ряда промышленных предприятий.

На рис. 256 приведена схема расположения станций металлургического завода — развитие элементарной схемы раздельных станций. Завод получает сырье

НБ МИИТ (ДИТ)

по двум направлениям; приемо-сдаточные операции осуществляются на станции промышленности; станция промышленности имеет пучок расходящихся путей и кольцо путей, обслуживающих все цеха.

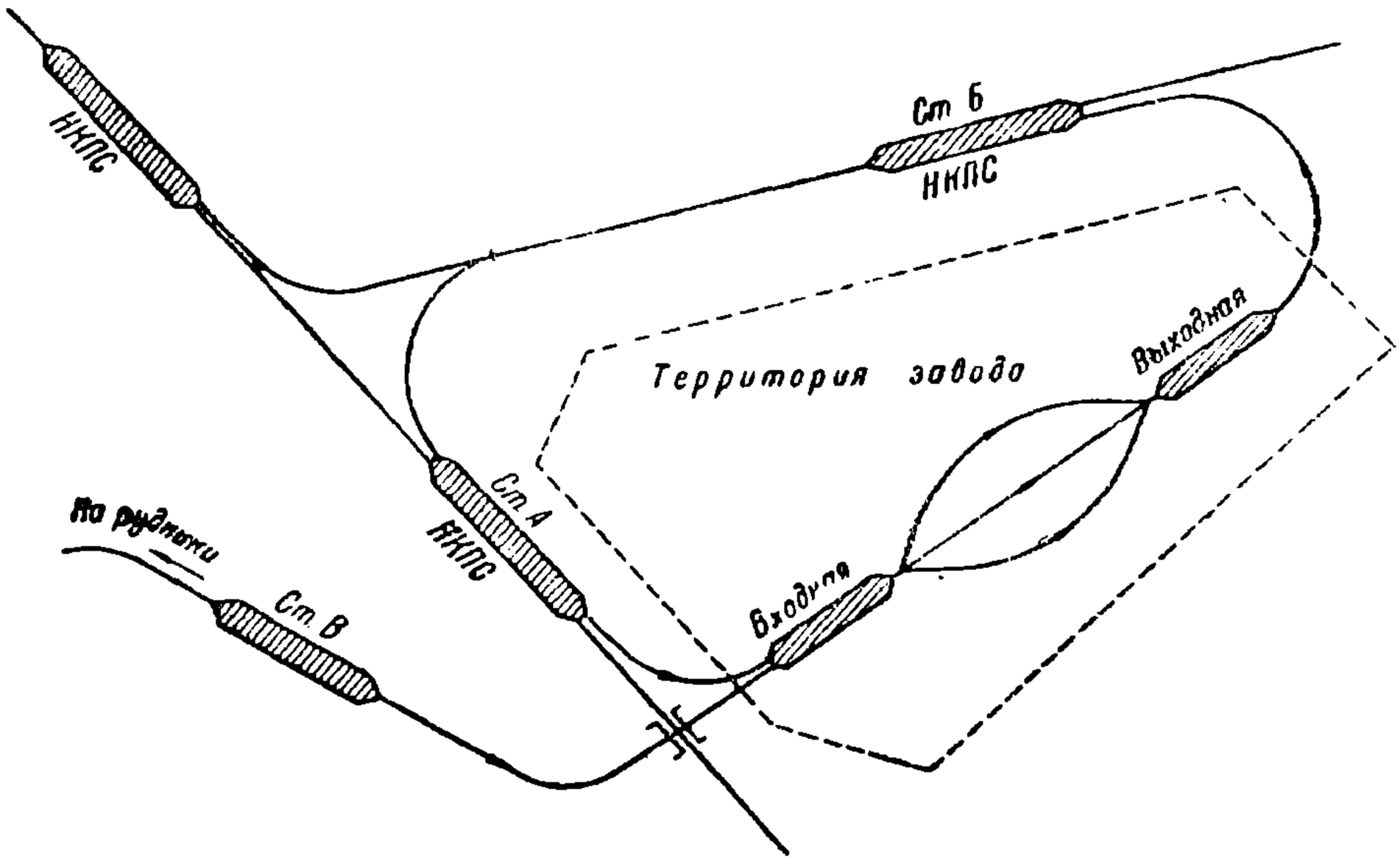


Рис. 257.

На рис. 257 приведена схема расположения станций металлургического завода, имеющего две станции промышленности: входную и выходную. Поступление грузов на завод осуществляется: для грузов, идущих с сети НКПС, — через станцию *А*; для грузов, идущих с рудной базы завода, — через станцию *В*. Отправление продукции на сеть НКПС осуществляется через станцию *Б*.

Приемо-сдаточные операции производятся на станциях промышленности; между входной и выходной станциями промышленности располагается группа железнодорожных путей, обслуживающих цеха завода.

На рис. 258 приведена еще одна схема расположения станций мощного металлургического завода с кольцевой схемой железнодорожных путей, при которой железнодорожные пути цехов примыкают к кольцу с устройством ряда постов на нем (I—V). Станции НКПС и промышленности объединены. Угольные маршруты принимаются на склад угля, находящийся в стороне от кольца, с оборотом составов кратчайшим путем.

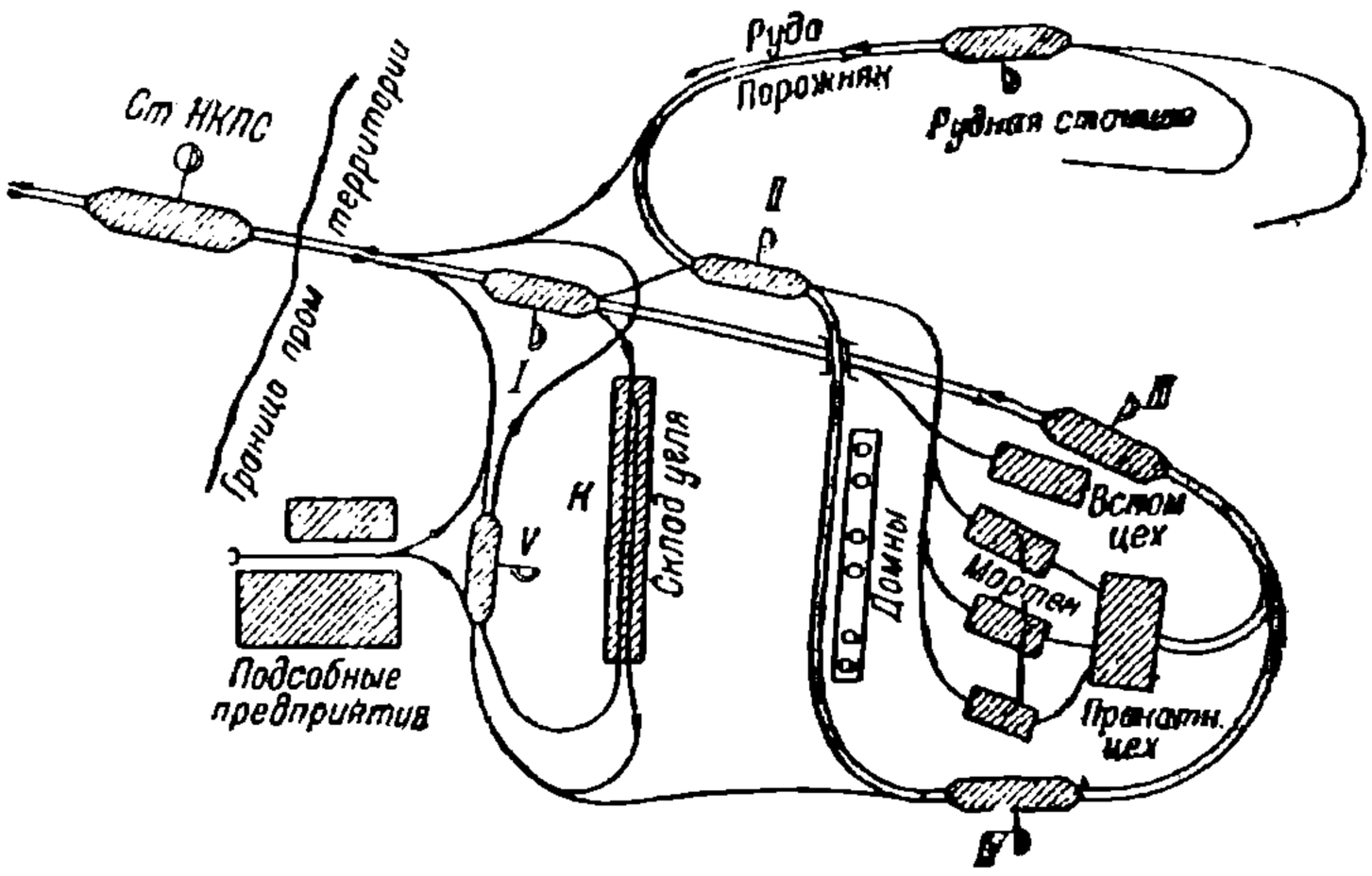


Рис. 258.

На рис. 259 приведены схемы взаимного расположения станций НКПС и угольных промышленных районов.

НБ УДУНТ (ДИТ)

В схему рис. 259, *а* вложены идеи поточности движения по путям погрузки и отправительская маршрутизация. Порожняк прибывает через станцию *А* на

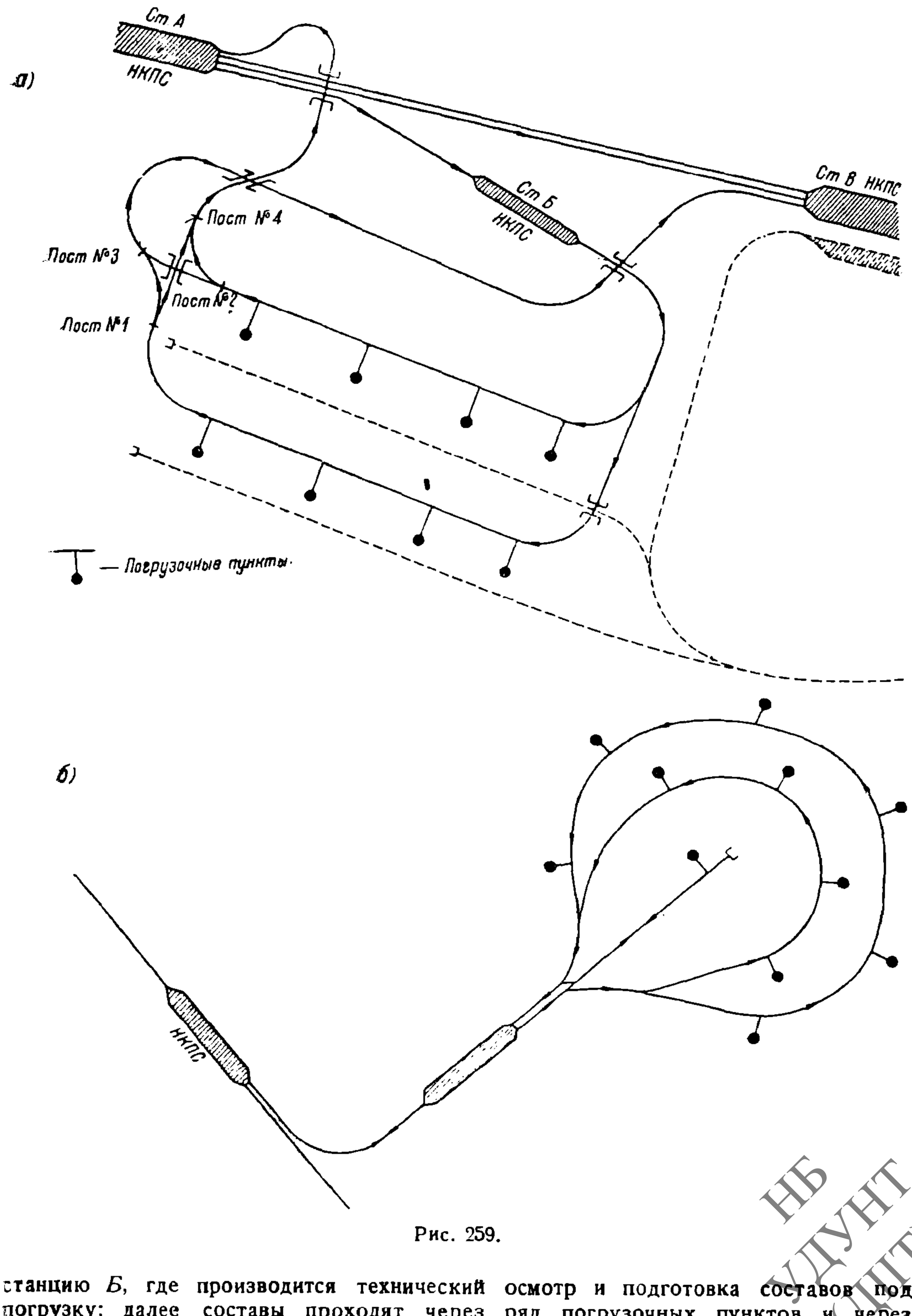


Рис. 259.

станцию *Б*, где производится технический осмотр и подготовка составов под погрузку; далее составы проходят через ряд погрузочных пунктов и через

НБ УДУНТ (ДИТ)

мосты *№ 1—4* и далее через станции *А* и *В* отправляются на сеть общего пользования. На рисунке пунктиром показано расположение путей электрифицированного рудничного транспорта.

На рис. 259, *б* показана тупиково-кольцевая схема расположения железнодорожных путей погрузочных пунктов, находящихся в ведении промышленности

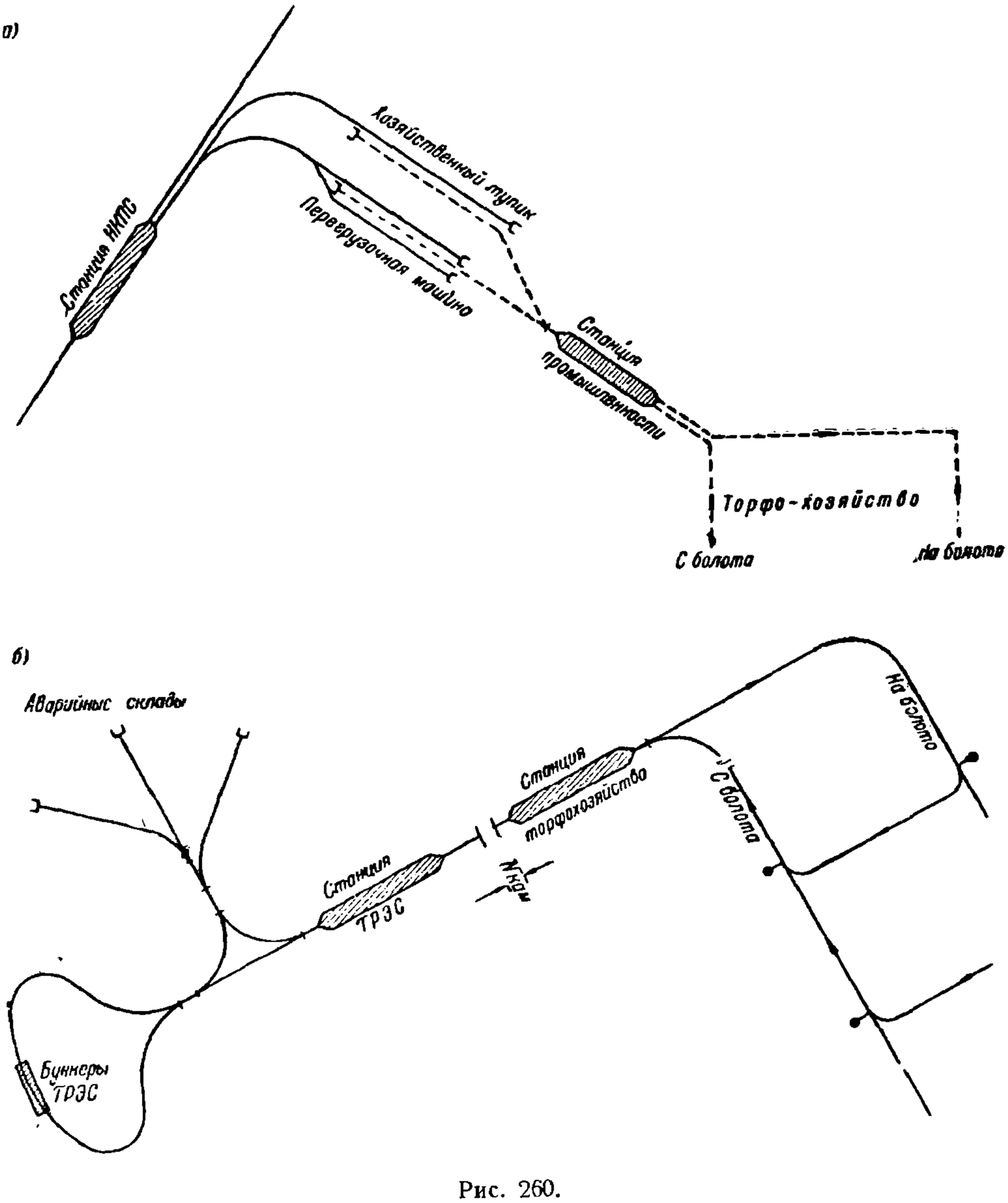


Рис. 260.

схема примыкает к тупиковой распорядительно-сортировочной станции промышленности.

На рис. 260, *а* и 260, *б* приведены схемы расположения станций и развития железнодорожных путей торфяной промышленности.

На рис. 260, *а* изображена схема путей и расположения станции и перегрузочного пункта торфохозяйства, оборудованного узкоколейным железнодорожным транспортом и отправляющего свою продукцию на сеть общего пользования.

НБ УДИИТ ОДИТ

На рис. 260, *б* приведена схема транспортной связи торфохозяйства с топливопотребителем (обычно ГРЭС или ТЭЦ) без промежуточного транспортного звена, например в виде транспорта общего пользования нормальной колеи.

ГЛАВА III.

ТРЕБОВАНИЯ, ПОДЛЕЖАЩИЕ УЧЕТУ ПРИ ПОСТРОЕНИИ ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ ПУТЕВОГО РАЗВИТИЯ.

§ 6. Общие требования к схемам путевого развития.

Каждое путевое развитие промышленного предприятия, будь то пост или станция, предназначается для выполнения определенных функций, в соответствии с чем назначаются его отдельные технические устройства, например: сортировочная станция промышленности может иметь устройства для приема и отправления поездов, для сортировки и формирования поездов, тяговые устройства, грузовые устройства и т. д. (см. рис. 248).

В общей системе работы станции все упомянутые устройства взаимно связаны и вызывают то или иное количество внутристанционных передвижений.

Указанные передвижения для станций различного назначения не равноценны по количеству и характеру и представляют большие или меньшие затруднения и опасности в работе станции из-за возникающих слияний, разделений, встречных и попутных пересечений направлений движения.

Все же путем правильного взаимного расположения отдельных устройств станции возможно добиться наименьшего числа таких пересечений и выбрать наиболее благоприятные и безопасные из них, т. е. от правильного и рационального взаимного расположения отдельных устройств зависит успешность работы станции в целом и почти независимо от того, насколько технически совершенны эти устройства.

При проектировании путевого развития взаимное расположение устройств определяется так называемой „схемой“ станции или соответственно „схемой“ путевого развития, т. е. чертежом, где условно и схематически (без масштаба) изображается размещение устройств и взаимная связь между ними.

На рис. 261 приведены две принципиальные схемы станции, изображенные: одна — в „рыбках“ (*а*), другая — в „линиях“ (*б*).

Схема путевого развития вообще, и станции или поста в частности, разрабатывается на основе общей руководящей идеи будущей работы данного путевого развития или станции и потому является воплощением плана и системы будущей работы путевого развития, в виду чего упомянутую „схему“ в некоторых случаях принято называть „эксплоатационной схемой“.

Правильное решение и построение эксплоатационной схемы в деле проектирования путевого развития (станций и пр.) является наиболее существенным вопросом всей проблемы путевого развития в целом, так как последующее техническое проектирование, на основе принятой эксплоатационной схемы, является лишь техническим переложением ее на реальные местные условия с разработкой ряда деталей конструктивного порядка.

Изложенное указывает на необходимость уделять максимум внимания разработке эксплоатационной схемы взаимного расположения устройств, как определяющей техническую целесообразность, экономичность и безопасность эксплоатации проектируемого путевого развития.

Переходя к общим требованием, предъявляемым к схеме путевого развития, последние можно свести к нижеследующему:

1) достаточная пропускная способность, соответствующая заданным размерам перевозок;

2) безопасность поездного и маневрового движения, т. е. возможное отделение маневровой работы от движения организованных поездов;

НБ УДУНТ (ДИТ)

3) минимальные эксплоатационные расходы, т. е. доведение до минимума пробегов подвижного состава, содержания штата, маневровых средств и т. д.;

4) максимально быстрый оборот подвижного состава, т. е. сокращение простоев и оборота вагонов, ускорение экипировки локомотивов, пропуска их в депо и обратно и т. д.;

5) удобства рабочего и пассажирского движения, т. е. удобство расположения пассажирского или служебного зданий, переходных мостиков и т. п.;

6) при комплексном решении удовлетворение интересов промышленных предприятий и вспомогательных учреждений данного промышленного района, т. е. оптимальное расположение станции промышленного района;

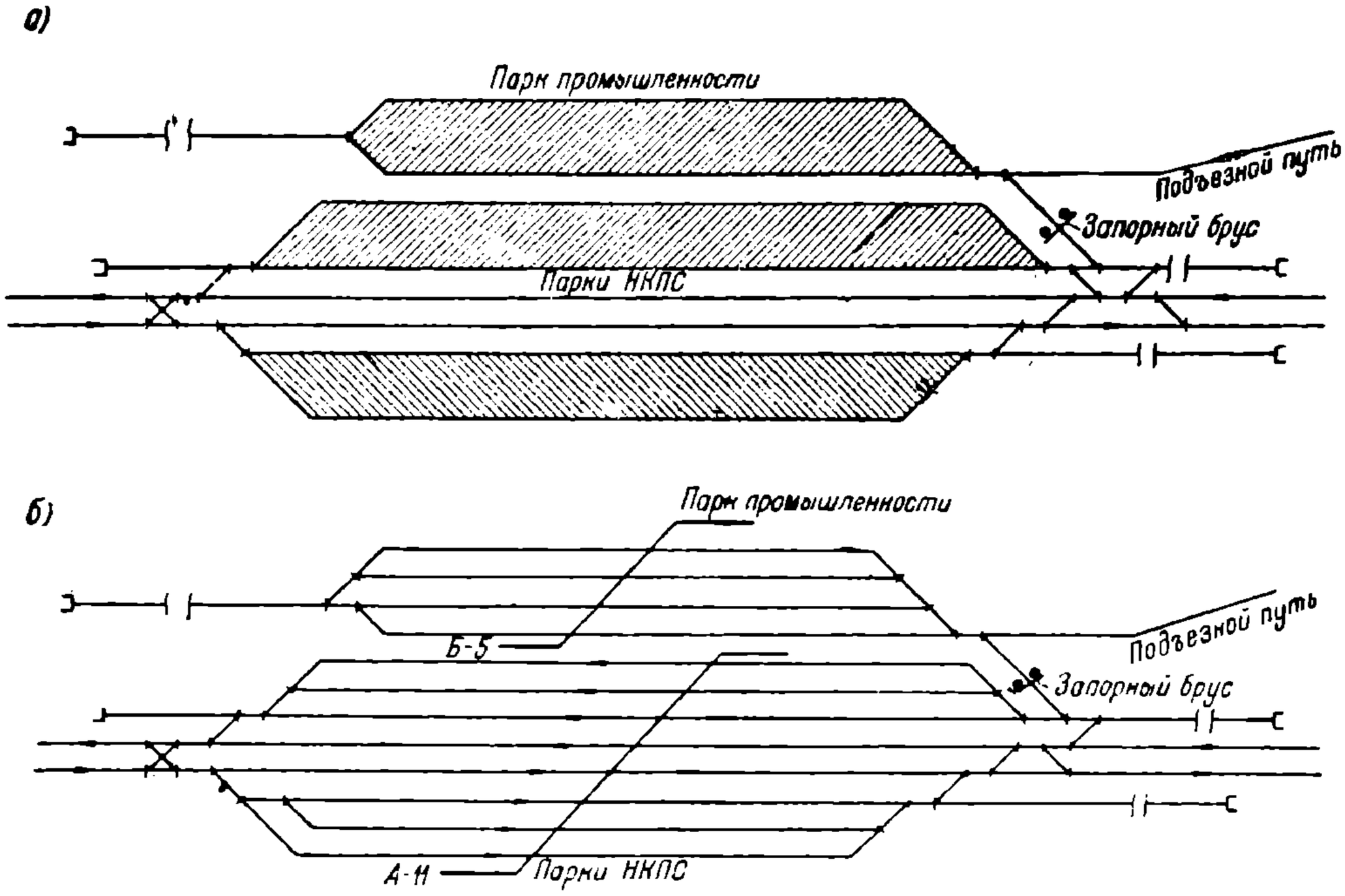


Рис. 261.

7) возможность дальнейшего развития без сложных переустройств и сносов капитальных сооружений;

8) удовлетворение требованиям обороны (ПВХО).

Все мероприятия, в соответствии с указанными требованиями, должны осуществляться с минимальными капитальными вложениями и с такой очередностью выполнения строительных работ, при которой каждый этап работ давал бы законченный эксплоатационный эффект.

При многочисленности и сложности сочетаний предъявляемых требований, некоторой их взаимной противоречивости и необходимости учета местных условий, при проектировании путевых развитий неизбежно составление в каждом отдельном случае ряда вариантов наиболее целесообразных схем с последующим выбором оптимального варианта, оправданного соответствующими технико-экономическими расчетами.

§ 7. Требования к взаимному расположению устройств путевого развития.

Путевое развитие (в виде разъезда, поста, станции и т. д.) появляется в железнодорожном хозяйстве промышленного предприятия уже в стадии его первоначального осуществления и затем, с ростом предприятия и экономическим освоением района, претерпевает дальнейшее развитие.

НТБ УМНТ (ДИТ)

Возможно превращение однопутного подъездного пути в двухпутный или переустройство однопутного ходового пути на территории реконструируемого предприятия в двухпутный. Возможно развитие первоначально осуществленной рыбки в пост или поста в сортировочную станцию промышленного предприятия. Возможно развитие на подъездном пути рабочего и даже пассажирского движения, а в отдельных случаях примыкание новых промышленных и колхозных веток.

Все указанные изменения отражаются как на эксплоатационной работе, так и на путевом развитии станций, а поэтому правильная проектировка их должна быть такой, при которой дальнейшее видоизменение и улучшение эксплоатационной работы этих станций и превращение их в отдельных случаях даже в большие (районные) станции промышленности производились бы с возможно минимальным уничтожением существующих капитальных устройств.

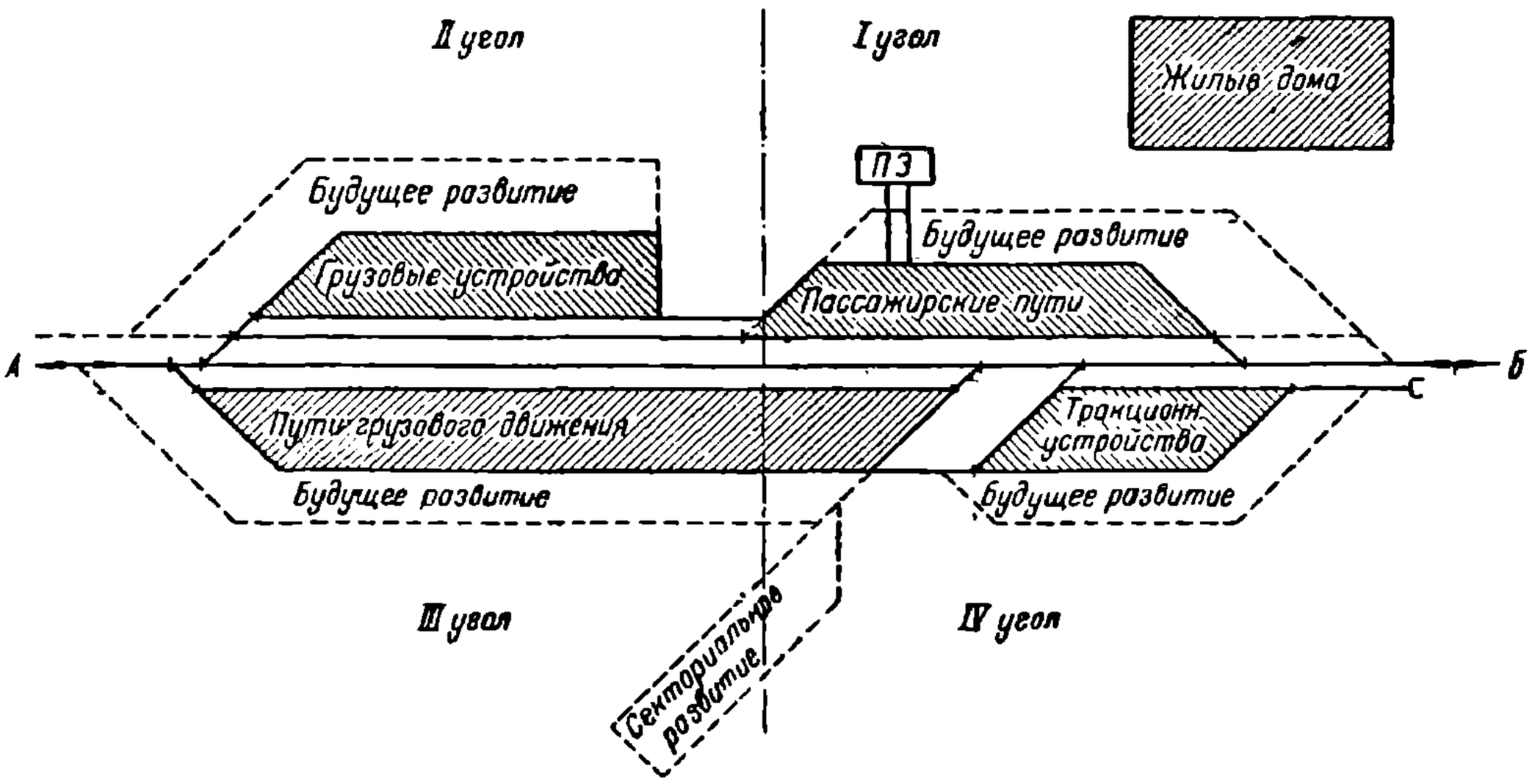


Рис. 262.

На основании изложенного проектирование любого путевого развития должно производиться в таком разрезе, чтобы в дальнейшем по возможности не производились сносы строений.

Основным принципом такого строительства является правильное размещение капитальных устройств, не требующее дальнейшего переноса и сноса их, так как именно эти работы являются наиболее дорогими при переустройстве поста, станции или другого путевого развития. К капитальным устройствам на станциях и постах промышленного предприятия в общем случае можно отнести следующие сооружения:

1) служебные и пассажирские здания,
2) грузовые устройства (пакгаузы, навалочные платформы и т. д.),
3) локомотивные и вагонные здания и мастерские,
4) жилые дома,
5) водоемные здания,
6) экипировочные устройства и т. д.

Часть упомянутых сооружений не связана с путями, а поэтому располагать их можно где угодно. К таким сооружениям относятся, например, жилые дома и водоемные здания. Обычно путевое развитие промышленного предприятия, в виде поста или станции, кроме тупиковых, имеет выход на ходовой или главный путь с двух противоположных сторон (рис. 262) в направлении точек *А* и *Б*. Соединяя две указанные точки *А* и *Б*, получаем продольную ось станции. Поперечная ось станции располагается перпендикулярно продольной, проходя обычно через середину служебного или пассажирского здания.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Развитие станции может итти по продольной и поперечной оси. Так как основные операции, производимые на посту или станции, должны иметь связь со входами и выходами с поста или станции, то число упомянутых основных операций, свободно развивающихся на посту или станции, должно быть не более четырех — соответственно четырем углам, образуемым пересечением продольной и поперечной осей поста или станции (рис. 262).

Упомянутыми четырьмя основными операциями для поста и станции в общем случае являются: грузовое движение с сортировкой и формированием поездов, грузовые операции, экипировка локомотивов и пассажирское движение (рабочие поезда); путевое оборудование их, нужные здания и сооружения должны быть размещены так, чтобы они не затрудняли развития каждой из упомянутых операций, не теряя связи с выходами на главный путь.

Расположение этих четырех элементов в указанных четырех углах позволяет расширять их устройства в пределах от центральной точки станции (пересечение осей) до любой длины и ширины, ограничиваемой лишь размерами площадки, предоставляемой для строительства поста или станции. Возможны безграничные развития и удовлетворение всех прочих операций, могущих возникнуть на посту или станции: либо путем секториального деления с примыканием их одной точкой к одному из четырех элементов и с развитием в виде расширяющихся тупиков (рис. 262), либо путем параллельного расположения, с оставлением соответственных запасных промежутков и, в этом случае, с ограничением развития в зависимсти от принятого запаса. Секториальное (или тупиковое) развитие допустимо лишь для таких операций, которые не требуют непосредственного выхода на главные или ходовые пути и допускают обратные заезды без особых неудобств для работы данного поста или станции.

Из указанных выше четырех главнейших операций станции работа на путях тягового хозяйства может быть организована по секториальному типу с тупиковым выходом в один из концов станции. Легко могут быть развиты по секториальному типу грузовые операции, причем пакгаузные пути также устраиваются тупиковыми.

Что касается технических путей грузового движения (пути приемо-отправочные, обгонные, разъездные и т. д.) и пассажирских путей, то они обязательно должны быть расположены вдоль продольной оси поста или станции и иметь выходы в оба конца станции. Из изложенного вытекает нижеследующее требование: размещение пассажирских путей и пассажирского или служебного здания — с одной стороны главных или ходовых путей, а размещение путей для грузовых поездов, разъездных и сортировочных — с другой стороны главных или ходовых путей.

Деление станции на четыре угла дает совершенно четкое расположение для проектировки: в первом углу — пассажирские пути с пассажирским или служебным зданием, во втором углу — грузовые помещения и погрузочно-разгрузочные пути, в третьем — технические пути грузового движения и в четвертом — тяговое хозяйство (рис. 262).

Все упомянутые четыре элемента оборудования могут, таким образом, в дальнейшем развиваться как вдоль главного или ходового пути в случае их удлинения (например в случае удлинения путей грузового движения), так и поперек их в случае увеличения количества путей. Исключение составляют пассажирские пути, которые вследствие наличия пассажирского или служебного здания имеют известный предел развития по ширине, ограниченный 20-метровым расстоянием от оси крайнего пути, на котором обычно строится пассажирское или служебное здание.

Проектировка и развитие грузовых помещений и путевых устройств во втором углу могут быть заменены вариантом секториального развития между четвертым и третьим углом, представляющим в некоторых случаях известное удобство. Если проектируемая станция располагается на подъездном пути, вне пределов заводской территории, может встретиться необходимость в размещении

НБ УДУНТ (ДИИТ)

при станции жилых помещений, которые, как правило, надо проектировать со стороны пассажирского здания, но с достаточным отдалением от главных путей. Нарушение этого правила может впоследствии, при развитии станции, повлечь за собой значительные дополнительные расходы денежных средств как на переустройство самой станции, так и по сносу уже ранее построенных жилых домов.

Расположение водоемного здания на станциях, водоснабжение которых не может быть осуществлено из сети промышленного предприятия, диктуется следующими условиями: расположение его, примерно, в центре тяжести потребления воды — требованиями максимального напора в определенных точках (пожарные гидранты), топографическими условиями местности, позволяющими иногда, благодаря местным повышениям, уменьшить строительную высоту здания, и, наконец, требованиями обороны страны.

Переходя, после изложенного, к выводам, следует подчеркнуть, что при компоновке принципиальной схемы станции следует учитывать необходимость обеспечения четкой эксплоатационной работы и возможности дальнейшего развития станции и направление этого развития с тем, чтобы оно в будущем могло происходить с возможной простотой, в смысле производства строительных работ, и с наименьшими затратами.

§ 8. Требования, вытекающие из взаимодействия внутристанционных передвижений.

Простейшая схема путевого развития получается при такой организации работы, когда поезд, прибыв на станцию, может выполнить все назначенные для него операции с минимальным количеством перестановок его из парка в парк. Однако, учитывая количество и категории поездов и операций, а также связанное с этим значительное развитие технических устройств и их специализацию (например устройства для грузового движения, устройства для рабочего движения, устройства для погрузочно-выгрузочных операций, тяговые устройства и т. д.), очевидно, что взаимодействие указанных устройств приведет к целому ряду различных комбинаций внутристанционных передвижений.

Если сравнить условия работы перегона с условиями работы путевого развития (станции), можно установить, что основное различие будет заключаться в нижеследующем: первое — нормально на однопутном перегоне в каждый данный момент находится только один поезд, на станции же может находиться ряд поездов; второе — нормально на однопутном перегоне происходит передвижение только одного организованного поезда, на станции же может происходить передвижение как организованных, так и неорганизованных поездов; третье — на перегоне поезд все время нормально находится в движении, на станции же имеется ряд составов, находящихся в состоянии трогания с места, движения или торможения.

Упомянутые выше внутристанционные передвижения сливаются, разделяются, пересекаются в отдельных точках станции и, если учесть еще условия, отличающие работу перегона от работы станции, создают бо́льшую или меньшую степень препятствий и опасностей в работе.

Места станции, в которых сосредоточиваются пересечения слияния и разделения внутристанционных передвижений, называются г о р л о в и н а м и.

Полностью избежать загруженности горловин развязкой пересечений движений невозможно, но при разработке схемы станции следует стремиться к созданию минимального количества таких точек с обеспечением максимальной безопасности движения и четкости в организации работы. Само собой разумеется, что комбинации передвижений, встречающихся в пределах станций, имеют, с точки зрения пропускной способности организации движения поездов, разную степень значимости, безопасности, и, если обозначить поезда, прибывающие на станцию, через *П*, поезда, отправляемые со станции, через *О* и маневрирующие составы через *М*,

НБ ГУДМТ (СПТ)

и пронумеровать случаи возможных пересечений в порядке убывающей для движения поездов опасности, получим следующую картину: 1) $П + П$; 2) $П + О$; 3) $П + М$; 4) $О + М$; 5) $О + О$; 6) $М + М$.

Меры ограждения безопасности движения в опасной точке зависят от степени опасности пересечения. Опасность пересечения, в свою очередь, находится в зависимости от:

1) условий профиля и скорости подхода;
2) условий видимости сигналов;
3) рода тяги (паровая, электрическая и т. д.) и тормозных средств;
4) веса и категории поезда (грузовой, пассажирский и т. д.);
5) частоты движения.

Первый случай $П + П$ — случай, самый неприятный с точки зрения организации движения, может иметь место тогда, когда в данной точке *а* (рис. 263,*а*),

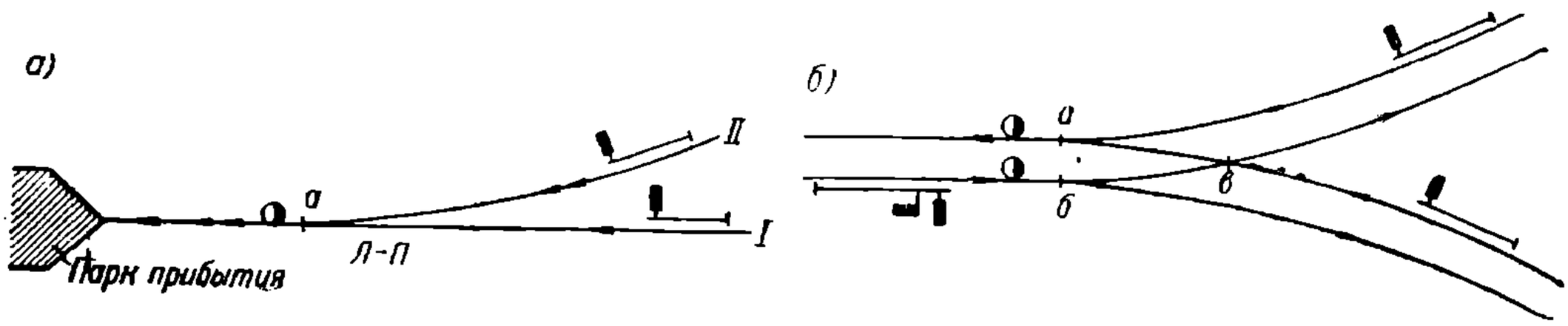


Рис. 263.

находящейся перед станцией, происходит слияние двух подъездных путей, либо в точках *а* и *б* (рис. 263, *б*) слияние, а в точке *в* — пересечение путей — случай, возможный, например, при слиянии двух двухпутных подъездных ветвей.

Понятно, что одновременный въезд на стрелку *а* двух подач или поездов, а также встреча двух поездов в точке *в* (рис. 263) ведет к столкновению их, поэтому упомянутые точки следует считать опасными для движения и нуждающимися в специальных мерах ограждения.

Рассмотрим сначала первый — частный — случай $П + П$ — слияния двух прибывающих поездов.

Первой мерой, понижающей степень опасности движения поездов, следует признать перенос стрелки *а* слияния движения в тот конец станции (рис. 264), где поезда

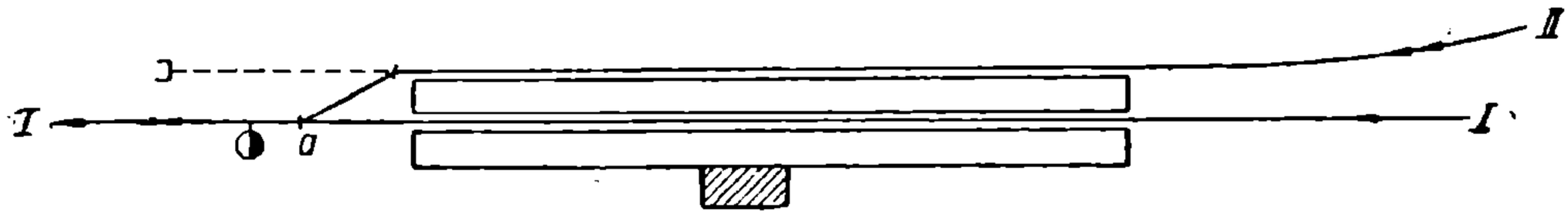


Рис. 264.

будут проходить ее после остановки (стоянки), в тот момент, когда они еще только начинают развивать свою скорость. В этом случае порядок занятия поездами стрелки *а* диктуется самой станцией при отправлении поездов, кроме того самое отправление и остановка отправляемого поезда в начальный момент его движения находятся в руках станции, т. е. случай $П + П$ обращается в случай $О + О$, представляющий значительно меньшую опасность для движения. В случаях невозможности перенести слияние путей на конец отправления станции, т. е. обеспечить предыдущий случай, возможна укладка двух подходов к станции на протяжении тормозного пути параллельно друг другу (рис. 265), что, обеспечивая надлежащую видимость при нетрудных подходах к станции и небольших скоростях движения, обеспечивает и безопасность движения.

В условиях трудного (с большим уклоном) подхода к станции, при больших скоростях движения и слабой видимости, следует предусматривать устрой-

УДУТ (ДИТ) НБ

ство оградительных (защитных) тупиков; укладка их показана на рис. 266, где стрелка *а* и ее тупик служат для прикрытия поезда, идущего по линии *I—I*, от наезда на него поезда с линии *II—I*, который в случае проезда закрытого сигнала попадает в тупик, а не в бок идущего по линии *I—I* поезда. Такую же роль играют стрелка *б* и ее тупик в ограждении поезда, идущего по линии *II—I*, от наезда на него поезда с линии *I—I*, в случае проезда им закрытого сигнала.

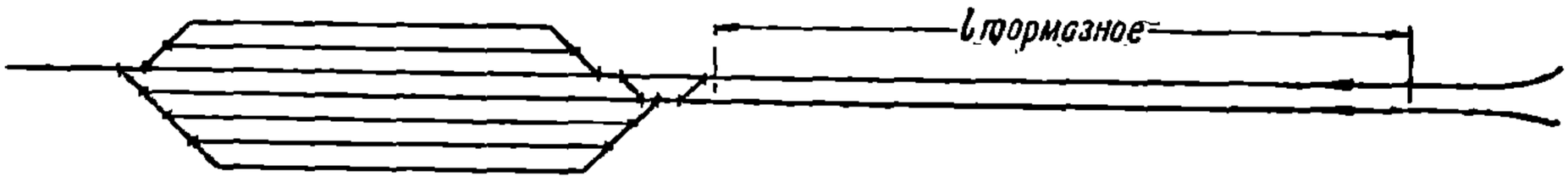


Рис. 265.

При закрытых сигналах стрелки *а* и *б* должны быть поставлены в тупик. Для обеспечения указанного требования вводится механическая или электрическая взаимозависимость между сигналами и переводным механизмом стрелки.

При преимущественном значении одного из направлений защитная стрелка может быть поставлена только со стороны бокового примыкания, чем обеспечи-

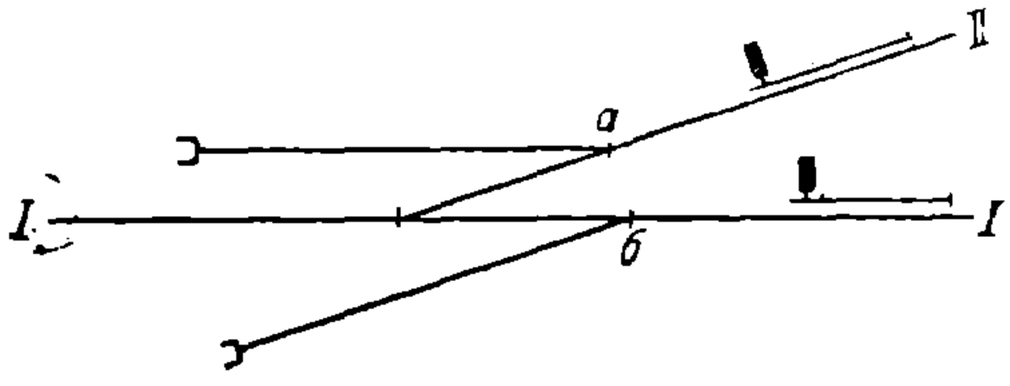


Рис. 266.

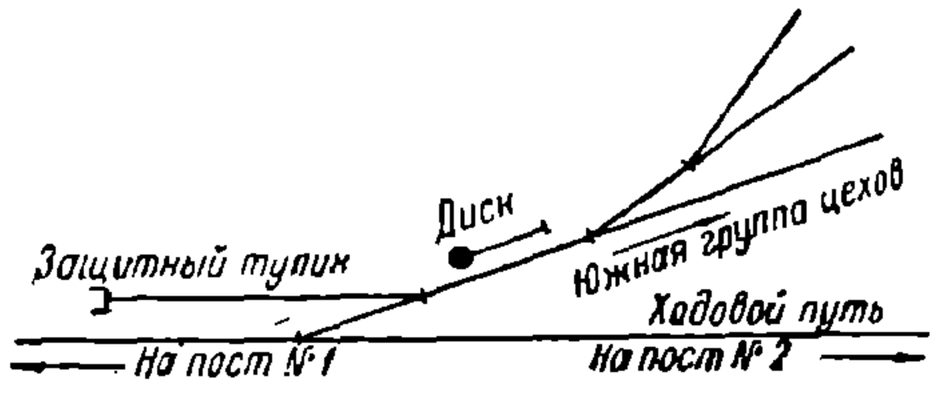


Рис. 267.

вается безопасность движения по главному (ходовому) пути (рис. 267). Ограждение приема поезда с бокового пути может быть достигнуто объявлением для ближайшего перегона главного (ходового) пути, на период прохода точки слияния поездом бокового направления, что „перегон считается занятым". Такое объявление производится распоряжением диспетчера.

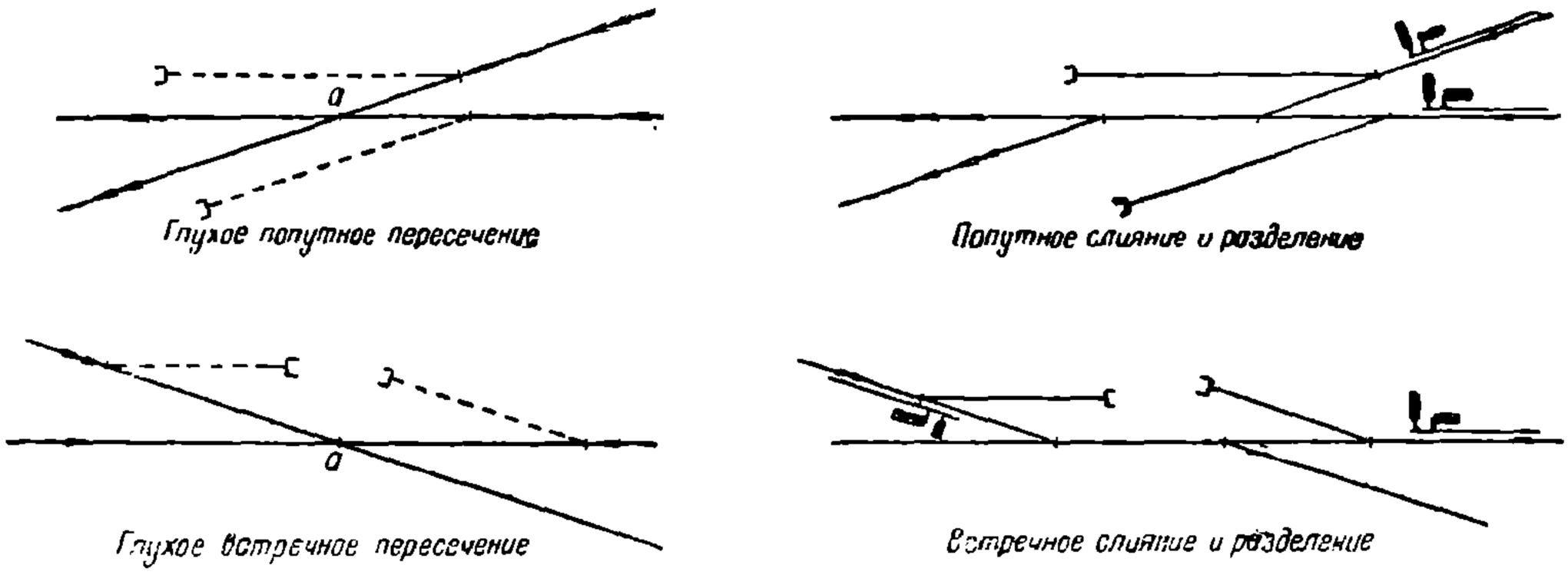


Рис. 268.

Переходя к рассмотрению второго частного случая — *П + П* — пересечения двух поездов, отметим, что каждое пересечение может быть рассмотрено как слияние двух направлений с последующим разделением их (рис. 268).

В отношении пропускной способности и безопасности движения точка разделения движения не хуже любой точки объединенного пути и никаких осложнений, при надлежащем ее содержании и осигнализировании, не вызывает. Что же касается точки слияния движения, то меры безопасности движения по ней только

НБ УДУНТ (ДИИТ)

что были разобраны, стало быть, все меры безопасности, относящиеся к точке слияния движения, могут быть отнесены и к точке пересечения движения.

Полноценным же способом ограждения безопасности движения при пересечении путей является развязка его в разных уровнях при помощи путепроводов

На рис. 269—272 изображены решения в плане подхода к станции двух двухпутных железнодорожных подъездных путей (например угольной промышленности) с обеспечением различной степени безопасности движения, вплоть до полной развязки подходов. Развязка носит название „полной" при отсутствии пересечений и слияний в одном уровне.

На рис. 269 приведен случай, когда в точке *а* имеет место разделение движения поездов, отправляемых в направлении *I* и *II*, в точке *б* — слияние движения поездов, прибывающих с направлений *I* и *II*, в точке *в* — пересечение движения поездов, прибывающих с направления *I* и отправляемых на направление *II*.

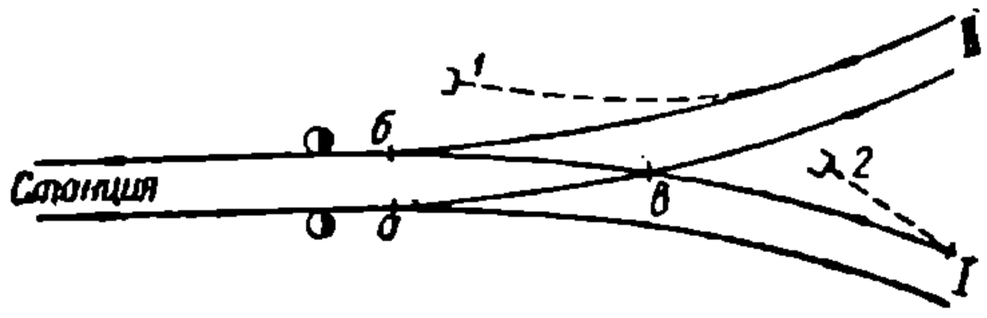


Рис. 269.

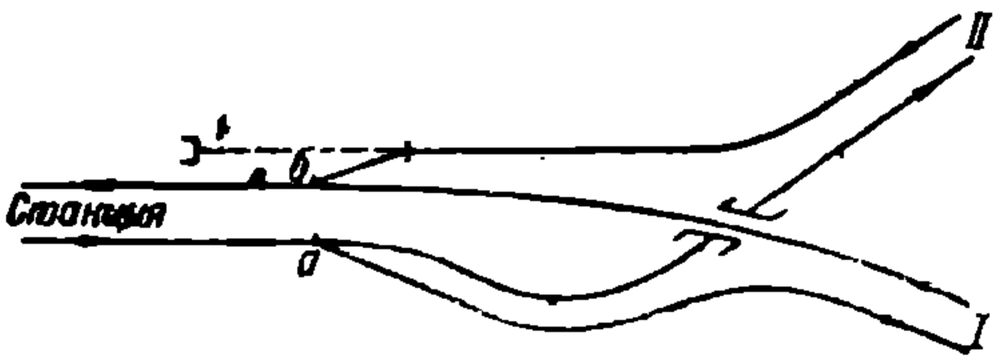


Рис. 270.

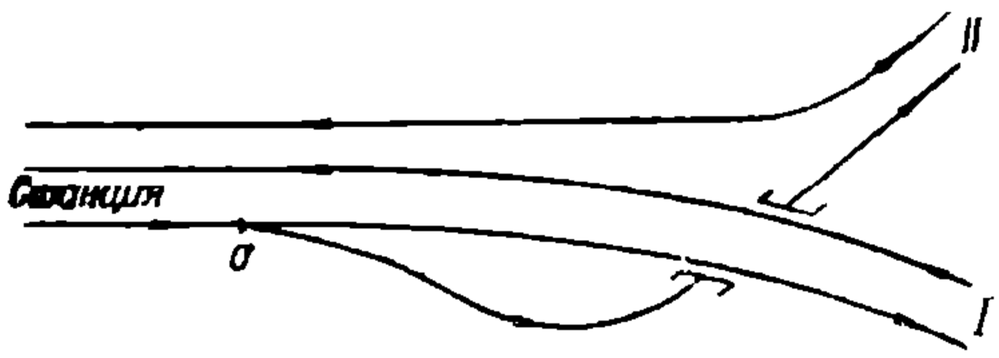


Рис. 271.

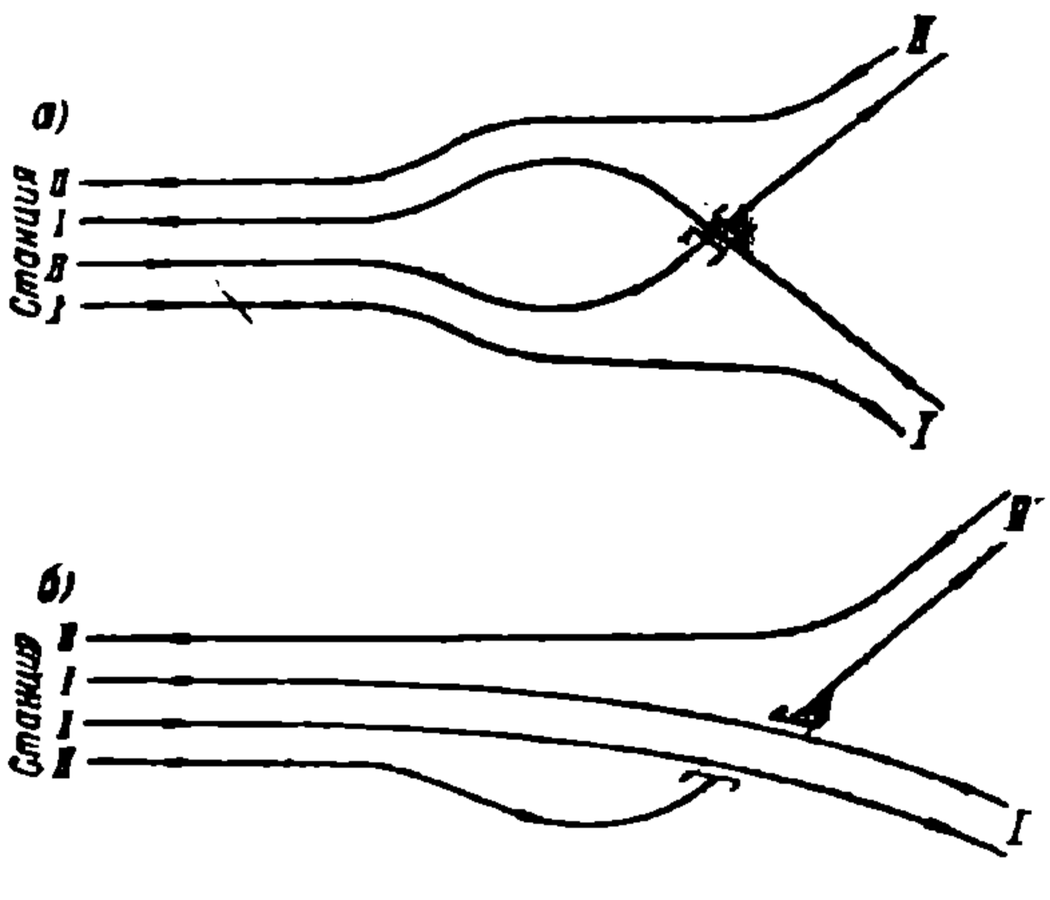


Рис. 272.

Учитывая изложенное выше, не трудно установить, что, с точки зрения безопасности движения, упомянутые точки не равноценны.

Точка (стрелка) разделения движения *а* является вполне безопасной и допустимой, требующей лишь соответственного обслуживания (стрелочный пост). Точка *б* — слияния движения двух прибывающих поездов — нуждается в ограждении, которое может быть обеспечено устройством защитных тупиков: *1* — для ограждения линии с первого направления и *2* — для ограждения линии со второго направления. Точка *в* — пересечения движения — также является опасной и нуждается в ограждении, которое осуществляется стрелкой *а* и стрелкой тупика *2*.

Приведенное решение с точки зрения безопасности движения не является исчерпывающим, особенно в отношении точки *в* встречного пересечения поездов. На рис. 270 дано решение, заменяющее пересечение путепроводом с пропуском поездов друг под другом в разных уровнях; точки *а* и *б* сохраняются, — этим приемом уничтожается одна из наиболее опасных точек. При небольшом расстоянии от точки *б* до станции, при отсутствии на этом интервале сложных искусственных сооружений, мостов и т. д., а также при достаточно значительной загрузке направления *I* — станция, может оказаться целесообразным решение с укладкой (рис. 271) самостоятельного пути прибытия с направления *II*

НБ УДУНТ (ДГТ)

и с переносом точки слияния движения поездов с направлений *I* и *II* за станцию, где оно будет осуществляться после остановки поезда на станции и сведется к случаю $О+О$. Это решение уничтожает обе опасные точки *б* и *в*, оставляя вполне допустимую точку *а*.

При значительных размерах движения хотя бы по одному из направлений может оказаться рентабельным полностью разделить движение по обоим направлениям, предусматривая при этом также самостоятельные парки на станции и уничтожая точку *а*. Это решение полной развязки подходов приведено на рис. 272. Так как в некоторых случаях может иметь значение последовательность расположения подходов путей к станции, определяемая расположением соответствующих парков, на рис. 272 приведены варианты расплетения, соответствующие

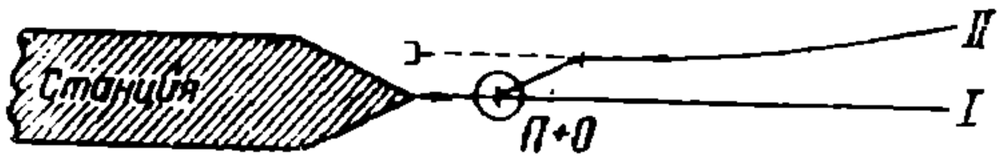


Рис. 273.

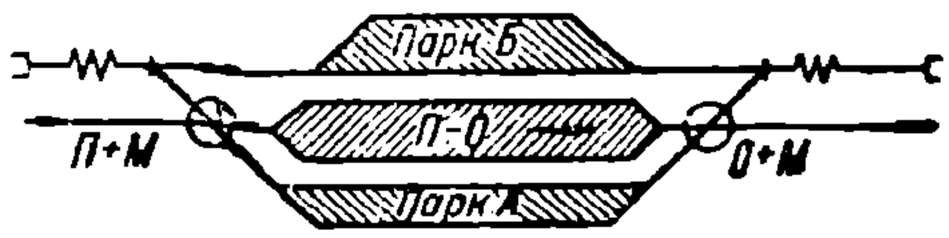


Рис. 274.

различной распланировке парков, например: сверху, прибытие с направления *II*, прибытие с *I*, отправление на *II*, отправление на *I*, или по краям располагаются парки направления *II*, внутри парки направления *I*, или внутри располагаются парки направления *II*, а снаружи парки направления *I*.

Второй случай — $П+О$ — может иметь место, когда к точке *а* слияния двух путей, находящейся перед станцией, одновременно подходит поезд, прибывающий с направления *II*, и поезд, отправляемый со станции на направление (рис. 273). Рассматриваемый случай, с точки зрения безопасности движения, является более облегченным, так как поезд, отправляющийся со станции, находится в стадии разгона, и, кроме того, его отправление находится в ведении станции.



Рис. 275.

Для обеспечения безопасности движения в данном случае, в дополнение к регулированию станцией отправления поездов, могут быть рекомендованы меры, рассмотренные нами выше, в случае $П+П$.

Третий и четвертый случаи — $П+М$ и $О+М$ — могут встретиться при разработке принципиальной схемы любого путевого развития; частный же случай приведен на рис. 274. Пересечение маневровых передвижений с прибывающим или отправляемым поездом получается при перестановке, маневровым порядком, состава из парка *А* (парк погрузочного фронта) в парк формирования *Б*.

Случай $П+М$, с точки зрения безопасности движения и пропускной способности, более неприятен, чем случай $О+М$, по причинам, разобранным при рассмотрении случая $П+О$.

Радикальной мерой ликвидации безопасности движения в отмеченных точках является перенос парка *Б* и расположение его между приемо-отправочным парком и парком *А*. Если указанное мероприятие осуществить почему-либо нельзя, представляется возможным прибегнуть к защитным тупикам, к устройству дополнительных соединений или устройству „шлюза“. О защитных тупиках достаточно говорилось при разборе случая $П+П$. На рис. 275 показаны станции *N*, причем расположение стрелок *1*, *2*, *3* и *4* таково, что одновременный прием поезда с направле-

НВ УДУНТ (СПб)

ния *I* в парк *А* и сортировка состава с вытяжки *II* невозможны (*П* + *М*); чтобы избежать этого пересечения, совершенно достаточным мероприятием оказывается укладка соединения *5—6* (показанного на рис. 275 пунктиром), дающего возможность производить маневры, не занимая маршрута прибытия. При укладке же съездов *7—8* и *9—10* маршрут *1—2—3—4* освобождается от пересечения поездов, прибывающих на станцию, с поездами, отправляемыми на направление *I*.

В некоторых случаях решение принципиальных схем устройства путепроводной развязки, особенно для ликвидации маневровых пересечений, может оказаться нерентабельным; в этих случаях, в целях облегчения пересечения в одном уровне, в целях безопасности и в особенности для того, чтобы не задерживать поездов перед закрытым сигналом на перегонах (создавая этим подпор для всех идущих поездов), рекомендуется устраивать так называемые „шлюзы“ (см. рис. 276),

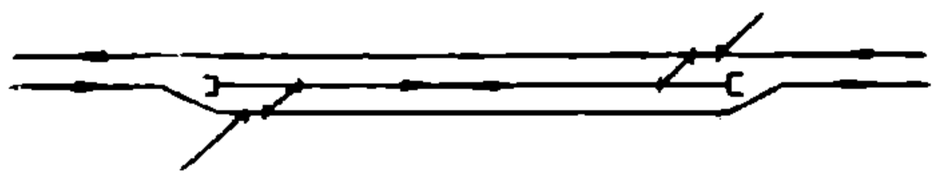


Рис. 276.

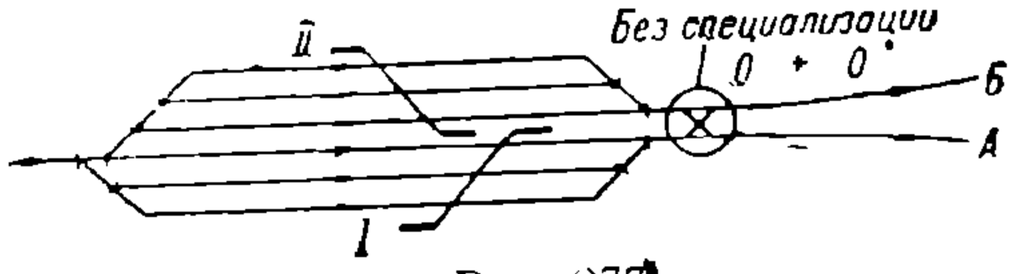


Рис. 277.

на которых поезд, пересекающий данную „точку“, может ожидать освобождения занятого пересечения. Устройство „шлюзов“ при пересечении путей в одном уровне обязательно при числе пересечений в час свыше четырех.

Пятый и шестой случаи — *О* + *О* и *М* + *М* — с точки зрения безопасности движения являются самыми благоприятными, так как движение отправляемого со станции поезда, равно как и маневровое передвижение, находится в ведении и распоряжении станции.

Случай пятый — *О* + *О* — изображен на рис. 277; полная безопасность движения достигается при специализации путей парка отправления; группа *I* — на направление *А*, а группа *II* — на направление *Б*.



Рис. 278.

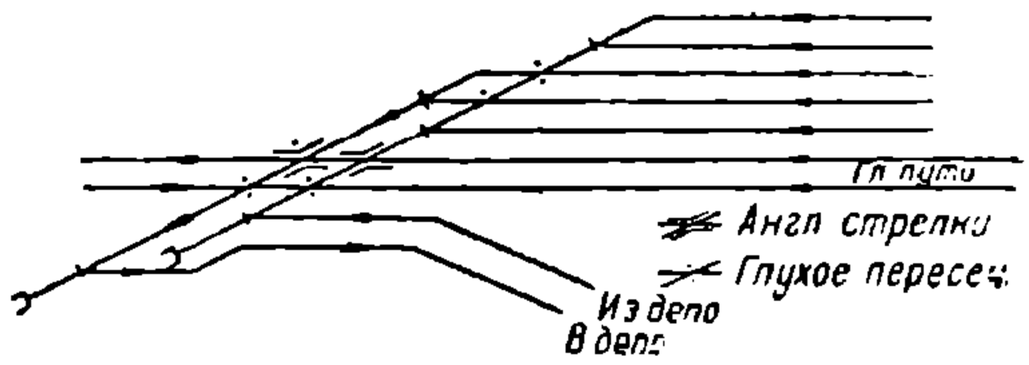


Рис. 279.

На рис. 278 приведен шестой из рассматриваемых нами случаев — *М* + *М*, имеющий место, например, при одновременном расформировании (с вытяжки *I*) и формировании (с вытяжки *II*) составов в сортировочном парке.

Безопасность работы, в этом случае, может быть достигнута либо специализацией путей, либо выделением на путях сортировочного парка „мертвой зоны“ путем установки тормозных башмаков и, наконец, разделением обеих операций по времени.

Если подача и уборка поездных локомотивов в приемо-отправочный парк через один путь, ведущий в тяговое хозяйство, по условиям загруженности являются затрудненными, можно применить схему, приведенную на рис. 279, называемую „телескопическими тупиками“ и позволяющую убирать и подавать паровозы из депо в парки и обратно без взаимных пересечений.

Переходя к выводам, следует отметить, что при составлении схемы станции все разобранные нами сочетания движения организованных и неорганизованных поездов образуют так называемые горловины (узкие места) станции, правильное устройство которых определяет качество схемы станции как в части пропускной способности, так и в части безопасности движения.

НБ УрГУПС (ДИТ)

Для получения рациональной схемы станции необходимо стремиться к тому, чтобы количество первых трех из шести указанных сочетаний, а именно: $П+П$, $П+О$ и $П+М$, в схеме станции было доведено до минимума с заменой их по возможности последними сочетаниями.

При разработке схемы станции следует также учитывать то обстоятельство, что чем большая производится специализация устройств станции под отдельные операции, т. е. выделение специальных путей для различных категорий поездов, тем больше получается пересечений.

§ 9. Требования, предъявляемые организацией движения на данном путевом развитии.

С эксплоатационной точки зрения разрабатываемая схема путевого развития должна обеспечивать максимальную гибкость работы, т. е. удовлетворять возможности одновременного производства ряда операций, что может быть достигнуто соответствующим районированием станции или другого путевого развития. Например, разрабатываемая схема станции, при достаточной загруженности ее, должна обеспечивать одновременность приема и отправления поездов с маневровой работой, с соблюдением при этом соответствующих требований правил технической эксплоатации.

С точки зрения организации маневровой работы схема путевого развития должна быть построена так, чтобы пробеги, как при различных маневровых передвижениях, так и при движении локомотивов были минимальными, с тем, однако, чтобы выполнение указанных требований не вызывало дополнительного количества внутристанционных пересечений и излишних, необоснованных технико-экономическими расчетами, увеличений средств на строительные расходы.

В целом проектировка схемы путевого развития должна быть максимально подчинена требованиям правильно построенного и основательно обдуманного технологического процесса будущей работы.

Прежде чем подойти к изучению путевого развития промышленных железных дорог и к разрешению задач, поставленных в настоящей главе, совершенно необходимо ознакомление с основными схемами путевого развития железных дорог общего пользования и их изучение, без чего невозможен выбор правильной и рациональной схемы путевого развития промышленности, затруднительно назначение удобного, не нарушающего технологического процесса данной станции, примыкания ветви промышленности и, наконец, правильная эксплоатация путевого развития промышленных железных дорог.

ГЛАВА IV.

ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ ПУТЕВОГО РАЗВИТИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ (НКПС).

§ 10. Разъезды и обгонные пункты.

График движения поездов по железнодорожному пути значительной длины с достаточно интенсивным движением показывает, что пропуск поездов по нему невозможен без устройства точек скрещения — разъездов. Кроме того, по железнодорожному пути возможно движение поездов, имеющих разную скорость движения, например грузовых и пассажирских поездов; последние в этих же пунктах осуществляют обгон идущего медленнее грузового поезда. Такой обгон производится не только на однопутных, но и на двухпутных линиях; разъезды в последнем случае превращаются в обгонные пункты. Из того же графика движения поездов следует, что количество путей на разъездах и обгонных пунктах зависит исключительно от числа скрещений и обгонов.

РГВУ УЧУЕТ (ДИТ)

На рис. 280 приведены два перегонных графика движения поездов, предусматривающих на станции *О* скрещение двух поездов и обгон их третьим, идущим с большей скоростью, и соответствующие этим случаям схемы двух- и трехпутного разъезда.

На рис. 281 приведена схема обгонного пункта двухпутной железнодорожной линии, причем нормально предусматриваются для стоянки обгоняемых поездов два пути — по одному для каждого направления.

В некоторых случаях, например при расположении обгонного пункта на крутом косогоре, представляется целесообразным, в целях уменьшения объемов

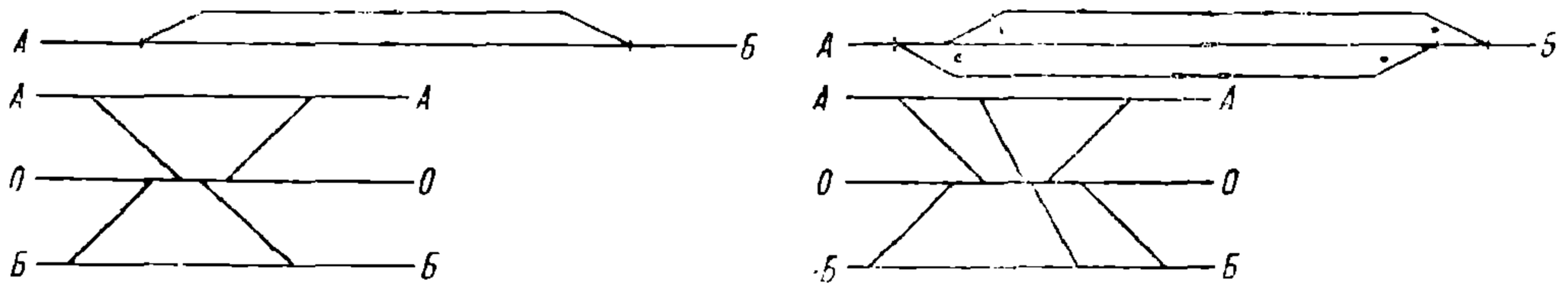


Рис. 280.

земляных работ, осуществить укладку его по схеме, приведенной на рис. 282; при этом надо иметь в виду, что благодаря пересечениям, имеющим место в точках *х*, появляется зависимость графиков движения четного и нечетного направлений, что нарушает принцип двухпутности железнодорожной линии и понижает пропускную способность. Лучшим решением, с точки зрения безопасности

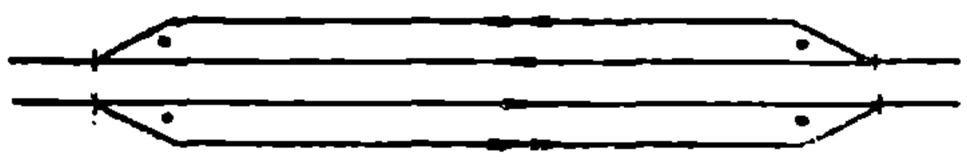


Рис. 281.



Рис. 282.

движения и сохранения принципа двухпутности железнодорожной линии, является схема обгонного пункта, приведенная на рис. 283, средний путь которого обслуживает оба направления.

На рис. 284 приведен разъезд по так называемой американской схеме. Достоинство разъезда по этой схеме заключается в возможности производить скре-

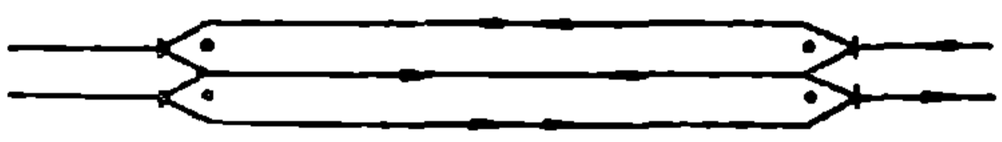


Рис. 283.



Рис. 284.

щение поездов без их остановки, для чего поезда с главного пути сворачивают каждый на соответственный ближайший по ходу поезда разъездной путь, а затем после скрещения снова выходят на главный путь.

Осуществление разъездов по американской схеме требует площадки большей длины.

На рис. 285 приведена схема разъезда при расположении его на площадке, ограниченной с обеих сторон подъемами круче 0,006. Укладка тупиков безопасности обеспечивает одновременный прием поездов с обоих направлений.

На рис. 286 приведена схема разъезда, уложенного на ограниченной площадке затяжного подъема; в случае обрыва состав попадает в тупик.

Если по характеру продольного профиля в месте намечаемого расположения разъезда нет возможности сделать площадку достаточной длины, прибегают к устройству усовых разъездов (рис. 287).

Порядок работы по пропуску поездов на таком разъезде следующий: поезд, идущий на подъем в направлении *А*, принимается на тупик *I*, после чего осажи-

НБ СУДУНТ (СПТ)

вается на тупик *II*; поезд, идущий в направлении *Б*, пропускается по главному пути, после чего производится отправление поезда из тупика *II* на направление *А*.

В случае необходимости обеспечить на данном разъезде, кроме скрещения двух поездов, обгон их третьим, достаточно лишь уложить дополнительный тупик *III*, показанный на рис. 287 пунктиром.

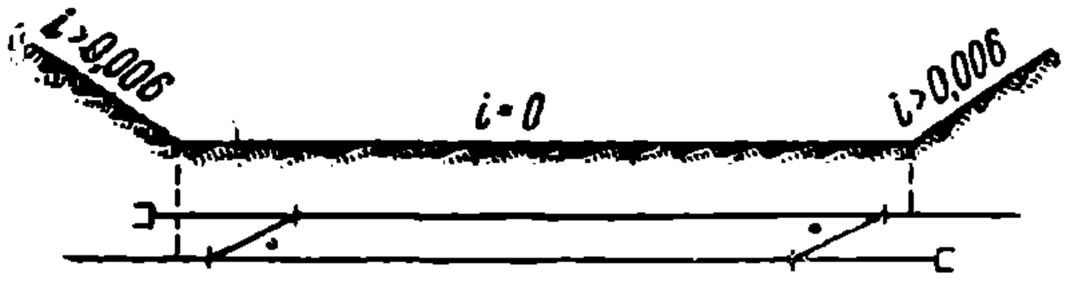


Рис. 285.

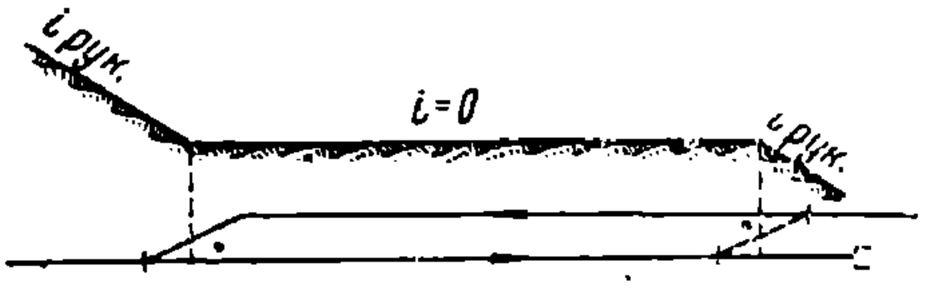


Рис. 286.

На рис. 288 даны схемы постепенного развития разъезда по параллельной (*а*) и продольной (*б*) — американской — схемам с постепенным увеличением числа путей.

Необходимо отметить, что разъезды следует располагать и проектировать так, чтобы всегда имелась возможность реконструировать их в станции при возрастании движения или необходимости открывать на них коммерческие операции.

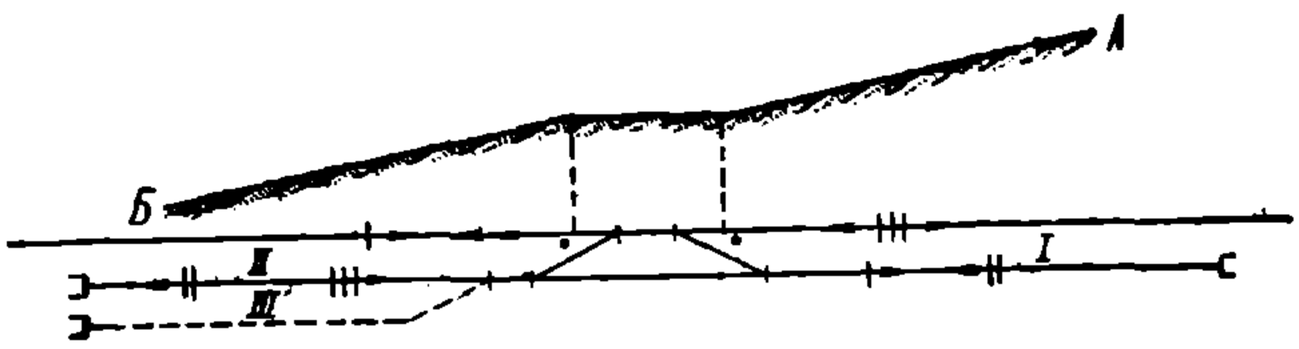


Рис. 287.

§ 11. Малые станции.

Отличие малых станций от рассмотренных выше разъездов заключается в том, что малые станции, кроме операций по скрещению и обгону поездов, имеют еще и дополнительные операции: по снабжению паровозов водой, по погрузке и выгрузке грузов, по обслуживанию пассажирского движения и т. д.

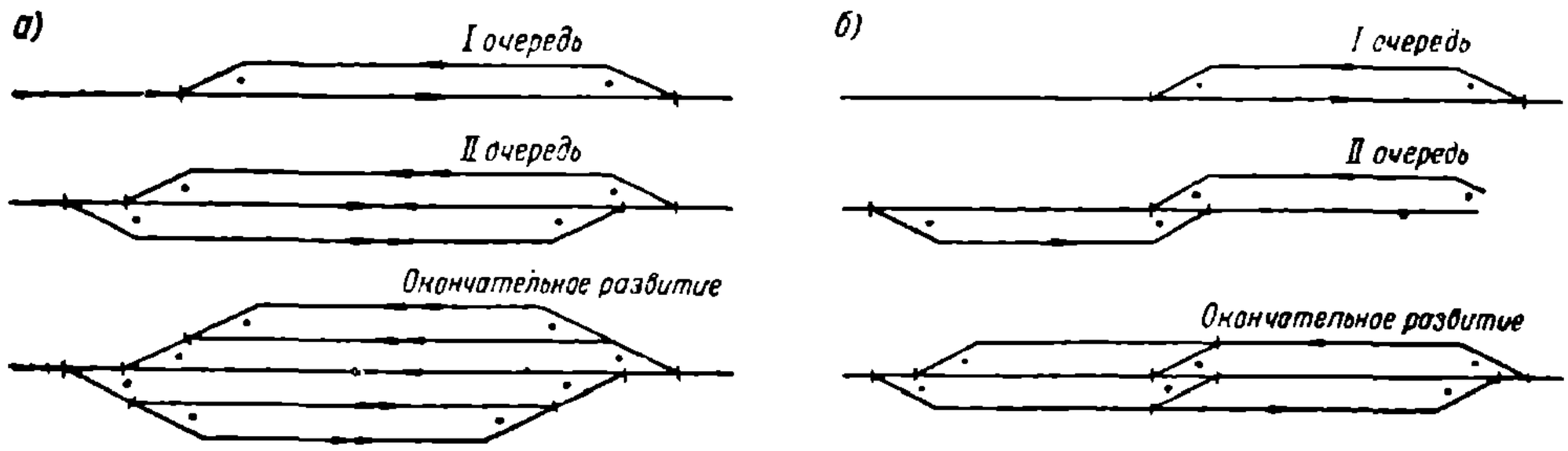


Рис. 288.

Так же как типы разъездов, типы малых станций зависят от длины станционных площадок и разделены на станции с параллельной и продольной (американской) схемами.

На рис. 289 приведена схема станции, являющейся основной схемой наших однопутных железных дорог. Распланировка станции осуществлена таким образом, что пассажирские и товарные помещения расположены по одну сторону главных путей, а пути грузового парка — по другую сторону. Расположение товарных устройств, в том числе и пакгаузов, со стороны пассажирского (служебного) здания создает удобство для проезда к ним со стороны поселка и обеспечивает достаточно удобный надзор начальника станции, который для посещения товарных устройств (пакгауза) не должен переходить через пути грузового парка. Парк

РГБ УЧЕТ (ЭЛЕТ)

грузовых путей легко развивается вдоль главных путей, а линия пакгаузов — в поперечном направлении.

Порядок работы по приему и отправлению поездов следующий.. Пассажирские поезда принимаются на путь *I* и *II*. Грузовые поезда, идущие в направлении *Б*, принимаются на путь *IV*. Отцепка вагонов для подачи к пакгаузу производится вытягиванием части поезда, в хвосте которой находятся отцепляемые вагоны, через стрелки *4*, *3*, *2*, *1* на путь *VII* и затем осаживанием к пакгаузу на путь *V* через стрелки *1*, *7*, *8*. Вагоны, с которыми погрузочно-разгрузочные операции у пакгауза закончены, заблаговременно подаются от пакгауза на путь *VI* при

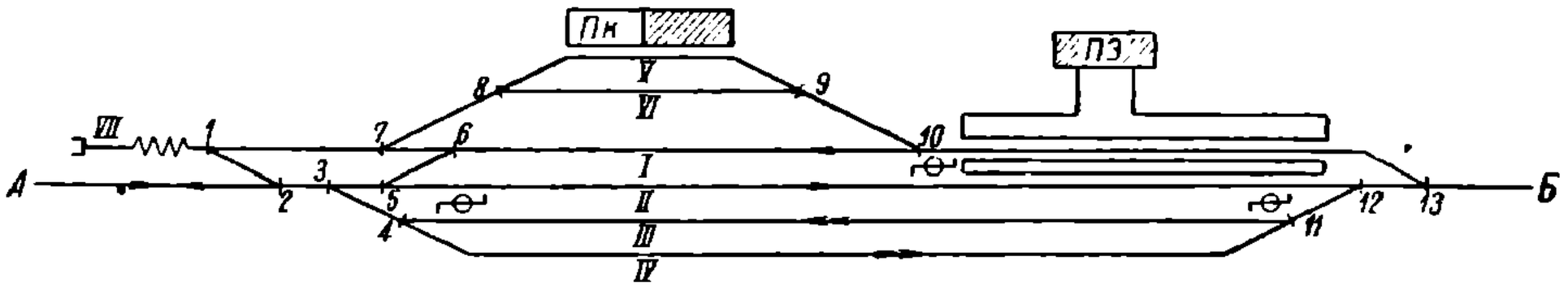


Рис. 289.

помощи местных маневровых средств. Прицепка этих вагонов к поезду, идущему в направлении *Б*, производится вытягиванием их на путь *VII* с последующим осаживанием через стрелки *1*, *2*, *3* и *4* на путь *IV*. Прием поездов, идущих в направлении *А*, производится на путь *III*. Локомотив обгоняется по одному из свободных путей в хвост поезда, и маневры производятся вышеописанным порядком.

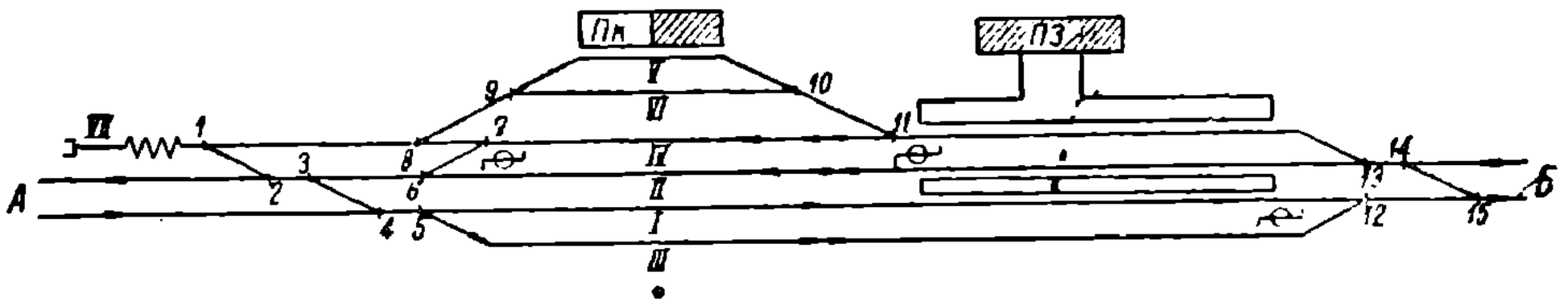


Рис. 290.

На рис. 290 дана схема малой станции двухпутной железной дороги. Недостатком этой схемы является неизбежность пересечения второго главного пути при маневрах по подаче к пакгаузу вагонов от поездов, идущих в направлении *Б*. Прием и отправление транзитных грузовых поездов совершаются удобно.

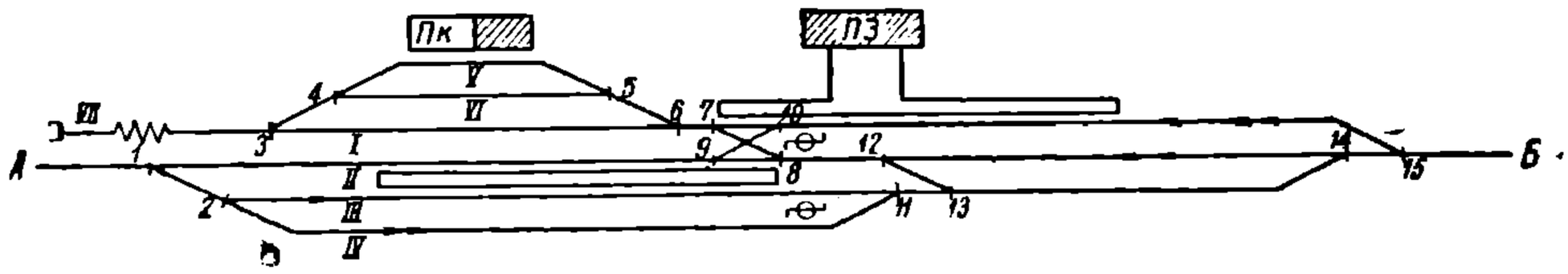


Рис. 291.

Схема станции, показанная на рис. 291, представляет собой малую станцию по американской схеме, в основу которой положены путевое устройство и развитие американской схемы разъездов.

Пассажирские поезда, идущие в направлении *А*, принимаются на пути *I* и *II*, а идущие в направлении *Б* — на путь *III*. Грузовые поезда, идущие в направлении *Б*, принимаются на путь *IV*.

Для отцепки вагонов локомотив с частью поезда, в хвосте которой находятся отцепляемые вагоны, вытягивается на главный путь через стрелку *13*, но не выходит за стрелку *14*, так как расстояние между стрелками *13* и *14* достаточно большое. Далее, путем осаживания через стрелки *13*, *12*, *8*, *7*, *6*, *5* вагоны подаются

НБ УГЛУНТ (ДГТ)

к пакгаузу на путь *V*, а с пути *VI* забираются — для постановки в поезд — вагоны, с которыми окончены погрузочно-разгрузочные операции. Грузовые поезда, идущие в направлении *А*, принимаются на путь *II*. Для постановки вагонов поезда этого направления к пакгаузу локомотив с частью состава, в хвосте которой находятся вагоны, подлежащие постановке к пакгаузу, вытягивается на путь *VIII* через стрелки *8*, *7*, *6* и *3* и осаживается на путь *V*, откуда забираются вагоны, подлежащие постановке в поезд. При осуществлении станции по этой схеме поезда при остановке располагаются локомотивами друг к другу; это дает возможность удобно расположить гидравлические колонки вблизи водоемного здания, что обеспечивает больший напор, а следовательно скорейшее наполнение водяных баков тендера, т. е. сокращается стоянка, определяемая временем набора воды; кроме того, достигается большое удобство в сношении поездных бригад с дежурным по станции. Вообще же эта схема вполне отвечает требованиям интенсивного движения.

На рис. 292 показана американская схема малой станции двухпутной железной дороги.

Проекты малых станций должны предусматривать полное развитие станции по максимальному расчетному числу путей, соответствующему перспективным размерам движения.

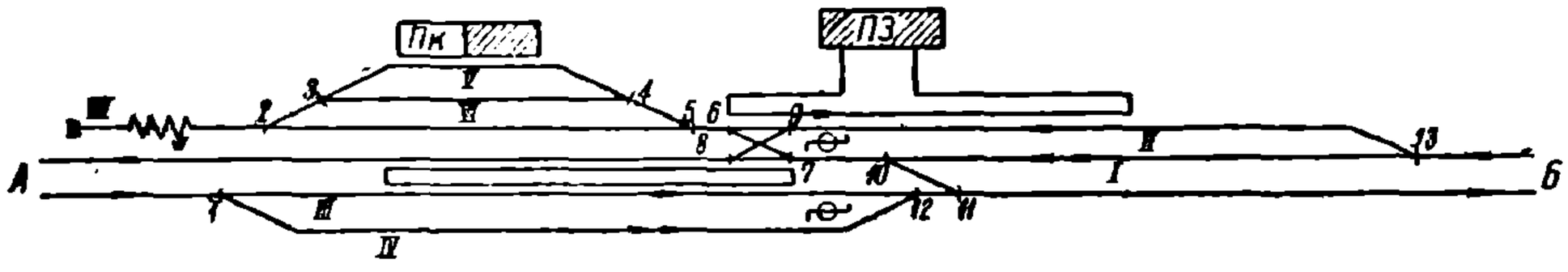


Рис. 292.

При сооружении железнодорожного пути осуществляется не вся запроектированная схема, а лишь то количество путей, которое необходимо для размеров движения пятого года эксплоатации. Поэтому для установления последовательности расширения и развития станции необходимо, помимо проекта полного развития, одновременно разрабатывать схемы постепенного развития их по этапам.

На рис. 293 приведены схемы постепенного развития станции по параллельной (*а*) и продольной (*б*) схемам.

§ 12. Сортировочные станции.

Взаимное расположение путей и парков проектируемой сортировочной станции, определяющее принципиальную ее схему, полностью вытекает лишь из рассмотрения ряда условий, относящихся к данной станции, например: ее положения в железнодорожном узле, количества и категорий проходящих поездов, проектируемого технологического процесса ее работы, топографических особенностей данной местности и т. д.

При разработке принципиальной схемы и проекта станции следует иметь в виду, что на взаимное расположение парков решающее влияние оказывает процесс переработки поездов, расформировываемых и вновь формируемых данной станцией; прочие технические операции, имеющие место на данной станции, обычно приспосабливают к этому основному стержню технологического процесса данного производства (станции).

Для выполнения задач, возлагаемых на сортировочную станцию (переработка прибывающих поездов, формирование отправляемых поездов, переработка вагонов углового потока и проч.) необходимо иметь следующие устройства:

1) пути или парки приема поездов,
2) вытяжки или горки для сортировки вагонов и формирования поездов,
3) сортировочные парки,

НБ УДУНТ (ДИТ)

а)

I очередь

II очередь

III очередь

б)

I очередь

II очередь

III очередь

НБ УДУНТ (ДИТ)

4) устройство для детального формирования части составов,

5) пути или парки для отправления поездов, в случае если последние не могут быть отправлены непосредственно с путей сортировочного парка,

6) тяговое хозяйство.

Взаимное расположение приемного, сортировочного и отправочного парков зависит от применяемых способов сортировки и формирования поездов, что в свою очередь, устанавливается в зависимости от размеров работы, т. е. от числа перерабатываемых в сутки вагонов.

Обычно принято считать, что при числе перерабатываемых вагонов более 700 целесообразно переходить на работу с горки, причем целесообразность перехода должна быть подтверждена технико-экономическими подсчетами.

Сортировочные станции подразделяются на различные типы по признакам взаимного расположения парков, главных путей, числа систем парков и сортировочных устройств.

По взаимному расположению парков могут иметь место следующие схемы:

1) схема с последовательным расположением парков,

2) схема с расположением двух парков последовательно и одного параллельно, т. е. с комбинированным расположением,

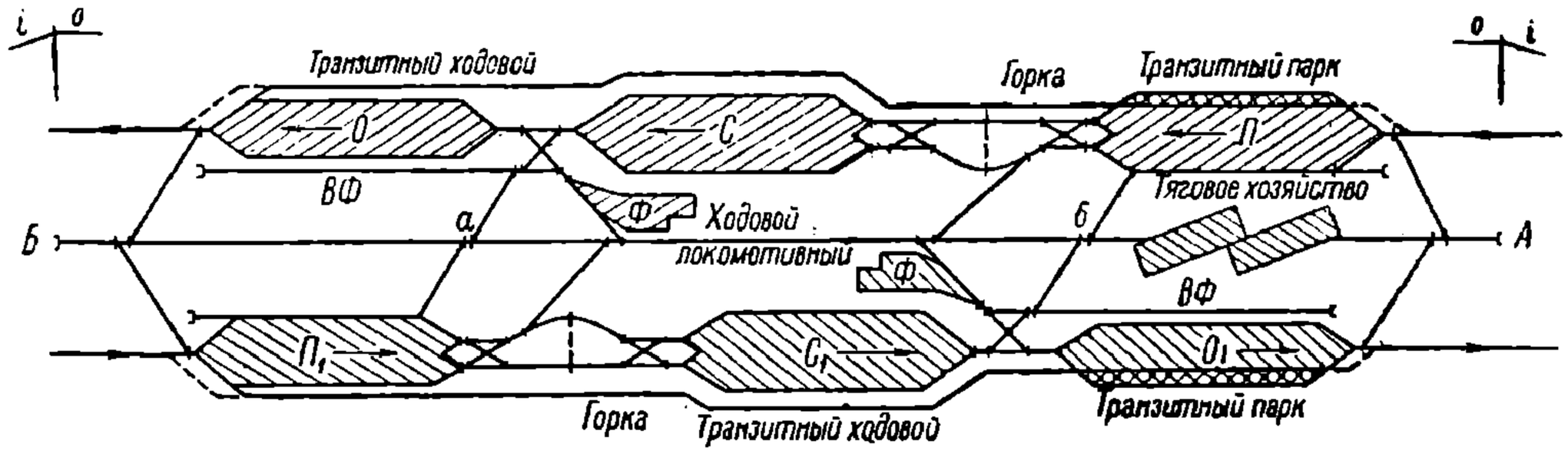


Рис. 294.

3) схема с параллельным расположением всех трех парков.

По количеству систем сортировочных устройств могут быть:

1) двухсторонние схемы (отдельный сортировочный комплект для каждого из двух направлений) и

2) односторонние схемы (общий сортировочный комплект для обоих направлений работы станции).

По расположению главных путей могут быть:

1) схемы с расположением главных путей в середине между парками (парки расположены по обе стороны от главных путей),

2) схемы с объемлющим расположением главных путей (парки расположены между главными путями) и

3) схемы с боковым расположением главных путей (парки расположены по одну сторону от главных путей).

Чтобы исчерпать приведенный перечень, необходимо упомянуть весьма редко встречающиеся схемы: перпендикулярные, треугольные и другие.

а) *Двухсторонняя станция с последовательным расположением парков.* Приведенная на рис. 294 станция имеет две системы парков и горок, т. е. два сортировочных комплекта с последовательным расположением парков, отдельных для каждого направления. В направлении $А — Б$ имеем: приемный парк $П$, горку (летнюю и зимнюю), сортировочный парк $С$, парк формирования $Ф$, вытяжку формирования $ВФ$ и парк отправления $О$; в направлении $Б — А$ комплект располагается в том же порядке под буквами: $П_1$, $С_1$, $О_1$.

Каждый сортировочный комплект перерабатывает грузовой поток соответствующего направления, т. е. производит сортировку по направлениям расходя-

НЕ УДАЛЯЕТ (ЦИТ)

щихся железнодорожных линий; кроме того, производит формирование поездов для дальнейшего их следования к местам назначения.

Вагоны, прибывающие с направления *А* и имеющие назначение в направлении *Б*, проходящие станцию в одном направлении, называются прямыми вагонами, а соответствующий грузовой поток — прямым потоком.

Прямые вагоны, прибывающие с поездами со стороны *А*, поступают в приемный парк *П*, откуда направляются на горку, где рассортировываются на пути сортировочного парка *С*. По мере накопления на путях сортировочного парка вагонов данного назначения производится формирование нового поезда. Период накапливания регулируется соответствующими распоряжениями НКПС и не должен превышать трех часов.

Формирование поездов новых назначений производится на путях парка формирования *Ф*, с использованием специальной вытяжки формирования, или, при незначительном объеме работы, для формирования поезда используется хвост сортировочного парка. Сформированный поезд выставляется в парк отправления *О* для дальнейшего следования в направлении *Б*.

Вагоны с направления от *Б* на *А* таким же порядком обрабатываются в парках $П_1$, $С_1$, $О_1$.

Вагоны, прибывшие на станцию с направления *Б* и подлежащие отправлению на другую железнодорожную линию или станцию, находящиеся также в направлении *Б*, меняют на станции направление своего движения и должны быть переданы с одного сортировочного комплекта на другой; такие вагоны называются угловыми, а соответствующий грузовой поток — угловым потоком.

Угловой вагон, пришедший с направления *Б*, поступает в приемный парк $П_1$, откуда при сортировке через горку выделяется на особый путь в сортировочном парке $С_1$, предназначенный для выборки угловых вагонов. Отделенные от потока *Б — А* вагоны должны теперь быть включены в поток *А — Б*, для чего они вытягиваются из сортировочного парка $С_1$ в парк *П* и еще раз пропускаются через горку в парк *С*, где соединяются с группами соответствующего назначения в потоке *А—Б*.

Для переработки углового потока обе стороны станции (оба сортировочных комплекта) должны быть соединены между собой в двух местах: парк $С_1$ с парком *П* и парк *С* с парком $П_1$. Угловой поток, подвергаясь двойной сортировке, представляет двойную нагрузку для станции двухстороннего типа. Парки приема и отправления обоих направлений должны быть удобно соединены с тяговым хозяйством, для чего последнее располагается между приемными и отправочными парками в том или другом конце станции.

Для уменьшения бесполезного пробега локомотивов по станции тяговое хозяйство должно быть расположено в том конце станции, где обращается большее количество поездов.

С точки зрения удобства соединений тягового хозяйства с приемо-отправочными парками желательно было бы располагать его между сортировочными парками, но, учитывая, что при большом числе путей сортировочные парки представляют собой самые широкие элементы станции и раздвижка их вызвала бы значительное удаление обеих систем парков друг от друга, а также затруднилось бы дальнейшее развитие числа путей сортировочного парка, то от такого размещения тягового хозяйства следует воздерживаться. Тяговое хозяйство соединяется со всеми парками станции внутренним ходовым путем, который в точках *а* и *б* пересекается с обоими соединениями, связывающими сортировочные комплекты, что больших затруднений в работе станции вызывать не может.

При выборе месторасположения тягового хозяйства следует учитывать, что при современных методах освещения станций прожекторным светом дым от большого числа паровозов является фактом весьма неприятным и снижающим эффект освещения. Это, а также интересы свободного развития как локомотивного хозяйства, так и станционных парков вынуждают выделять под тяговое хозяйство участки вне станции и преимущественно с подветренной стороны станции.

НЕ УЧУЕТ ОДГТ

В этом случае пересечение ходовых путей осуществляется вне общего уровня с парками, причем путепровод для ходовых путей удобно устроить под вершиной горки, как показано на рис. 295, где этому благоприятствует имеющаяся разность уровней вершины горки по отношению к паркам.

Предложенное расположение тягового хозяйства несколько увеличивает пробеги локомотива от поезда к зданиям тягового хозяйства, но зато делает тяговое хозяйство независимым от станционных устройств, давая возможность наилучшей его компановки и беспрепятственного развития. Территория самой станции в этом случае несколько уменьшается, а ее развитие может протекать более свободно.

Снабжение локомотивов возможно организовать и без захода в депо.

При проектировании станций необходимо уделять внимание правильному расположению устройств для пропуска и обслуживания транзитных поездов, стремясь при этом достигнуть наибольшей простоты и независимости от прочих операций, производимых станцией, в пропуске этих поездов по станции, смене их локомотивов, а также легкости пополнения их составов из вагонов, находящихся в сортировочном парке.

Парки и пути транзитных поездов могут быть расположены:

1) между сортировочными комплектами внутри станции и
2) с внешней стороны сортировочных комплектов.

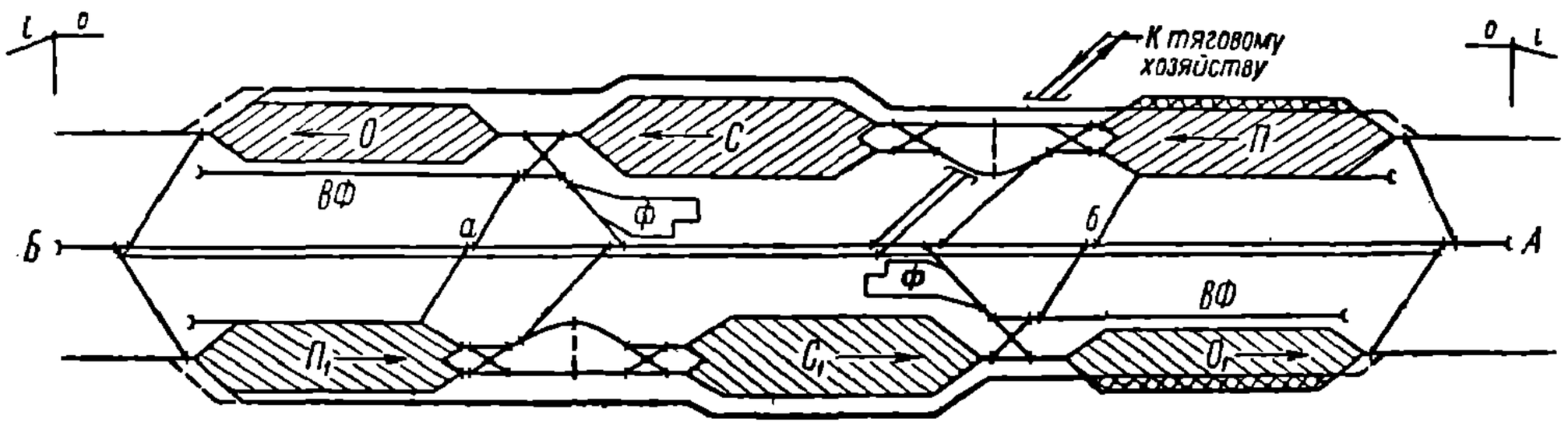


Рис. 295.

Расположение внутри станции удобно лишь в отношении смены локомотивов от транзитных поездов при внутреннем локомотивном хозяйстве, но ходовые транзитные пути пересекают при этом все внутристанционные соединения, что можно допустить только при весьма малых размерах угловых потоков, и потому эти схемы не рекомендуются.

Внешнее расположение транзитных устройств весьма удобно в отношении независимости хода транзитных поездов от внутристанционной работы, но при этом затрудняется проход сменяемых локомотивов к тяговому хозяйству, что при малом количестве времени, требуемом для пропуска локомотива, является фактором не очень существенным. С точки зрения организации и безопасности движения предпочтительнее второй способ размещения парков и путей транзитных поездов, т. е. внешний по отношению к станции.

Пути для транзитных поездов должны, как правило, располагаться ближе к тяговому хозяйству, преимущественно при парках отправления. На схеме рис. 294, где тяговое хозяйство расположено между парками $П$ и $О_1$, для транзитных поездов направления $А — Б$ выделена внешняя часть приемного парка $П$ исключительно в целях сокращения пробега сменяемых локомотивов; отсюда транзитные поезда по наружному обходному пути отправляются дальше через выходной конец отправочного парка $О$. Транзитные поезда направления $Б — А$ проходят мимо приемного парка $П_1$ по внешнему обходному пути и принимаются непосредственно в выделенную наружную часть отправочного парка $О_1$, откуда и отправляются после смены локомотива.

Так как смена локомотива транзитного поезда парка $П$ происходит с пересечением сортировочной работы на горке или прибытия организованных поездов,

РГБ УДУНТ (ОНТБ)

то при наличии тягового хозяйства в обоих концах станции (что может иметь место при совмещении сортировочной станции с границами тяговых плеч и при больших перевозках) транзитные парки, как правило, удобнее располагать с наружной стороны рядом с отправочными парками, а прием вести в обход сортировочного комплекта непосредственно в парк отправления.

В целях создания еще большей компактности разобранной схемы станции и в случае вынесения тягового хозяйства на сторону, представляется возможным сдвинуть один сортировочный комплект относительно другого таким образом, чтобы сортировочные парки располагались не друг против друга, как показано на рис. 294 и 295, а каждый из сортировочных парков — против приемного парка противоположного комплекта; при этом получается сокращение ширины станции; горки противоположных направлений располагаются рядом, что обеспечивает возможность сосредоточить здесь лучшее освещение и сконцентрировать оборудование горок; вся схема располагается более компактно. Максимальный эффект упомянутая схема дает при отсутствии парков отправления.

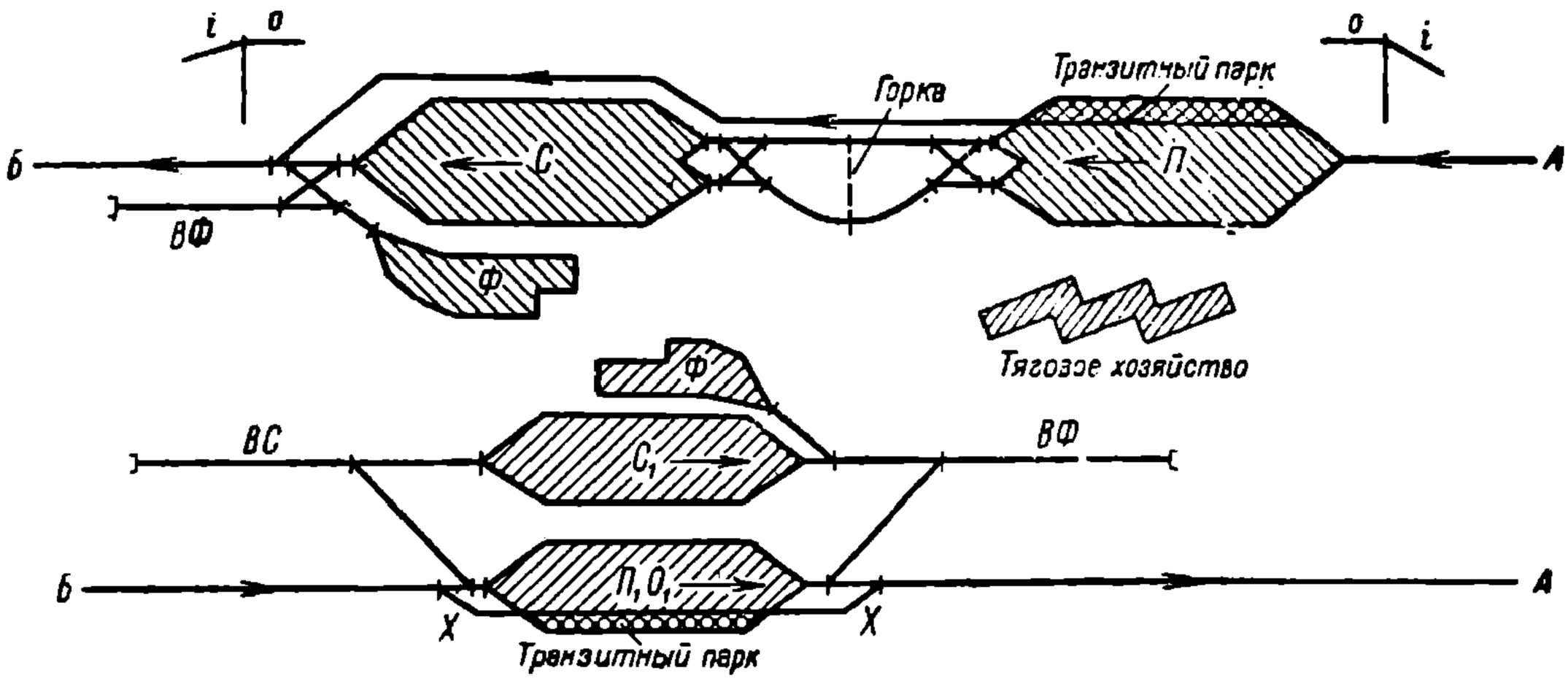


Рис. 296.

В предыдущем случае предполагалось, что для обоих направлений применяется сортировка горкой, однако часто в обратном направлении следует преимущественно порожняк, требующий лишь частичной подработки составов, а груженые вагоны идут крупными партиями, не требующими детальной сортировки. В этом случае может быть применен смешанный метод сортировки: в груженом направлении — с горки, в обратном — с вытяжки, а станция осуществлена по нижеприведенным схемам.

б) *Двухсторонняя станция с комбинированным расположением парков.* Приведенная на рис. 296 станция имеет две системы парков и сортировочных устройств, т. е. два сортировочных комплекта с комбинированным расположением парков: для направления *А—Б* парки расположены последовательно, для обратного направления — параллельно.

Такое расположение парков может определяться как построением технологического процесса станции, так и местными топографическими условиями.

Порядок работы такой станции следующий: поезда, идущие в направлении *А—Б*, прибывают в парк *П*, далее поступают на горку, через которую на путях сортировочного парка *С* происходят сортировка и основное формирование новых поездов; готовые поезда отправляются непосредственно из сортировочного парка.

Парк *Ф* и вытяжка *ВФ* служат для детальной группировки отправляемого поезда.

Пропуск транзитного поезда осуществляется по ходовому пути в обход сортировочного комплекта.

РГБ УДМУРТ (ОПТ)

Поезда, идущие в обратном направлении ($Б — А$), прибывают в объединенный приемо-отправочный парк $П_1О_1$, откуда вытягиваются на сортировочную вытяжку $ВС$, с которой и производятся сортировка и основное формирование вагонов на пути сортировочного парка. Сортировка с вытяжки может быть произведена как толчками, так и осаживанием.

Дальнейшее детальное формирование поезда может быть произведено на путях формирования $Ф$ с вытяжки $ВФ$.

Подготовленный к отправлению поезд выставляется через вытяжку $ВФ$ в парк $П_1О_1$ для последующего отправления на $А$.

Участки пути $Х$ предназначены для обеспечения одновременного с маневрами приема и отправления транзитных поездов; действительно, при приеме транзитного поезда с $Б$ в парк транзитных поездов через $Х$ можно одновременно вытягивать поезд из $П_1О_1$ парка на $ВС$.

В рассматриваемой схеме тяговое хозяйство, так же как и в предыдущей схеме, может быть расположено как между системами парков, так и вне их;

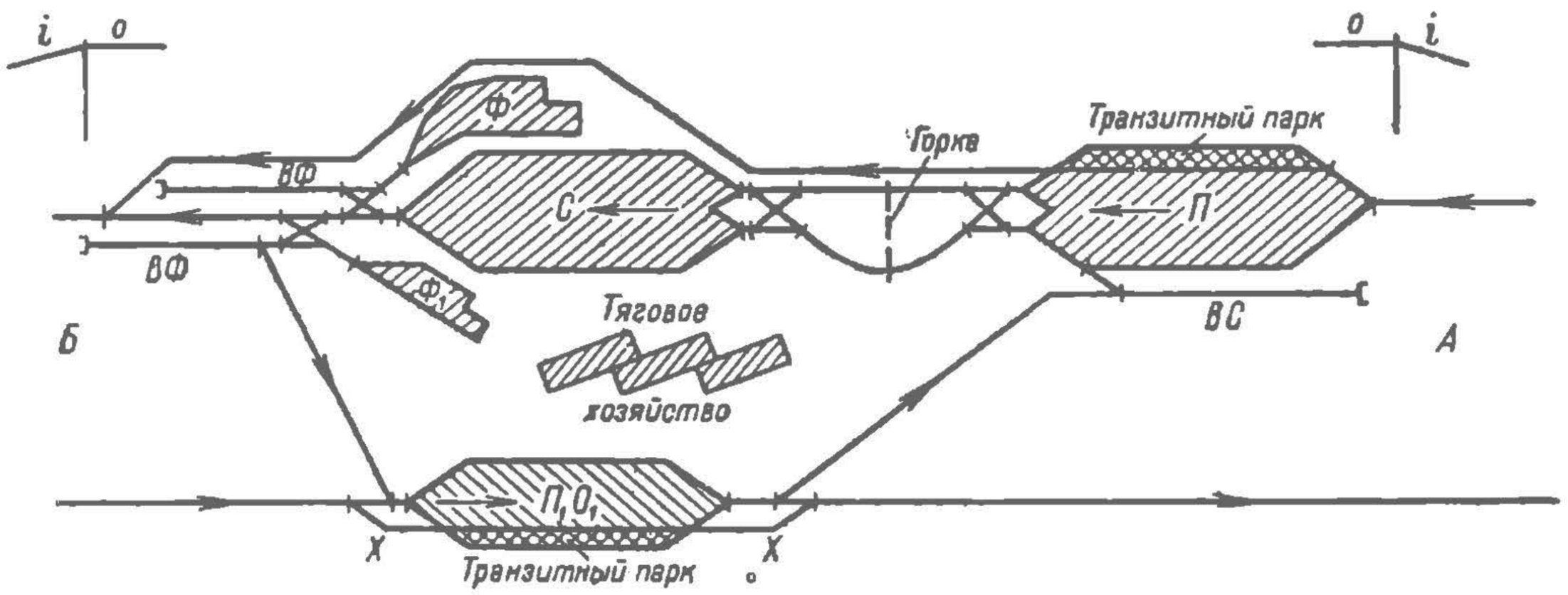


Рис. 297.

в последнем случае необходимо устройство путепровода под горкой или, при небольшом размере станционной работы, допущение пересечений в одном уровне.

Отрицательным моментом данной схемы является возвратное движение вагонного потока, идущего в направлении $Б — А$.

в) *Односторонняя станция с комбинированным расположением парков.* Приведенная на рис. 297 станция имеет две системы парков приема и отправления и одну систему сортировочных устройств, т. е. один сортировочный комплект с комбинированным расположением парков. Для направления $А — Б$ парк прибытия и сортировки расположены последовательно, парк отправления отсутствует, и отправление на $Б$ производится непосредственно с путей сортировочного парка. Обратное направление $Б — А$ имеет совместный приемо-отправочный парк, расположенный параллельно сортировочному парку основного направления.

Такое расположение парков вытекает из объемов работы станции по сортировке вагонов одного и другого направлений (сортировка в направлении $Б — А$ значительно меньше) и технологического процесса работы станции, а также и местных топографических условий.

Порядок работы следующий: поезд с $А$ принимается в парк прибытия $П$, далее через горку рассортировывается на пути сортировочного парка $С$. Детальное формирование поезда, перед отправлением на $Б$, можно произвести на вытяжке $ВФ$ и в парке $Ф$.

Поезд обратного направления $Б — А$ принимается в приемо-отправочный парк $П_1О_1$. Сортировка поездов производится также с горки на пути упомянутого выше сортировочного парка $С$, для чего поезд должен быть сначала вытянут на вытяжку $ВС$, а затем осажен на горку. Рассортированный поезд формируется на

НВ УИИТ (ДИИТ)

вытяжке *ВФ* и в парке $Ф_1$, после чего переставляется в приемо-отправочный парк $П_1О_1$ для дальнейшего следования в направлении на *А*.

Пропуск транзитных поездов осуществляется по ходовому пути в обход сортировочного комплекта. Предусмотренные участки пути *Х* обеспечивают одновременность операций по приему и отправлению транзитных поездов с маневрами в приемо-отправочном парке направления *Б — А*.

Тяговое хозяйство располагается между парками обоих направлений.

Основным отрицательным моментом данной схемы является многократное изменение направления движения вагонопотока, следующего с *Б* на *А*.

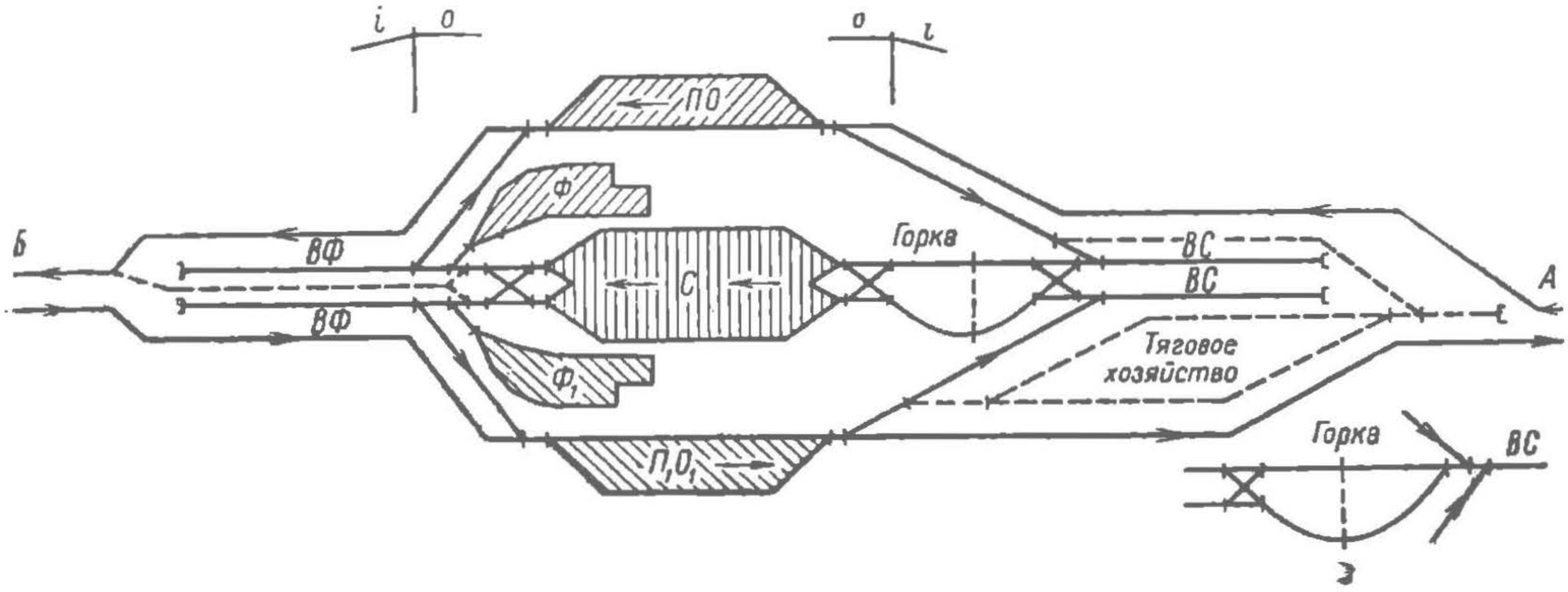


Рис. 298.

г) *Односторонняя станция с параллельными парками.* Приведенная на рис. 298 станция имеет один сортировочный комплект и два приемо-отправочных парка. Схема непоточная, поезда с направления *А* прибывают в приемо-отправочный парк *ПО*, откуда через вытяжку *ВС* поступают на горку, сортируются на путях парка *С*, формируются на группировочной вытяжке *ВФ*, используя парк формирования *Ф*, и при готовности нового поезда, вагонами вперед, выставляются в парк *ПО* для отправления или же отправляются непосредственно с путей сортировочного парка *С* (см. пунктир).

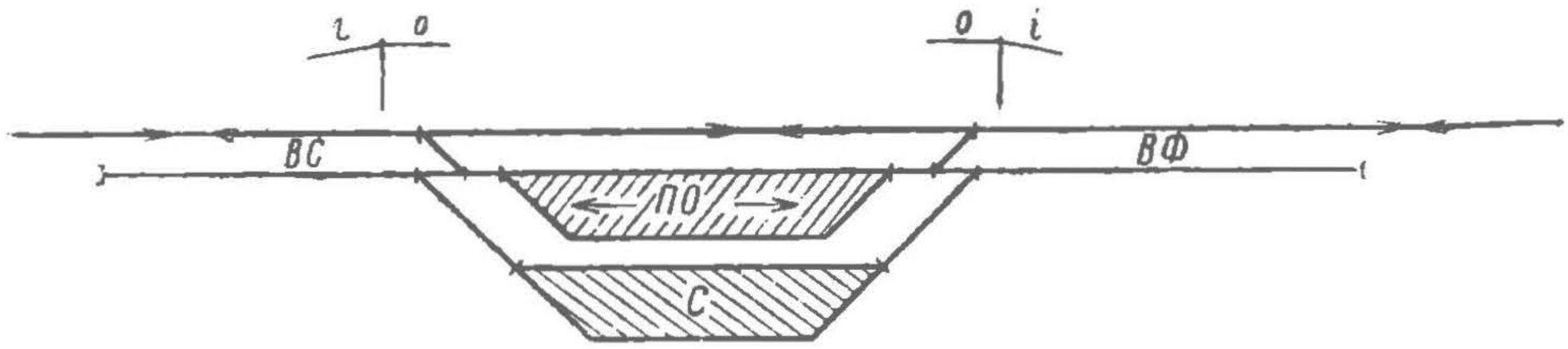


Рис. 299.

Обработка поездов обратного направления *Б — А* производится аналогично. через свои вытяжки и свой парк формирования.

Тяговое хозяйство можно располагать внутри системы между сортировочной вытяжкой *ВС* и главным путем, идущим на *А*.

Схему со всеми параллельными парками целесообразно применять при трудных местных условиях, не позволяющих развивать станцию в длину, и при небольших размерах сортировочной работы.

д) *Односторонняя станция с параллельными парками однопутной железнодорожной ветви* с незначительным объемом сортировочной работы показана на рис. 299. Прием поездов производится в приемо-отправочный парк *ПО*; далее поезда, подлежащие переделке по весу или сортировке, берутся на вытяжку *ВС*

НБ УИИТ (ДИТ)

и сортируются на пути парка *С*. Формирование поезда производится на противоположном конце парка *С* с вытяжки *ВФ*. Готовый поезд выставляется в парк *ПО*.

е) *Односторонняя станция с параллельными парками двухпутной железнодорожной ветзи* с незначительным объемом сортировочной работы приведена на рис. 300. Станция имеет специализированные по направлениям приемо-отправочные парки.

Сортировочный парк, один для обоих направлений, располагается со стороны приемо-отправочного парка грузового направления.

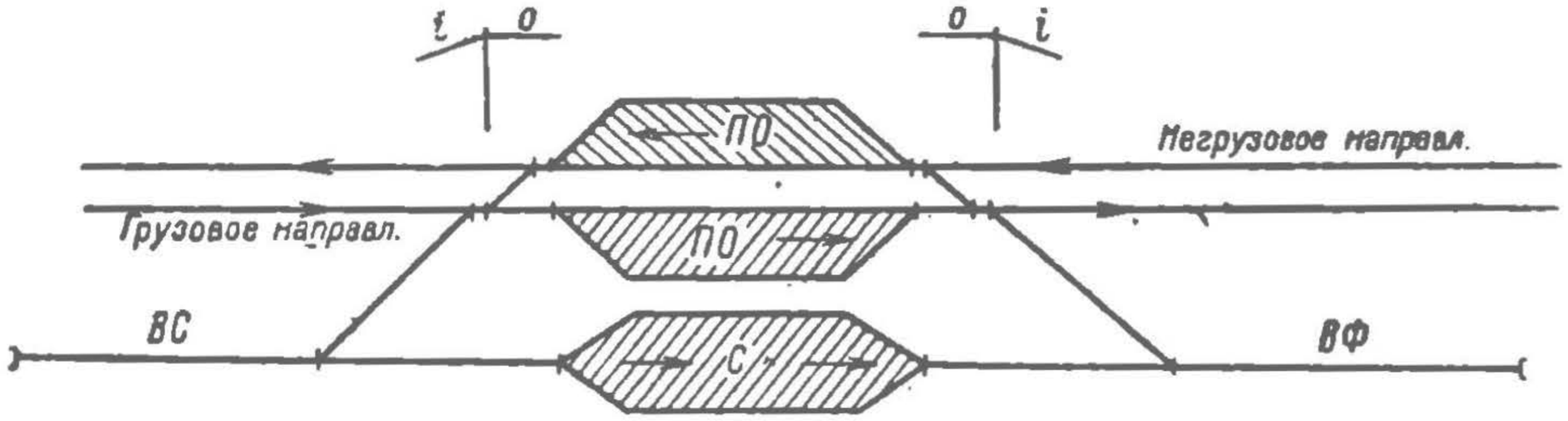


Рис. 300.

Сортировка поезда негрузового направления связана с вытягиванием его на *ВС* с пересечением второго главного пути, что является отрицательным моментом схемы и может быть допущено лишь при небольших размерах движения и сортировочной работы.

В односторонних схемах оба направления движения используют один и тот же сортировочный комплект, но во всех рассмотренных случаях одно из напра-

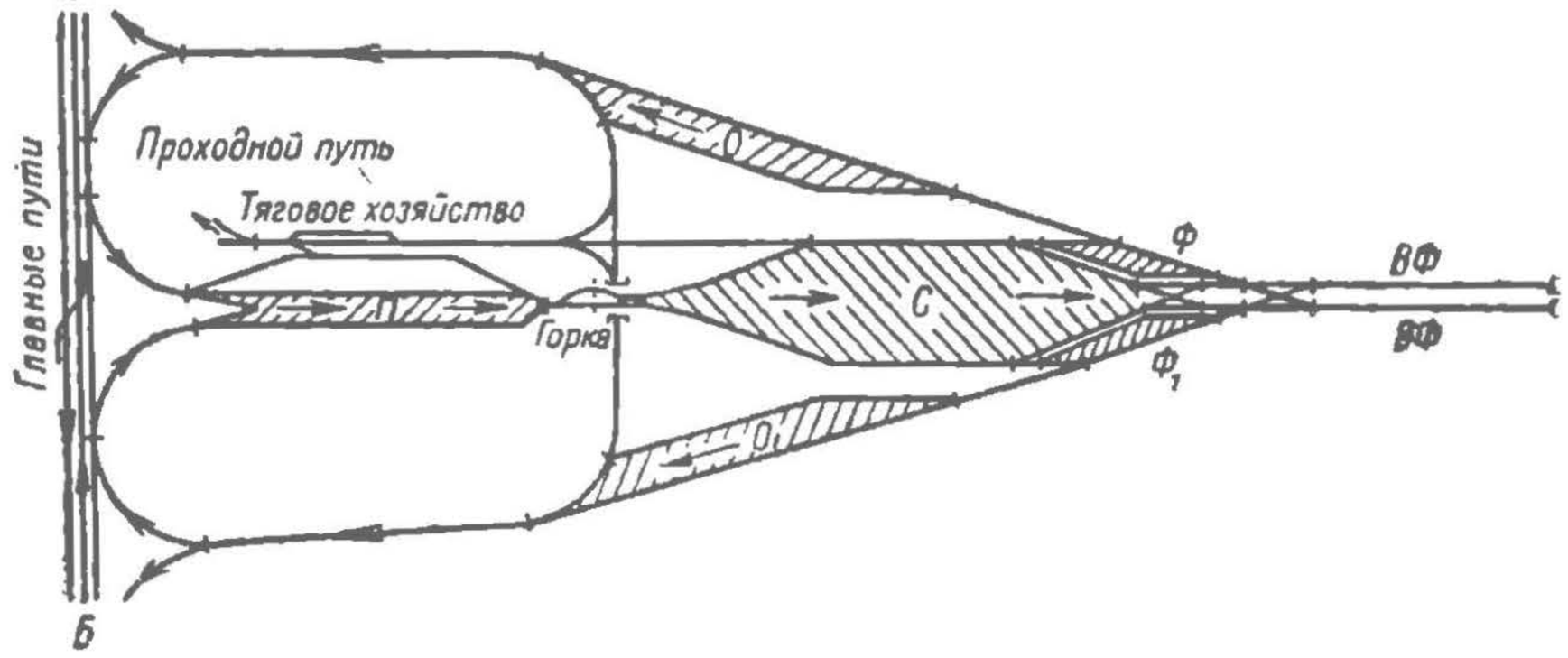


Рис. 301.

влений (обратное) располагается неблагоприятно по отношению к сортировочным устройствам и терпит возвратные движения, пересечения и дополнительные пробеги.

Можно частично (кроме пробегов) избегнуть указанного применением особых схем, где сортировочный комплект располагается перпендикулярно к направлению главных путей и заканчивается тупиком или схема станции построена по треугольной системе.

ж) *Односторонняя станция по тупиковой схеме.* На рис. 301 приведена схема станции, рекомендованная в качестве типовой Ассоциацией американских инженеров железнодорожного транспорта. Поезда с обоих направлений *А* и *Б* принимаются в приемный парк *П*, составленный из двух частей, локомотивы отводятся в расположенное рядом тяговое хозяйство, а вагонный состав через горку сортируется по путям сортировочного парка *С*. Сформированные в парках *Ф* и $Ф_1$ составы через вытяжки *ВФ* передаются в отправочные парки *О* и $О_1$, откуда и расходятся по соответствующим направлениям.

УМЦ ЖДТ (ДИТ)

Все части станции связаны ходовыми путями, которые пересекают горку в разных уровнях при помощи путепровода. Одним из отрицательных моментов данной схемы является пересечение, получающееся при уборке в тяговое хозяйство локомотива от поезда, пришедшего из *Б*, с прибытием в парк *П* с направления *А* или с маневрами при проталкивании состава на горку.

Указанный недочет можно ликвидировать, если тяговое хозяйство расположить между приемными парками обоих направлений, что решается при треугольной схеме станции.

з) *Односторонняя станция по треугольной схеме.* На рис. 302 показана такая схема: два конца приемных парков сведены к одной общей горке, а два другие разведены для помещения внутри тягового хозяйства, парки отправления располагаются рядом с приемными, а транзитные парки, примыкающие к главному пути, замыкают третью сторону треугольника.

Поезда принимаются с линии в приемные парки *П* и $П_1$, локомотивы их отводятся внутрь в депо, а вагонные составы через горку сортируются по путям парка *С*; накопленные составы формируются на вытяжках *ВФ* и веерах *Ф* и $Ф_1$ и далее передаются в отправочные парки *О* и $О_1$. Транзит проходит по третьей стороне треугольника, не затрагивая сортировки.

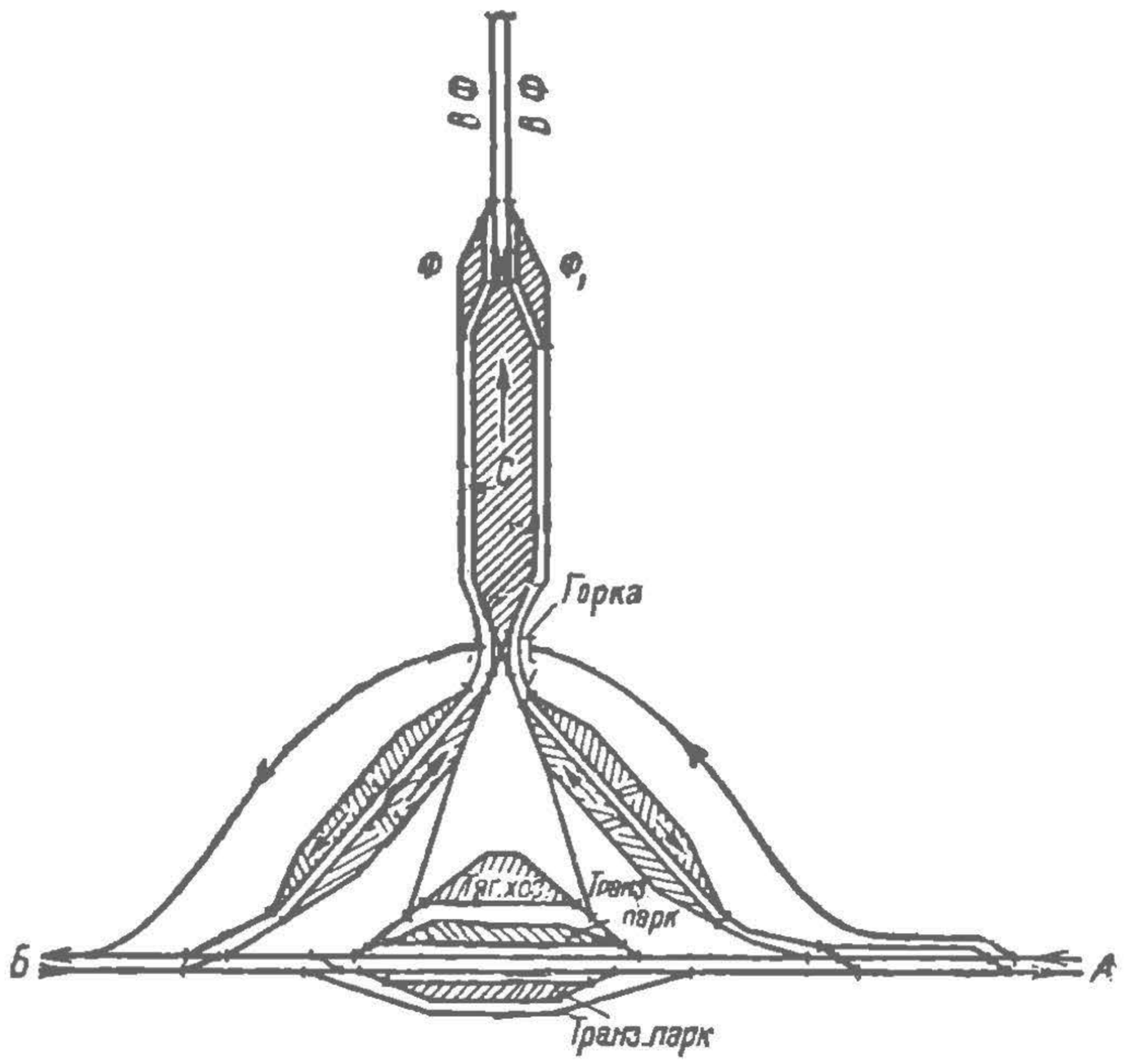


Рис. 302.

§ 13. Достоинства и недостатки схем.

Из рассмотрения приведенных выше (теоретических) схем следует, что односторонние схемы настолько удобнее и дешевле двухсторонних, что в последнее время им отдают предпочтение. На выбор односторонних схем значительное влияние оказывает резкое повышение производительности работы горок в связи со стахановскими методами работы.

Процесс переработки поездов по старым методам работы и старым технологическим процессам на сортировочных и распорядительных станциях резко разграничивался на три периода:

1) с момента прибытия поезда до окончания сортировки прибывших с этим поездом вагонов,

2) с момента окончания сортировки до момента начала формирования нового поезда и

3) с момента начала формирования нового поезда до отправления его со станции.

Второй период является периодом накапливания вагонов данного назначения до полного, по весу поезда, состава, без чего к формированию нового поезда не приступали. В соответствии с этим методом работы предусматривались, совершенно отдельно, устройства для сортировки вагонов и для формирования поездов.

Формирование поездов производилось на вытяжках противоположного конца (хвоста) сортировочного парка. Формирование поезда лишь после накопления целого состава приводило к сосредоточиванию на хвосте сортировочного парка

НБ УГЛТУ (СПТ)

большого объема маневровой работы, что при затрате времени на формирование поезда в 1½—2 часа и необходимости обеспечения одновременной работы по формированию 2—3 локомотивов вызывало необходимость устройства соответствующего количества вытяжек и устройств для формирования. Все указанные устройства сильно усложняли конструкцию хвоста сортировочного парка и давали значительную загрузку его по времени. Для освобождения сильно загруженного элемента станции от пропуска отправляемых организованных поездов и подачи к ним локомотивов отправление сформированных поездов, как правило, происходило не непосредственно с путей сортировочного парка, а с путей специального парка отправления.

Новые методы работы, применяемые лучшими стахановцами-составителями железных дорог общего пользования (тт. Краснов, Кожухарь и др.), и принятые по новому технологическому процессу методы работы станций сети НКПС стерли грань между сортировкой вагонов и формированием поезда, так как значительное количество поездов, оказывается, может быть сформировано одновременно с сортировкой вагонов, т. е. в период роспуска состава с горки или рассортировки с вытяжки.

В настоящее время формирование поездов происходит параллельно с сортировкой и накапливанием вагонов, и потому резко сократился период накапливания и появилась возможность облегчить конструкцию хвоста сортировочного парка (уменьшить количество группировочных вытяжек) и парков формирования, а в большинстве случаев также возможность отказаться и от отправочного парка, отправляя поезда непосредственно с путей сортировочного парка.

Этот опыт лучших людей железнодорожного транспорта должен быть перенесен и использован в условиях железнодорожного транспорта промышленных предприятий. Прорабатываемые схемы новых железнодорожных станций промышленности должны давать конструктивные решения отдельных деталей схемы, обеспечивающие стахановскую работу по новому технологическому процессу.

§ 14. Расположение на схеме станции главных путей.

На сортировочных и распорядительных станциях с достаточно большим грузооборотом может встать вопрос о рациональном размещении главных путей, которые могут иметь расположение: 1) внутреннее, 2) объемлющее и 3) боковое или внешнее.

При внутреннем расположении главные пути пересекают все ходовые и соединительные пути, связывающие сортировочные комплекты обоих направлений движений друг с другом и локомотивным хозяйством, что создает затруднение во внутристанционных передвижениях.

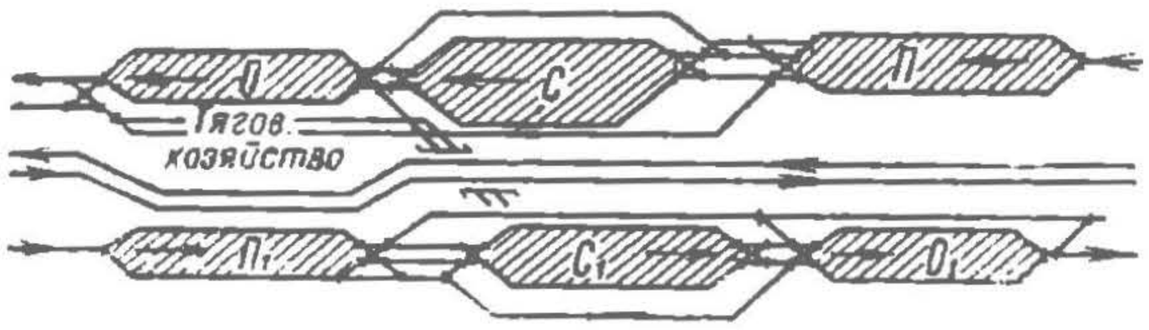


Рис. 303.

Постройка одного путепровода через главные пути, как показано на рис. 303, полностью не решает вопроса, так как передача составов и локомотивов с одной стороны станции на другую будет совершаться с большими заездами и перепробегами, а вся система неудобна в эксплоатации. Уменьшение пробегов может быть достигнуто за счет постройки не одного, а ряда путепроводов с расположением главных путей в выемке, не требующей применения подъемов и спусков для соединительных путей.

Это мероприятие значительно удорожает стоимость сооружения станции, и в настоящее время внутреннее расположение главных путей в новых проектах не применяется.

Объемлющее расположение главных путей по отношению к паркам станции, при котором главный путь располагается с внешней стороны устройства

НБ УДУНТ (ЦПТ)

соответствующего направления, обычно вызывает значительное искривление пути вследствие следования его изгибами контуров парков и укладку каждого из путей на самостоятельном земляном полотне; если же при этом вблизи сортировочной станции необходимо расположить пассажирскую, то она будет иметь последовательное положение с сортировочной, что, с одной стороны, удлиняет всю станцию, а с другой — пассажирские пути становятся проходными для грузового движения и требуют устройства мостиков, тоннелей для обеспечения безопасности прохода пассажиров.

Для станций с внутренним тяговым хозяйством объемлющее расположение главных путей удобно благодаря легкости присоединения к ним парков прибытия и отправления.

При внешнем расположении тягового хозяйства объемлющее расположение вызывает неудобство вследствие необходимости пересечения пути соединяющего парки с тяговым хозяйством, с одним из главных путей.

В последнем случае целесообразнее перейти на боковое или внешнее расположение главных путей, поместив оба пути со стороны, противоположной расположению тягового хозяйства; пассажирскую станцию при этом можно расположить параллельно грузовым устройствам, что укоротит общую длину системы.

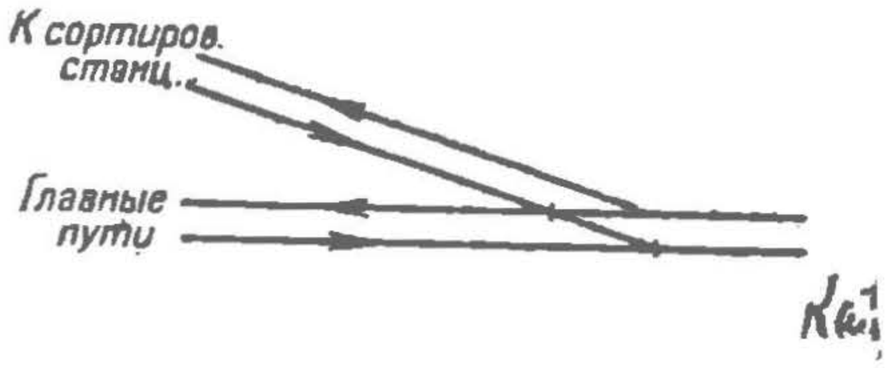


Рис. 304.

Последний случай, а также случай решения схемы станции по тупиковой или треугольной системам вызывает в точке отделения пассажирского движения от товарного встречные пересечения двух направлений, как показано на рис. 304. При небольшом пассажирском движении это пересечение может быть выполнено в одном уровне, при значительном движении может потребоваться устройство путепровода (см. рис. 269—272).

ГЛАВА V

ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ ПУТЕВОГО РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ.

§ 15. Разъезды, обгонные пункты и малые станции.

Принципиальные схемы элементарных путевых развитий железнодорожного транспорта промышленности, к которым могут быть отнесены разъезды, обгонные пункты и малые станции, ничем по существу не отличаются от подобных путевых развитий железных дорог общего пользования. Схемы путевых развитий, приведенные в § 10 и 11 главы IV настоящей части, применимы, без всяких изменений, для надобностей подъездных путей промышленного транспорта.

§ 16. Посты.

Каждое, достаточно крупное, промышленное предприятие имеет в той или иной степени развитую железнодорожную сеть, обслуживающую внешние и междуцеховые перевозки. В зависимости от развития путей промышленного предприятия и степени сложности эксплоатации их появляется необходимость организации маневровых районов. Так как в маневровый район входит целый ряд направлений (цеховых путей), связанных взаимным обменом вагонов, то, естественно, возникает необходимость в создании, в пределах данного маневрового района, такого путевого развития, где было бы возможно произвести обмен вагонов между разными направлениями (цехами) данного района, иметь накопление и отстой вагонов, идущих из данного района в другой район, выставить порожняк, подлежа-

НЕ УЧУЕТ (ЦНТ)

щий подаче под нагрузку в цеха данного района. Такому путевому развитию присвоен термин **внутризаводский пост** или сокращенно — **пост.**

Кроме функций, указанных выше,. внутризаводскому посту присваивается также ряд распорядительных функций, так как пост на промышленном предприятии является, по существу, районной станцией.

На рис. 305 приведена принципиальная схема поста, расположенного на однопутном ходовом пути предприятия. Пути *I*, *II* и *III* служат для приема и

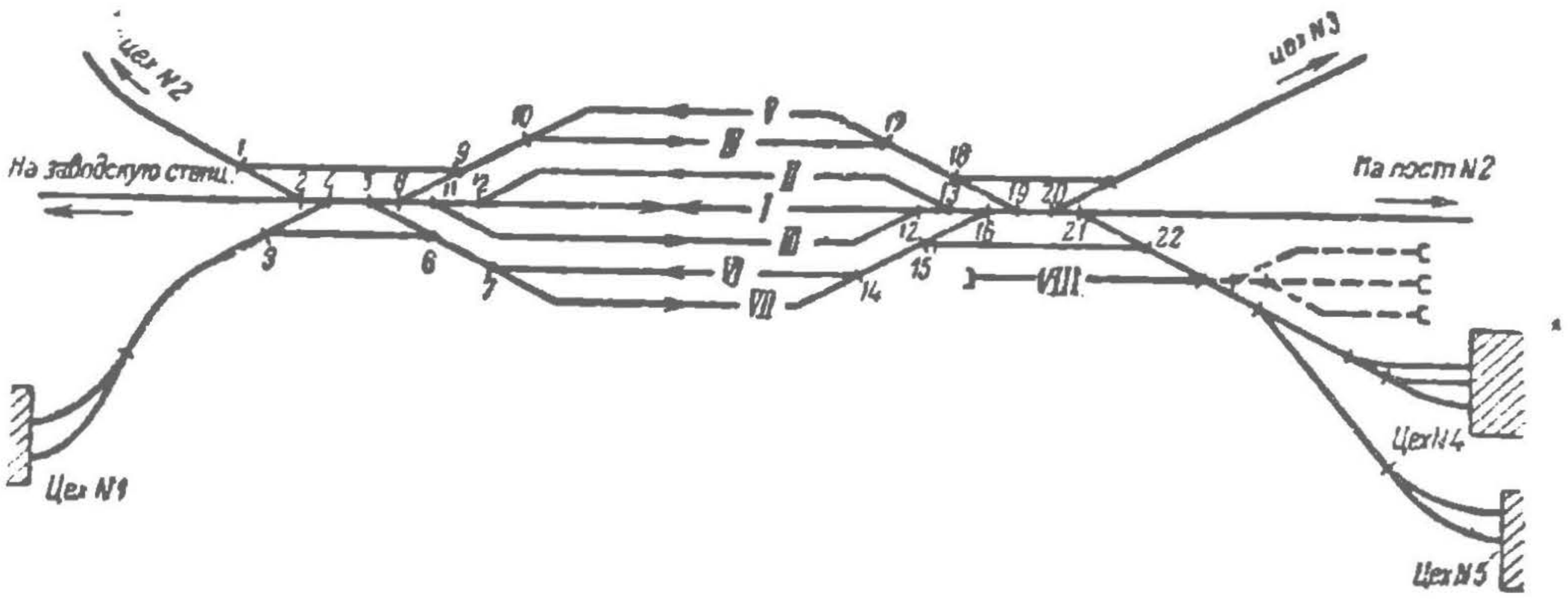


Рис. 305.

отправления поездов-подач, следующих с заводской сортировочной станции в адрес поста *№ 2* и обратно. Пути *IV* и *V* предназначены для приема и отправления подач, следующих с заводской станции или поста *№ 2* в адрес цехов *№ 2* и *№ 3*. Пути *VI* и *VII* имеют аналогичные назначения и обслуживают цеха *№ 1*, *№ 4* и *№ 5*. Передача вагонов из цеха в цех, например из цеха *№ 2* в цех *№ 5*, может быть осуществлена двумя маршрутами: а) через стрелки *1*, *2*, *4*, *5*, *6*, *7* — путь *VII* — стрелки *14*, *15*, *21* или б) через стрелки *1*, *9*, *10* — путь *IV* — стрелки *17*, *18*, *19*, *20* и *21*; последний, с точки зрения безопасности движения, менее приемлем.

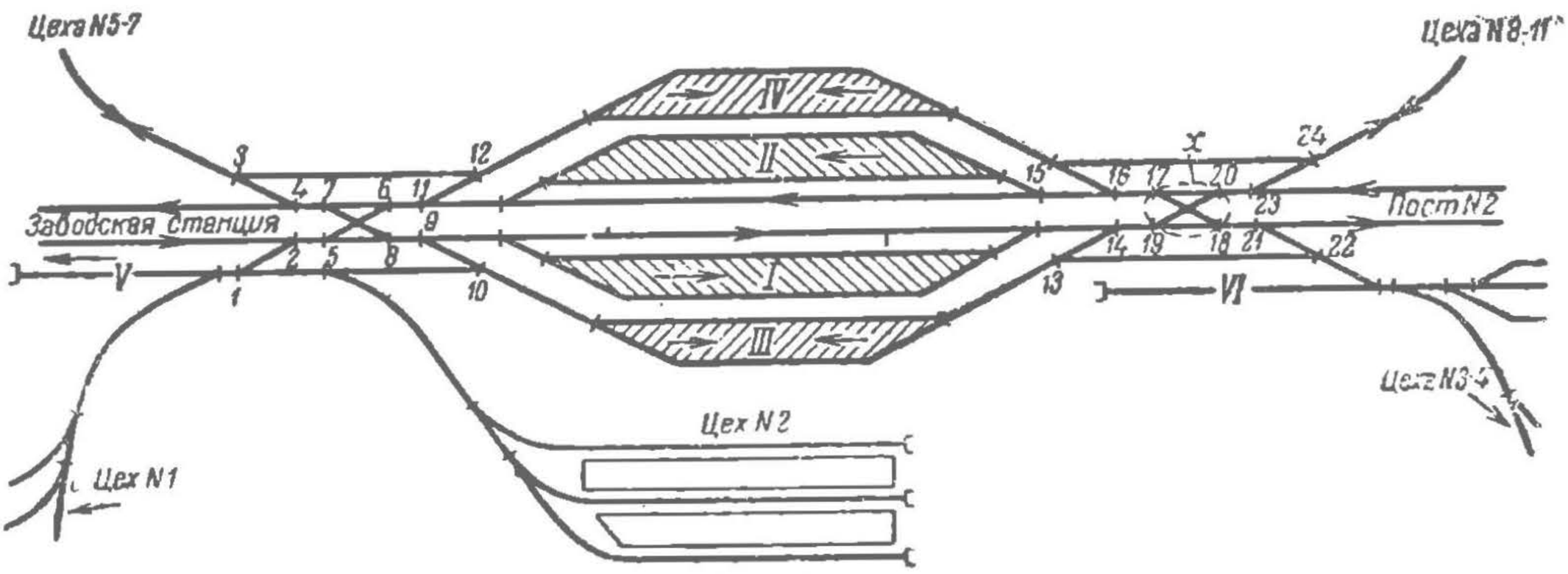


Рис. 306.

Тупик *VIII* служит для детальной сортировки вагонов, идущих в адрес разгрузочно-погрузочных фронтов цехов *№ 4* и *№ 5*, причем сортировка осуществляется без нарушения работы путей самого поста.

На рис. 306 показана принципиальная схема поста, расположенного на двухпутном ходовом пути предприятия. Парки путей *I* и *II* предназначены для пропуска поездов в направлении с заводской станции на пост *№ 2* и обратно. Парк *III* обслуживает группу цехов *№ 1*, *2*, *3* и *4*, а парк *IV* — группу цехов *№ 5—7*, *8—11*. Тупики *V* и *VI* служат для детальной сортировки местного назначения. Подача вагонов из групп цехов *№ 8—11* в цеха *№ 3* и *4* может быть

НБ УГЛУТ (ДГТ)

произведена двумя маршрутами: а) через стрелки *№ 24, 23, 20, 19, 14* и *13* в парк *III* и затем осаживанием через стрелки *13* и *22* в цеха или б) через стрелки *24* и *15* в парк *IV* и затем осаживанием через стрелки *15, 16, 17, 18, 21* и *22* в цеха *№ 3—4*. С точки зрения безопасности движения первый маршрут является более приемлемым, так как при вытаскивании вагонов из цехов *№ 8—11* локомотив проходит горловину *x* в голове поезда и осаживает поезд по вспомогательному пути; во втором же случае вытаскивание подачи в парк *IV* производится по вспомогательному пути с локомотивом в голове поезда, а осаживание — через горловину с локомотивом в хвосте поезда, что по условиям видимости, конечно, более опасно.

§ 17. Станции промышленных предприятий.

Решение взаимного расположения путей и парков проектируемой заводской сортировочной станции, определяющее принципиальную ее схему, полностью вытекает лишь из рассмотрения ряда условий, относящихся к данному промышленному предприятию, а именно характера производства промышленного предприятия, принципиальной схемы развития ее междуцеховой железнодорожной сети, условий расположения промышленного предприятия по отношению к железнодорожной сети общего пользования (НКПС), организации перевозок и маневровой работы, как на междуцеховой сети железной дороги, так и на проектируемой станции, т. е. проектируемого транспортного технологического процесса, и, наконец, от топографических особенностей данной местности.

Так же как железнодорожные станции сети общего пользования, заводская сортировочная станция для выполнения возлагаемых на нее задач, т. е. переработки прибывающих в адрес промышленного предприятия поездов с составлением подач по местам разгрузки и погрузки с их детальной сортировкой, формирования поездов, отправляемых на сеть НКПС, переработки вагонов угловых потоков и проч., должна иметь нижеследующие устройства:

1) пути или парки приема поездов,

2) вытяжки или горку для сортировки вагонов и формирования подач и поездов на сеть НКПС,

3) сортировочные парки,

4) устройство для детального формирования части составов,

5) пути или парки для отправления поездов, в случае если последние не могут быть отправлены непосредственно с путей сортировочного парка и

6) тяговое хозяйство, в случае если нет возможности использовать тяговое хозяйство, предусматриваемое для обслуживания междуцеховых перевозок.

Решающее влияние на разрабатываемую схему должен иметь процесс переработки поездов, который является основой технологического процесса данного производства. Ниже, в виде примера, приводится ряд схем станций промышленных предприятий.

На рис. 307 приведена схема заводской сортировочной станции металлургического комбината, совмещенная с тупиковой станцией НКПС.

Станция является примером односторонней схемы с комбинированным расположением парков. Прием поездов с линии общего пользования осуществляется в парк прибытия *П*, локомотив НКПС отцепляется и по специальному ходовому пути (показанному на схеме пунктиром), а затем по ходовому пути парка отправления НКПС, уходит в тяговое хозяйство (оборотное депо НКПС). Локомотив комбината по ходовому пути парка прибытия заходит в хвост прибывшего поезда и проталкивает его на горку. Из вагонов распущенного с горки на пути сортировочного парка состава формируются, в соответствии с пунктами погрузки и выгрузки, подачи на комбинат.

Формирование производится на вытяжке *ВФ* и путях *Ф*, причем основной поток вагонов с сырьем поступает на внешнее кольцо, а порожняк под продукцию — на внутренний тупик.

РЕПОЗИТОРИЙ УГЛУНТ (ДИТ)

Порожняк из-под сырья и готовая продукция с комбината поступают в парки отправления $О_1$ и $О_2$ — соответственно. Накопленный состав передается в парк формирования НКПС $Ф_1$, формируется, и готовый поезд выставляется на пути парка отправления НКПС $О_3$, откуда и отправляется на сеть общего пользования.

Угловой поток комбината может быть пропущен по съезду, соединяющему парк $О_2$ с парком $П$.

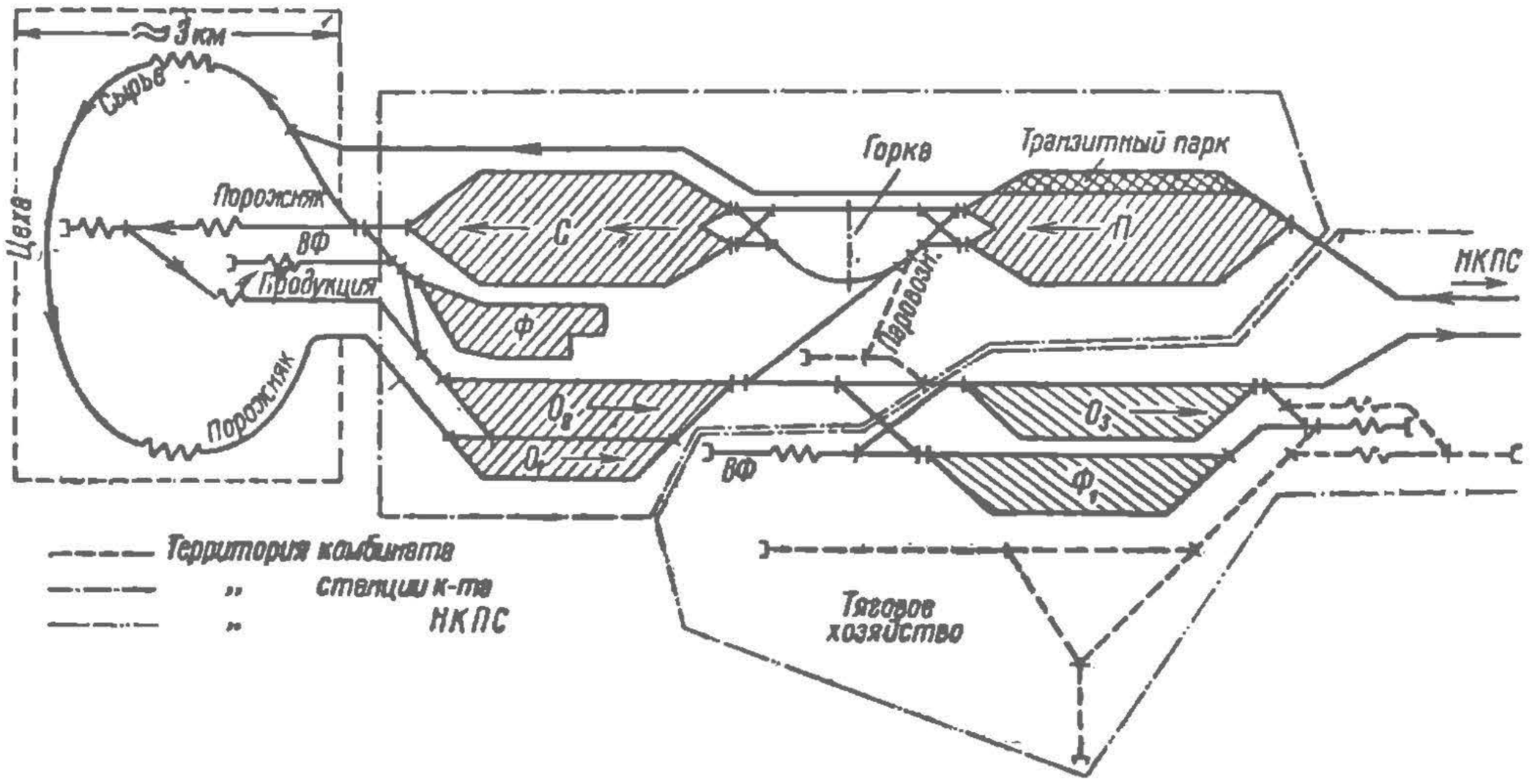


Рис. 307.

Тяговое хозяйство локомотивов промышленности помещается на территории комбината.

На чертеже указано разделение территории между собственно комбинатом, сортировочной станцией комбината и парками НКПС.

На рис. 308 показана схема одного из вариантов станции ГЭС, питающейся торфом различных сортов. Станция — односторонняя, с параллельным расположе-

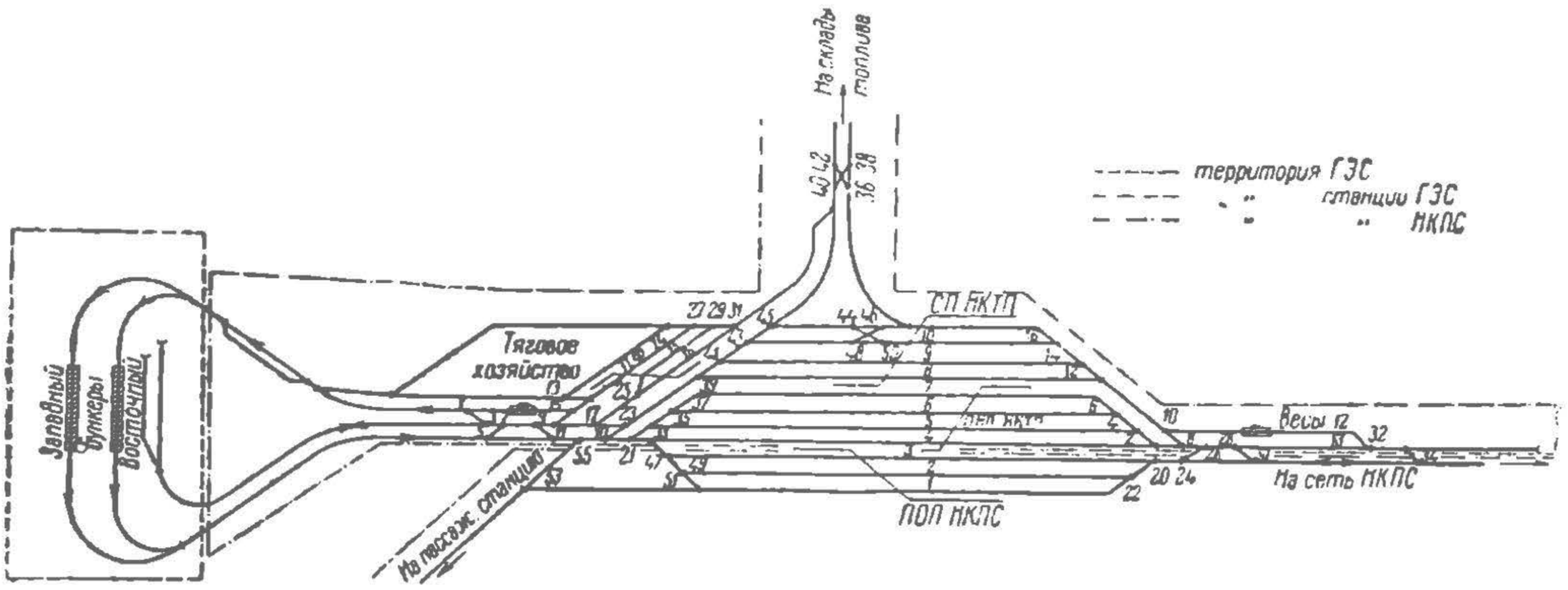


Рис. 308.

нием парков. Прием поезда с линии общего пользования производится на один из путей приемо-отправочного парка НКПС (*ПОП*), после чего состав локомотивом промышленного предприятия вытаскивается на вытяжку *13*, откуда раскидывается на пути парка сортировки прибытия НКТП (по схеме *СП*) или же частями подается на склады топлива под выгрузку. С упомянутых путей вагоны, по мере надобности, берутся в парк формирования секций (на схеме *ПФ*), где формируются подачи на топливные бункеры ГЭС, требующие определенной пропорции состава топлива.

УП ЦНТБ (ДИТ)

Отправление на бункеры производится с противоположного конца парка формирования, через стрелки *31*, *29*, *27*, по ходовому пути *14*, через весы, на путь, ведущий к бункерам. Порожняк с бункеров возвращается в парк накапливания и разборки порожняка (на схеме *ПНП*), где сортируется по роду и принадлежности вагонов, а сформированный порожняк, подлежащий отправлению на сеть НКПС, выставляется в приемо-отправочный парк НКПС (на схеме *ПОП*).

Отрицательными моментами данной схемы являются угловой заезд всего прибывающего потока при перестановке составов из парка НКПС в парк НКТП и небольшой угловой заезд всех секций, подаваемых на бункеры.

Положительными моментами являются: четкое разграничение зон формирования и уборки секций (с разных концов парка формирования) и компактность схемы в целом.

На рис. 309 приведена схема угольно-сортировочной станции при центральной обогатительной фабрике. Схема — односторонняя, с комбинированным расположением парков.

Порожняк, прибывающий с сети общего пользования из *А*, принимается в парк порожняка (на схеме *П*), откуда рассылается по шахтам. Прибытие угля с шахт осуществляется в парк *К*, откуда составы, в зависимости от марок и засоренности угля, либо отправляются на внешнюю сеть, либо через вытяжку и парк сортировки подаются на центральную обогатительную фабрику (*ЦОФ*) для обогащения угля. Составы с обогащенным углем поступают в парк *Ф*, после чего пропускаются через вытяжку и пути сортировочного парка для формирования маршрутного поезда. Сформированный поезд поступает в парк *М* для последующего отправления на сеть общего пользования. Расположение тягового хозяйства между парками обеспечивает подачу и уборку локомотивов с минимальным количеством пересечений. Развязки с магистралью и путями на шахты вне пределов станции запроектированы в разных уровнях.

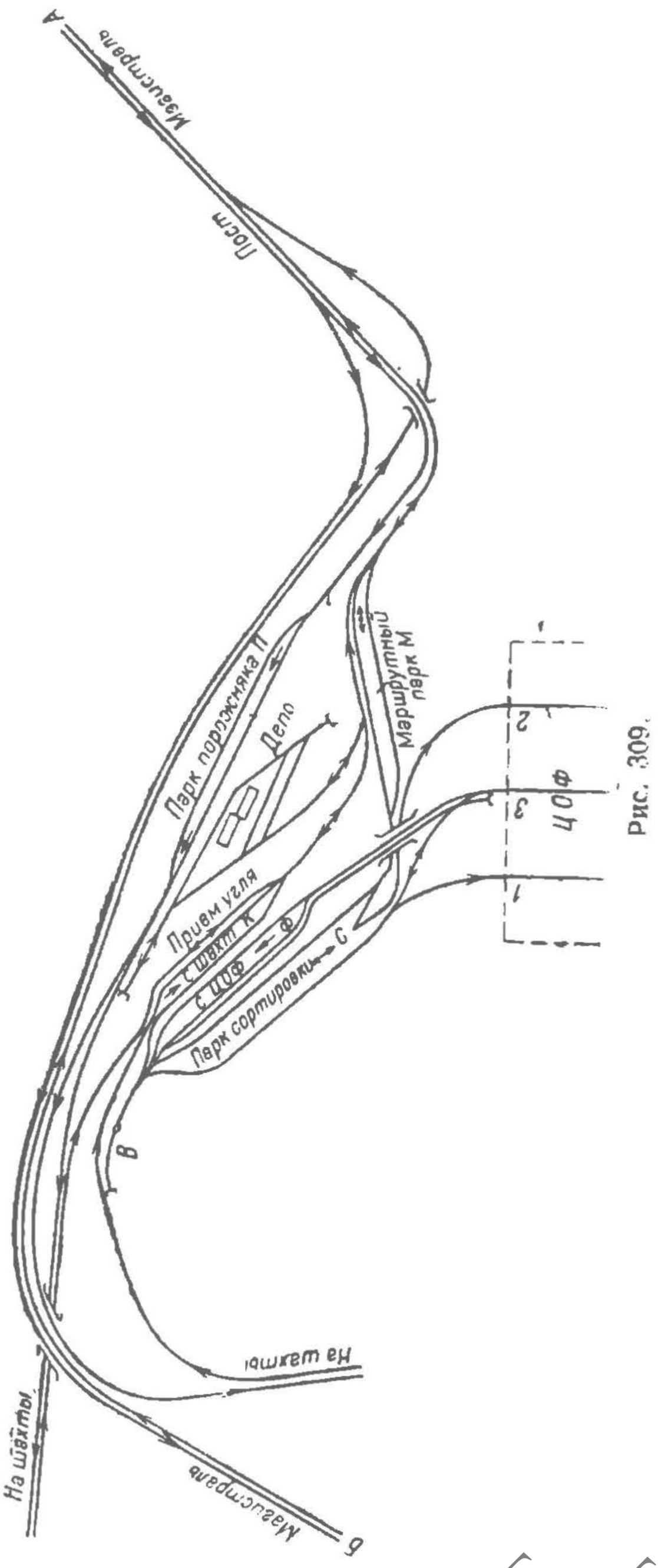


Рис. 309.

§ 18. Станции примыкания.

Схемы примыкания железнодорожных путей промышленных предприятий к сети железных дорог общего пользования могут быть чрезвычайно разнообразны и во многом зависят от условий эксплоатации, местных топографических

НБ УДУНТ (ДНТ)

(рельеф) условий и, наконец, от размещения станционных устройств и промышленных предприятий в плане. Примыкание железнодорожных веток промышленных предприятий, с ведома и по согласованию с управлением дороги, к путям которой осуществляется примыкание, разрешается на всех раздельных пунктах дороги, за исключением примыканий на перегоне, при условии соблюдения требований, выставляемых дорогой.

Примыкание на перегоне допускается в исключительных случаях каждый раз с особого разрешения НКПС. Условия примыкания железнодорожной ветви промышленного предприятия устанавливаются управлением дороги в зависимости от условий эксплоатации, размеров и направления грузопотоков примыкающего предприятия. Возможны три случая эксплоатации примыкающего пути:

1) подъездной путь и пути промышленного предприятия обслуживаются локомотивами железной дороги примыкания;

2) вагоны (составы) подаются по подъездному пути на территорию промышленного предприятия (и убираются с них) локомотивами железной дороги примыкания; там они передаются из ведения и ответственности сети общего пользования в ведение и под ответственность промышленного предприятия, и вся дальнейшая обработка состава (вагонов) производится средствами промышленного предприятия, имеющего свою путевую сеть и свои локомотивы;

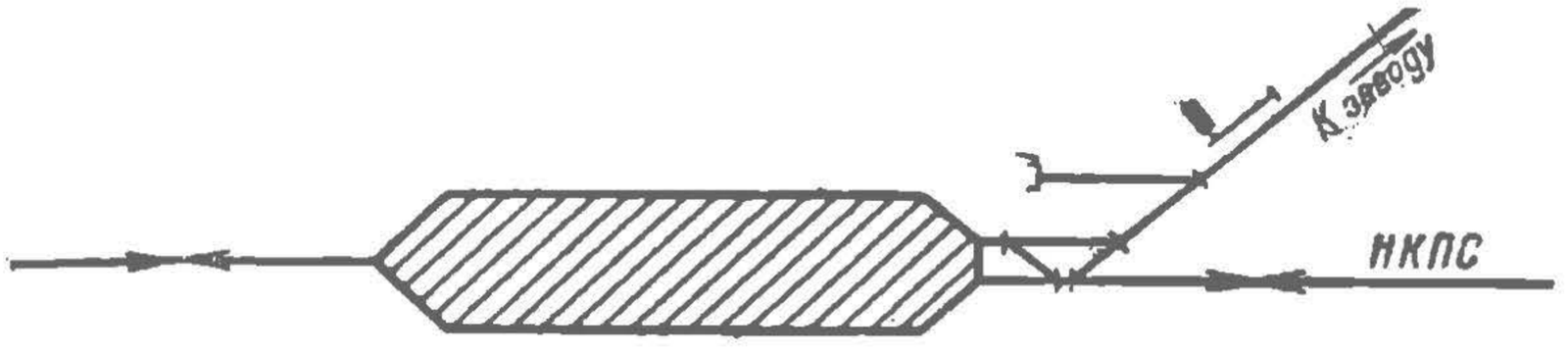


Рис. 310.

3) вагоны, пришедшие в адрес промышленного предприятия, выставляются локомотивом дороги примыкания на специальные приемо-сдаточные (обменные) пути, где они передаются из ведения НКПС в ведение и под ответственность промышленного предприятия, и вся дальнейшая обработка их, включая подачу по подъездному пути, производится локомотивами промышленного предприятия.

В первом случае требование дороги обычно сводится к требованию обеспечения элементарных условий безопасности движения поездов, т. е. обеспечение станции от въезда поезда с ветви без согласия станции или, иначе говоря, к устройству предохранительных тупиков со стрелками на них, связанными с семафором, ограждающим вход на станцию с ветви (рис. 310).

Во втором и третьем случаях производятся техническая и коммерческая передачи вагонов предприятия под его ответственность и обратная приемка, для чего необходимо предусматривать соответствующие приемо-сдаточные (обменные) пути; во втором случае такие обменные пути располагаются на территории самого предприятия, а в третьем случае — на территории дороги примыкания, причем расположение их может быть параллельное паркам НКПС или последовательное.

При небольшом движении обычно достаточно иметь два обменных пути: один—для прибывающих и один—для отправляемых вагонов; при большом количестве вагонов число обменных путей приходится увеличивать.

Схема станции, отвечающая второму случаю эксплоатации, приведена на рис. 308. Подача вагонов с топливом осуществляется по подъездному пути локомотивом НКПС, а обменные операции осуществляются в парке НКПС.

На рис. 311 приведена схема станции примыкания, соответствующая третьему случаю эксплоатации, при параллельном расположении парков НКПС и промышленности.

При осуществлении примыкания к двухпутной железнодорожной линии общего пользования и недопустимости, по условиям пропускной способности,

НБ УДУНТ (ДНТ)

пересечения в одном уровне необходимо применить один из способов развязки, указанных в § 8 главы III настоящего раздела.

На рис. 312 показаны прием примыкания и возможность заменить путепроводной развязкой одно из примыканий.

При проектировании примыканий подъездного пути промышленности следует назначать место его примыкания с таким расчетом, чтобы по возможности не нарушать установленного технологического процесса станции примыкания; кроме

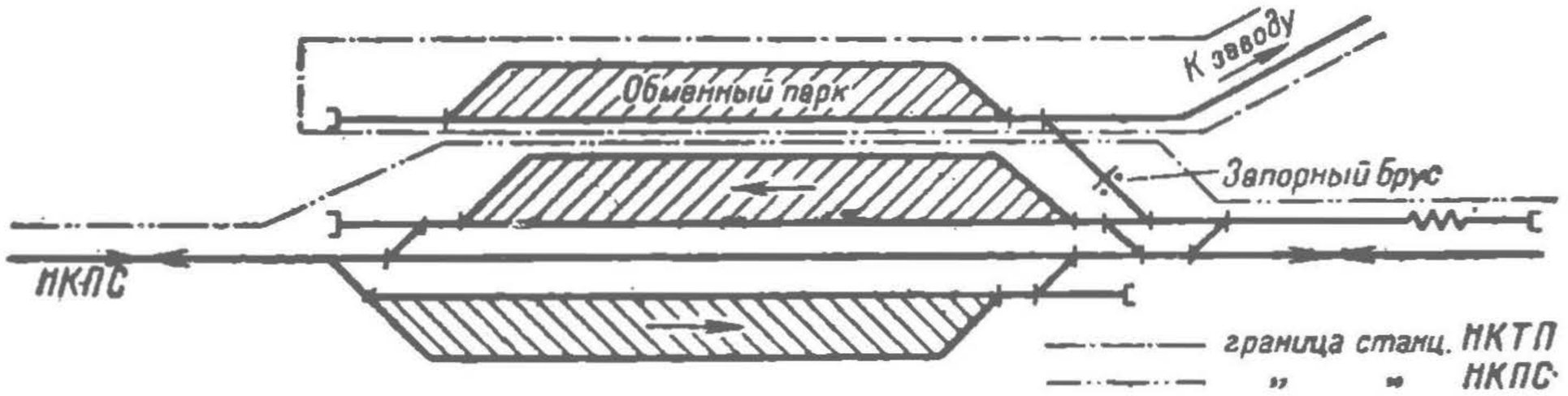


Рис. 311.

того назначаемое место примыкания должно обеспечивать прямой выход на возможно большее число путей станции, однако с соблюдением при этом правил технической эксплоатации железных дорог.

Схемы примыканий промышленных узкоколейных железных дорог к станциям железной дороги общего пользования той же колеи также весьма разнообразны

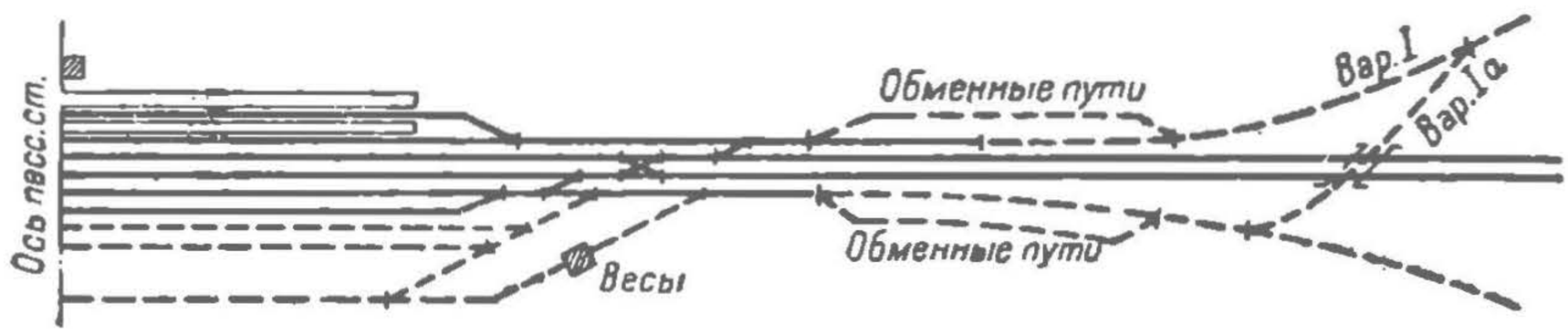


Рис. 312.

и во многом зависят от местных условий примыкания, ничем не отличаясь от примыканий промышленных ветвей нормальной колеи.

Примыкание промышленной ветви узкой колеи к железнодорожной линии общего пользования нормальной колеи сопровождается необходимостью сооружать перегрузочные устройства, а иногда специальные перегрузочные станции.



Рис. 313.

На рис. 313 показана схема примыкания узкоколейной промышленной ветви к станции нормальной колеи.

При проектировании взаимного расположения перегрузочных путей, при малых размерах перегрузки рекомендуется руководствоваться нижеследующими правилами:

1) пути разной колеи по обеим сторонам перегрузочной платформы располагаются так, чтобы пол вагонов той и другой колеи был в одном уровне с верхом платформы;

2) сближенные пути, служащие для перегрузки непосредственно из вагонов одной колеи в вагоны другой, также следует располагать в разных уровнях, причем:

НБ УДУНТ (ДИТ)

а) когда перегрузка производится в одном направлении, пути располагаются так, чтобы пол вагона, из которого производится перегрузка, был выше пола вагона, в который производится перегрузка, и чтобы можно было воспользоваться для перегрузки действием силы тяжести при помощи наклонных роликовых мостиков, наклонных желобов и пр.;

б) когда перегрузка производится в обоих направлениях, можно воспользоваться указанными устройствами для перегрузки при помощи силы тяжести в обоих направлениях, если на каждом уровне уложить совмещенные пути нормальной и узкой колеи.

При больших размерах перегрузки является целесообразным применение специальных устройств механизации перегрузочных операций, как, например, эстакады с бункерами, элеваторы, вагоноопрокидыватели, самоспуски, контейнеры и т. д. Так как применение узкоколейных дорог в наших условиях при больших грузооборотах вообще невыгодно, то больших перегрузочных станций на наших узкоколейных дорогах не имеется, кроме торфяных разработок.

§ 19. Путевое развитие погрузочно-разгрузочных пунктов.

Погрузочно-разгрузочные пункты промышленных предприятий имеют своей целью:

1) прием грузов, поступающих в адрес промышленного предприятия с внешней сети железных дорог для последующей передачи их производящим цехам предприятия,

2) прием грузов от производящих цехов для последующей погрузки в вагоны и отправления их на внешнюю сеть железных дорог и

3) прием грузов от производящих цехов для последующего отправления их также в производящие цеха предприятия, поточно расположенные по технологическому процессу данного производства.

Срок хранения груза на погрузочно-разгрузочном пункте может быть разнообразным и определяется условиями данного производства, а также режимом поступления и отправления грузов и колеблется от нескольких десятков минут (например цеха с горячим производством) до нескольких десятков дней (например аварийные склады топлива).

На путях погрузочно-разгрузочных пунктов промышленных предприятий могут иметь место нижеследующие технические операции:

1) прием и отправление передач с заводской станции,

2) детальная подсортировка вагонов по местам выгрузки и в некоторых случаях погрузки,

3) формирование подач на заводскую станцию и посты,

4) чистка и мытье вагонов и

5) в некоторых случаях экипировка локомотивов.

При выполнении этих операций необходимо обеспечить соблюдение следующих требований:

1) быстрый оборот вагонов, т. е. максимальная (при помощи механизации) быстрота погрузки и разгрузки,

2) максимальное удешевление погрузочно-разгрузочных операций,

3) своевременность погрузки и разгрузки, особенно в пунктах, связанных с технологическим процессом производства (например горячие цеха),

4) сохранение качества грузов (например недопущение дробления угля или торфа при перегрузке).

Погрузочно-разгрузочные пути своей длиной определяют фронт погрузки и выгрузки, т. е. количество вагонов, могущих быть одновременно выставленными для указанной операции.

Ниже приводится несколько схем путевого развития погрузочно-разгрузочных фронтов различных участков промышленных предприятий ряда отраслей промышленности.

НБ УДУНТ (ДГТ)

а) *Погрузочно-разгрузочные железнодорожные пути у складов, пакгаузов, главных магазинов и пр.* Простейшей схемой железнодорожного пути у цеховых складов, пакгаузов и главных магазинов промышленных предприятий является схема, приведенная на рис. 314. Недостатком этой схемы при большой длине *L* склада, большей чем на 8—10 двухосных вагонов, является то, что при уборке части погруженных вагонов приходится прекращать погрузочно-разгрузочные работы по всему фронту.

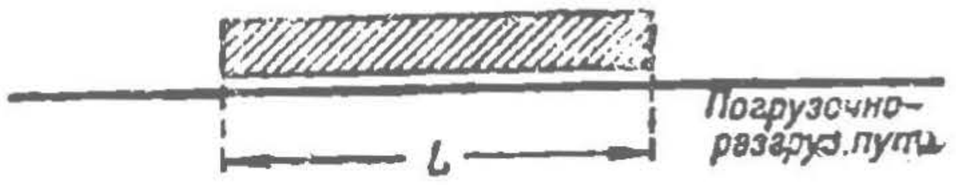


Рис. 314.

Указанный недостаток легко устраняется укладкой ходового пути, который в нескольких местах (через 8—10 вагонов) соединяется с погрузочно-разгрузочным путем так, что уборку (или подачу) вагонов можно вести по секциям, не нарушая работы всего фронта, но при этом образуются против съездов неудобные места погрузочно-разгрузочного фронта склада, где нельзя ставить вагоны и вести работы (рис. 315).

Если пойти на разрыв погрузочного фронта, а условия организации маневровой работы позволят работать с одной стороны, то укладку путей складского

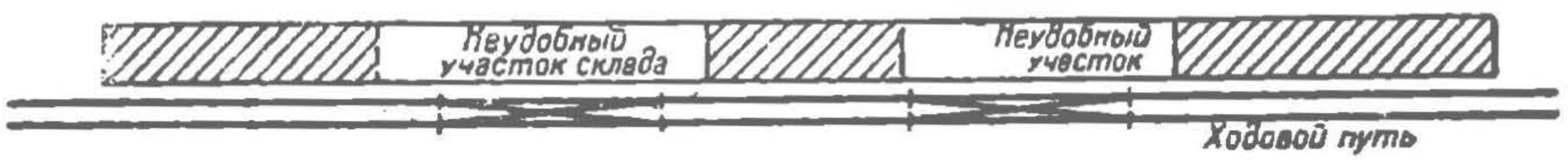


Рис. 315.

фронта можно осуществить по схеме, приведенной на рис. 316. Эта схема обеспечивает независимую подачу и уборку вагонов для каждой ступени и дает некоторую, по сравнению со схемой 315, экономию верхнего строения, но имеющий место разрыв непрерывности погрузочного фронта следует признать ее существенным недостатком. Исключение составляют склады огнеопасных и взрывчатых веществ, где разрыв оправдывается противопожарными нормами.

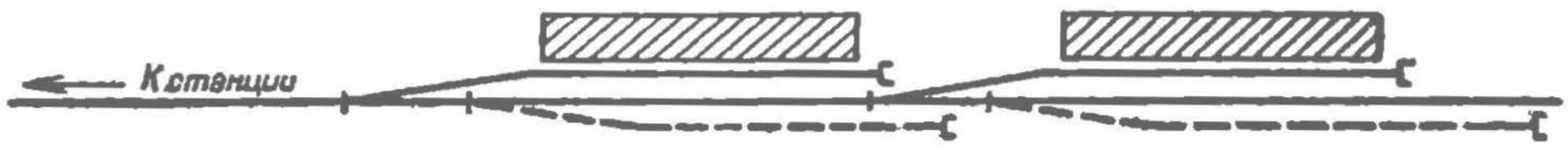


Рис. 316.

Несколько более удобной является ступенчатая форма склада (магазина), приведенная на рис. 317, с разбивкой на секции (ступени) длиной по 8—10 нормальных вагонов каждая; в этом случае сохраняются непрерывность фронта и независимость подач и уборки вагонов от каждой секции при компактном, без разрывов, расположении складов. Недостатком ступенчатых складов является неудобство внутреннего оборудования средствами механизации погрузочно-разгрузочных работ и передачи механического оборудования из одной секции в другую.

Указанный недостаток устраняется, при сохранении достоинств ступенчатого расположения складов, прямоугольным складом с зубчатой платформой (рис. 318). Фронт здания склада остается прямым, а платформы и пути при нем разбиваются на секции по 8—10 нормальных вагонов, в виду того, что платформы к концу их уширяются довольно быстро. Этот тип рентабелен, главным образом, при механизированных внутренних операциях склада.

В некоторых случаях, обычно при незначительной работе склада, появляется необходимость в устройстве около погрузочного фронта пути для отстоя порожняка или накопления груженых вагонов. Схема укладки таких путей показана пунктиром на рис. 316.

НБ УДУНТ (ДИТ)

На рис. 319 приведена так называемая языкообразная схема, получившая некоторое распространение за границей, где она применяется в целях увеличения

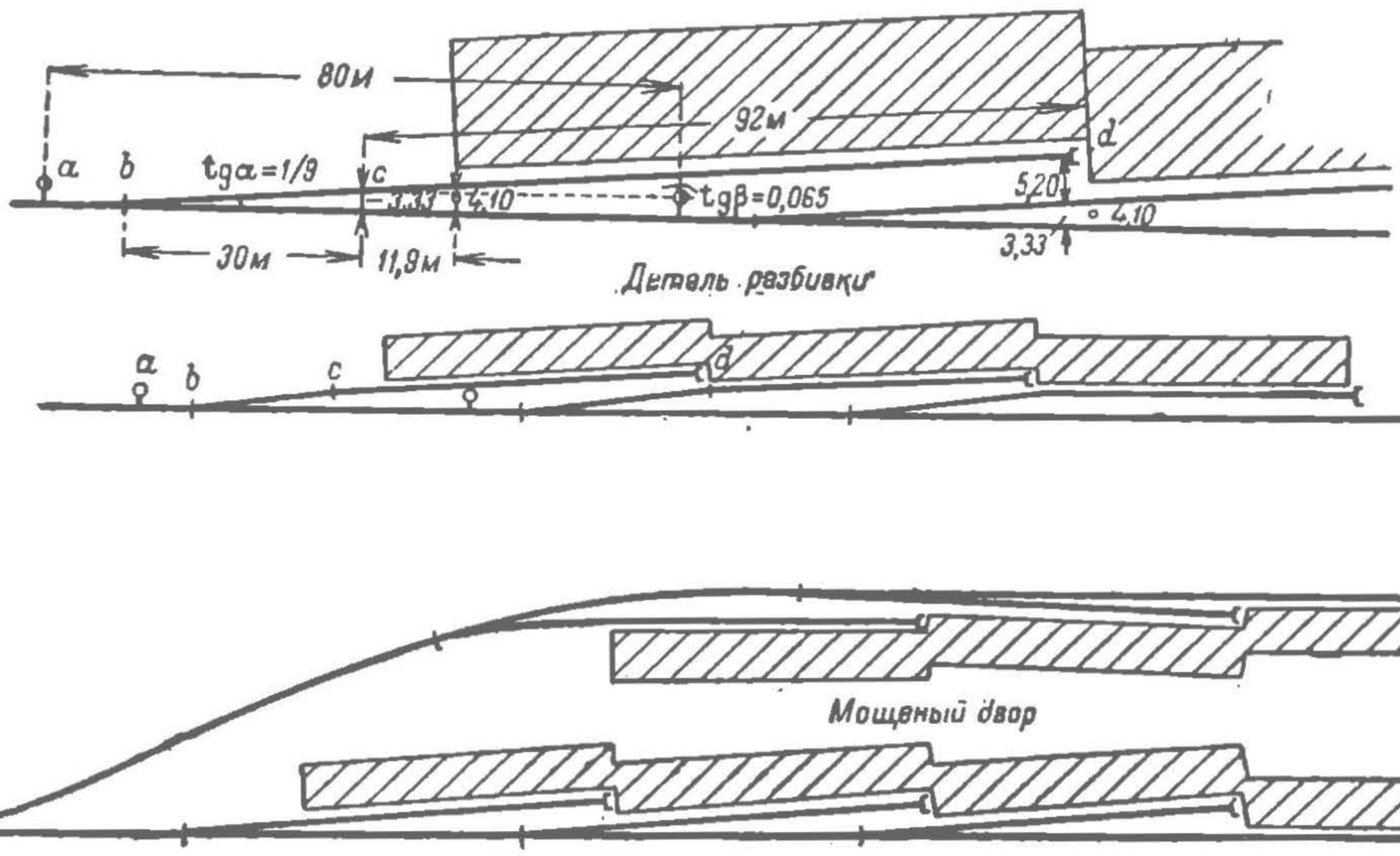


Рис. 317.

фронта погрузки и выгрузки при многоэтажных складах. При данной схеме сокращается длина погрузочного фронта, но значительно увеличивается ширина фронта; кроме того сильно затрудняется движение электро- и автокаров.

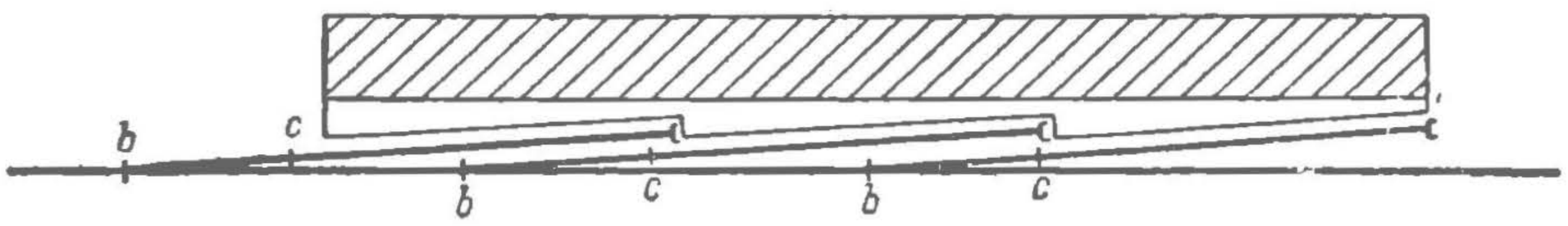


Рис. 318.

На рис. 320 приведены схемы путей немеханизированных складов навалочных грузов, которые в общем строятся аналогично схемам путей у закрытых складов.

Обычно вдоль всего фронта складов со стороны, противоположной рельсовому пути, устраивается подъезд для грузовых автомашин и повозок шириной в зависимости от типа последних, но не менее 10 *м*.

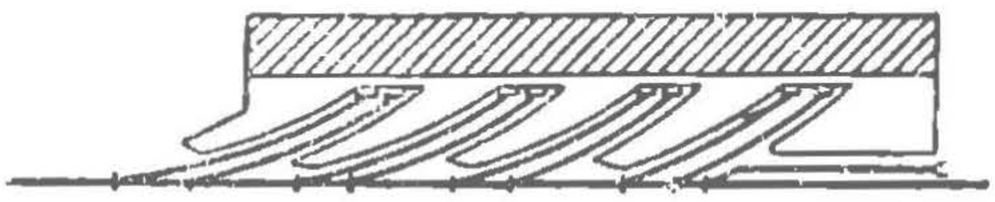


Рис. 319.

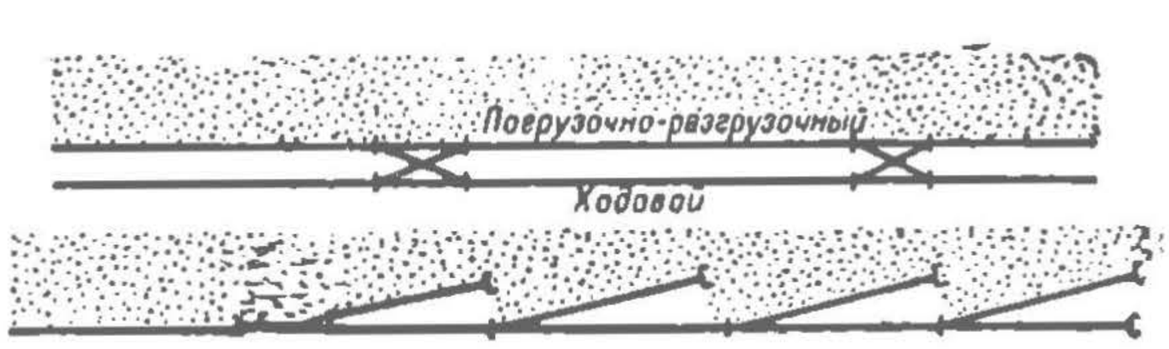


Рис. 320.

На рис. 321 приведена схема укладки железнодорожного пути к складу, расположенному внутри цеха; расстояние *а* определяется габаритом приближения строений.

На рис. 322 в качестве примера приведена схема железнодорожных путей узкой колеи и расположение штабелей на аварийном складе кускового торфа одной из ГРЭС. Штабировка производстве

НБ УДУНТ (ДГТ)

На рис. 323 показана схема расположения железнодорожных путей нормальной колеи и штабелей на аварийном угольном складе при конечной станции канатной дороги, питающей топливом бункеры котельно-силовой установки одного из комбинатов. Склад оборудован двумя портальными кранами с грейфером емкостью 3 $м^3$.

б) *Погрузочно-разгрузочные железнодорожные пути, связанные с технологическим процессом производящих цехов.* Проектирование железнодорожных путей цехов горячего производства предъявляет к этим устройствам целый ряд специальных требований, вытекающих из характера производства и построения технологического процесса. Требования эти следующие:

Железнодорожные пути доменных цехов. Для обеспечения нормального течения технологического процесса доменных цехов к их железнодорожному транспорту предъявляются нижеследующие основные требования:

1) Для уборки продуктов плавки необходимо предусмотреть отдельно для чугуна и шлака, чтобы длина погрузочных путей была достаточна для постановки под погрузку необходимого количества чугуновозных и шлаковозных ковшей, с освобождением этих путей от какой бы то ни было другой работы.

2) Максимальная простота маневрирования для чугуновозных составов, т. е. возможность независимой уборки их от каждой печи в любом направлении, причем необходимо, чтобы локомотив во время подачи состава в сталеплавильный цех находился в хвосте состава.

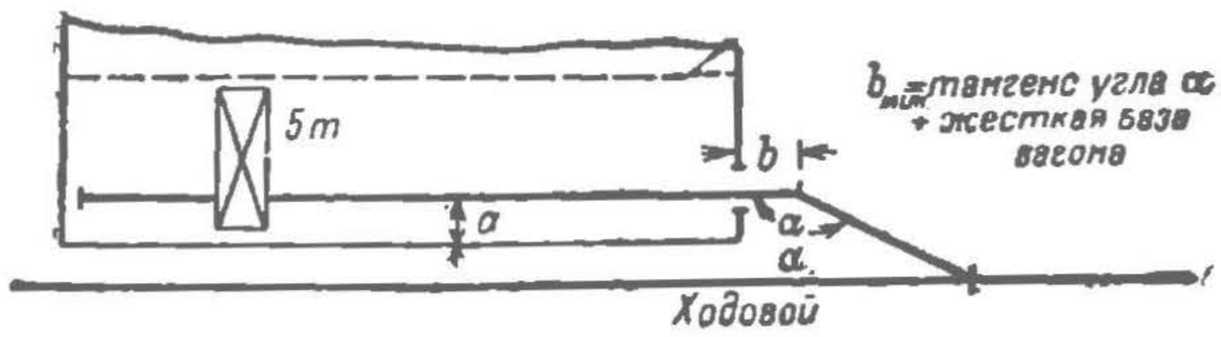


Рис. 321.

Требование создания выхода с погрузочного пути на два направления обеспечивает подачу и уборку ковшей в случае аварии на одном из выходов.

3) Наличие на литейном дворе по крайней мере одного самостоятельного пути, перекрытого краном литейного двора, для подачи огнеупорных материалов и уборки скрапа и мусора.

4) При количестве доменных печей свыше трех наличие двух ходовых путей для шлака и двух для чугуна.

Ниже приведены две типовые схемы железнодорожных путей доменного цеха, построенные в соответствии с изложенными требованиями.

На рис. 324 показана схема железнодорожных путей доменного цеха, построенного по немецко-американскому типу, характерной особенностью которого является соединение каждых двух печей (*п. № 1* и *п. № 2*) общим литейным двором в самостоятельный блок, вынос грануляционных бассейнов за пределы цеха и резкое разграничение чугунной и шлаковой стороны. Железнодорожные пути шлаковой стороны цеха, по существу, являются складскими (сырьевыми) путями. Здесь располагаются рудный двор с разгрузочной траншеей, затем бункерное хозяйство с 3—4 железнодорожными путями над бункерами и, наконец, шлаковые пути, в числе которых находятся пути уборки коксовой мелочи и ходовой, а всего четыре пути.

Назначение этих путей следующее:

1 — погрузочный путь для погрузки шлака,

2—3 — ходовые пути для груженых и порожних шлаковых ковшей,

4 — путь для уборки коксовой мелочи,

5 — коксовый путь — для движения коксового трансферкара,

6 — путь для известняка и добавок, но может быть использован и для разгрузки руды,

7 — рудный путь,

8 — путь для движения ручного трансферкара.

На чугунной стороне цеха производятся: уборка ковшей с чугуном, уборка крапа, мусора, колошниковой пыли и подача огнеупорных материалов.

НБ УДУНТ (ДИТ)

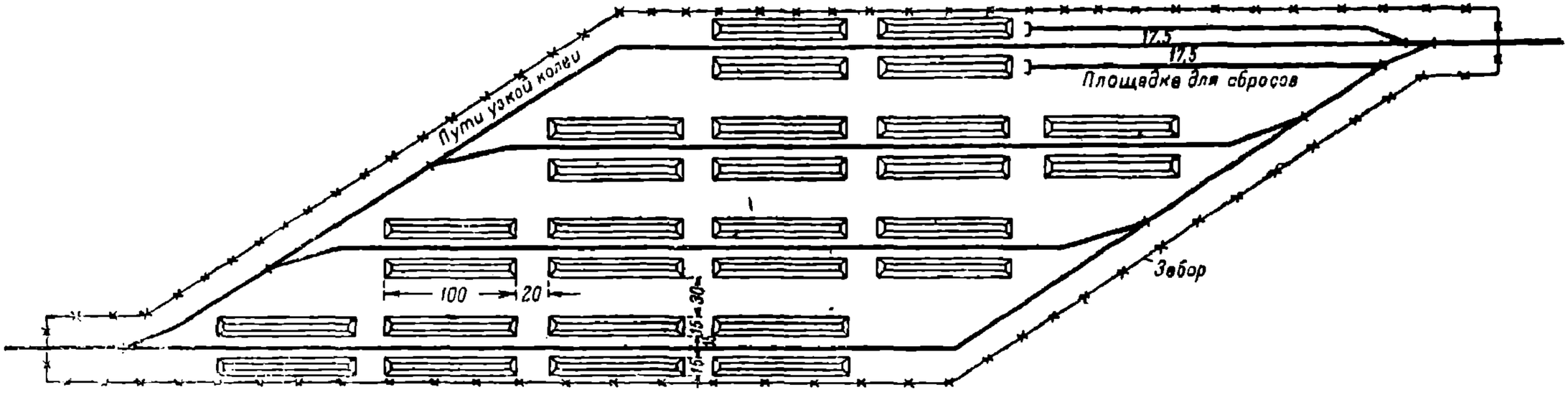


Рис. 322.

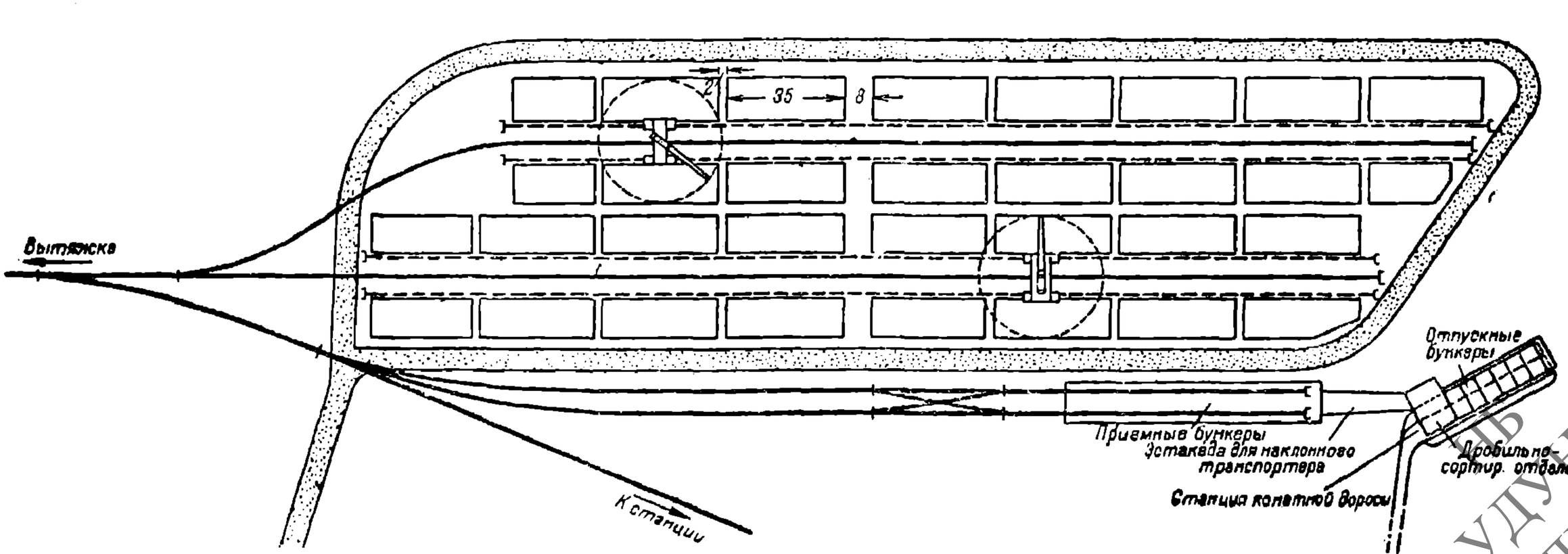


Рис. 323.

УДУНТ (ДИТ)

Назначение путей следующее:

1 — путь для уборки скрапа и мусора; на этот же путь подаются огнеупоры и на этом же пути, но между блоками, т. е. в промежутке между второй и третьей доменной печью, производится выдача колошниковой пыли;

2 — погрузочный путь для чугуновозных ковшей;

3 и *4* — ходовые пути для груженых и порожних ковшей;

5 — ходовой путь;

6 — путь для уборки пыли из газопровода неочищенного газа.

К недостаткам приведенной схемы путевого развития следует отнести:

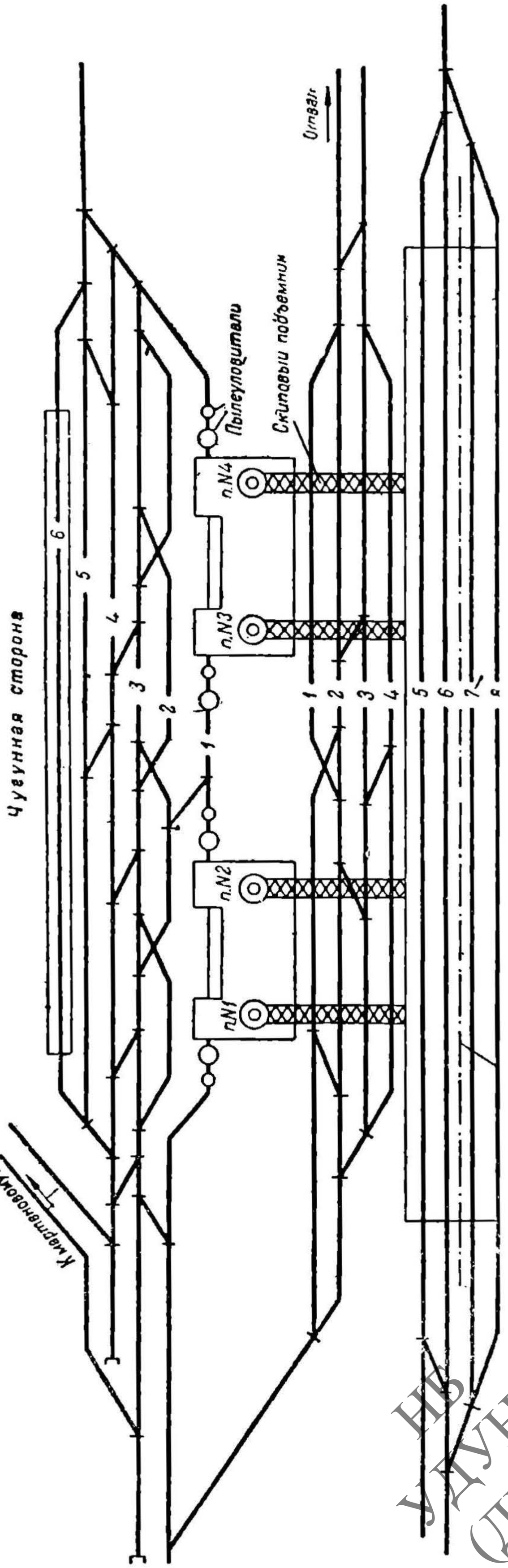
1) совмещение пути для уборки колошниковой пыли с путем уборки скрапа и подачи вспомогательных материалов на литейные дворы, что создает значительные неудобства как в отношении обслуживания литейных дворов, так и в отношении уборки пыли;

2) отсутствие связи между железнодорожными путями и шлаковой и литейной сторонами цеха делает их разобщенными (например в случае передачи локомотива);

3) уборка с погрузочного пути ковшей, груженых шлаком, с угловым заездом по ходовому пути создает излишние маневры с этим грузом.

В настоящее время приведенная схема путевого развития, в силу указанных недостатков, осуществляется редко.

На рис. 325 приведена схема железнодорожных путей доменного цеха с островным расположением печей, обладающая перед



НБ УДУНТ (ДИТ)

Рис. 325.

немецко-американским типом некоторыми преимуществами, а именно: обособленное расположение доменных печей с индивидуальными литейными дворами, со сквозными погрузочными путями для чугуна и шлака, примыкающими к общецеховым железнодорожным путям, что обеспечивает максимальную независимость в транспортном обслуживании действующих печей и исключает возможность влияния аварий, происходящих на одной печи, на работу соседних печей и наличие между всеми печами сквозных проездов со шлаковой стороны цеха на чугунную, остающихся свободными даже при установке у печей всех ковшей с локомотивом на время выпусков чугуна, что в высокой степени увеличивает маневровые возможности транспорта. Выдача пыли из пылеуловителей на третий путь чугунной стороны освобождает пути, предназначенные для провоза чугуна, от транспорта всех посторонних грузов и позволяет убирать пыль от различных печей одним общим составом. Выдача коксовой мелочи на самостоятельный железнодорожный путь, проходящий по другую сторону бункеров, освобождает шлаковые пути от транспорта по ним посторонних грузов.

На шлаковой стороне работа железнодорожного транспорта заключается в освоении трех грузопотоков: грузопотока жидкого шлака, грузопотока скрапа, мусора и огнеупоров, в соответствии с чем произведено назначение железнодорожных путей: *1* — путь маневровый для скрапа, мусора и огнеупоров; 2 и 3 —

РГВУНТ (ДГТУ)

пути для движения груженых и порожних ковшей. Назначение путей на бункерной эстакаде сохраняется по предыдущей схеме.

На чугунной стороне работа транспорта заключается в перевозке жидкого чугуна, в уборке колошниковой пыли от газопровода неочищенного газа и газоочистки, причем жидкий чугун может иметь назначение либо в миксер сталеплавильного цеха, либо на разливочную машину.

Количество путей определяется указанной работой; назначение их следующее:

1 и *2* — пути, предназначенные для движения порожних и груженых чугуновозных ковшей,

3 — путь для уборки колошниковой пыли,

4 — ходовой путь,

5 — путь для уборки пыли от газопровода неочищенного газа.

Обе приведенные схемы железнодорожных путей доменного цеха являются схемами теоретическими, к которым следует стремиться при реальном проектировании, допуская, однако, некоторые отступления, оправдываемые местными условиями.

Железнодорожные пути мартеновских цехов. Современные мартеновские цеха по организации технологического процесса резко делятся на два типа: 1) немецкий или европейский и 2) американский.

Не касаясь существа организации технологического процесса этих типов, укажем лишь, что работа железнодорожного транспорта в цехах европейского типа несравненно проще, чем американского, вследствие преимущественного обслуживания его механическим транспортом.

В виду того, что производительность мартеновских цехов европейского типа сравнительно невысока (до 500 тыс. тонн в год), в составе металлургических заводов современных масштабов и массового производства применяются цеха только американского типа.

К железнодорожному транспорту мартеновского цеха также предъявляется ряд требований, учитывающих особенности технологического процесса и повышающих гарантию бесперебойной и безаварийной работы цеха. В основном эти требования аналогичны для всех горячих производств и, в частности, требованиям, предъявл емым железнодорожному транспорту доменного цеха (см. выше „Железнодорожные пути доменных цехов").

Ниже рассматриваются схемы путевого развития отдельных составных частей хозяйства мартеновского цеха, в состав которого входят: 1) мартеновский цех с миксерным зданием, 2) скрапный (шихтовый) двор, 3) двор изложниц и *1*) стриперное здание.

На рис. 326 приведена схема путевого развития рабочей площадки мартеновского цеха американского типа; оно состоит из железнодорожных путей следующего назначения:

1 и *2* — пути для движения груженых и порожних мульдовых поездов, идущих со скрапного двора,

3 — путь для жидкого чугуна, идущего из миксера к мартеновским печам,

4 — путь для передвижения завалочных машин и

5 — загрузочный путь, служит для постановки груженых мульдовых поездов перед завалкой их в печи.

Показанные на схеме между путями *1—2* и *2—5* съезды служат для перестановки мульдовых поездов с путей ожидания на путь, с которого производится загрузка печей.

На рис. 327 приведена схема железнодорожных путей разливочного пролета цеха. Назначение путей следующее:

1 — путь разлива слитков,

2 — путь для движения поездов со слитками,

3 — путь для движения порожних поездов и

4 — путь для вывоза откачиваемых шлаков.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Путь *1* состоит из трех секций, что обеспечивает большую гибкость и независимость работы транспорта (уборка и подача составов с изложницами) и работы цеха (подготовка изложниц и разлив стали).

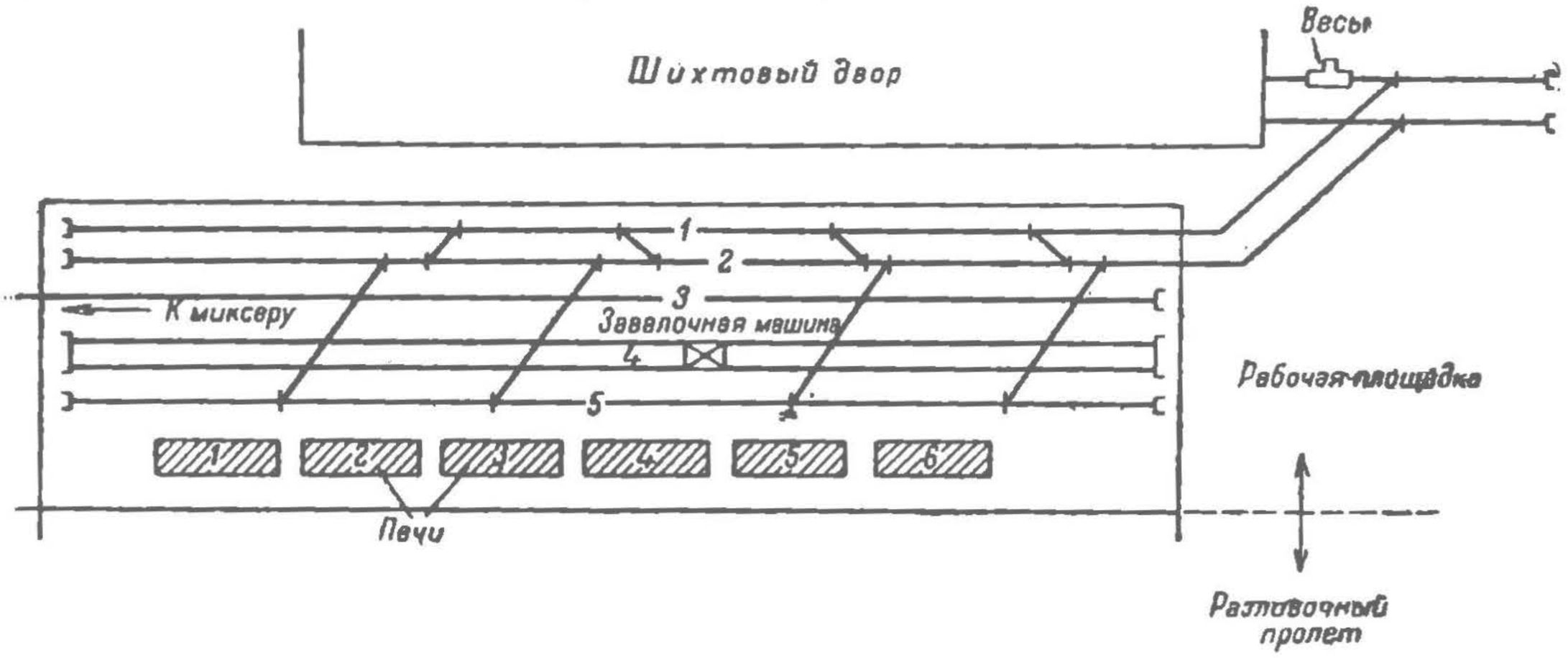


Рис. 326.

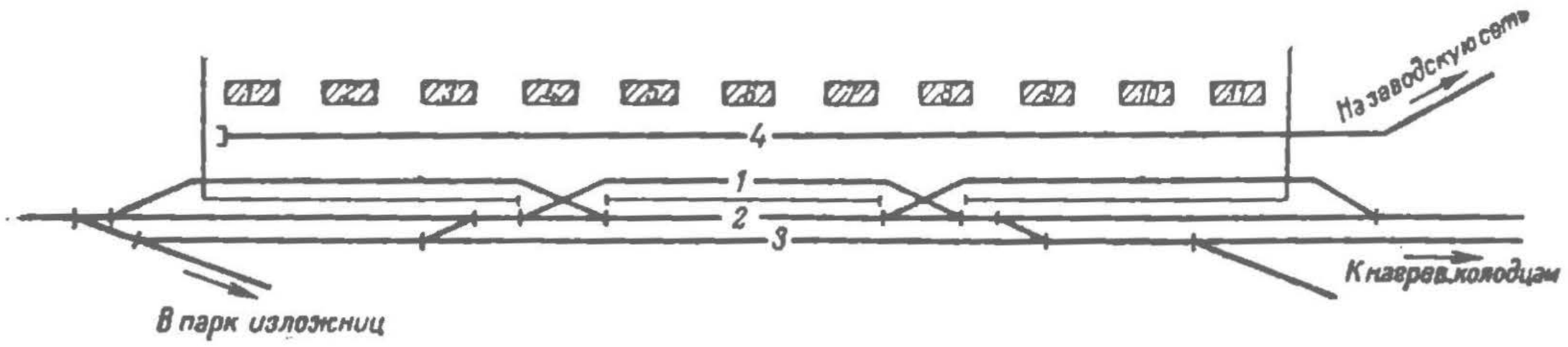


Рис. 327.

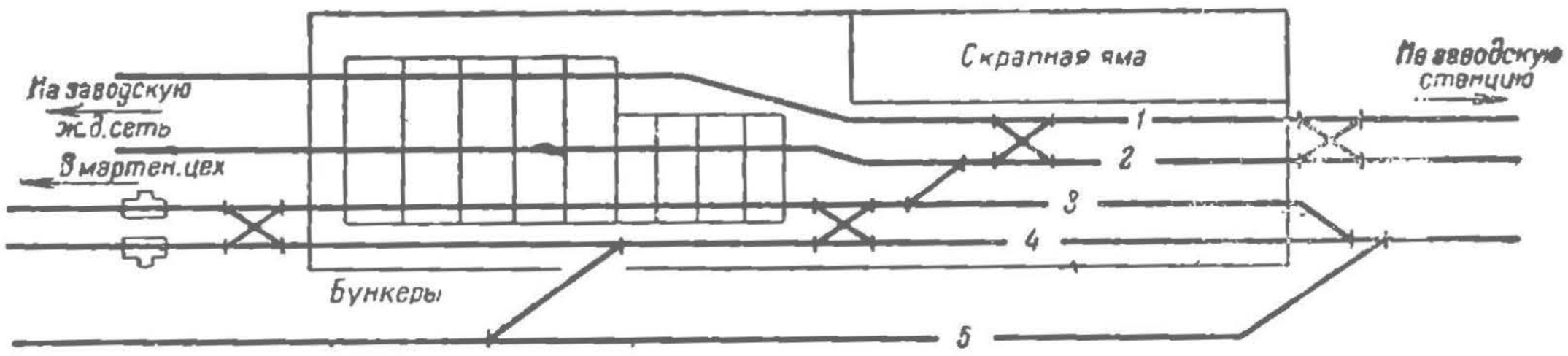


Рис. 328.

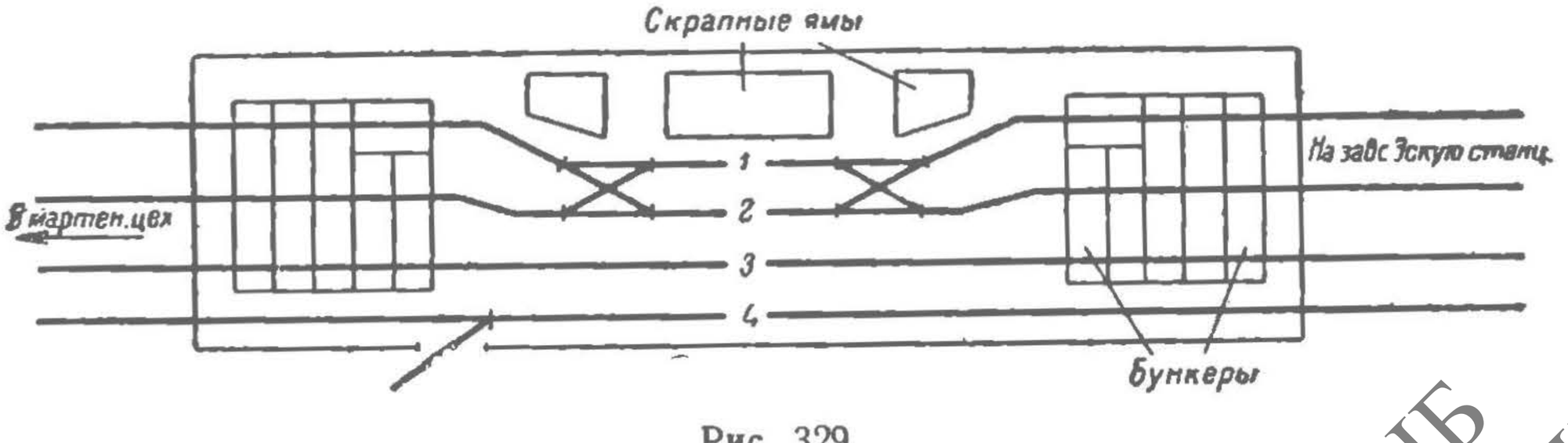


Рис. 329.

На рис. 328 показана схема железнодорожных путей скрапного (шихтового) двора, типа, примененного на заводе Азовсталь. Назначение путей следующее:

1 — разгрузочный для руды, известняка и доломита, разгрузка которых производится в бункеры, и для скрапа, разгружаемого в скрапную яму;

НБ КУДУНТ (ДНТ)

2 — разгрузочный для руды, известняков, скрапа, ферромарганца, окалины и магнезитового порошка;

3—4 — пути для погрузки флюсов и скрапа в мульды для подачи их на рабочую площадку мартеновского цеха;

5 — ходовой путь; в качестве последнего также могут быть использованы те части путей *3* и *4*, на которых производится отстой порожняка под флюсы и скрап.

Для обеспечения большего удобства маневровой работы путь *5* имеет два боковых съезда, из которых один проходит через боковую стенку шихтарника.

Пути *3* и *4* по выходе из шихтарника переходят на горизонтальную эстакаду и далее соединяются с путем рабочей площадки мартеновского цеха.

На рис. 329 приведена схема железнодорожных путей скрапного двора типа Магнитогорского завода; разница заключается в несколько ином расположении бункеров и отсутствии специального ходового пути, вынесенного за пределы здания.

На рис. 330 в виде примера приведена схема путевого развития хозяйства мартеновского цеха завода. Работа железнодорожного транспорта заключается в следующем: подача для плавки производится с восточной станции (различные компоненты шихты) и с западной станции (руда и уголь) на скрапный (шихтовый) двор. Шихта, погруженная в мульды, угловым заездом на тупик *а* подается на рабочую площадку мартеновского цеха. Жидкий чугун подается к печам из миксера; пополнение чугуном миксера производится доставкой его в чугуновозных ковшах из доменного цеха по пути *б*.

Разлитая на путях *в* по изложницам сталь подается по пути *г* в стриперное здание, где слиток освобождается от изложницы, после чего направляется в нагревательные колодцы прокатного цеха. Изложница, снятая в стриперном здании с горячего слитка, переставляется на порожнюю платформу, возвращающуюся из прокатного цеха, и поступает в парк охлаждения, где отстаивается до приобретения нормальной температуры. В дальней-

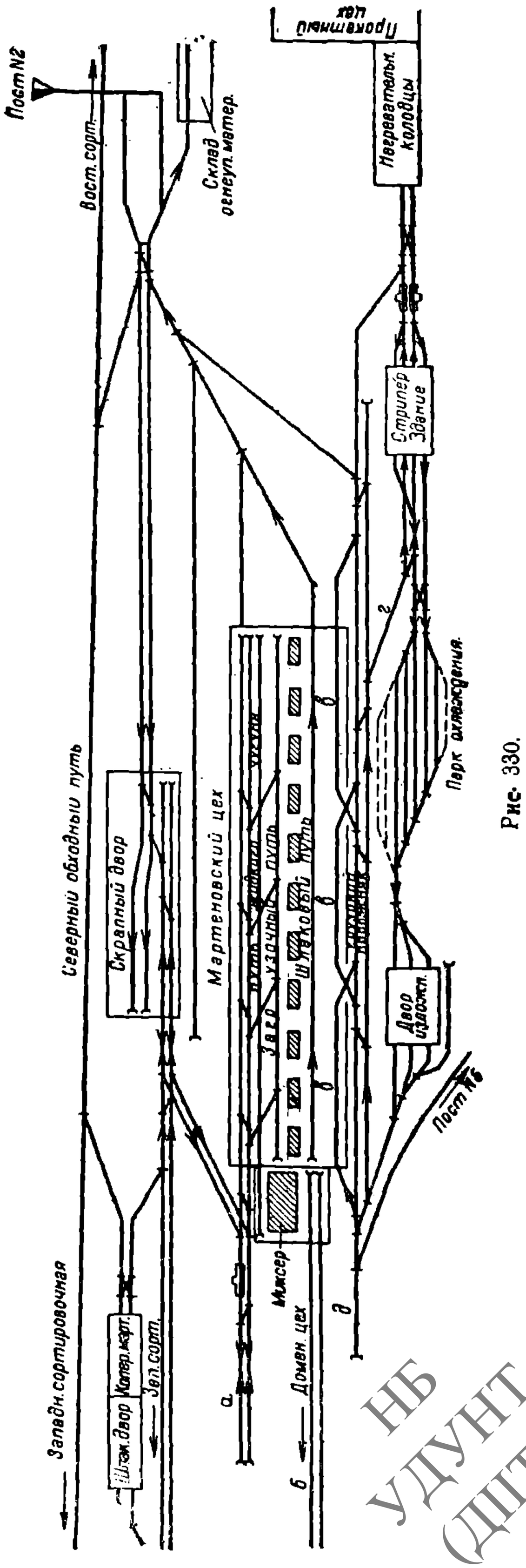


Рис. 330.

НБ УДУНТ (ДИТ)

шем, до подачи изложниц в развивочный пролет, они проходят через двор изложниц, подвергаясь осмотру и соответствующей подготовке. Подача производится через тупик *д* по ходовому пути порожнего направления.

На рис. 331 приведена схема погрузочно-разгрузочных железнодорожных путей головного участка прокатного цеха (нагревательные колодцы и блуминг). Железнодорожные пути *1* и *2* предназначены для подачи к нагревательным колодцам слитков; путь *3* служит для разгрузки коксика и погрузки мусора; путь *4* предназначен для погрузки и вывоза обрезков, окалины и шлаков; путь *5* обеспечивает подачу и уборку валков и ремонтных частей.

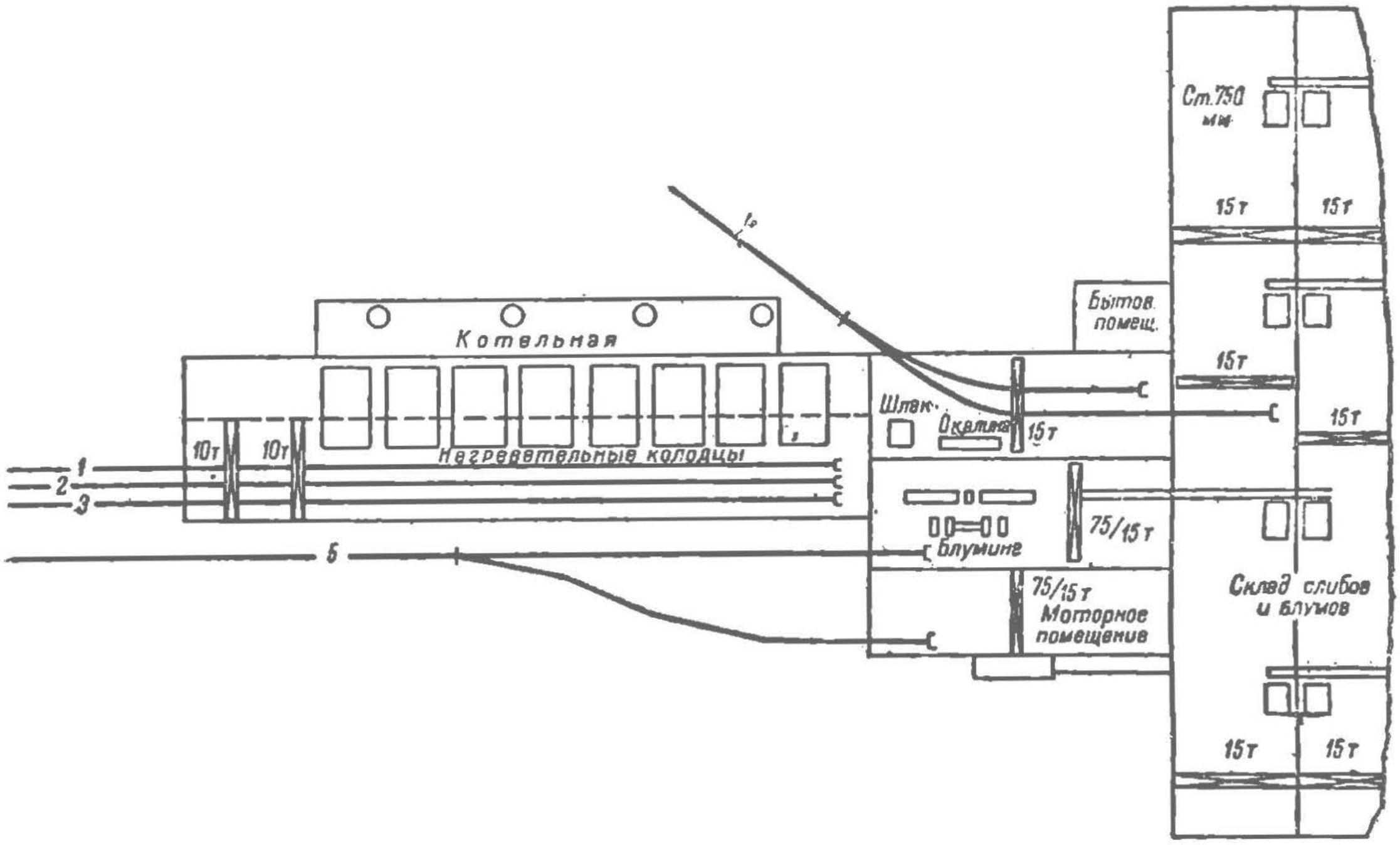


Рис. 331.

Общее количество железнодорожных путей прокатного цеха зависит от его конфигурации, производительности, сортамента продукции и условий расположения на генеральном плане промышленного предприятия.

в) *Погрузочные железнодорожные пути открытых разработок.* Особые условия сооружения погрузочных железнодорожных путей открытых разработок обусловливаются тем обстоятельством, что эти пути должны передвигаться вслед за механизмами добычи и погрузки.

Практика эксплоатации открытых разработок установила две принципиально разнящиеся между собой схемы:

1) схема с параллельной передвижкой погрузочных путей (фронта работ) и

2) схема веерной передвижки путей.

Схема, приведенная на рис. 332, с параллельной передвижкой погрузочных путей отличается тем, что пути прибытия и отправления поездов (главные откаточные пути) укладываются на длительный период времени, тогда как погрузочные пути постепенно передвигаются, следуя за фронтом работы механизмов, добывающих полезное ископаемое, причем пункт примыкания погрузочного пути к главному откаточному не является жестко фиксированным и может в процессе работы также перемещаться.

Работа транспорта осуществляется следующим порядком: порожние составы с обогатительной фабрики прибывают на одну из секций пути *1*, после чего угловым заездом на соответствующую секцию пути *2* подаются на погрузочные

НБ УДУНТ (ДПТ)

тупики *3*. Груженый поезд вытаскивается на путь *2* и после перестановки локомотива в голову состава отправляется на обогатительную фабрику. Пунктиром показано последующее положение погрузочных тупиков при перемещении добывающих механизмов.

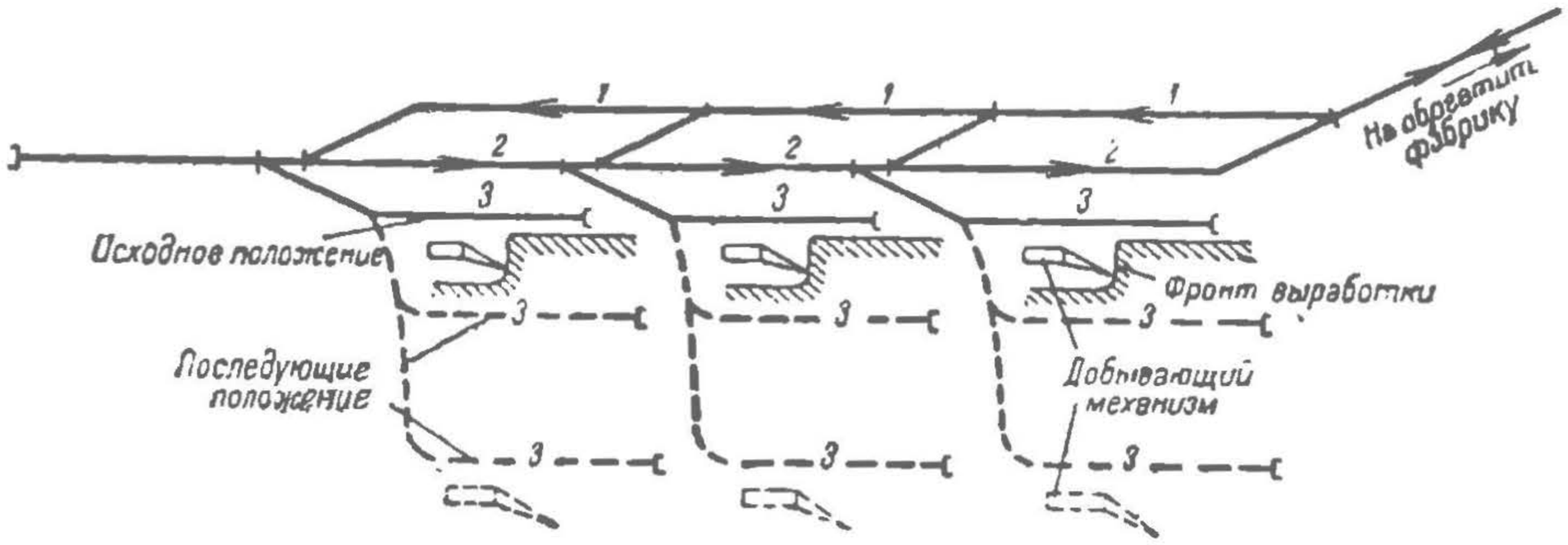


Рис. 332.

На рис. 333 показана веерная схема передвижения погрузочного пути и места добычи ископаемого с постепенным его переносом.

Расстояние между железнодорожным путем, на котором устанавливается вагон под погрузку, и механизмами, добывающими и грузящими, должно быть примерно все время одинаковое, чтобы погрузка производилась без передвижения механизмов.

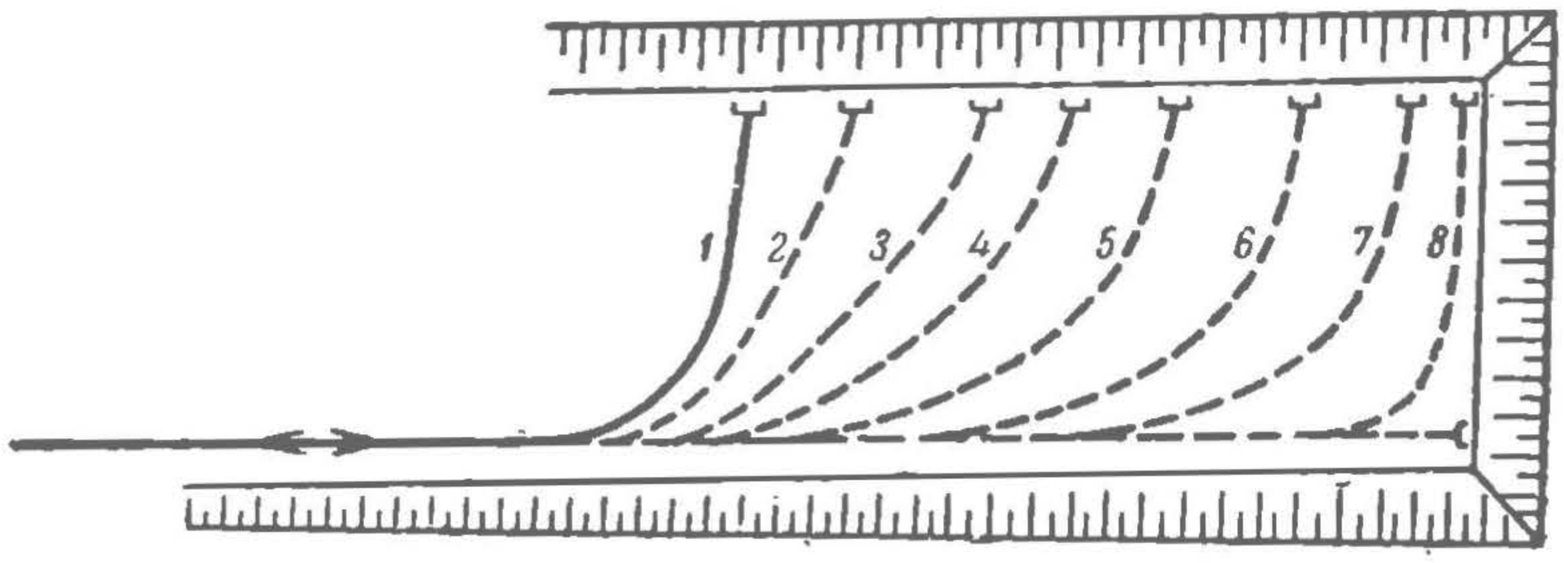


Рис. 333.

Приведенная схема отличается от предыдущей (рис. 332) тем, что в данном случае пункт примыкания погрузочных путей к откаточным жестко фиксирован. В случае узкого фронта разработок может быть применена схема лобовой погрузки, приведенная на рис. 334.

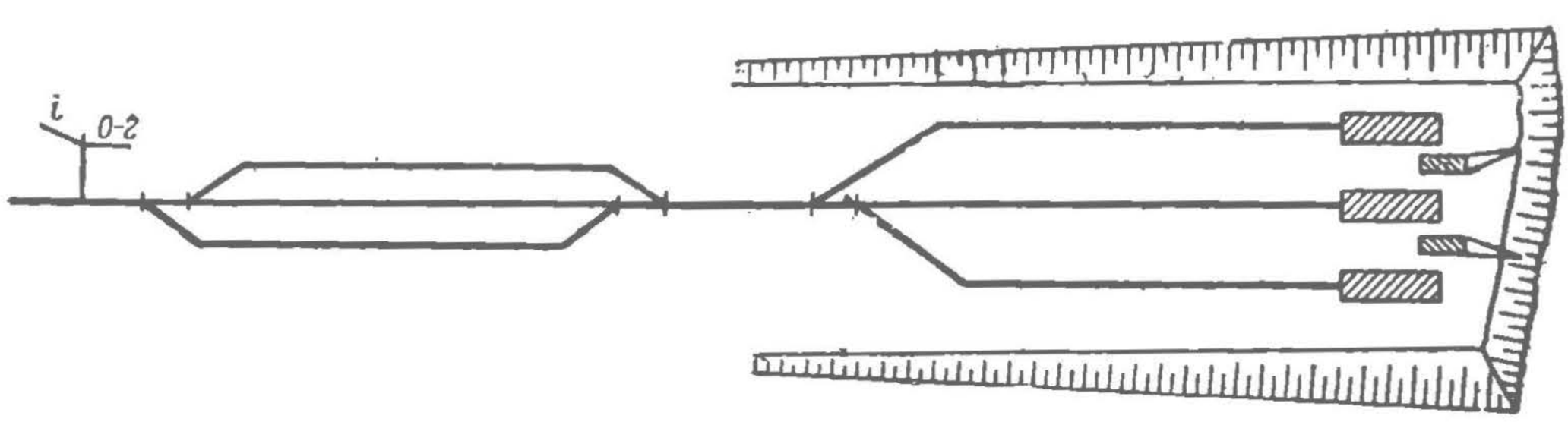


Рис. 334.

При соответствующих возможностях, с транспортной точки зрения, предпочтение следует отдать веерной схеме, так как постоянное переключение железнодорожных путей, при передвижке фронта добычи, имеющее место при осуществлении параллельной схемы, связано с более или менее длительным перерывом движения и нарушением ритма работы разработок. Необходимо отметить, что

НБ УГГУНТ (ДПТ)

веерная схема также не лишена некоторых недостатков, а именно: при контуре карьера, отличающемся от формы кругового сектора, длина веерных погрузочных путей будет меняться в зависимости от положения пути, т. е. появляется необходимость наращивания или укорачивания путей. Однако эта операция менее сложная и менее неудобная, чем перенос пункта примыкания на откаточном пути, и не влечет за собой перерыва в работе; более серьезным недостатком веерной схемы следует считать случай, когда пласт разрабатываемой породы не горизонтален, а имеет легкое падение; в этом случае профиль погрузочных путей будет иметь различный уклон, в зависимости от положения их относительно падения пласта, что необходимо учесть при тяговых расчетах.

Указанное обстоятельство на практике, при малых падениях пласта, в большинстве случаев не имеет значения, а потому рекомендация веерной системы остается в силе.

г) *Погрузочные пути и станции для угольной промышленности.* Схема погрузочной станции шахты и размер путевого развития ее определяются принятыми методами погрузки, производительностью шахт, местными топографическими условиями расположения проектируемой станции и величиной предполагаемого к обращению на путях шахты состава поездов. Погрузочные станции шахт делятся на два основных типа:

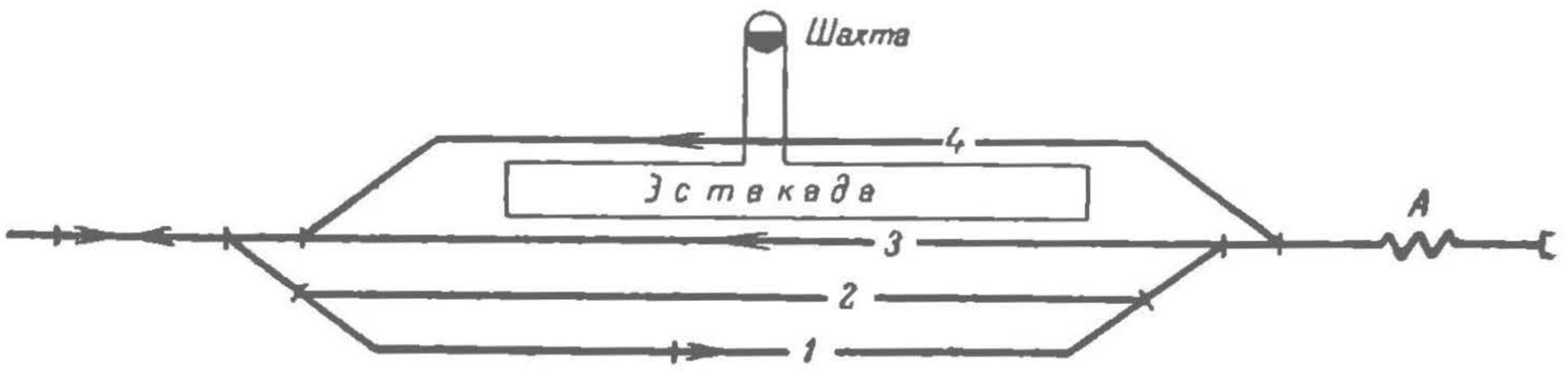


Рис. 335.

1) Станции с применением продольной, по отношению к железнодорожным путям, погрузки угля, т. е. когда фронт погрузки параллелен осям железнодорожных путей. Этот тип станций является принадлежностью шахт малой и, редко, средней производительности, применяющих при погрузке угля, в основном, рабочую силу или примитивную механизацию.

2) Станции с применением поперечной погрузки угля, т. е. когда фронт погрузки перпендикулярен осям железнодорожных путей. Станции этого типа осуществлены почти на всех новых шахтах СССР.

Станции с продольным фронтом погрузки применяются при погрузке угля, главным образом, посредством эстакад. Применение эстакад весьма мало влияет на общую схему станции и на ее работу. На рис. 335 приведена схема такой погрузочной станции; погрузка осуществляется из бункера или из угольного отвала. Порядок работы станции таков: прибывающий состав принимается на путь *1*, затем через вытяжку *А* подается на путь *3* или *4*, где производится погрузка с последующим отправлением с этих же путей.

На рис. 336 показана схема станции с комбинированной погрузкой через лоток с эстакады и из кучки угля, расположенной под ней. В виду неблагоприятных условий подходов к станции (большой уклон), погрузочные пути при помощи двух вытяжек изолированы от приемо-отправочных путей. Порядок работы станции следующий: порожний поезд принимается на путь *1*, после чего вытаскивается на вытяжку *А* и ставится под погрузку на путь *3*, если погрузка производится в открытый подвижной состав, и на путь *4* или *5*, если погрузка производится в крытый подвижной состав. По окончании погрузки состав через вытяжку *Б* переставляется на путь *2* — для отправления на подъездной путь.

При необходимости взвешивания вагонов с углем на шахте, в схеме станции должны быть предусмотрены весовой помост и отгрузочно-догрузочная платформа

НБ КузГТУ (ЦИТ)

при нем для уравнивания веса нагруженного в вагоны угля. Схема такой станции приведена на рис. 337.

Станции с поперечным фронтом погрузки. Особенностью станций этого типа является требование постоянного нахождения под каждой погрузочной точкой (воронкой или жолобом) вагона, что вызывает необходимость иметь на погрузочных путях всегда достаточный запас порожних вагонов. Наиболее часто встречающимся типом станции с поперечным фронтом погрузки следует считать станцию со сквозными путями, объединяемыми по концам двумя маневровыми вытяжками по схеме, приведенной на рис. 338. Порядок работы на станции с такой схемой путей следующий: состав порожних вагонов принимается на путь *1*, после чего локомотив вытягивает состав на выгяжку *А* и осаживает вагоны на пути *3—6*, ставя их вплотную к вагонам, уже находящимся под погрузкой. После указанной операции локомотив, по пути *1* или *2*, перегоняется на другой конец станции и, пользуясь вытяжкой *Б*, убирает ранее нагруженные вагоны с путей *3—6* на путь *1*, на котором формируется поезд, подготовляемый к отправлению.

Подвижка вагонов под точкой погрузки может производиться как специальным локомотивом, так и механическими средствами, например электрошпилями, канатной откаткой и пр.

На рис. 339 приведена схема станции, отвечающая очень трудным топографическим условиям расположения подъездного пути, — условиям, которые требуют осуществления примыкания станции к подъездному пути не в конце ее, как это бывает обычно, а в середине. В этом случае прием с ветви порожнего состава происходит с частичным заходом его сразу на вытяжной тупик *Б* (или *А*, в зависимости от направления движения порожняка), с которого производится расстановка порожняка под погрузку. После погрузки вагоны, сформированные в поезд, осаживаются на вытяжку *А*, откуда и отправляются на подъездной путь. При приеме порожних поездов слева и отправлении груженых поездов в том же направлении обгонных путей не требуется. В случае вывоза угля вправо и поступления порожняка как справа, так и слева, в дополнение к приемо-отправочным путям, требуется уложить обгонный путь для поездного локомотива.

На рис. 340 приведена схема станции, осуществленная в условиях исключительно трудного рельефа, не допускающего нормальной укладки одного конца станции. Порядок работы станции следующий: порожний состав, прибывающий с подъездного пути, принимается на путь *1*, локомотив убирается по пути *2*. Порожние вагоны с помощью локомотива или каких-либо механических средств накатываются на траверсную тележку, которая переставляет их на пути *3—6* погрузки. Уборка вагонов с траверсной тележки, равно как и подвижка их под бункерами, механизирована. Погруженные вагоны локомотив собирает через тупик *А* на путь *2*, откуда и производится отправление груженого поезда.

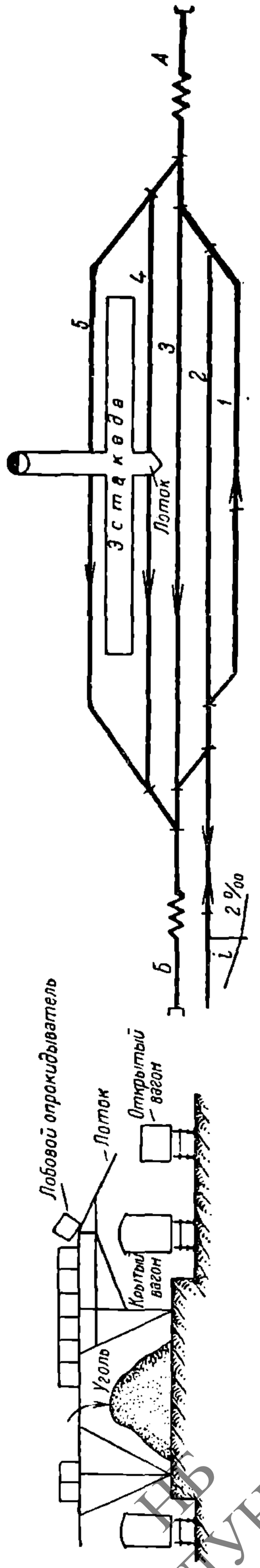


Рис. 336.

НБ УДУНТ (ДНТ)

В сильно стесненной местности, например при наличии значительной застройки, единственным решением может быть применение поворотных кругов, секторов и траверсных тележек.

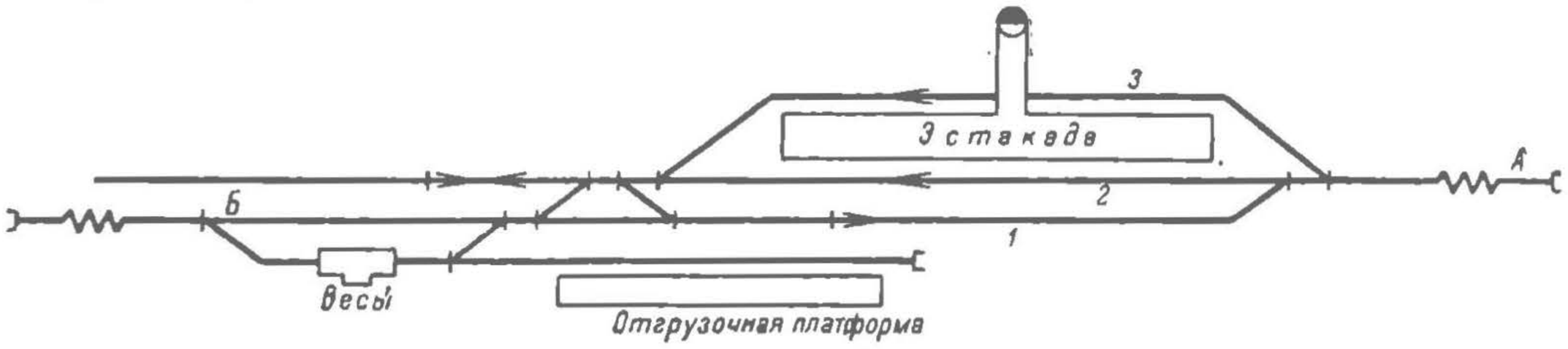


Рис. 337.

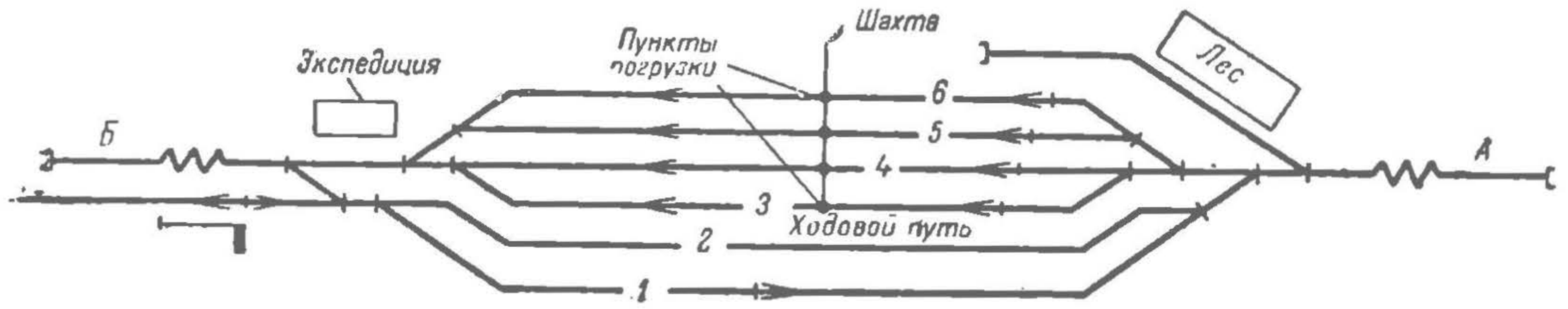


Рис. 338.

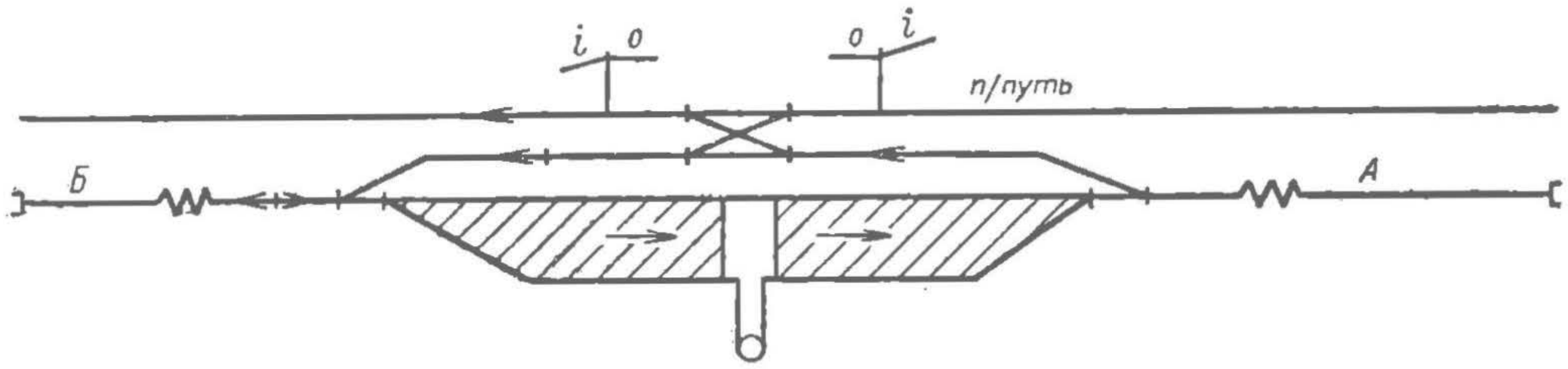


Рис. 339.

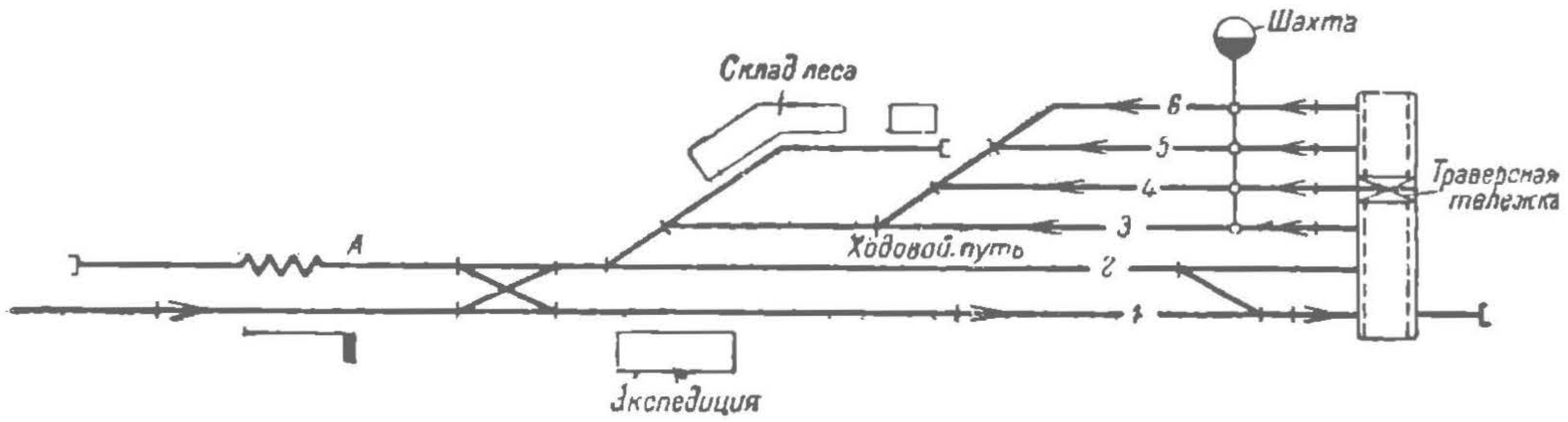


Рис. 340.

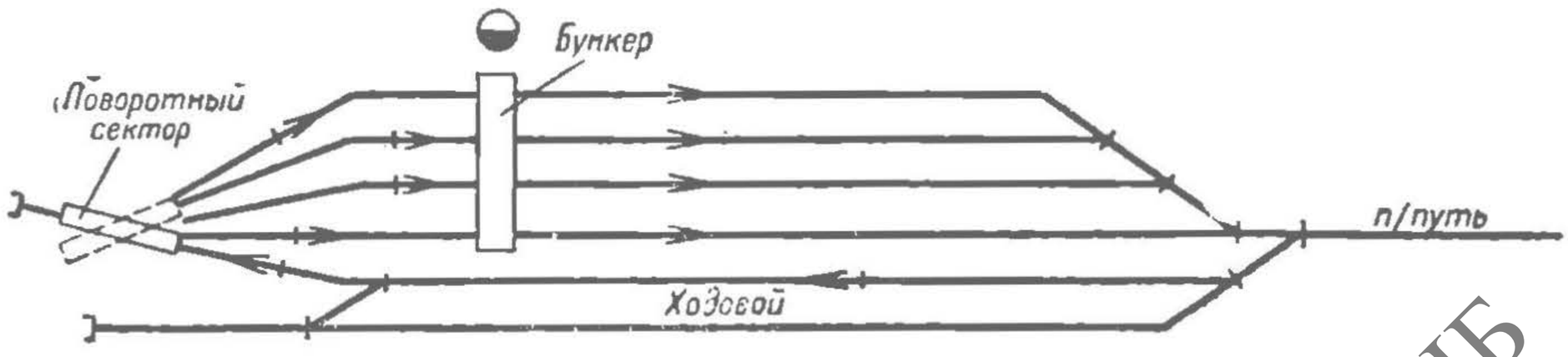


Рис. 341.

На рис. 341 и 342 показаны схемы погрузочных станций с применение поворотного сектора (рис. 341) и поворотного круга с траверсной тележко взамен стрелочной улицы и вытяжного тупика (рис. 342).

НБ УДУНТ (ДНТ)

Схемы станций, приведенные на рис. 340—342, хотя и встречаются в нашей и заграничной практике, но неудобны в эксплоатации и не обеспечивают полностью безопасности движения, вследствие чего не могут быть рекомендованы к осуществлению в нормальных условиях.

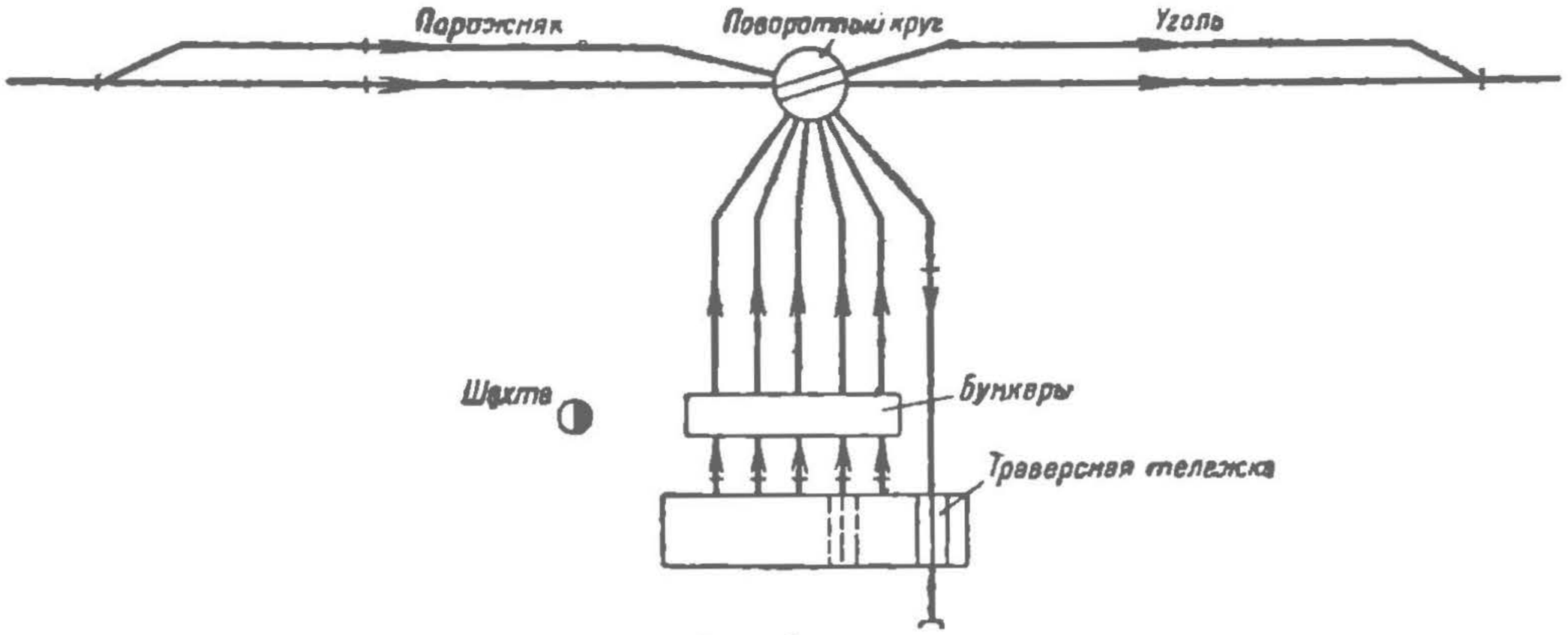


Рис. 342.

Уголь, добытый в шахтах, до отправления его потребителю должен быть разобран по сортам и крупности, и из него должна быть выбрана пустая порода. Для осуществления указанных операций на шахтах предусматриваются углесортировки и породоотборки.

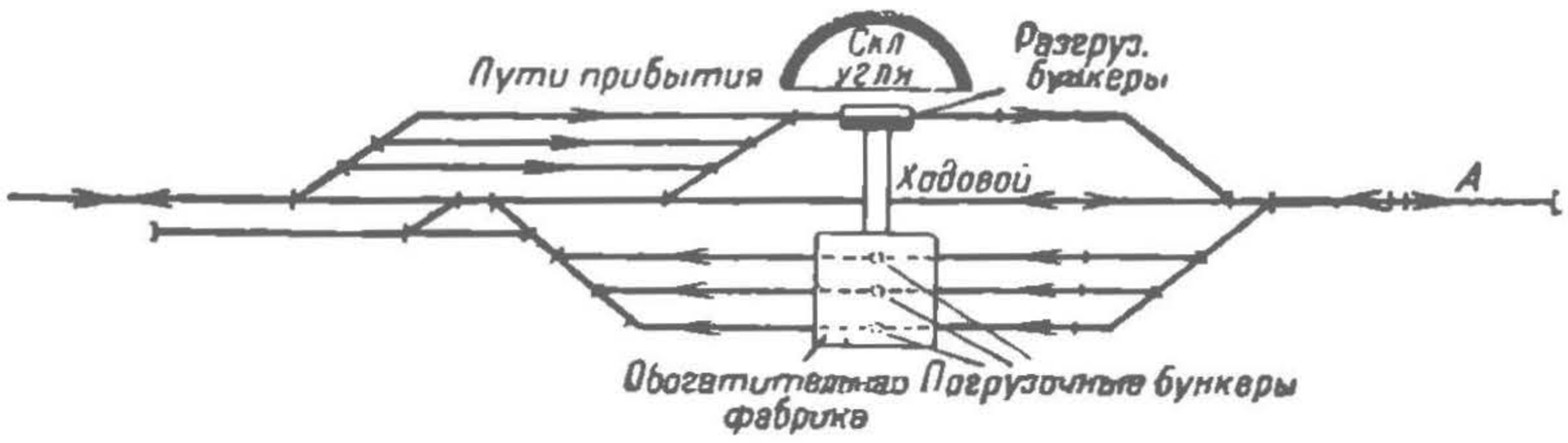


Рис. 343.

В некоторых случаях, по условиям организации работы, представляется целесообразным объединить сортировку угля и отбор из него пустой породы в одном месте для всех шахт данного района, что обычно осуществляется на так называемых центральных обогатительных фабриках *ЦОФ*.

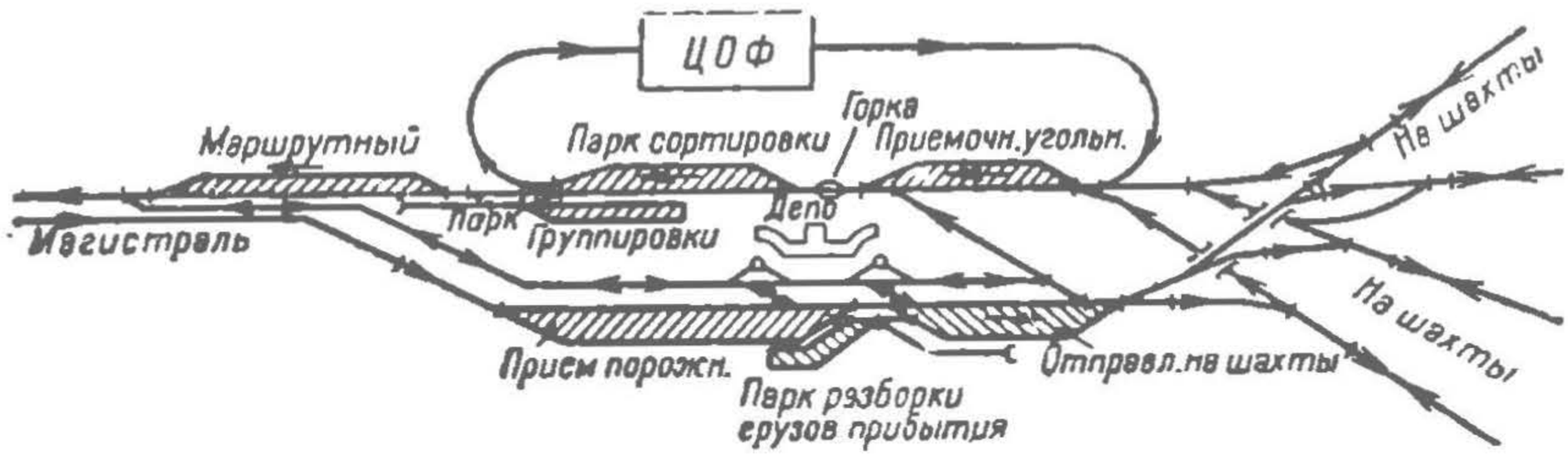


Рис. 344.

На рис. 343—345 приведены схемы путевого развития центральных обогатительных фабрик. Схема работы транспорта по рис. 343 следующая: состав с углем прибывает в парк прибытия, откуда протаскивается через бункер, и через вытяжку *А* подается на один из путей погрузки. Уголь, разгруженный из состава в бункер, механическим транспортом (транспортеры и пр.) подается либо на обогатительную фабрику, либо на склад угля. Уголь, прошедший обработку на

НВ УЛУНТ (ДПТ)

агрегатах обогатительной фабрики, поступает в бункеры фабрики, откуда производится погрузка его в железнодорожные вагоны. Протаскивание железнодорожного состава под погрузочным отверстием бункера производится механизированным способом. Работа транспорта по схеме, изображенной на рис. 344, заключается в следующем: порожняк с магистрали поступает в парк порожняка; сюда же поступают груженые вагоны, идущие в адрес шахт; после разборки и те и другие направляются на шахты; груженые углем составы с шахт поступают в парк прибытия (приемочный), после чего подвергаются сортировке через горку и далее направляются либо в парк отправления маршрутных поездов, либо на обогатительную фабрику. Следует иметь в виду, что приемные устройства обогатительной фабрики находятся в левой (по чертежу) ее части, а погрузочные бункеры в правой. Вагоны, погруженные на обогатительной фабрике, также проходят разборку на горке и затем поступают в парк отправления маршрутных поездов. На рис. 345 приведена еще одна схема угольно-сортировочной станции в районе центрально-обогатительной фабрики и центральных складов; общая схема направлений движения транспорта указана на чертеже стрелками.

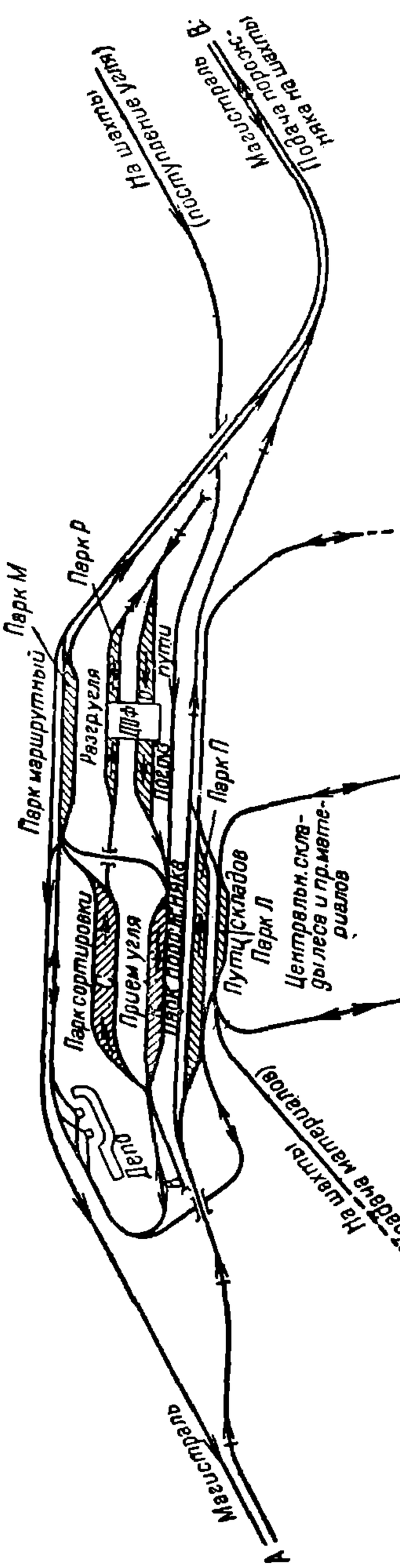


Рис. 345.

д) *Путевое развитие тяговых хозяйств.* Тяговое хозяйство промышленных предприятий предназначается для обслуживания, осмотра и ремонта всего подвижного и тягового состава железнодорожного типа, включая и железнодорожные краны, а также для экипировки локомотивов. Для выполнения всего комплекса требований, предъявляемых к тяговому хозяйству, последнее должно иметь следующие устройства:

1) здания депо с ремонтными мастерскими, дежурными и служебными помещениями;

2) устройства для снабжения локомотивов топливом, водой, песком, смазочными, обтирочными и другими материалами и инструментами;

3) устройства дли очистки топок от шлака, уборки шлака, чистки зольных и дымовых коробок паровозов;

4) площадки или стойла в депо для обмывки, продувки и очистки локомотивов;

5) смотровые стойла в депо или канавы для осмотра локомотивов;

6) устройства для поворота локомотивов (поворотные круги, треугольники, пятиугольники, петли);

7) тракционные пути;

8) помещение для хранения материалов и инструментов;

9) помещение для отдыха локомотивных бригад (только на подъездных путях значительной длины);

10) помещение для бытового и культурного обслуживания рабочих депо (только на подъездных путях значительной длины; на промышленных предприятиях объединяется с культурными учреждениями самого предприятия) и

НБ УГЛУНТ (ДГТ)

11) вспомогательные служебные и технические здания.

В настоящем отделе книги рассматривается лишь вопрос путевого развития тягового хозяйства (тракционные пути).

Тяговое хозяйство промышленного предприятия может быть расположено как на заводской сортировочной станции, так и на площадке предприятия; в обоих случаях это хозяйство должно быть обеспечено надлежащим путевым оборудованием, связанным с железнодорожной сетью промышленного предприятия и обеспечивающим максимальную компактность расположения экипировочных и других устройств для облегчения контроля и надзора за отдельными операциями, рациональную организацию работы и последовательное (поточное) выполнение всех операций, для чего тракционные пути должны быть специализированы по следующему признаку:

1) пути для следования локомотивов из-под поездов (с маневрового района) под экипировку;

2) пути для подачи локомотивов под поезда (в маневровый район);

3) пути для снабжения локомотивов топливом (с устройством в необходимых случаях обходных путей); количество путей зависит от решения топливоподачи, числа точек подачи, и определяется расчетом;

4) пути для очистки топок паровозов от шлака и золы; число путей и их протяжение зависят от принятого типа и числа канав для очистки топок;

5) пути для обмывочных и продувочных площадок с устройством в необходимых случаях обходных путей;

6) пути для отстоя действующих (горячий резерв) локомотивов, а также запасных (холодных);

7) пути для доставки материалов с материального склада в том случае, если для этого нельзя использовать другие пути без значительной задержки экипировки;

8) пути для хозяйственных нужд, как, например, для стоянки запасных составов, вагонеток, передвижных кранов и пр.;

9) пути для стоянки пожарного и аварийного вспомогательного поезда, с прямым выходом на основные ходовые пути промышленного предприятия или станции.

Рекомендуется придерживаться следующей последовательности операций поточной системы экипировки:

1) паровоз, прибывший в тяговое хозяйство, направляется к соответствующим устройствам для набора топлива;

2) после набора топлива паровоз следует к кочегарным ямам, где производится чистка топки, дымовой коробки и одновременно набор воды и песка;

3) затем паровоз отправляется на обмывочно-продувочную площадку или в специальное обмывочное здание, где производятся продувка и очистка ходовых частей локомотива и рамы: летом — от пыли и грязи, зимой — от льда и снега;

4) далее локомотив следует в смотровое стойло, где происходят осмотр локомотива и запись ремонта, а также мелкий междупоездной ремонт, не требующий постановки локомотива в депо;

5) затем локомотив либо вводится в здание депо на длительную стоянку, либо направляется на пути для стоянки в горячем состоянии, откуда и выходит под поезд или на маневровый участок.

Общий характер схемы путевого развития тягового хозяйства зависит от взаимного расположения трех основных групп устройств: а) зданий депо, б) топливного склада, в) экипировочных устройств.

Вспомогательные устройства, технические и служебные здания располагаются уже в зависимости от размещения указанных основных групп.

Решающее влияние на схему тягового хозяйства имеет направление входа и выхода локомотивов на деповскую территорию, т. е. будет ли схема: а) сквозная, когда локомотивы входят с одного конца территории, а уходят с противоположного конца, или б) тупиковая, когда локомотивы уходят с того же конца деповской территории, с которого на нее поступили.

НБ УГЛУНТ (ДГТ)

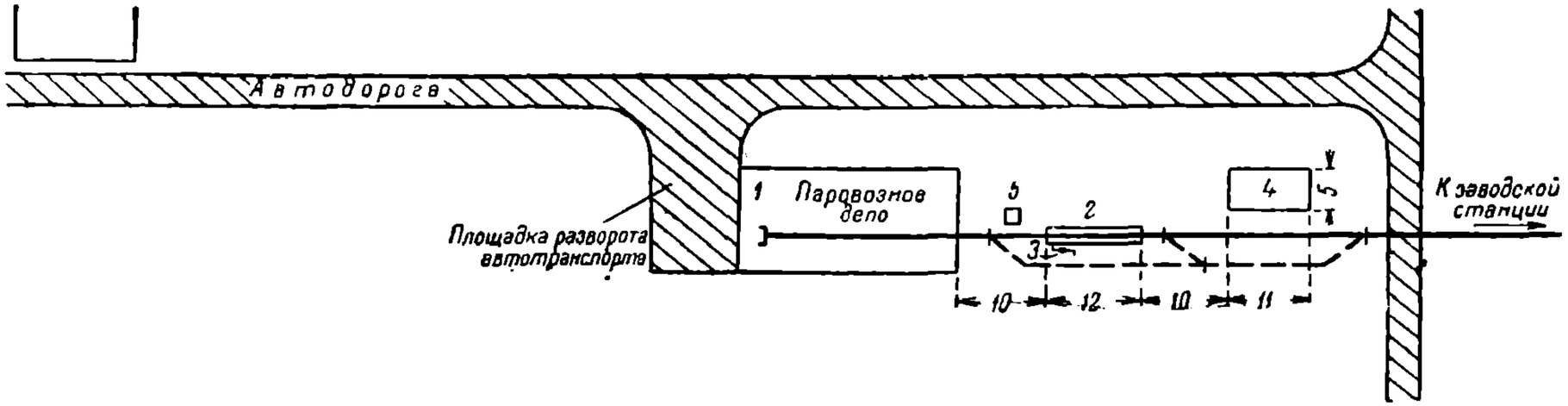


Рис. 346.

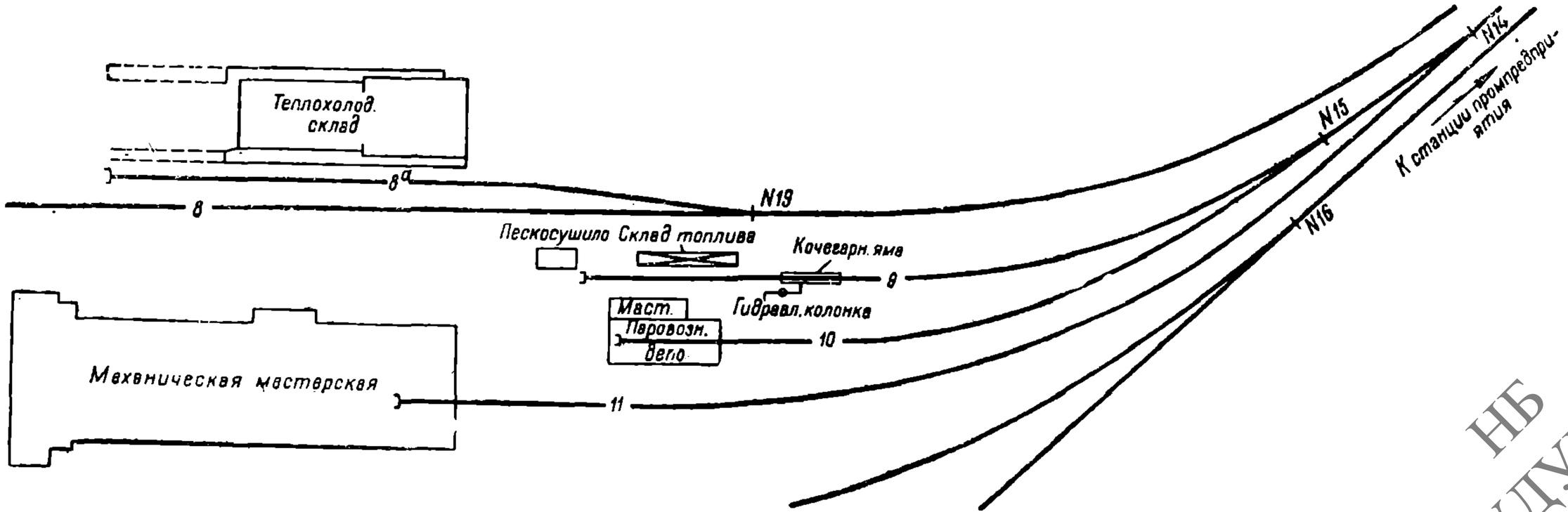


Рис. 347.

НБ УДУНТ (ДИТ)

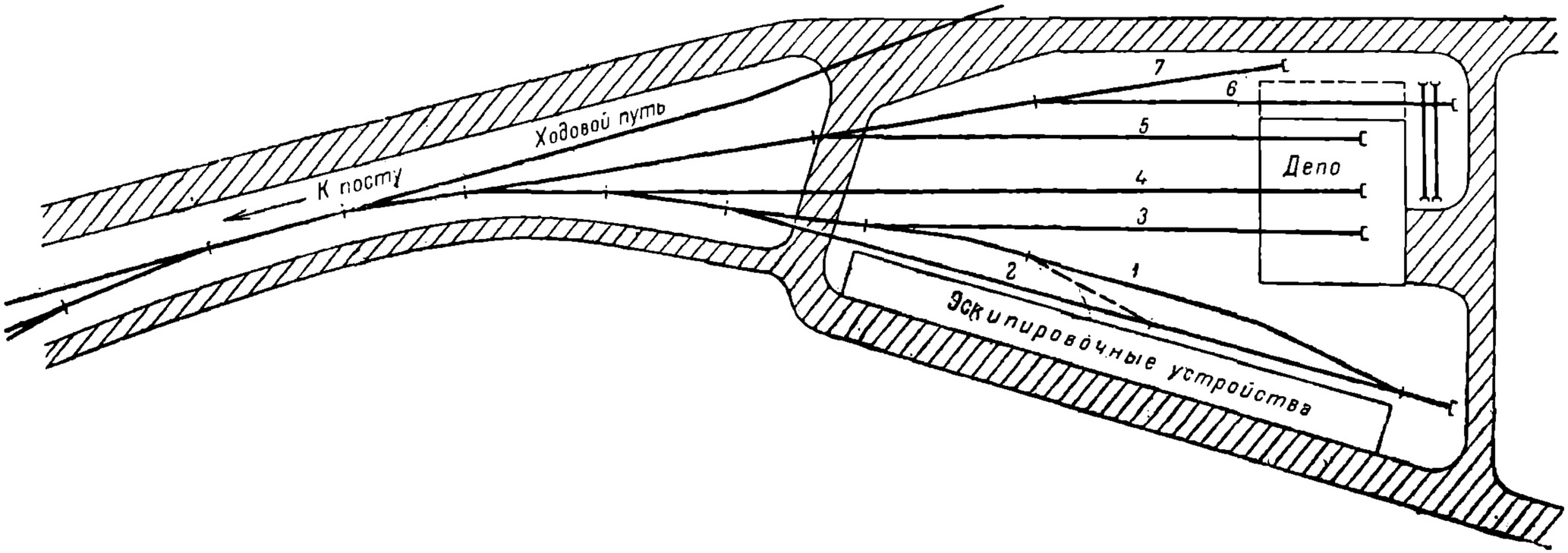


Рис. 348.

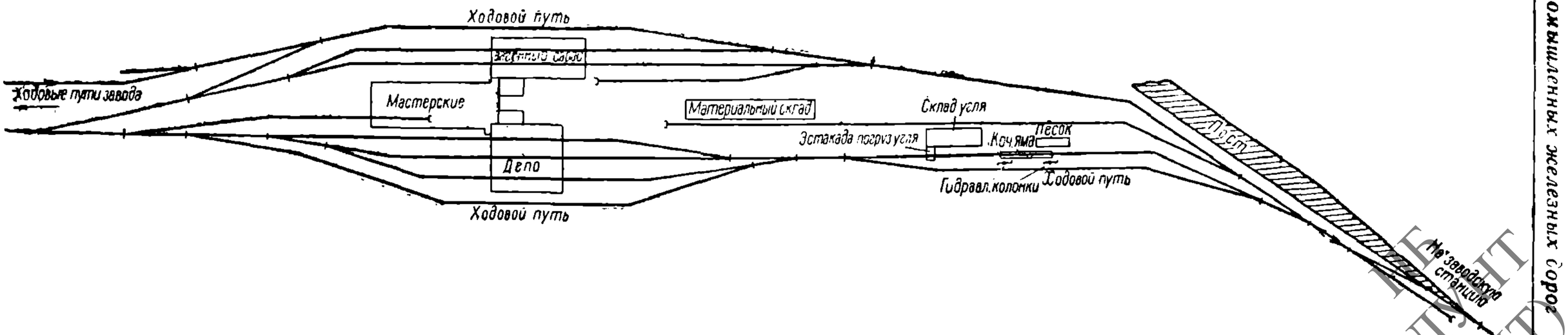


Рис. 349.

РГБ УДИТ (ДИТУ)

В зависимости от ряда местных условий, рельефа местности, отведенной под тяговое хозяйство, формы участка застройки, характера путевого развития станции или промышленной площадки и пр. схемы тягового хозяйства могут быть весьма разнообразны.

Ниже приведено несколько схем тяговых хозяйств промышленных площадок и больших сортировочных станций.

На рис. 346 и 347 приведены простейшие схемы тягового хозяйства на два паровоза малых промышленных предприятий, осуществленные по тупиковому типу с примыканием к заводской станции этих предприятий. Для обеспечения схеме по рис. 346 большей маневренности следует уложить путь, показанный на рисунке пунктиром.

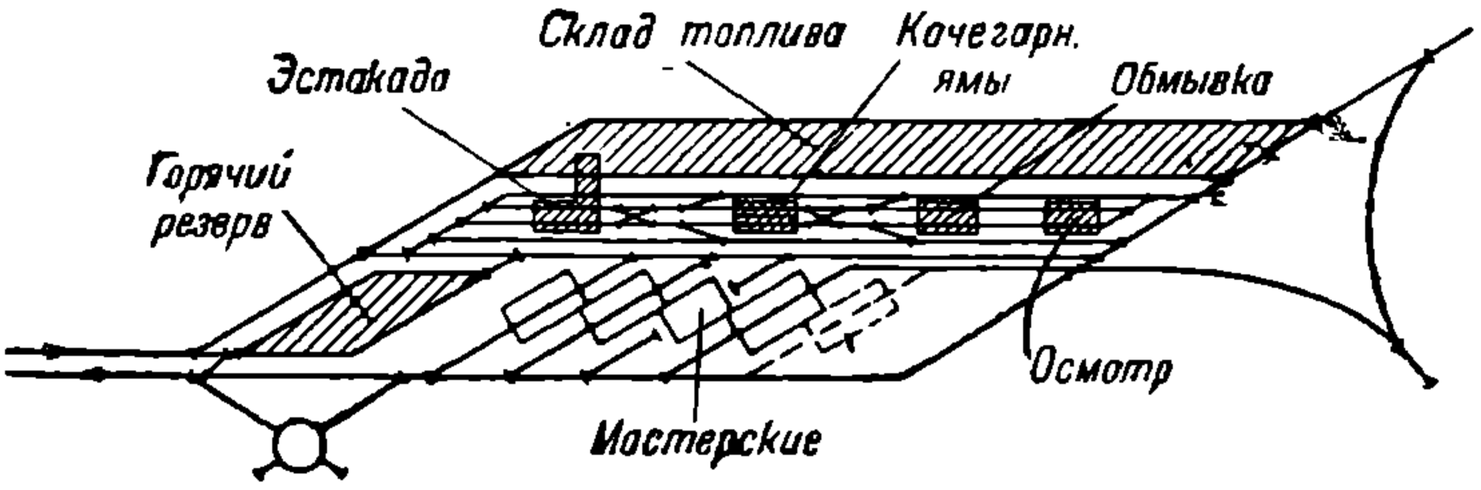


Рис. 350.

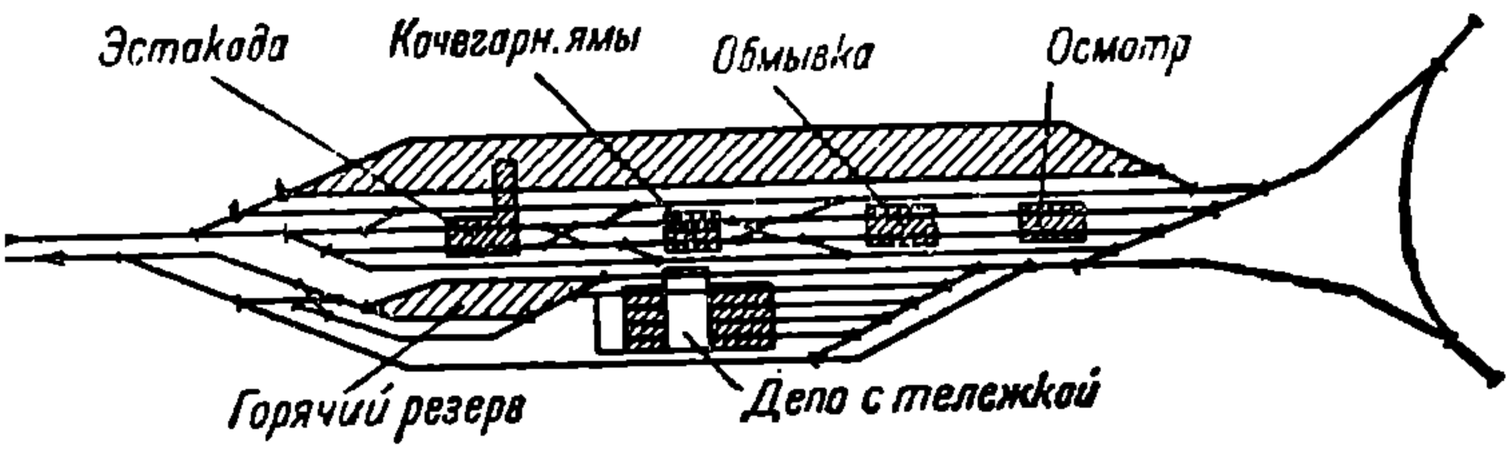


Рис. 351.

На этом рисунке *1* — депо с мастерскими, бытовыми и служебными помещениями при нем; *2* — наружная кочегарная канава; *3* — гидравлическая колонка; *4* — склад угля; *5* — будка для хранения запасов смазки, обтирочных материалов и пр.

Паровозное депо по схеме, приведенной на рис. 347, расположено в непосредственной близости от механической мастерской промышленного предприятия, с тем, чтобы в депо не устанавливать станков, а все ремонтируемые детали, требующие обработки на станках, передавать в эту мастерскую.

На рис. 348 приведена схема путевого развития тягового хозяйства одного из машиностроительных заводов, осуществленная по тупиковой схеме; развитие это рассчитано на обслуживание: 3 паровозов, 5 мотовозов, 5 кранов железнодорожного типа и 80 вагонов различных типов.

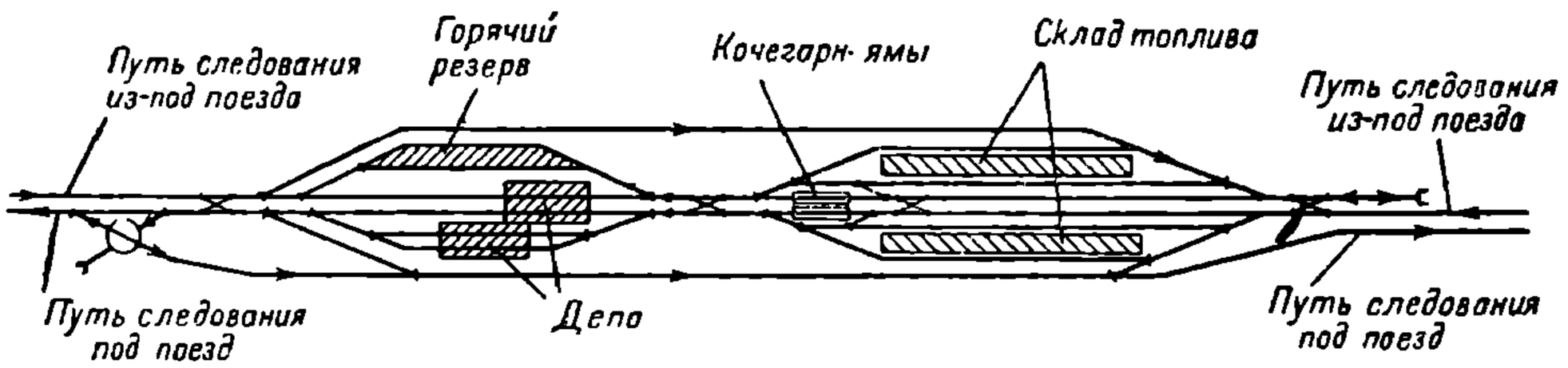


Рис. 352.

На рис. 349 показана схема тягового хозяйства машиностроительного завода, осуществленная по последовательной схеме; хозяйство рассчитано на 10 паровозов, 12 паровых кранов железнодорожного типа и 100—120 вагонов различных типов.

На рис. 350—352 приведены схемы тяговых устройств, встречающиеся на заводских сортировочных станциях промышленности. Схемы, приведенные на рис. 350 и 351, относятся к тупиковым, с параллельным расположением экипировочных устройств, складов угля и депо. Такое расположение дает компактность схемы, но неизбежно вызывает пересечение направлений движения локомотивов, входящих и уходящих из тягового хозяйства.

НБ УГЛУНТ (ДГТ)

Схема, приведенная на рис. 352, является сквозной и исключает пересечение направления движения локомотивов, но имеет значительную длину, примерно равную длине целого парка. При решении схемы путевого развития тягового хозяйства следует иметь в виду, что поворотные устройства (круг или треугольник) должны располагаться на пути выхода паровозов за контрольные будки, с тем чтобы поворот паровоза совершался после того, как выяснится назначение паровоза.

ГЛАВА VI.

ВАРИАНТЫ, СРАВНЕНИЕ И ВЫБОР ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ ПУТЕВОГО РАЗВИТИЯ.

§ 20. Этапы проектирования и варианты.

Проектирование любого сооружения, как и решение любой технической задачи, можно разделить на три основных этапа.

К первому этапу следует отнести решение проблемной части вопроса; в данном случае это будет решение и выбор принципиальной схемы путевого развития, например принципиальной схемы погрузочных путей доменного цеха или принципиальной схемы заводской сортировочной станции.

Ко второму этапу следует отнести всю конструктивно-расчетную часть задачи или, в данном конкретном случае, — расчеты числа путей в парках, расчеты горловин и погрузочных фронтов, вопросы укладки принятой схемы путей и пр.

Третьим и заключительным этапом является уточнение и детализация отдельных строительных элементов, т. е. составление рабочих чертежей для всех элементов строительства данного объекта.

Указанные этапы являются безусловно весьма важными для проектирования, и вопросы первого этапа, обычно относящиеся к стадии проектного задания, часто являются вопросами не менее ответственными и, пожалуй, не менее сложными, чем последующие конструктивно-расчетные вопросы, относящиеся к стадиям технического и рабочего проектирования, когда основные элементы проекта уже предопределены.

К решению поставленной задачи, выбору принципиальной схемы данного путевого развития (погрузочного фронта, станции и т. д.), приступают на основе задания, когда изучаются все топографические, гидрологические и прочие местные условия, влияющие на выбор отдельных решений по проекту и приводящие, в результате, к ряду разнообразных вариантов решения принципиальной схемы данного путевого развития. Чем полнее выявлены на основе учета всех местных условий возможные варианты, тем объективнее и правильнее может быть принято окончательное решение. Изложенное не значит, конечно, что изучение, сопоставление и сравнение вариантов принципиальных решений должны поглотить бо́льшую часть времени и средств, отпущенных на решение поставленной технической задачи, и что на долю технического (конструктивного) и рабочего проектирования почти ничего не будет оставаться.

Приступая к решению поставленной технической задачи, надо выявить все, или почти все, возможные варианты, но глубоко изучать приходится в большинстве случаев лишь некоторую часть их, так как значительное количество вариантов отпадает уже при самом схематическом их сопоставлении.

Некоторое количество вариантов потребует приближенного, схематического сравнения, и только оставшаяся незначительная часть наиболее реальных вариантов сможет оказаться конкурентоспособной и потребовать значительно более подробного сравнения.

НБ УДУНТ (ДГТУ)

§ 21. Общие положения по сравнению вариантов.

Сравнение вариантов может быть произведено по различным признакам, характеризующим сопоставляемые варианты в эксплоатационном, строительном и экономическом отношениях.

Элементами сопоставления вариантов в эксплоатационном отношении могут служить:

1) соответствие схемы требованиям и режиму технологического процесса цеха или промышленного предприятия, степень увязки схемы данного объекта с решением путевой железнодорожной схемы промышленного предприятия или промышленного района;

2) эксплоатационные удобства: простота переработки составов, количество угловых заездов, количество устройств одноименного назначения и их загруженность, количество и категория внутристанционных пересечений;

3) важнейшие эксплоатационные измерители: загруженность отдельных элементов, штат и стоимость его содержания, стоимость содержания маневровых средств, продолжительность переработки составов;

4) важнейшие показатели плана и профиля: величина радиусов кривых, уклоны на парковых и ходовых путях и т. д.

Элементами сопоставления вариантов в строительном отношении могут служить:

1) конфигурация и площадь, занимаемая путевым развитием на промышленной площадке, снос строений;

2) объемы строительных работ по земляному полотну, верхнему строению, искусственным сооружениям, централизации стрелок и сигналов, водоснабжению и пр.;

3) геологические, гидрологические, топографические факторы, усложняющие строительство;

4) возможные сроки строительства, возможный процент механизации трудоемких работ и т. д.

Элементами сопоставления в экономическом отношении могут служить:

1) требуемые первоначальные капиталовложения по вариантам;

2) требуемые последующие капиталовложения по вариантам для овладения нарастающими перевозками развивающегося промышленного предприятия, их размеры и распределение по годам;

3) размеры ежегодных эксплоатационных расходов и их динамика на первых и последующих этапах эксплоатации;

4) величина транспортных расходов, ложащихся на одну тонну переработанного груза или на тонну (штуку) выпущенной продукции, и т. д.

Перечисленные элементы дают лишь общую характеристику возможной оценки отдельных вариантов по их достоинствам и недостаткам. Кроме того, в каждом отдельном случае необходимо выявлять специфические особенности сопоставляемых вариантов для наиболее всесторонней оценки характеристик выдвигаемых вариантов, для их первоначального отбора, который производится лишь по отдельным перечисленным выше элементам, имеющим для данной задачи наиболее существенное значение.

Сравнивая варианты решений, трудно ожидать, что какой-либо вариант окажется лучше других во всех наиболее существенных отношениях. В значительном большинстве случаев те или иные достоинства в одних показателях получаются ценою ухудшения других показателей. Например, параллельное расположение парков станции дает компактность схемы станции и удобство наблюдения за ее работой, но вызывает необходимость вытягивания состава в направлении, обратном его прибытию при подаче его на сортировочный комплект, и т. п.

Указанное обстоятельство приводит, при сравнении вариантов, к необходимости сопоставления их во всей совокупности выявленных достоинств и недостатков, учитывая большее или меньшее значение отдельных показателей в дан-

НБ УДУНТ (СПТ)

ных конкретных условиях. Так, например, чем значительнее размеры эксплоатационной работы проектируемого путевого развития, тем бо́льшие капиталовложения можно позволить, идя на улучшение условий работы проектируемой схемы, скажем, за счет укладки ряда параллельных съездов.

Приведенное сравнение вариантов, при безусловном обеспечении безопасности, бесперебойности движения и нормального течения и ритма технологического процесса промышленного предприятия, должно вызвать решение, дающее наивыгоднейшее соотношение между строительными и эксплоатационными факторами, т. е. между требующимися единовременными капиталовложениями и последующими расходами эксплоатации.

ГЛАВА VII.

ИСХОДНЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА ПУТЕВОГО РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ.

§ 22. Косая таблица грузооборота.

Заданием для составления проекта вновь строящегося или реконструируемого путевого развития промышленных железных дорог являются нижеследующие исходные данные:

1) годовой грузооборот с указанием взаимной корреспонденции грузов и среднего коэфициента неравномерности;

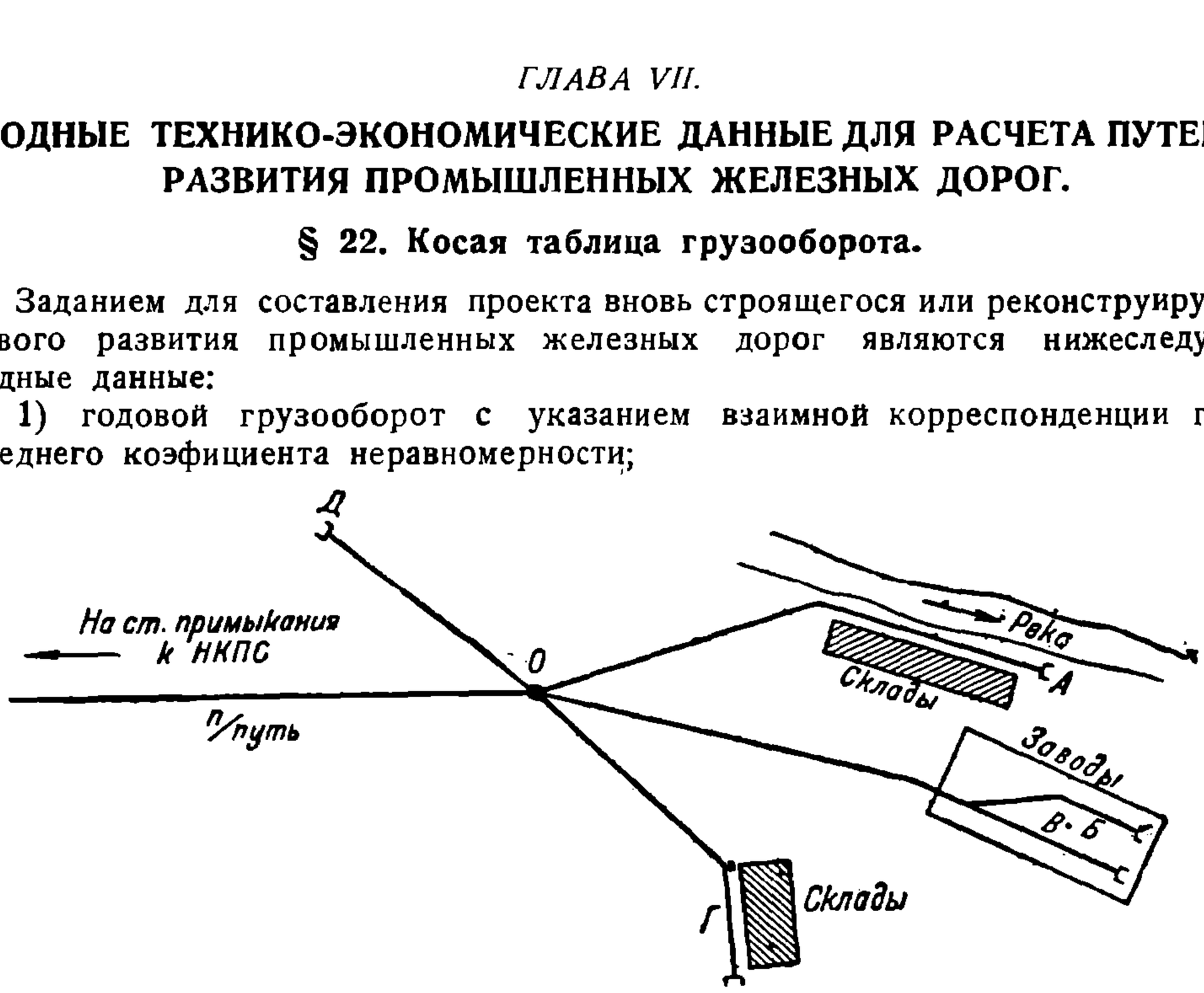


Рис. 353.

2) количество вагонов в составе, обращающемся на подъездном пути и на различных участках территории промышленного предприятия, с указанием процента большегрузных и нормальных вагонов;

3) указания о категории прибывающих в адрес промышленного предприятия поездов, т. е. требования детальной сортировки, подач по частям и подач целыми составами;

4) данные рельефной и плановой конфигурации участка, отводимого под строительство данного объекта;

5) дополнительные данные, отражающие особые требования, предъявляемые технологией производства к проектируемому путевому развитию.

В отдельных случаях (обычно при реконструкции) упомянутые данные приходится выявлять на местах путем обследования существующего хозяйства, а иногда их получают в виде задания от проектировщиков технологической части данного производства.

На рис. 353 приведена схема железнодорожных путей промышленного предприятия, в точке *О* которой намечено запроектировать заводскую сортировочную станцию.

НЕ УДУГЕ (ДИТ)

Данные обследования выявили годовой грузооборот станции в размере:
а) Прибытие с сети НКПС — 2500 тыс. тонн, из них:

на *А*	10%, т. е.	250 тыс. тонн
„ *Б*	40%, т. е.	1000 „ „
„ *В*	10%, т. е.	250 „ „
„ *Г*	40%, т. е.	1000 „ „
Всего		2500 тыс. тонн

б) Отправление на сеть НКПС — 1500 тыс. тонн, из них:

с *А*	30%, т. е.	450 тыс. тонн
„ *Б*	10%, т. е.	150 „
„ *В*	50%, т. е.	750 „
„ *Г*	10%, т. е.	150 „
Всего		1500 тыс. тонн

Эти данные заносятся в так называемую косую или шахматную таблицу годового грузооборота (см. табл. 72).

ТАБЛИЦА 72.

Годовой грузооборот в тысячах тонн.

Из \ На	П/путь	*О*	*А*	*Б*	*В*	*Г*	*Д*	Итого
П/путь	×	2 500	—	—	—	—	—	2 500
О	1 500	×	250	1 000	250	1 000	—	4 000
А	—	450	×	—	—	—	—	450
Б	—	150	—	×	—	—	150	300
В	—	750	—	—	×	—	750	1 500
Г	—	150	—	—	—	×	—	150
Д	—	—	—	1 000	250	—	×	1 250
Итого	1 500	4 000	250	2 000	500	1 000	900	10 150

Косая таблица грузооборота может быть построена по двум принципам:

1) В таблицу заносятся пункты отправления, пункты назначения и пункты проследования грузов (см. табл. 72).

2) В таблицу заносятся только пункты отправления и назначения грузов без указаний пунктов проследования (см. табл. 73). Форма таблицы 72 обычно применяется для выявления и увязки грузооборота всего промышленного предприятия в целом; для данного участка (поста, станции и т. д.) удобнее применять форму таблицы 73.

НБ УГЛТУ (ДГТ)

ТАБЛИЦА 73.

Годовой грузооборот в тысячах тонн.

Из \ На	П/путь	*А*	*Б*	*В*	*Г*	Итого
П/путь	×	250	1 000	250	1 000	2 500
А	450	×	—	—	—	450
Б	150	—	×	—	—	150
В	750	—	—	×	—	750
Г	150	—	—	—	×	150
Итого	1 500	250	1 000	250	1 000	4 000

Итоговые цифры горизонтальных рядов цифр обозначают количество тысяч тонн груза, прибывающего с различных направлений на данную станцию, а итоговые цифры вертикальных — отправление груза с данной станции в различных направлениях.

Шахматная таблица (см. табл. 74) дает ограниченное число направлений и вследствие этого при проектировании промышленного транспорта применяется редко.

ТАБЛИЦА 74.

Годовой грузооборот в тысячах тонн.

Направление *А*

П/путь	450	250	Направление *Б* и *В*
150		×	
750			750
← 150			150 ←
450	×		*Б*
250		×	*В*
→ 1 000			1 000 →
250			250
1 000	×		
	1 000	150	

Направление *Г*

НБ УДУНТ (ДИТ)

§ 23. Косая таблица вагонооборота и поездооборота.

Имея характеристику грузов, типы и нагрузки вагонов, можно перейти к определению суточного количества вагонов, перерабатываемых станцией по формуле:

$$n_{сут} = \frac{Q \cdot 1000 \cdot \alpha}{q \cdot 365},$$

где Q — годовой грузооборот данного направления в тысячах тонн (из табл. 73),
α — сезонная неравномерность поступления грузов,
q — средняя нагрузка вагона.

Полученные результаты приводятся в косой таблице суточного вагонооборота (см. табл. 75), при составлении которой необходимо обратить особое внимание на баланс груженых и порожних вагонов на путях промышленного предприятия во избежание излишних встречных перевозок порожняка.

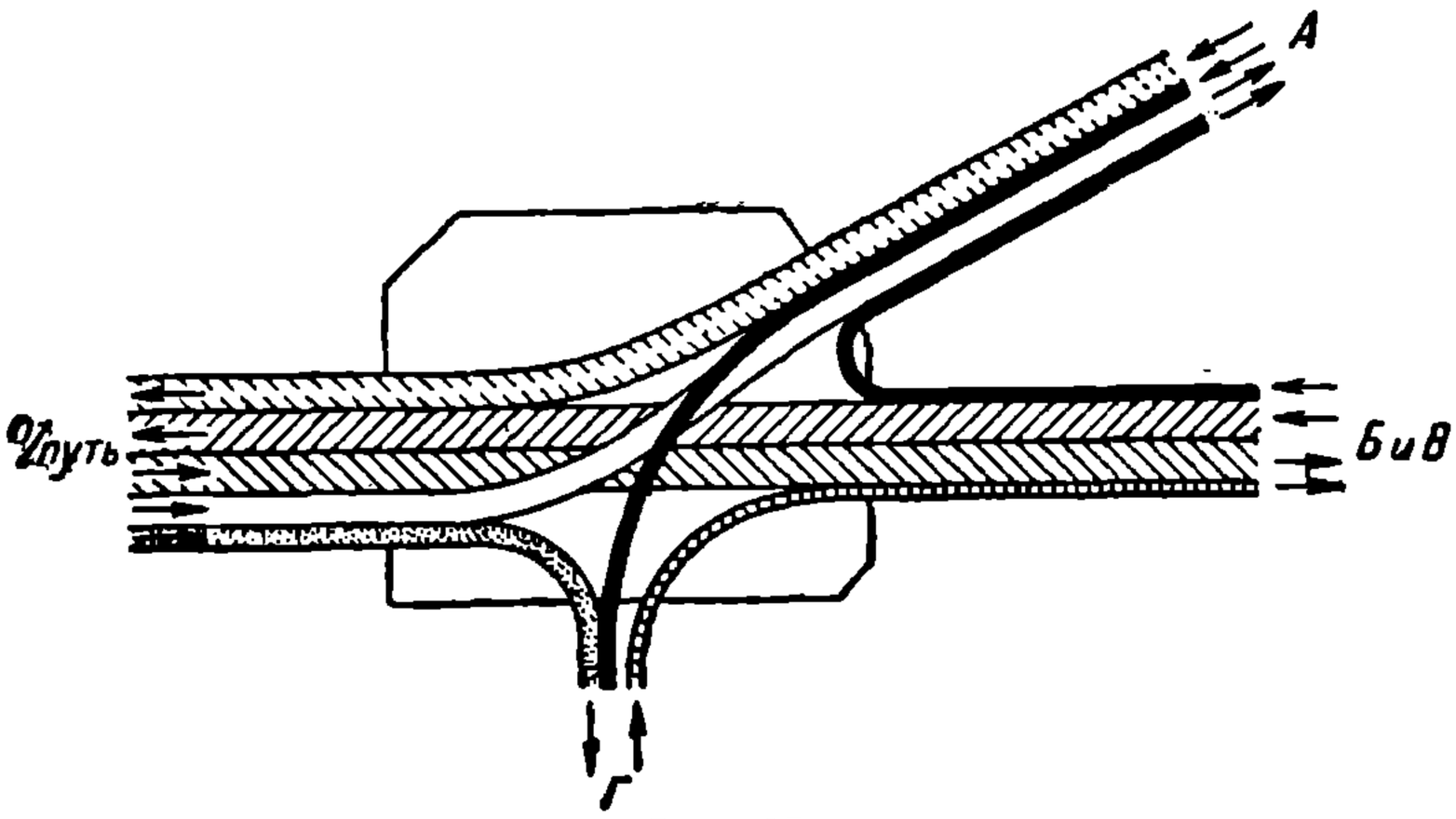


Рис. 354.

Анализ табл. 75 дает все необходимые данные для суждения об угловых потоках, о загрузке сортировочных устройств, загрузке ветвей, идущих к отдельным цехам, складам и т. п.

Для большей наглядности результаты грузооборота, а иногда вагонооборота, изображаются в виде диаграмм (см. рис. 354), причем, в зависимости от характера работы проектируемого путевого развития, потоки диаграммы расцвечиваются либо по направлениям грузов, либо по роду грузов.

Размеры движения в поездах и подачах определяются в зависимости от типов локомотивов, обращающихся на подъездном пути между станцией примыкания к сети общего пользования и сортировочной заводской станцией промышленности и на междуцеховых путях промышленного предприятия, от величины руководящих уклонов на отдельных направлениях и, наконец, от специальных требований производящих цехов и их погрузочно-разгрузочных фронтов.

Вес поезда определяется по обычной расчетной формуле при установившейся скорости движения, а именно:

$$Q_{бр} = \frac{F_к - P(w_0' + i_p)}{w_0'' + i_p} \text{ тонн},$$

где $F_к$ — касательная сила тяги локомотива,
P — рабочий вес локомотива,
i_p — величина руководящего уклона,
w_0' и w_0'' — удельные сопротивления движению.

Удельные сопротивления определяются формулами:

а) паровоза:

$$w_0' = 1{,}5 + 0{,}05\,v \ [кг/т];$$

б) четырехосных вагонов:

$$w_0 = \frac{65 + v}{12 + 0{,}55\,q_{бр}} \ [кг/т];$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

ТАБЛИЦА 75.

Вагонооборот в сутки [1].

Из	На	П/путь			А			Б			В			Г			Итого		
		Б.	Н.	Пр.	Б.	Н.	Пр.	Б.	Н.	Пр.	Б.	Н.	Пр.	Б.	Н.	Пр.	Б.	Н.	Пр.
П/путь	Груженые				4	38	—	16	152	—	4	38	—	16	152	—	40	380	—
	Порожние				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
А	Груженые	8	68	—				—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	68	—
	Порожние	—	—	—				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Б	Груженые	3	23	—	—	—	—				—	—	—	—	—	—	3	23	—
	Порожние	5	53	—	—	—	—				8	76	—	—	—	—	13	129	—
В	Груженые	12	114	—	—	—	—	—	—	—				—	—	—	12	114	—
	Порожние	—	—	—	—	—	—	—	—	—				—	—	—	—	—	—
Г	Груженые	3	23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—				3	23	—
	Порожние	9	99	—	4	30	—	—	—	—	—	—	—				13	129	—
Итого	Груженые	26	228	—	4	38	—	16	152	—	4	38	—	16	152	—	66	608	—
	Порожние	14	152	—	4	30	—	—	—	—	8	76	—	—	—	—	26	258	—

[1] Количество большегрузных вагонов принято 25%, нагрузка 45 *т*, нагрузка нормального вагона 15 *т*, коэфициент неравномерности $\alpha = 1{,}10$.

Условные обозначения: Б. — большегрузный вагон, Н. — нормальный вагон, Пр. — прочие вагоны.

НБ УДУНТ (ДИИТ)

в) двухосных вагонов:

$$w_0'' = 1{,}4 + \left(0{,}02 + \frac{0{,}5}{q_{бр}}\right) v \ [кг/т].$$

Здесь $q_{бр}$ — вес вагона брутто, определяемый, в свою очередь, по формуле:

$$q_{бр} = p + \alpha q \ \text{тонн},$$

где p — вес тары вагона в тоннах,
q — грузоподъемность вагона (полезная нагрузка) в тоннах и
α — коэфициент полногрузности (процент заполнения расчетной грузоподъемности вагонов).

Число груженых вагонов в составе определяется формулой:

$$n_{н.\,гр} = \frac{Q\beta}{\alpha q_н + p_н} \quad \text{или} \quad n_{б.\,гр} = \frac{Q\beta}{\alpha q_б + p_б},$$

где $n_{н.\,гр}$ — число нормальных груженых вагонов,
$n_{б.\,гр}$ — число большегрузных груженых вагонов,
β — процент содержания в составе поезда соответственно нормальных и большегрузных вагонов,
$q_н$ и $p_н$ — соответственно грузоподъемность и тара нормальных вагонов и
$q_б$ и $p_б$ — то же большегрузных вагонов.

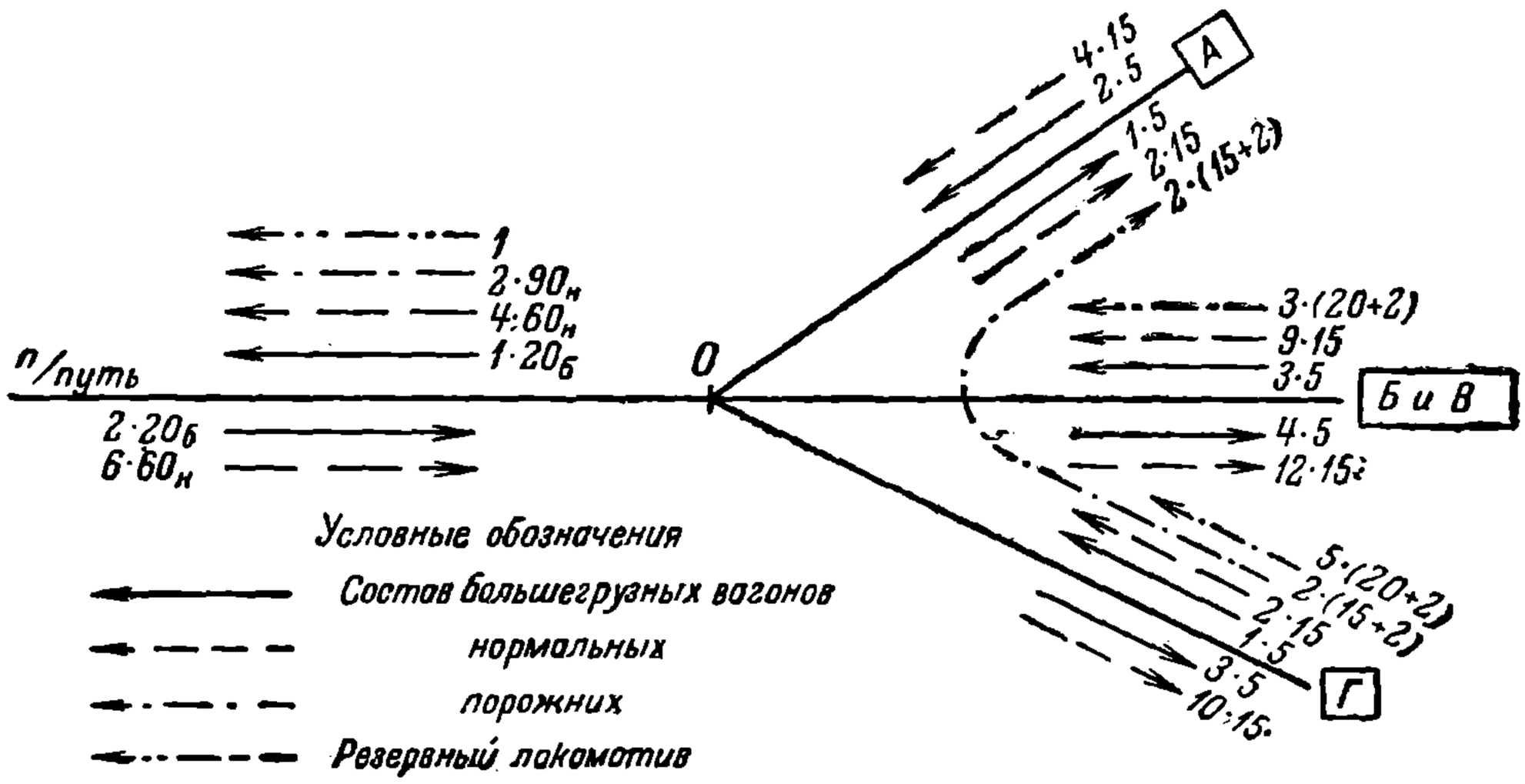


Рис. 355.

Число порожних вагонов в составе подачи зависит не от веса состава, а от максимальной длины приемо-отправочных путей. На однопутных линиях составы негрузового направления обычно длиннее составов грузового направления до 30%.

При специализации подач на промышленное предприятие по роду вагонов число груженых подач определяется формулой:

$$N_{гр} = \frac{n_{сут}}{n_{поезд}},$$

где $n_{сут}$ и $n_{поезд}$ — число вагонов данной категории, поступающих на завод в сутки, и число вагонов в составе подачи соответственно нормальных, большегрузных и порожних.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Полученные результаты сводятся в уже ранее упоминавшуюся косую таблицу поездов.

Бо́льшую наглядность расчетного поездооборота дает схема распределения поездо-подач по узлу, изображаемая в виде ряда линий, из которых каждая соответствует одному поезду, — такая диаграмма сразу показывает, сколько поездов идет по тому или иному направлению, сколько проходит транзитом и сколько перерабатывается.

В некоторых случаях ряд линий, указывающих поезда одной категории, заменяется одной линией с цифрами, указывающими количество поездов данной категории и среднее число вагонов в составе (рис. 355).

Косая таблица вагонооборота, схема поездо-подач проектируемого узла, данные о топографии местности, предназначенной для постройки, и особые требования производства исчерпывают необходимые технико-экономические данные, имея которые проектант может приступать к разработке вариантов принципиальной схемы проектируемых путевых развитий промышленных железных дорог.

ГЛАВА VIII.

АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ПУТЕВОГО РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ.

§ 24. Общие положения.

Расчет количества путей и пропускной способности отдельных элементов путевого развития промышленных железных дорог может быть произведен аналитически и графически. Аналитический расчет, производимый по формулам, основан на средних величинах и потому дает лишь более или менее приближенные результаты. Вследствие указанного аналитический расчет рекомендуется для перспективных проектов и допускается лишь для тех элементов проектов первой очереди, загруженность которых в течение суток не превышает по произведенному расчету 1000 мин.; при большей загруженности обязательно делается проверка графическим методом.

Сущность аналитического метода расчетов заключается в определении суммарной загрузки данного элемента путевого развития всеми видами передвижения, имеющими место в пределах данного элемента.

В общем случае загрузка элемента определяется по формуле:

$$\alpha \sum Nt \leqslant T,$$

где α — коэфициент неравномерности работы элемента,

N — число передвижений, отдельно для каждого рода, принимаемое в основу расчета,

t — продолжительность занятия элемента одним передвижением и

T — время в минутах работы данного элемента в течение суток.

Продолжительность занятий элементов, при отсутствии данных хронометража, принимается на основе изучения работы станции, с учетом динамики изменения норм, а при отсутствии таких данных может приниматься в соответствии с приводимыми ниже нормами (см. приложение „Временные нормы для расчета путевого развития заводских сортировочных станций“).

Коэфициент неравномерности различен для разных элементов и зависит от существа и графика работы элемента.

§ 25. Расчет числа путей в приемо-отправочных парках станции и постов.

Число путей m в приемо-отправочных парках станции промышленного предприятия определяется из условия:

НБ УГУНТ (ДИТ)

Время занятий путей:

$$T = \alpha \sum Nt = \alpha (N_{тр} t_{тр} + N_{тр/част} + t_{тр/част} + N_{пер} t_{пер} + N_{сб} t_{сб} + \ldots),$$

где $N_{тр}$ — число транзитных (маршрутных) поездов, подаваемых на фронт разгрузки без изменения веса,

$N_{тр/част}$ — число транзитных (маршрутных) поездов, подаваемых на фронт разгрузки по частям,

$N_{пер}$ — число поездов, подлежащих расформированию по назначениям,

$N_{сб}$ — число сборных поездов,

$t_{тр}$, $t_{тр/част}$, $t_{пер}$ и $t_{сб}$ — время занятия путей одним поездом соответствующей категории и

α — коэфициент неравномерности занятия путей по условиям графика движения; принимается равным от 1,2 до 1,5.

Подставляя значение T и беря случай равенства, определим количество путей приемо-отправочного парка из выражения:

$$m = \frac{T}{1440} = \frac{\alpha \sum Nt}{1440} = \frac{\alpha (N_{тр} t_{тр} + N_{тр/част} t_{тр/част} + N_{пер} t_{пер} + \ldots)}{1440}.$$

Число поездо-подач различных категорий устанавливается из косой таблицы или схемы поездо-оборота, а распределение их по различным приемо-отправочным паркам определяется схемой станции; поэтому, как правило, расчету числа путей должно предшествовать составление принципиальной схемы станции.

а) *Время занятия пути транзитным (маршрутным) поездом* $t_{тр}$ слагается из времени на прием поезда ($t_{пр}$) с момента постановки маршрута приема до остановки поезда на пути парка, времени стоянки на пути под операциями ($t_{ст}^{тех}$) и времени на отправление поезда ($t_{отпр}$) с моментa постановки маршрута отправления до выхода поезда за последнюю выходную стрелку, т. е.:

$$t_{тр} = t_{пр} + t_{ст}^{тех} + t_{отпр}.$$

Время приема поезда (в минутах) определяется формулой:

$$t_{пр} = \frac{60 L_{пр}}{v_{пр}} + d + t_{м},$$

где $L_{пр}$ — расстояние (в километрах) от входного сигнала до предельного столбика, противоположного приему конца парка (рис. 356);

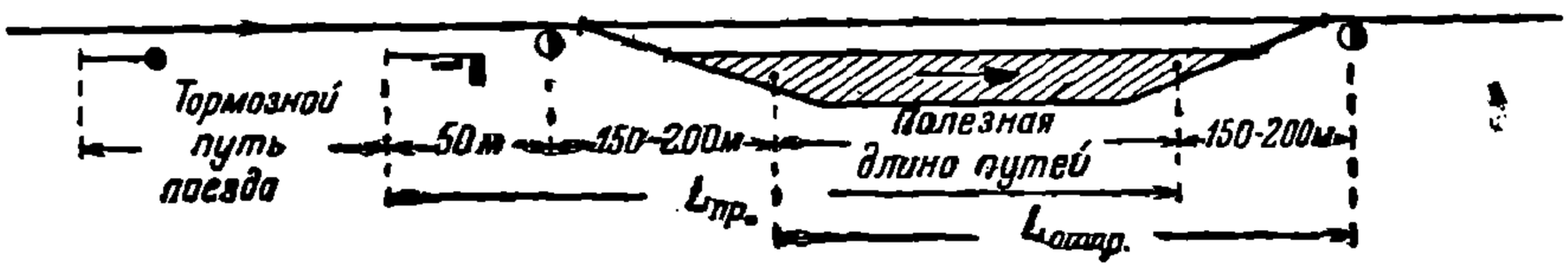


Рис. 356.

$v_{пр}$ — средняя скорость (*км/час*) движения поезда, входящего на станцию (включая и потерю времени на замедление хода); принимается от 20 до 25 *км/час*;

d — время (в минутах) прохода поездом тормозного пути перед входным сигналом (т. е. расстояния от предупредительного до входного сигнала); принимается от 2 до 5 мин.;

$t_{м}$ — время на установку стрелок маршрута прибытия, запирание их, открытие сигнала, принимаемое равным 0,3 n, где n — число стрелок, переводимых одним стрелочником, причем учитываются лишь стрелки, выводимые из нормального положения. При механической централизации $t_{м}$ принимается равным 1,5 мин., а при электрической централизации — от 0,5 до 1,0 мин.

НБ МИИТ (ОИТ)

Стоянка транзитного поезда ($t_{ст}^{тех}$) со сменой локомотива, техническим осмотром и т. д. определяется в 15—25 мин., причем это время может колебаться в зависимости от числа и совмещения операций, производимых над данным составом до момента отправления его в дальнейшее следование, т. е. в зависимости от технологического процесса переработки поезда данной категории. На рис. 357 приведен график, указывающий порядок производства и возможное совмещение операций с транзитным поездом, идущим в дальнейшее следование без изменения веса состава.

N п/п	Операции / Время в минутах	0	10	20	30
1	Проход к поезду: спсчика, технич. осмотрщика, автоматчика, кондукторск. бригады				
2	Технический осмотр и ремонт вагонов			20	
3	Прием поезда кондукторской бригадой		15		
4	Проверка состава спсчиком		10		
5	Прием документов главным кондуктором			5	
6	Проба автотормозов				10
7	Проход главного кондуктора к поезду и отправление				5
Общая продолжительность обработки поезда				25	

Рис. 357.

Время отправления поезда определяется по формуле:

$$t_{отпр} = \frac{60 \cdot L_{отпр}}{v_{отпр}} + t_{осв} + t_{м},$$

где $L_{отпр}$ — расстояние (в километрах) от хвоста поезда до последней стрелки, входящей в маршрут отправления или педали (рис. 356);

$v_{отпр}$ — средняя скорость (в *км/час*) движения поезда, отправляющегося со станции (включая потери времени на разгон); принимается от 15 до 20 *км/час*;

$t_{осв}$ — время от момента открытия выходного сигнала до трогания поезда; принимается от 1 до 2 мин.;

$t_{м}$ — время установки маршрута отправления; принимается таким же, как и при приеме поезда.

б) *Время занятия пути транзитным (маршрутным) поездом* ($t_{тр/част}$), *подаваемым на фронт разгрузки по частям*, слагается из:

$$t_{тр/част} = t_{пр} + t_{ст} + t_{отпр},$$

причем $t_{пр}$ и $t_{отпр}$ принимаются по нормам, установленным для предыдущего случая, а величину $t_{ст}$ следует рассмотреть, сделав два предположения.

1. Погрузочно-разгрузочный фронт достаточно велик, и состав, подаваемый по условиям профиля по частям, размещается на его путях полностью; в этом случае:

$$t_{ст} = t_{ст}^{тех} + (n-1)\, t_{инт},$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

где $t_{ст}^{тех}$ — значение, определенное в предыдущем случае и равное от 15 до 20 мин.;

n — число частей, на которое делится состав транзитного поезда по условиям, например, силы тяги маневрового локомотива или по руководящему уклону;

$t_{инт}$ — интервал времени, требуемый локомотиву на проход до погрузочно-разгрузочного фронта и обратно, включая и время на расстановку вагонов у фронта:

$$t_{инт} = \frac{L_{ман} \cdot 60}{v_{ман}} + t_{ман},$$

где $L_{ман}$ — длина пробега (в километрах) от станции до погрузочного фронта и обратно;

$v_{ман}$ — скорость передвижения, равная от 15 до 25 *км/час*;

$t_{ман}$ — время на каждую прицепку и отцепку, равное от 2 до 3 мин.

2. Погрузочно-разгрузочный фронт мал, и на пути его может быть помещена лишь часть прибывшего транзитного поезда; в этом случае:

$$t_{ст} = t_{ст}^{тех} + (n-1)\, t_{инт},$$

но

$$t_{инт} = \frac{L_{ман} \cdot 60}{v_{ман}} + t_{ман} + t_{разг},$$

где значения $L_{ман}$, $v_{ман}$ и $t_{ман}$ были указаны в предыдущем случае, а $t_{разг}$ — время, требуемое на разгрузку одной части поданного состава.

Время разгрузки состава следует принимать в соответствии с приказом НКПС № 50 1938 г. Для приближенных расчетов можно пользоваться данными, приведенными в таблице 76.

ТАБЛИЦА 76.

Затрата времени на обработку вагонов под грузовыми операциями.

Наименование грузов	Достигнутые сроки в минутах	Наименование грузов	Достигнутые сроки в минутах
Грузы в мешках и кулях . .	60	Кирпич, цемент, алебастр, соль навалом	110
Упаковочно-штучные и кипные грузы (в ящиках, кипах и тюках)	50	Камень, щебень, гравий .	60
Бочковые и катные грузы . .	50	Чугун, свинец в чушках .	60
Сборный груз	50	Дрова	80
Хлебные грузы (переработка при помощи транспортеров)	30—60	Пиломатериалы .	110
		Лес круглый . .	60

в) *Время занятия пути поездом, подлежащим расформированию*, $t_{пер}$ слагается из:

$$t_{пер} = t_{пр} + t_{ст.\,пр}^{тех} + 2t_{ман} + t_{ст.\,отпр}^{тех} + t_{отпр},$$

где значения $t_{пр}$ и $t_{отпр}$ были установлены нами ранее;

НБ УДУНТ (ДИТ)

$t^{тех}_{ст.\,пр}$ — стоянка, по техническим надобностям, в парке прибытия до подачи на разборку; определяется технологическим процессом переработки поездов данной категории и может быть принята в 10—15 мин.;

$t^{тех}_{ст.\,отпр}$ — стоянка, по техническим надобностям, сформированного поезда на отправочном пути после подачи его из сортировочного парка; определяется аналогично предыдущему и может быть принята в 20—30 мин.;

$t_{ман}$ — время рейса перестановки состава из парка прибытия в парк сортировки и после формирования в парк отправления; принимается: при последовательном расположении парков — 5 мин. на рейс, при параллельном расположении парков — 10 мин. на рейс.

Если парки приема и отправления разделены, то для каждого из них из приведенной формулы исключаются лишние члены, например:

$$t_{пер} = t_{пр} + t^{тех}_{ст.\,пр} + t_{ман}$$

или

$$t_{пер} = t_{ман} + t^{тех}_{ст.\,отпр} + t_{отпр}.$$

На рис. 358 и 359 приведены графики, указывающие последовательность, параллельность и продолжительность операций с поездами: прибывающими и подлежащими расформированию (рис. 358) и отправляемыми после формирования (рис. 359), т. е. технологический процесс их переработки.

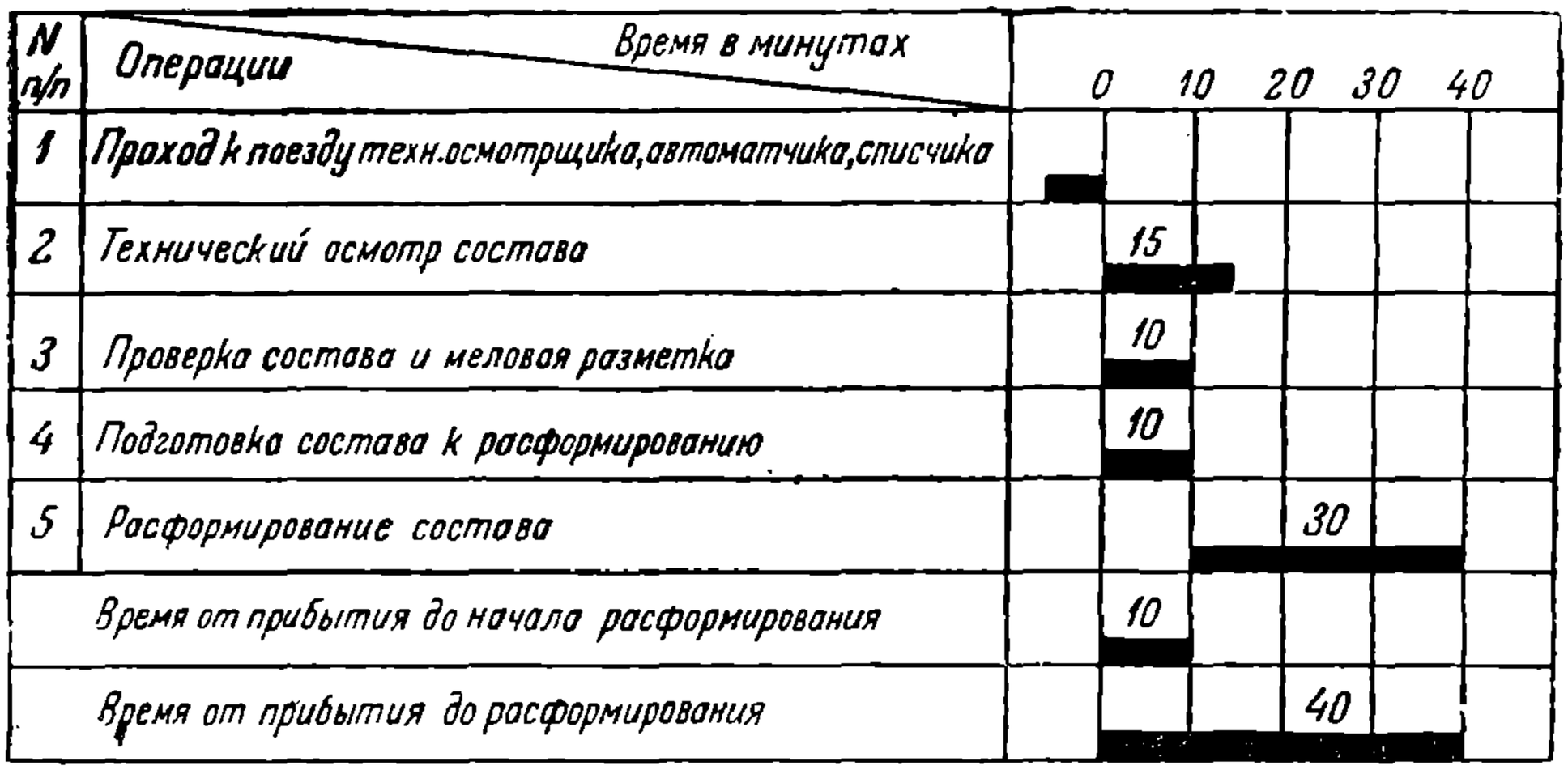


Рис 358.

Следует иметь в виду, что такие графики технологического процесса переработки поезда могут и должны строиться для поездо-подач любых категорий и при любых условиях их работы на промышленном предприятии, что обеспечивает четкость, слаженность и быстроту работы аппарата.

В тех случаях, когда в парках прибытия или отправления производятся приемо-сдаточные операции, необходимо учитывать для производства их дополнительное время в размере от 25 до 30 мин., причем следует обеспечивать параллельность операций.

Для большей простоты обращения и удобства проверки результаты подсчета загруженности путей приемо-отправочных парков поездами различных категорий следует сводить в таблицу, примерно, следующей формы (см. табл. 77)

НБ МИИТ ОДТУ

№ п/п	Операции \ Время в минутах	0	10	20
1	Формирование поезда	25		
2	Технический осмотр, ремонт вагонов и автотормозов	30		
3	Списывание состава и возвращение списка в контору	13		
4	Заканчивание натурного листка		10	
5	Прием состава кондукторской бригадой		15	
6	Скручивание состава		20	
7	Проход главного кондуктора в технич. контору и прием документов			5
8	Проба автотормозов			10
9	Проход главного кондуктора к поезду и отправление			6
	Время от окончания формирования до отправления			20

Рис. 359.

ТАБЛИЦА 77.

Сводная таблица загруженности путей приемо-отправочных парков.

Категории поездов	Элементы времени занятия пути одним поездом в минутах								N	ΣNt	Примечания
	$t_{пр}$	$t_{оппр}$	$t_{ман}$	$t_{ст}$	$t_{ст}^{тех}$	$t_{ст.\ пр}$	$t_{ст.\ оппр}$	Σt			
Транзитный без изменения веса, с подъездного пути на *А*	7	5	—	—	10	—	—	22	5	110	
Транзитный с подачей по частям с подъездного пути на *Б*	7	5	—	45	—	—	—	57	3	171	
Расформируемый с подъездного пути на *А* и *Б*	7	—	10	—	—	25	—	42	10	420	
Формируемый с *А* на подъездной путь и т. д. .	—	5	10	—	—	—	35	50	6	300	

§ 26. Число путей сортировочного парка.

Число путей сортировочного парка определяется в зависимости от числа назначений и количества вагонов, поступающих на каждое назначение, с добавлением одного ходового пути для прохода локомотивов.

Под назначением принято понимать:

1) направление расходящихся железнодорожных линий, например на *А*, *Б* д. (см. рис. 360);

2) категории поездов: транзитный, прямой, сборный, хозяйственный и т. д.;

3) род и сортамент грузов, например: руда железная, марганцевая, уголь — марки ПШ, ПЖ, Т и т. д.;

4) порожняк по типам вагонов;

НБ УДУНТ (ДИТ)

5) больные вагоны по степени заболеваемости;
6) бездокументные вагоны;
7) вагоны угловых потоков по различным направлениям;
8) вагоны, идущие на перевеску, и т. д.

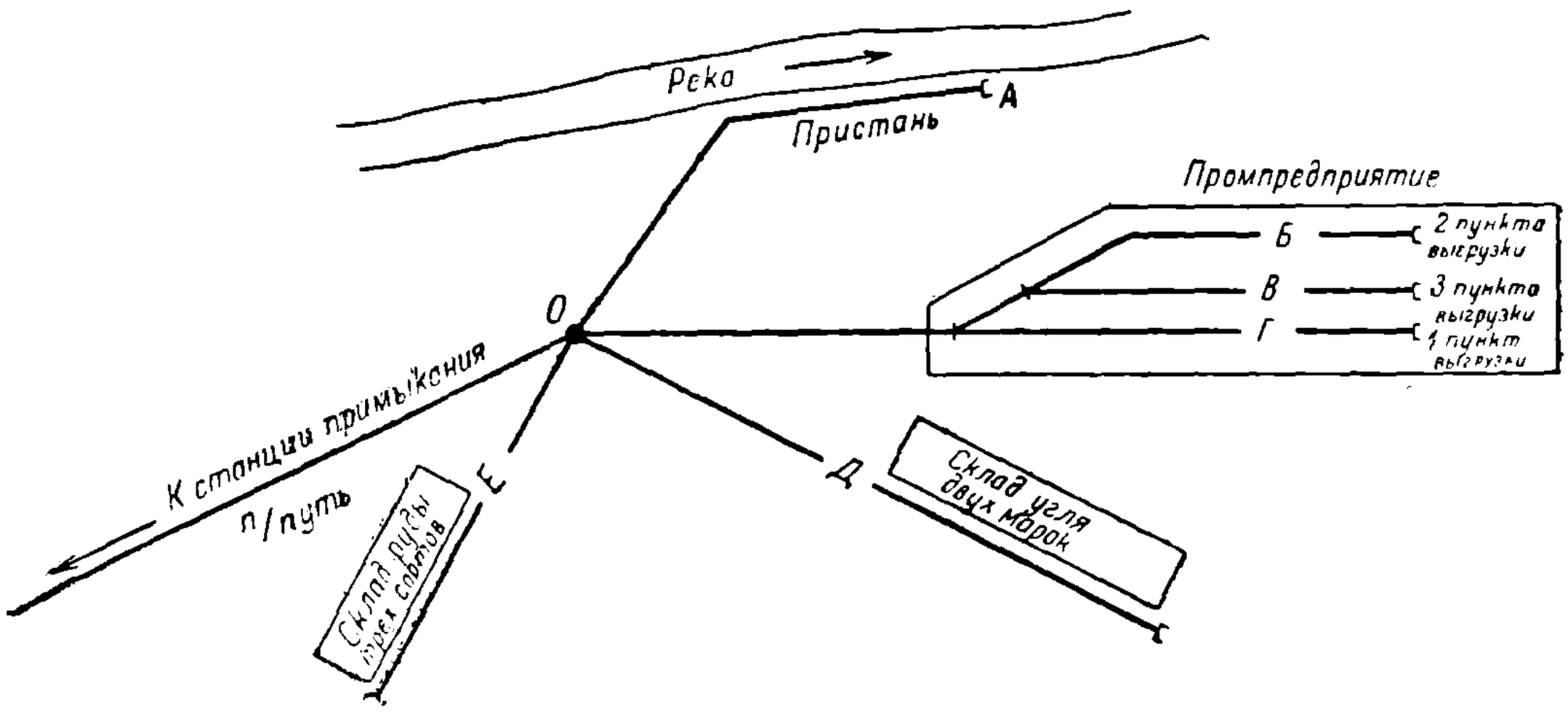


Рис. 360.

Для обоснования принимаемого числа путей сортировочного парка составляется табличка специализации путей следующей формы (см. таблицу 78, заполненную для сортировочного парка станции *О*, показанной на рис. 360).

ТАБЛИЦА 78.

Специализация путей сортировочного парка.

№№ по пор.	Назначение пути	Число вагонов в сутки данного назначения	Количество вагонов в составе подачи	Число путей на данное назначение
1	На пристань *А*	75	25	1
	На промышленное предприятие:			
2	Тупик *Б* 1-й пункт разгрузки	27	30	1
3	„ „ 2-й „ „	132	30	1
4	Тупик *В* 1-й „ „	40	30	1
5	„ „ 2-й „ „	120	30	1
6	„ „ 3-й „ „	50	30	1
7	„ *Г*	56	30	1
	На склад угля:			
8	Уголь марки ПЖ	150	50	1
9	„ „ Т	200	50	1
	На склад руды:			
10	Руда фракции 50—100 *мм*	120	50	1
11	„ 100—200 *мм*	180	50	1
12	„ больше 200 *мм*	100	50	1
	Всего	1 250	—	12

Из таблицы видно, что число назначений в данном случае равно 12, стало-быть, число путей в сортировочном парке должно быть тринадцать.

НБ УДУНТ (ДИТ)

При назначении путей сортировочного парка следует учесть, что назначения, дающие малое количество вагонов на каждый путь, т. е. имеющие малую загрузку, следует объединять на одном пути, допуская, таким образом, повторную подсортировку этих назначений, что целесообразнее, чем постройка и содержание малозагруженных путей парка.

Следует также учитывать, что детальную подсортировку в некоторых случаях целесообразнее переносить с заводской сортировочной станции на пост, расположенный непосредственно около потребителя, могущий лучше увязать ритм и последовательность сортировочной работы с технологическим процессом потребляющего цеха (например подсортировка угля для коксового цеха металлургического завода).

§ 27. Расчет пропускной способности горловин.

Загрузка напряженно работающих горловин определяется графическим путем, причем для выявления таких горловин предварительная проверка их производится по формуле:

$$T \geqslant \alpha \left(N_{пр} t_{пр} + N_{отпр} t_{отпр} + N_{ман} t_{ман} + N_{лок} t_{лок} + N_{вр} t_{вр}\right);$$

в этой формуле:

$N_{пр}$ — число поездов, входящих на станцию через данную горловину в течение суток;

$N_{отпр}$ — число поездов, выходящих со станции;

$N_{ман}$ — число маневровых передвижений;

$N_{лок}$ — число передвижений локомотивов;

$N_{вр}$ — число передвижений в других горловинах, требующих прекращения пропуска поездов по данной горловине (называемые в соответствии с правилами технической эксплоатации враждебными маршрутами);

$t_{пр}$ и $t_{отпр}$ — время занятия горловины поездом, прибывающим или отправляющимся со станции; подсчитывается по формулам, приведенным выше (см. расчет путей приемо-отправочных парков);

$t_{вр}$ — время прекращения работы горловины при враждебных маршрутах;

α — коэфициент, учитывающий отклонение от графика, равный 1,10—1,20;

$t_{ман}$ и $t_{лок}$ — время занятия горловины маневрирующим составом или локомотивом; определяется по формулам:

$$t_{ман} = \frac{(L_{ман} + L_{сост}) \cdot 60}{v_{ман}} + (3 + 0{,}3\,n)$$

и

$$t_{лок} = \frac{L_{ман} \cdot 60}{v_{лок}} + (3 + 0{,}3\,n).$$

Здесь $L_{ман}$ — длина горловины, занимаемая маневрирующим составом или локомотивом;

$L_{сост}$ — длина маневрирующего состава;

$v_{ман}$, $v_{лок}$ — скорости передвижения маневрирующего состава (15—20 *км/час*) и локомотива;

n — число стрелок, переводимых одним стрелочником.

В тех случаях, когда горловина занимается поездами разных категорий, имеющими разную скорость, приведенная исходная формула должна быть дополнена членами, относящимися к каждой категории поездов в отдельности.

НБ УГЛУНТ (ДИТ)

§ 28. Расчет пропускной способности вытяжек.

Время занятия вытяжки слагается из времени на маневровую работу по сортировке поезда ($t_{сорт}$), по формированию поезда ($t_{форм}$), по взвешиванию поезда ($t_{взв}$) и вытягиванию его из парков на вытяжку ($t_{ман}$).

Суммарное время загруженности вытяжки определяется формулой:

$$T \geqslant \Sigma [N_{сорт} t_{сорт} + N_{форм} t_{форм} + N_{взв} t_{взв} + 2(N_{сорт} + N_{форм} + N_{взв}) t_{ман}],$$

где $N_{сорт}$, $N_{форм}$ и $N_{взв}$ — число сортируемых, формируемых и взвешиваемых поездов, соответственно.

Время сортировки или формирования при известном среднем количестве рейсов, необходимых для разборки или формирования состава, определяется по формуле:

$$t_{сорт} = t_{форм} = kt_{рейса},$$

где k — число рейсов, $t_{рейса}$ — продолжительность одного рейса, равная $2{,}5 + 0{,}04\,n$ при работе осаживанием и $1{,}25 + 0{,}02\,n$ при работе толчками, а n — среднее количество вагонов в составе сортируемого или формируемого поезда.

Если число групп в сортируемом поезде неизвестно, то $t_{сорт}$ и $t_{форм}$ могут быть определены по среднему времени на один вагон, принимаемому при раздельной работе по сортировке и формированию в 1 минуту на каждый вагон при сортировке и в 0,5 мин. при формировании. Применение толчков уменьшает время сортировки до 0,5 мин. на вагон. При применении метода сортировочно-группировочной работы общая продолжительность разборки поезда и формирования из него передач на завод может быть принята в 1 мин. на вагон при осаживании и 0,75 мин. на вагон при применении маневров толчками. Продолжительность занятия вытяжки взвешиванием вагонов $t_{взв}$ (без регулирования веса) определяется из расчета 1 мин. на каждый подлежащий взвешиванию вагон.

§ 29. Пропускная способность погрузочно-разгрузочных фронтов.

Пропускная способность погрузочно-разгрузочных фронтов определяется по формуле:

$$T \geqslant \Sigma N t_{зан},$$

а количество фронтов:

$$m = \frac{\Sigma N t_{зан}}{T},$$

где T — продолжительность (в минутах) работы погрузочно-разгрузочного фронта в течение суток;

N — число подач под погрузку и выгрузку на данный фронт;

$t_{зан}$ — время занятия погрузочно-разгрузочного фронта одной подачей:

$$t_{зан} = t_{выгр} + t_{погр} + t_{ман}.$$

Здесь $t_{выгр}$ — время выгрузки одной подачи; определяется по единым нормам на погрузочно-разгрузочные и транспортные работы или по данным таблицы 76;

$t_{погр}$ — время погрузки одной подачи;

$t_{ман}$ — время на маневры по расстановке вагонов вдоль погрузочного фронта и сбора их.

НБ УДУНТ (ДИИТ)

Если в составе подачи, поданной под выгрузку, находятся вагоны с разными грузами, требующими различного времени на выгрузку, то время занятия фронта ($t_{выгр}$) определяется по наибольшему времени, если освобождение фронта по частям не является более целесообразным.

§ 30. Полезная длина парковых путей и погрузочно-разгрузочных фронтов.

Длина пути измеряется как „полезная", т. е. та, на которой устанавливается поезд или группа вагонов, и „полная", если считать от начала рамного рельса входной стрелки до начала рамного рельса выходной стрелки или тупика. При заданном составе поезда полезная длина пути определяется по формуле:

$$l = n_{лок} l_{лок} + n_б l_б + n_н l_н + \ldots + l_{доп},$$

где $n_{лок}$, $n_б$, $n_н$ — число локомотивов и отдельных типов вагонов;
$l_{лок}$ — длина локомотива;
$l_б$, $l_н$ — длины соответствующих типов вагонов;
$l_{доп}$ — дополнительная длина на установку (от 15 до 30 *м*), а также на подтягивание к гидравлическим колонкам при двойной тяге (30 *м*); $l_{доп}$ учитывается только на приемо-отправочных путях.

Полезные длины путей в негрузовом направлении часто делаются больше на 25%, чем в грузовом.

Данные о длинах локомотивов и вагонов см. по „Техническому справочнику транспортника", 1933 г., том 4, и по Харламову „Узкоколейные железные дороги".

В обычных расчетах длину нормального вагона принимают 8 *м*, а большегрузного — 14,5 *м*.

Длина путей сортировочного парка рассчитывается по формуле:

$$l_{сорт} = (n_н l_н + n_б l_б) \cdot 1{,}25,$$

где значения $n_н$, $l_н$, $n_б$, $l_б$ установлены ранее, а коэфициент 1,25 предусматривает разрыв, образующийся между отдельными группами вагонов при расформировании состава.

Длина путей погрузочно-разгрузочного фронта определяется расчетными длинами вагонов, входящих в максимальную подачу, и их количеством с добавлением $l_{доп}$ — на неточность установки, т. е.:

$$l_{фронт} = n_н l_н + n_б l_б + l_{доп}.$$

ГЛАВА IX.

ГРАФИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ЗАГРУЖЕННОСТИ ПУТЕВОГО РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ.

Графический метод расчета заключается в изображении графиков работы всех элементов станции в совокупности, т. е. с учетом влияния, оказываемого на данный элемент станции другими ее элементами, чего совершенно не в состоянии учесть аналитический метод расчета.

За основу графического расчета принимается график движения поездов по подъездному пути и график подач в цеха, согласованный с потребностями производящих цехов и надобностями технологии производства.

Следует отметить, что в условиях не очень больших промышленных предприятий графический расчет загруженности элементов легко совмещает в себе график работы двигателей и оборота подвижного состава и тем самым является

НБ УДУНТ (ДГТ)

комплексным графиком, отражающим состояние всей транспортной работы хозяйства предприятия в любое время суток.

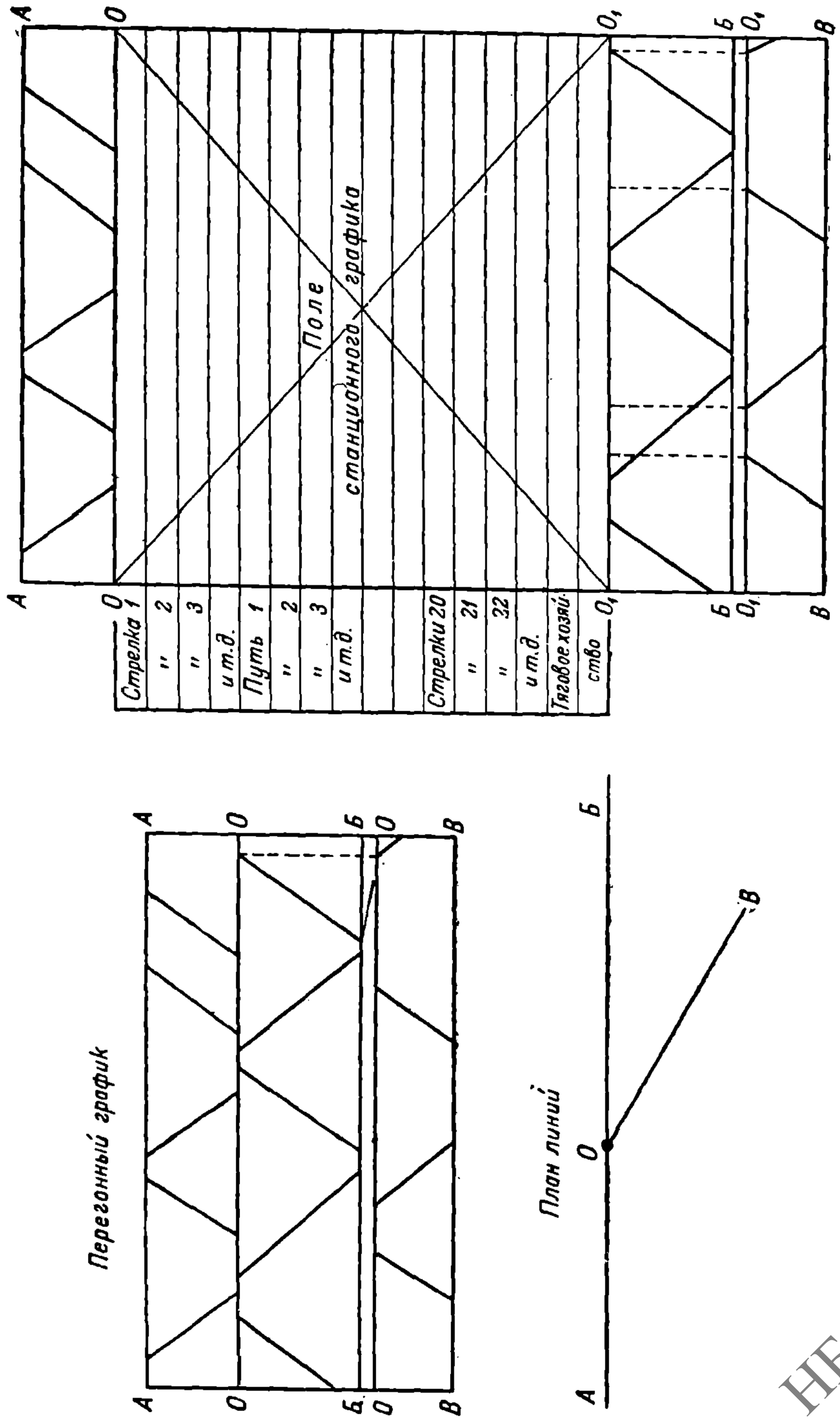
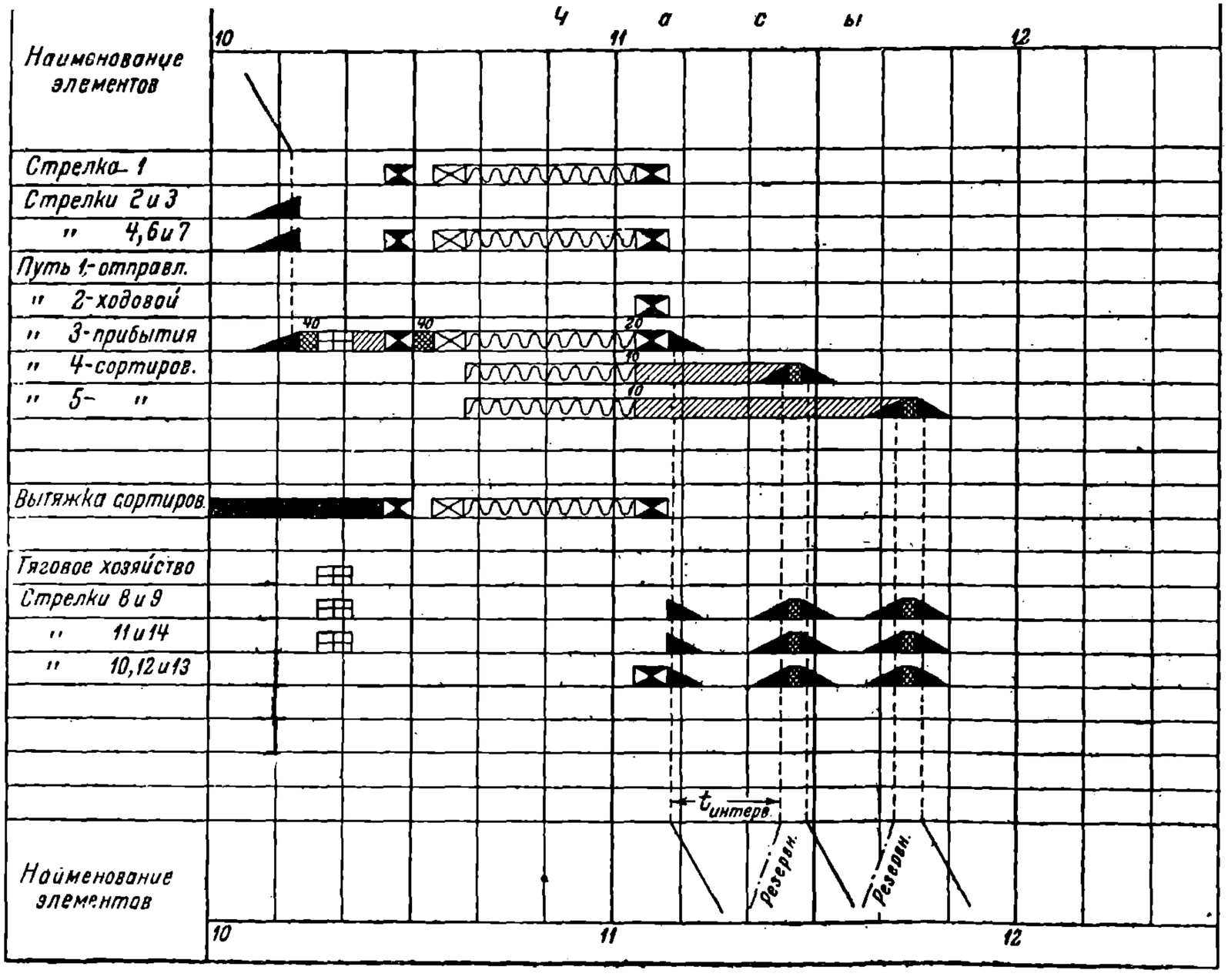
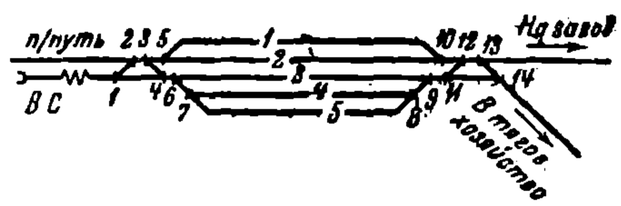


Рис. 361.

Графический расчет охватывает суточный период, или период повторяемости цикла для предприятий, работающих равномерно, и период максимума (4—6 час.) для предприятий, работающих неравномерно в течение суток.

НБ УГЛУНТ (ДИТ)





Условные обозначения

- $t_{пр}$ — Время прибытия
- $t_{отпр}$ — Время отправления
- $t_{ст}$ (об) — Время стоянки с локомотивом
- $t_{ст}$ — То же без локомотива
- $t_{раз}$ — Время разгрузки
- $t_{погр}$ — Время погрузки
- $t_{форм}$ — Время расформирования или формирования
- $t_{ман}$ — Время маневровых передвижений
- $t_{лок}$ — Уборка маневрового локомотива
- $t_{лок}$ — Подача
- Уборка поводного локомотива

НБ УДУНТ (ДИТ)

Графическое изображение и расчет работы станции осуществляются на станционном графике, отличие которого от перегонного графика заключается в том,

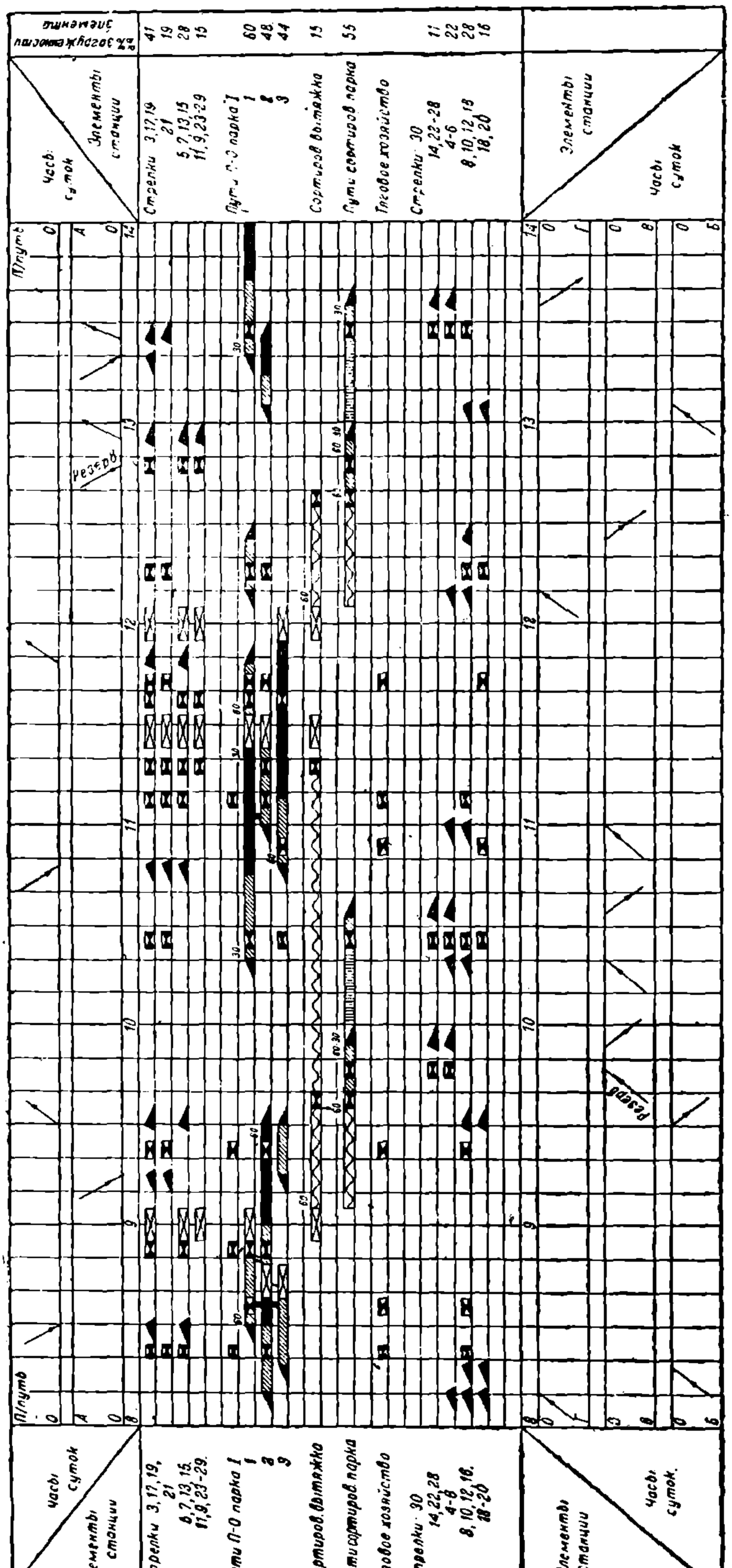
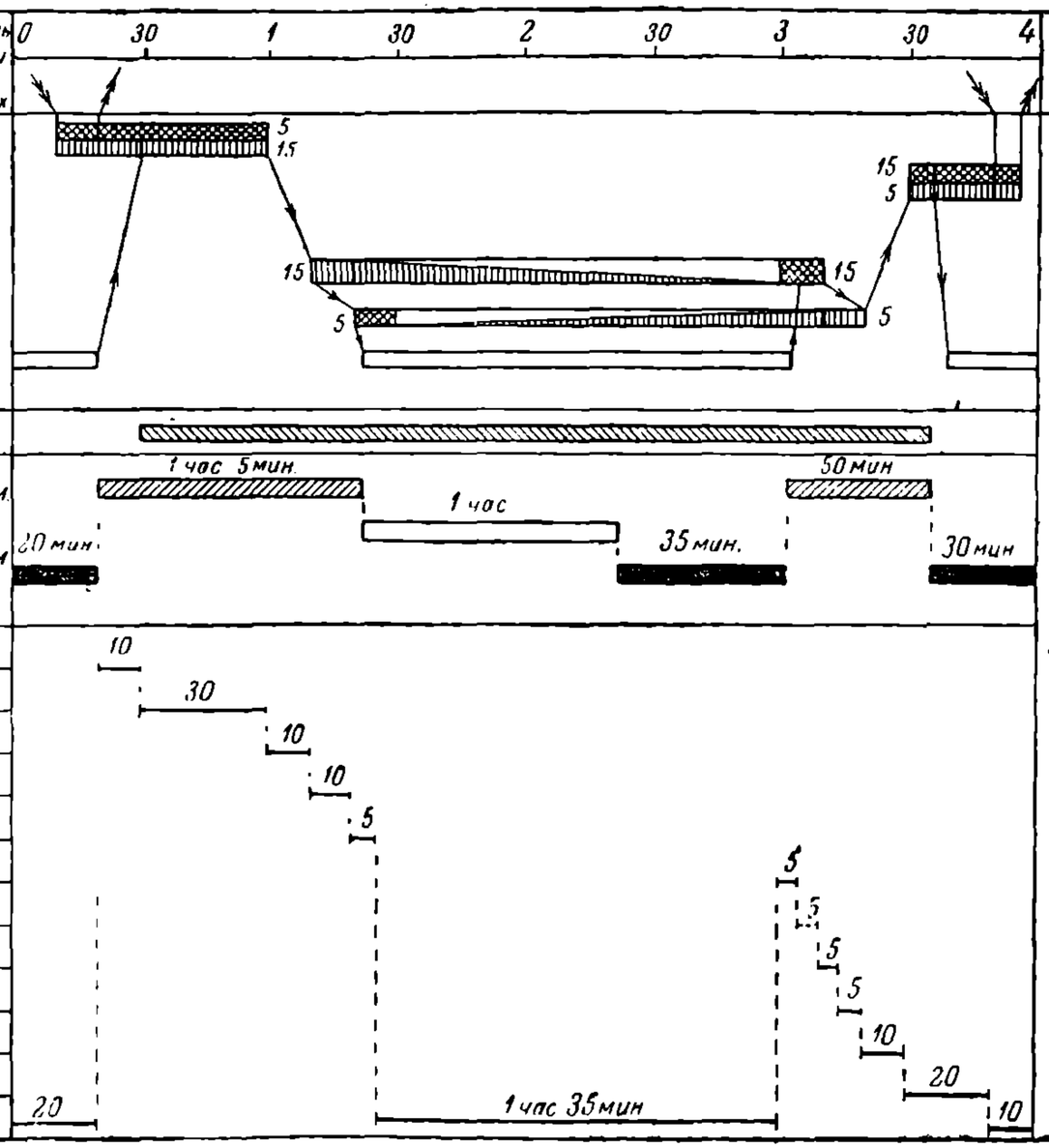


Рис. 363. Графический расчет загруженности элементов станции „О".

что перегонный график имеет ось времени по горизонтали и ось расстояний по вертикали; график же станционный оси расстояний не имеет.

НБ УДУНТ (ДИТ)

N путей	Наименование: Путей	Наименование: Работы	Емкость путей в вагонах
I	Прием - отправл.	Прием вагонов и группировка	
II	" "	Выставка и сдача вагонов	
III	Ходовой	Проход двигателей	
IV	Складской 1-й.	Подача и выгрузка на складе	
V	" 2-й	Подача и подготов. на складе	
VI	Деповской	Стоянки двигателей	
	Продолжительность операций по переработке { прибыт. - отправл.		
	Работа двигателя	полезная	1ч 55м.
		техн. надобности	1ч
		ожидание работы	1ч 25м
1	Переход паров. с пути VI на путь I	мин	10
2	Группировка вагонов	"	30
3	Подача 15 вагонов с пути I на путь IV	"	10
4	То-же порожняка с пути IV на путь V		10
5	Уход паровоза в депо		5
6	Переход паровоза из депо на путь IV		5
7	Сцепка вагонов на пути IV	"	5
8	Заезд с пути IV с 15 ваг. порожн. на путь V		5
9	Сцепка 5 гр. вагон. на путь V		5
10	Выставка 20 вагон. с пути V на путь II		10
11	Ожидание и уход в депо на путь VI	"	20
12	Ожидание работ	"	65



Примечания

$t_1 = 20 \cdot 1{,}5 = 30$ м.

$t_2 = 20 \cdot 1{,}5 = 30$ м.

Расцепка и установка-10 м.

Выгрузка-1 ч 40 м.

Сцепка и сборка-10 м

V = 5 км/час.

Условные обозначения

- Гружен. вагоны
- Порожняк
- Выгрузка
- Погрузка
- Простой
- Паровоз завода
- Паровоз НКПС

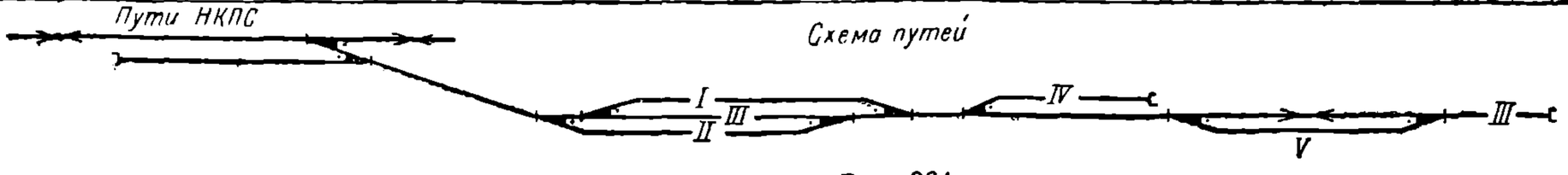


Схема путей

Масштаб.

Вертик. 1 мм - 1 ваг.

Горизонт. 1 мм - 1 мин.

Рис. 364.

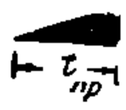
НБ УДУНТ (ДПТ)

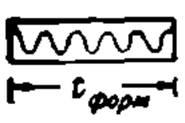
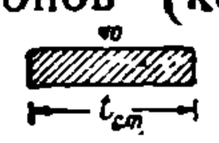
На рис. 361 приведен перегонный график линии $A-O-Б$ с ответвлением $O-B$. Если этот график разрезать по линии $O-O$ и отнести перегонный график $A-O$ к верху чертежа, а перегонные графики $O-Б$ и $O-B$ к низу чертежа, то получим поле станционного графика $O-O+O_1-O_1$, на которое наносятся все элементы станции, подлежащие проверке или расчету.

Проследим на конкретном примере методику накладки элементов работы станции на график расчета, причем будем иметь в виду, что время, необходимое на все отдельные элементы передвижений, подсчитано заранее по формулам, приведенным в аналитическом расчете путевого развития.

Допустим, что мы имеем схему станции, приведенную на рис. 362, и нам требуется принять поезд, идущий с подъездного пути, передать его на вытяжку, рассортировать и отправить тремя частями на промышленное предприятие.

Прием поезда осуществляется на путь *3* с одновременным занятием стрелок *2*, *3*, *4* и *6*.

По соответствующей формуле, приведенной в аналитическом расчете, подсчитываем $t_{пр}$, равное, допустим, 7 мин.; на графике рис. 362 этот прием показан знаком 

, причем горизонтальный катет треугольника в масштабе графика равен 7 мин. Далее прибывший поезд по техническим надобностям ($t_{ст}^{тех}$) простаивает на пути 3—20 мин. В этот период от поезда убирается поездной локомотив в тяговое хозяйство, и с вытяжки подается маневровый локомотив, причем уборка поездного локомотива совершается через 3 мин. после прибытия поезда, а подача маневрового за 3 мин. до начала маневров по вытаскиванию состава на вытяжку для расформирования. Время на подачу и уборку локомотивов $t_{лок}$ подсчитано по соответствующей формуле, а операция показана на графике знаками:  — уборка поездного локомотива и  — подача маневрового. Затем состав через стрелки *6*, *4* и *1* подается на вытяжку, время этого передвижения $t_{ман}$, подсчитанное по формуле, приведенной в аналитическом расчете, определилось в 5 мин., а операция показана на графике знаком  . Расформирование состава производится на три пути (*3*, *4* и *5*); продолжительность маневров, согласно подсчету 25 мин.; во время маневров занята вытяжка, стрелки *1*, *4*, *6*, *7* и пути *3*, *4* и *5*; операция показана на графике знаком  ; в результате расформирования из общего числа вагонов, в составе 40, на путь *3* выкинуто 20 вагонов, а на *4* и *5* — по 10 вагонов (количество вагонов на данном пути указано цифрой над знаком занятости ). Закончив расформирование, маневровый паровоз с сортировочной вытяжки — через стрелки *1*, *2*, *3*, *5*, ходовой путь *2*, стрелки *10*, *12*, *13* и *11* — обгоняется в голову подачи, стоящей на пути и имеющей большее количество вагонов в составе; время, требуемое на эту операцию, исчисляется как $t_{лок}$. По прибытии локомотива подача с пути *3* отправляется на промышленное предприятие; отправление поезда показано знаком 

Подготовленные подачи на путях *4* и *5* ожидают возвращения локомотива, ушедшего на предприятие, после чего последовательно также подаются на разгрузочный фронт предприятия.

На рис. 363 приведен пример графического расчета станции промышленного предприятия; порядок построения ясен из чертежа.

На рис. 364 показан график, совмещающий в себе проверку загруженности основных элементов путевого развития данного предприятия (пути погрузочно-разгрузочных фронто), графическое изображение всей работы транспорта данного объекта и анализ составных ее частей.

НБ УГХТ (ДГТ)

ГЛАВА X.

ОСНОВНЫЕ СТРОИТЕЛЬНО-ПУТЕВЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПУТЕВОГО РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ.

§ 31. Пути промышленных предприятий.

В зависимости от того назначения, которое железнодорожный путь выполняет на промышленном предприятии или его заводской станции, он получает то или иное название и, возможно, некоторую особенность своего устройства.

Продолжением главных путей перегонов на станции являются главные станционные пути; так как движение по этим путям может происходить с такими же скоростями, как на перегонах, то технические условия их укладки ничем не отличаются от технических условий укладки перегонных путей. Число стрелок на этих путях должно быть сведено к возможному минимуму.

Пути, на которые ставятся поезда для скрещения или обгона, называются разъездными, или обгонными путями; так как по этим путям возможен пропуск поездов с такой же скоростью, как на перегоне, то и технические условия сооружения обычно аналогичны перегонным. Эти пути нормально располагаются рядом с главными.

Пути, предназначенные для приема и отправления поездов, называются приемо-отправочными.

Пути, на которых производится сортировка составов, называются сортировочными.

До расформирования состав должен быть взят из приемо-отправочного парка на специальный путь, с которого будет производиться роспуск состава на пути сортировочного парка; такой путь носит название вытяжного пути.

Пути, служащие для надобностей локомотивной службы, называются тракционными.

Пути, предназначенные для маневровых передвижений локомотивов, расположенные как в пределах станции, так и на территории промышленного предприятия, именуются ходовыми.

Пути, укладываемые вдоль погрузочно-разгрузочных фронтов, называются погрузочно-разгрузочными, а иногда им присваивают название того устройства, надобность которого они обслуживают: например, пути, уложенные около пакгаузов, называются пакгаузными, около складов — складскими, около складов топлива — топливными и т. д.

Пути, на которых устраиваются вагонные весы, именуются весовыми, а предназначенные для производства на них ремонта подвижного состава — ремонтными.

Железнодорожные пути на генеральных планах промышленных предприятий и планах станций изображаются одной линией, относящейся к оси пути.

§ 32. Габарит и расстояние между осями путей.

В первом томе настоящего курса, в приложениях 6 и 7, уже были даны габариты нормальной и узкой колеи. Здесь на рис. 365а—365д мы даем габарит нормальной колеи с указанием специальных габаритов, и на рис. 366 габарит колеи 750 *мм*, согласно последнему проекту, представленному на утверждение.

Расстояние между осями смежных путей нормальной колеи на всех путевых развитиях промышленных предприятий, кроме междуцеховых путей, имеет, согласно „Правилам проектирования железных дорог нормальной колеи“ и „Техническим условиям на проектирование и сооружение подъездных железнодорожных путей нормальной колеи“, разрешенных к временному пользованию Главным Транспортным Управлением НКТП 2/X 1938 г., значения, приведенные в табл. 79.

Применять минимально допускаемые расстояния разрешается лишь в особо трудных условиях при специальном обосновании.

НТБ УДУНТ (ДИТ)

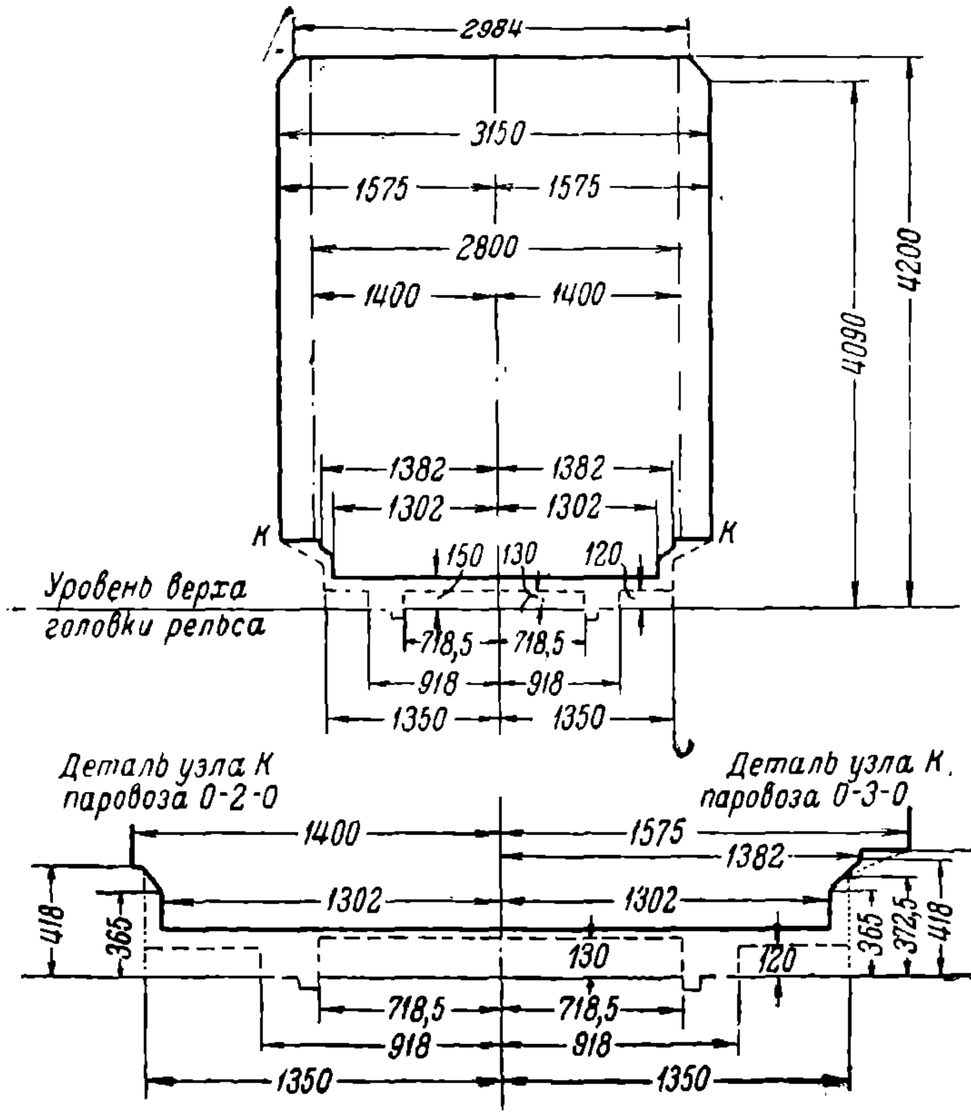


Рис. 365а. Габарит специального железнодорожного подвижного состава (танк-паровозов заводского типа 0—2—0 и 0—3—0).

Условные обозначения:

——— габарит танк-паровозов типа 0—3—0 (по СТ 17/1834)

—·— габарит танк-паровозов типа 0—2—0 (по СТ 17/1834)

габарит только для пальцев контр-кривошипа.

Сплошная линия в нижней части относится к подрессоренным частям, а пунктирная — к неподрессоренным частям.

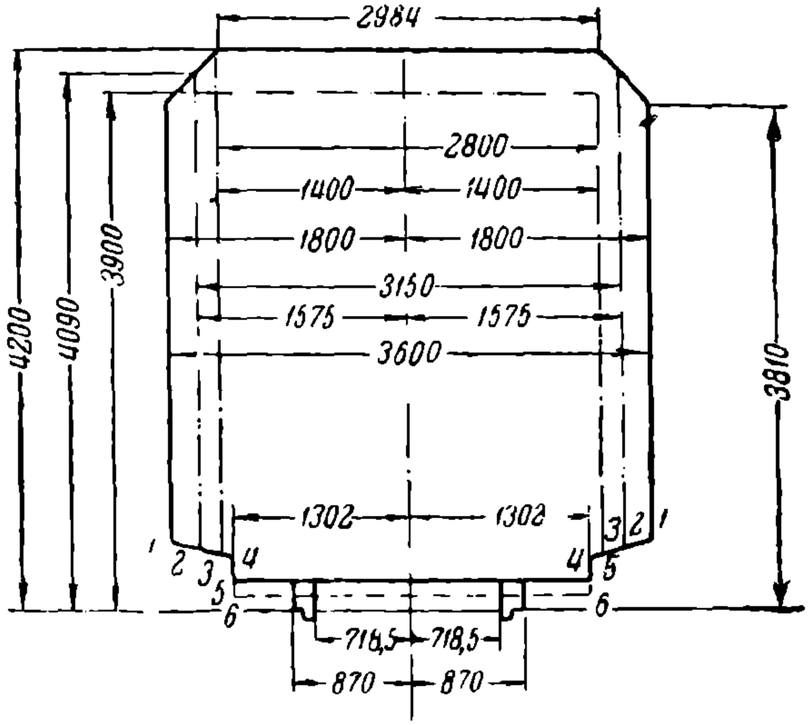


Рис. 365б. Габарит специального железнодорожного состава чугуновозных и шлаковозных ковшей, вагонеток для мульд и вагонеток для изложниц, тепловозов, электровозов и моторных вагонов заводского типа.

Условные обозначения:

——— габарит чугуновозных и шлаковозных ковшей.

—·—·— габарит вагонеток для мульд и вагонеток для изложниц, тепловозов, электровозов и моторных вагонов для мартеновских цехов.

— — габарит тепловозов, электровозов и моторных вагонов для прочих внутризаводских путей.

НБ УДУНТ (ДИТ)

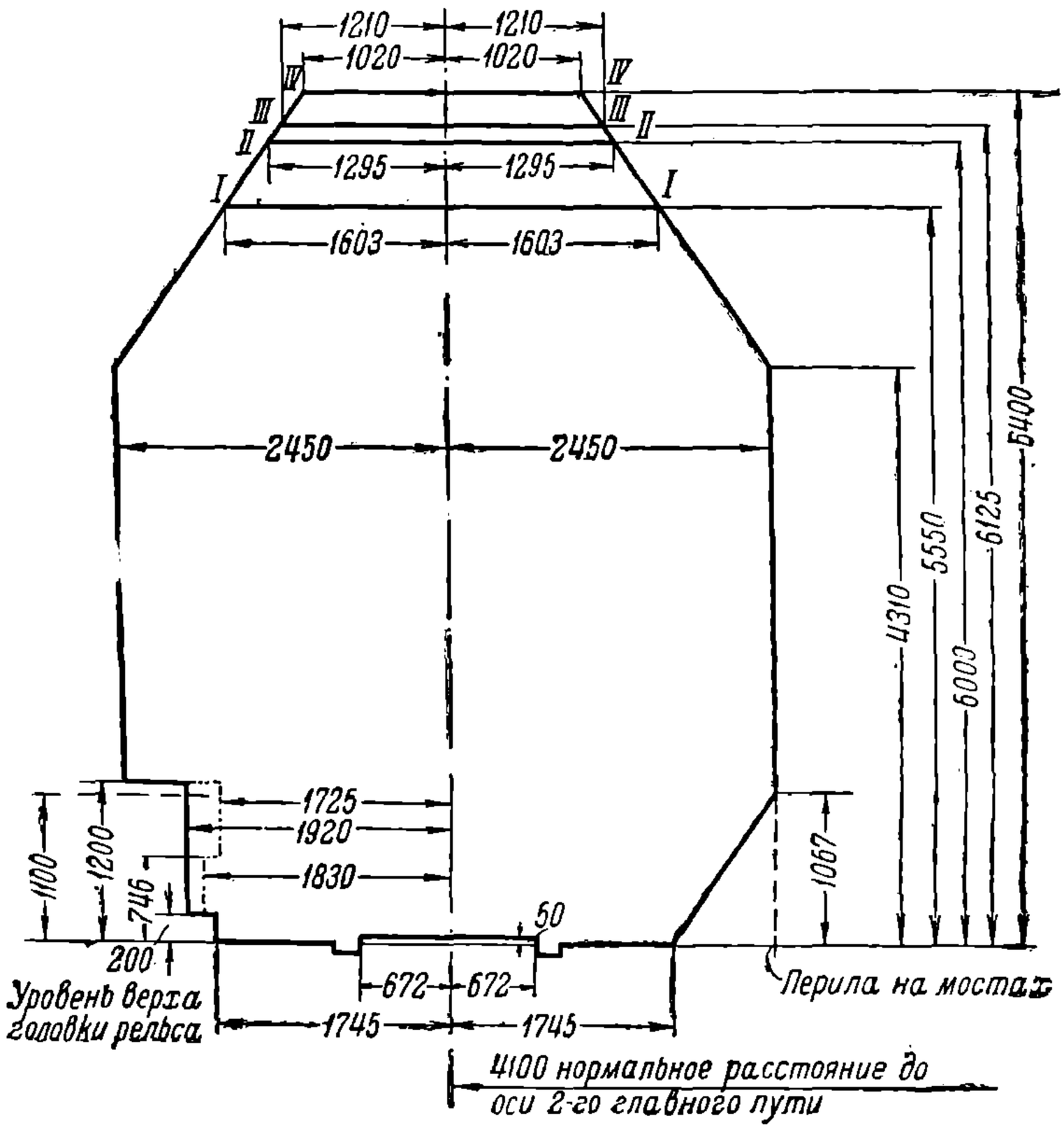


Рис. 365в. Габарит приближения строений внутризаводских путей, за исключением внутрицеховых, где обращается специальный подвижной состав и подвижной состав общего пользования НКПС.

Условные обозначения:

I — I — для строений из огнестойких и несгораемых материалов на неэлектрифицированных участках.

II — II — для строений, защищенных от возгорания, на неэлектрифицированных участках.

III — III — для строений из сгораемых материалов.

IV — IV — для строений из огнестойких, несгораемых и защищенных от возгорания материалов на электрифицированных участках.

— — — — уровень платформ у пакгаузов.

— для временного уширения грузовых платформ.

НБ УДУНТ (ДИТ)

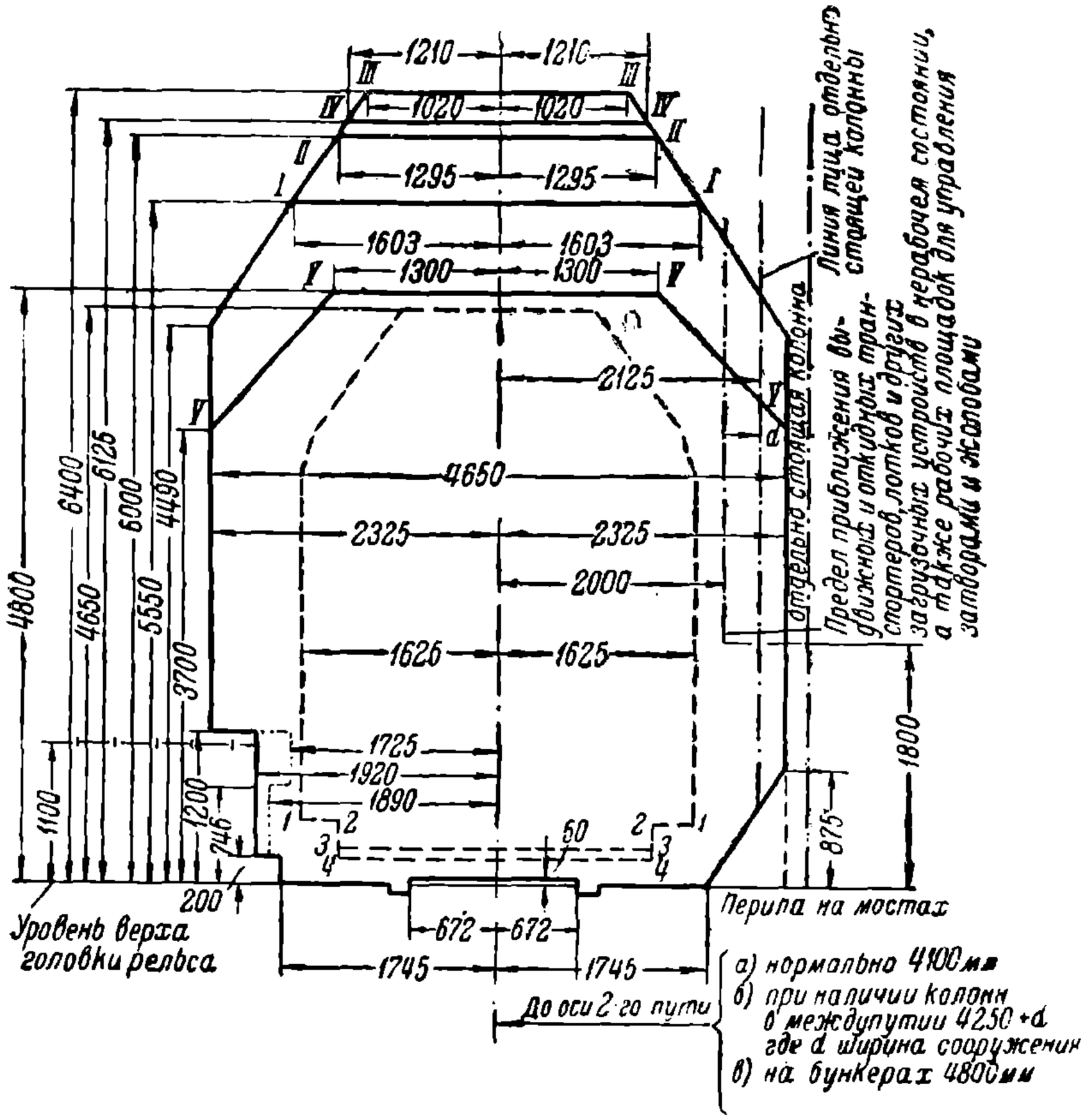


Рис. 365г. Габарит приближения строений внутри цехов, постоянных бункерных сооружений и постоянных эстакад для слива и налива нефтепродуктов, где производится перевозка холодных грузов специальным подвижным составом и подвижным составом общего пользования.

Условные обозначения:

——— — габарит приближения строений.

I — I — для строений из огнестойких и несгораемых материалов на неэлектрифицированных участках.

II — II — для строений, защищенных от возгорания, на неэлектрифицированных участках.

III — III — для строений из сгораемых материалов.

IV — IV — для строений из огнестойких несгораемых и защищенных от возгорания материалов на электрифицированных участках.

– – – – – габарит подвижного состава по ОСТ НКПС 6435 — № 0

–|–|–|–|– высота товарных платформ.

V — V — для строений из несгораемого материала при условии прохода только подвижного состава, имеющего высоту не более 4650 *мм* от головки рельса.

— для временного уширения грузовых платформ.

НБ УДУНТ (ДИТ)

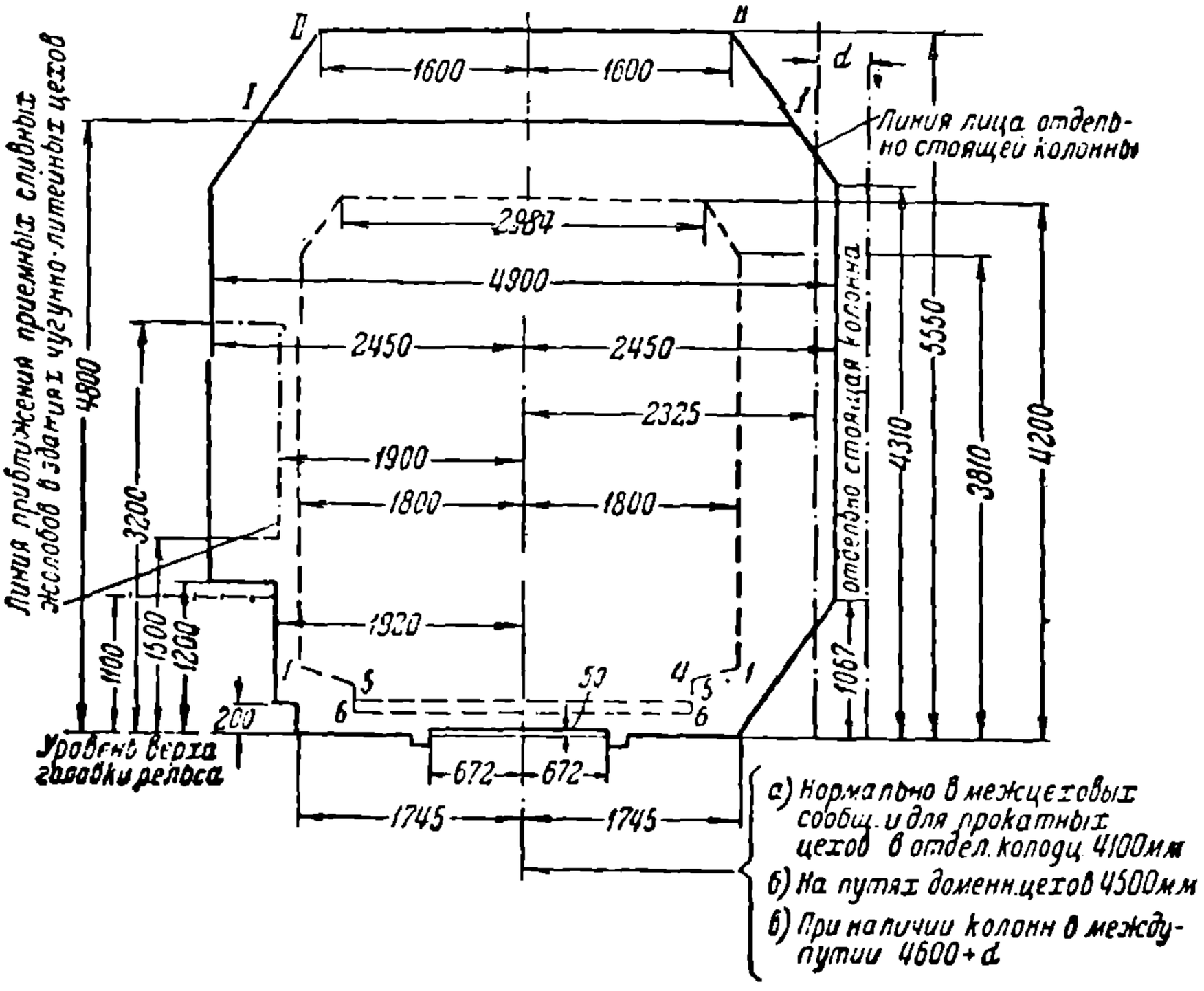


Рис. 365д. Габарит приближения строений внутри цехов для железнодорожных путей заводов черной металлургии, где производятся перевозки в специальном подвижном железнодорожном составе горячих грузов, как то: жидкого чугуна, шлака, стальных и чугунных слитков и т. д.

Условные обозначения:

——— — габарит приближения строений.

I—I — габарит внутрицеховой на заливочных мусоросборочных путях, подходящих под рабочую площадку.

II—II — габарит на прочих внутрицеховых путях.

– – – – – габарит специального железнодорожного подвижного состава.

–|–|–|–|– высота товарных платформ.

НБ УДУНТ (ДИТ)

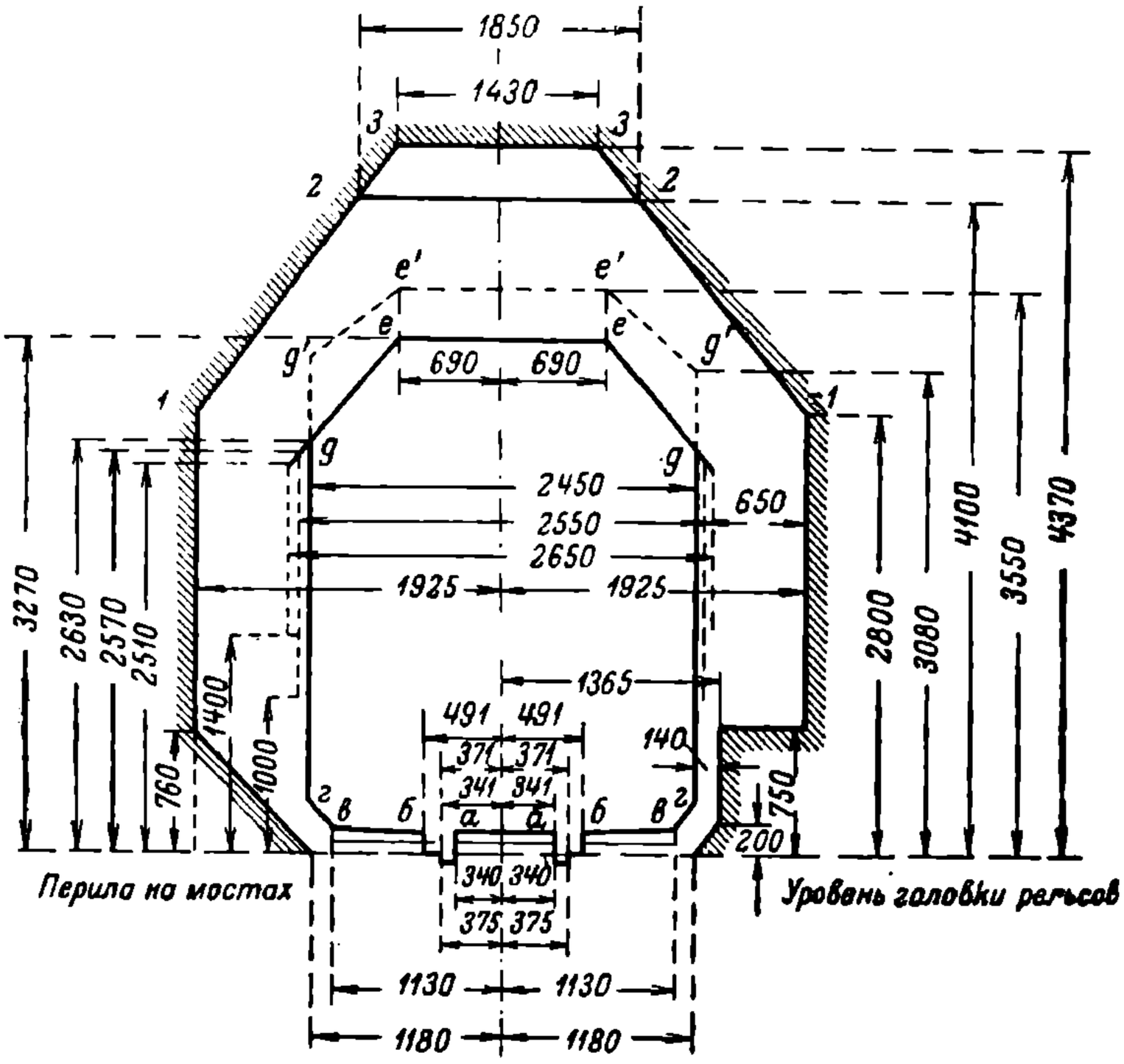


Рис. 366.

ТАБЛИЦА 79.

Наименование смежных путей	Расстояние между осями путей	
	нормальное *мм*	минимально допускаемое *мм*
На станциях между осями главных путей, по которым следуют поезда со значительной скоростью[1]	5 300	5 300
На станциях между осью главного пути, по которому следуют поезда с большой скоростью, и осью смежного с ним паркового пути[1]	5 300	4 900
На путях парков приема и отправления поездов[1]	5 300	4 900
То же при установке семафоров[1]	5 300	5 000
На путях сортировочного парка	5 300	4 900
На запасных станционных путях стоянки подвижного состава и проч.	4 900	4 500
Между осью стрелочной улицы и лежащим рядом с нею путем	5 300	4 900
На тупиковых путях перегрузки непосредственно из вагона в вагон	3 900	3 600
На путях для ремонта вагонов	6 000 и 7 500 по очереди	4 900 и 7 500 по очереди
Между отдельными пучками путей сортировочного парка	6 500	—
Между параллельными съездами	4 900	4 900

[1] Указанные расстояния увеличиваются до 5500 *мм* при установке в междупутье гидравлических колонок.

НБ УДУНТ (ДИТ)

В таблице 80 приведены расстояния между осями смежных путей нормальной колеи на междуцеховых и внутрицеховых путях промышленных предприятий по „Техническим условиям на проектирование и сооружение промышленных внутризаводских железнодорожных путей нормальной колеи", разрешенным к временному пользованию Главным Транспортным Управлением НКТП 22/X 1938 г.

ТАБЛИЦА 80.

Наименование путей	Расстояние между осями путей в *мм*
На всех внутризаводских и внутрицеховых путях (за исключением путей следования чугуновозных и шлаковозных ковшей), где обращаются вагоны общего пользования НКПС и специальный промышленный подвижной состав железных дорог заводского типа — нормально .	4 100
При наличии колонн в междупутьи на бункерах и эстакадах при ширине сооружений D	4 250 + D
В межцеховом сообщении и для прокатных цехов в отделении колодцев, заводов черной металлургии — нормально	4 100
На путях доменных цехов заводов черной металлургии	4 500
Там же при наличии колонн в междупутьи (при ширине колонн D) . .	4 600 + D
На внутрицеховых путях разливочных пролетов мартеновских цехов американского типа — нормально	4 100
При наличии колонн в междупутьи (при ширине колонн D) . . .	4 250 + D
На внутрицеховых путях завалочных железнодорожных путей верхней рабочей площадки мартеновских цехов всех систем, где завалка шихты в мартеновские печи производится мульдовыми коробками, подаваемыми на вагонетках к завалочным окнам последних — нормально	4 100
При наличии колонн (при ширине колонн D)	4 250 + D
На станционных путях и разъездах	5 300
На бункерных путях	4 800
Ширина ворот	4 900
На экипировочных путях расстояние между осями смежных путей устанавливается применительно к проекту экипировочного устройства	—

В таблице 81 приведены расстояния между осями смежных путей на путевых развитиях колеи 750 *мм*.

ТАБЛИЦА 81.

Наименование смежных путей	Расстояние *мм*
На станциях между осями главных путей, по которым следуют пассажирские поезда	4 500
На станциях между осью главного пути, по которому следуют пассажирские поезда, и осью смежного с ним паркового пути	4 000
На путях парков приема и отправления поездов и на сортировочных путях	3 800
На запасных станционных путях, на путях парков стоянки подвижного состава в период уменьшения движения или для вагонов, ожидающих ремонта, на молах и пристанях, в портах и гаванях, а также на тупиковых перронных путях (при отсутствии между ними платформ)	3 800 а в исключительных случаях 3 500
На путях перегрузки непосредственно из вагона в вагон с колеи 750 *мм* на 750 *мм*	2 800
На путях перегрузки непосредственно из вагона в вагон с колеи 750 *мм* на 1524 *мм* в разных уровнях пути (в одинаковом уровне пола вагона)	3 200
На путях перегрузки непосредственно из вагона в вагон с колеи 750 *мм* на 1524 *мм* при одинаковом уровне пути (при разных уровнях пола вагона):	
а) мелочных грузов вручную .	3 200
б) крупных „ „	3 600
При механизации погрузки расстояние между осями путей увеличивается в зависимости от конструкции применяемых механизмов	

НБ УГЛУНТ (ДИТ)

Приведенные в таблице 81 расстояния между осями путей даны при свободных междупутьях.

При наличии на междупутьях семафоров, дисков, светофоров, высоких стрелочных станков, гидравлических колонок и всякого рода отдельно стоящих столбов, а также весовых помостов и станков, стрелочных будок и постовых зданий, опор для путепроводов и пешеходных помостов и других тому подобных устройств, расстояния между осями путей увеличиваются до норм, обеспечивающих соблюдение нормального габарита приближения строений.

Расстояние от центра предельного столбика до оси пути должно быть: 7000 *мм* для железнодорожной колеи 1524 *мм* и 1425 *мм* для железнодорожной колеи 750 *мм*.

§ 33. Стрелочные переводы и парки.

На железнодорожных путях промышленности может встречаться применение стрелочных переводов самых разнообразных типов, как, например, простые односторонние, симметричные, английские, двойные переводы с криволинейными остряками и т. д. Особенно эффективны, с точки зрения уменьшения занимаемой площади, переводы сокращенные и с криволинейными остряками и крестовинами. Марки крестовин стрелочных переводов на путях нормальной колеи обычно применяются:

1) при пропуске пассажирских (рабочих) поездов на боковой путь и одностороннем переводе — 1/11, при проходе поезда по основному (прямому) пути — 1/9;

2) на приемо-отправочных путях станций и разъездов и односторонних переводах должны быть применены крестовины марки 1/9;

3) на прочих путях промышленных предприятий могут быть применены крестовины марок 1/8 и 1/7, а в особо стесненных условиях также марки 1/5.

При колее 750 *мм* и ручной тяге встречаются стрелочные переводы марок до 1/3.

Радиусы переводных кривых во всех случаях должны обеспечивать возможность вписывания подвижного состава, предназначенного к обращению на данном пути.

Стрелочные переводы, при трудных условиях проектирования, допускается укладывать на уклонах крутизной до руководящего, уменьшенного на две тысячных

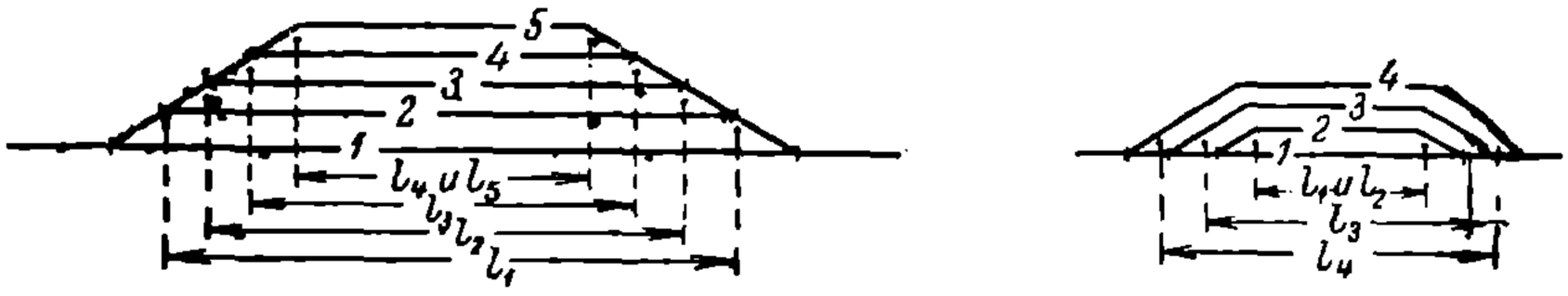


Рис. 367.

На генеральных планах промышленных предприятий и планах станций стрелочные переводы обозначаются в виде осевых эпюр.

В приложении 5 приведены наиболее ходовые эпюры, применяемые в тресте Промтранспроект.

Соединение путей в парки может происходить различными способами. Наиболее часто встречающиеся случаи указаны на приведенных рисунках.

На рис. 367 показаны парки, имеющие форму трапеции; все пути парков имеют различную полную и полезную длину и большую потерю места на стрелочную улицу.

НБ МИИТ (ДИТ)

На рис. 368, *а* приведен парк, полезные длины всех путей которого, кроме двух крайних, практически равны. Полезная длина крайних путей будет больше средних. Когда основной путь является в то же время главным или ходовым, то,

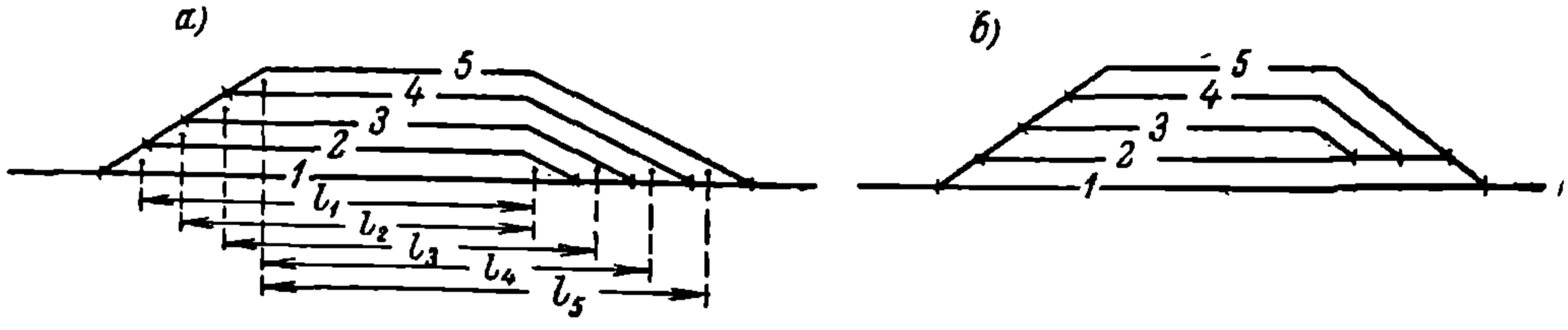


Рис. 368.

чтобы избежать большого скопления стрелок на главном пути, стрелочную улицу располагают на соседнем пути (рис. 368, *б*).

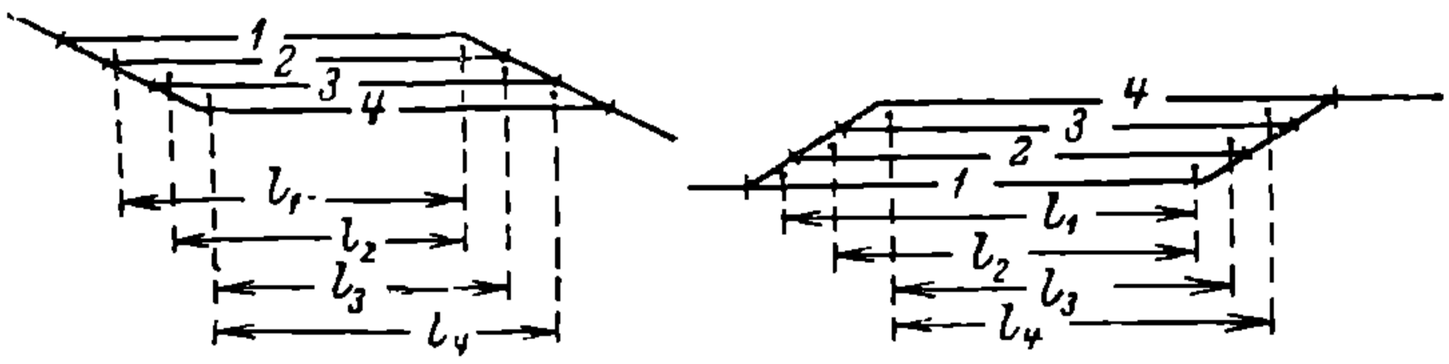


Рис. 369.

На рис. 369 показан случай, когда парку придана форма параллелограма такая форма применяется для парков отстоя, например парк охлаждения изложниц. Полезная длина крайних путей и в этом случае получается большей, чем путей средних.

На рис. 370 приведен парк в виде рыбки с веерными улицами.

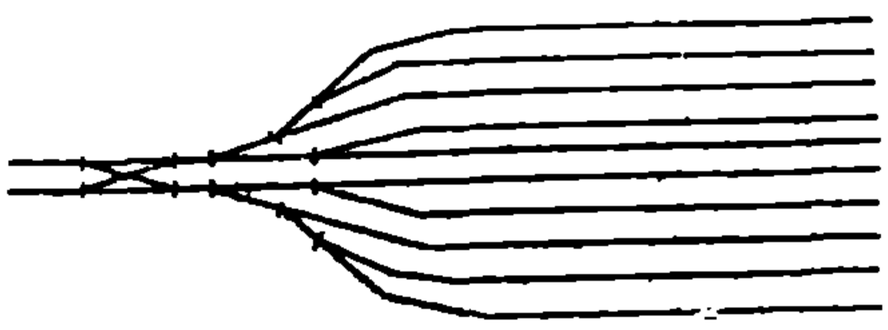


Рис. 370.

§ 34. Расположение в продольном профиле.

К путевому развитию железнодорожного транспорта промышленных предприятий предъявляются следующие основные требования:

1. Приемо-отправочные пути заводской станции должны располагаться на уклонах не круче $2{,}5‰$.

При руководящих уклонах $5‰$ и положе должна быть произведена проверка на трогание поезда с места, т. е.:

$$i \leqslant i_{рук} - w_{трог},$$

где $i_{рук}$ — руководящий уклон, а $w_{трог}$ — добавочное сопротивление при трогании с места.

2. При наличии отдельных парков приема и отправления перед сортировочными путями такие парки рекомендуется устраивать на уклонах крутизной $1—1{,}5‰$ по направлению движения.

3. Сортировочные вытяжки и сортировочные пути на протяжении 100 *м* от головы сортировочного парка, в пределах стрелочной зоны, устраиваются на уклонах от 2 до $2{,}5‰$ в сторону сортировки.

4. Сортировочным путям на протяжении 200 *м* от последней стрелки следует придавать уклон $1{,}5—2‰$ в сторону сортировки.

5. На постах, разъездах и обгонных пунктах, на которых не предполагается производить маневры с отцепкой вагонов от локомотива и стоянки вагонов, от-

НБ БНТУ (СПТ)

цепленных от локомотива, при соответствующем обосновании разрешается располагаться на уклонах круче $2{,}5^0/_{00}$, но при условии обеспечения трогания с места и отсутствии затруднений в эксплоатации. Во всяком случае уклон не должен быть более $^3/_4$ руководящего уклона на ходовом (главном) пути.

6. Блок, посты и сигналы автоматической блокировки могут располагаться на любом профиле.

7. Уклон на ходовых путях, соединяющих парк прибытия с парком сортировки, должен не превышать руководящего уклона на подъездном пути.

Наибольший допустимый по условиям эксплоатации уклон на ходовых путях должен быть:

а) нормально — $15^0/_{00}$;
б) максимально — $30^0/_{00}$.

8. Уклон на въездах на эстакады:

а) нормально — $20^0/_{00}$;
б) максимально — $30^0/_{00}$.

9. Пути, предназначенные для движения одних локомотивов или локомотивов с 1—2 вагонами, могут иметь уклон:

а) нормально — $30^0/_{00}$;
б) максимально — $40^0/_{00}$.

Указанные выше уклоны назначаются для прямой и должны соответственно уменьшаться при совпадении с кривой.

На всех генеральных планах путевого развития и планах станций уклон должен обозначаться уклоноуказателями с обязательным приведением отметки данной точки.

§ 35. Расположение в поперечном профиле и водоотвод.

Отвод атмосферных, грунтовых и технических вод от железнодорожных путей промышленных предприятий должен быть увязан с общим проектом водоотвода всей промышленной площадки. При грунтах земляного полотна, скальном, из камня, щебенистом или из чистого балластного песка никаких специальных мер по водоотводу от железнодорожных путей не требуется, независимо от числа путей на полотне. При числе путей менее четырех водоотвод обеспечивается обычным двухскатным профилем земляного полотна. При четырех и более путях необходима специальная планировка земляного полотна с одновременным устройством продольной и поперечной сети дренажей, отводимых либо в кюветы, либо в ливневую канализацию.

§ 36. Расположение в плане.

Наименьшие допускаемые радиусы кривых на путях промышленных предприятий устанавливаются в зависимости от обращающегося на путях подвижного состава, принимаемой скорости движения и трудности проектирования и должны быть не меньше указанных в таблице 82 (по данным „Технических условий проектирования и сооружения промышленных внутризаводских железнодорожных путей нормальной колеи", октябрь, 1938 г.).

Радиусы соединительных кривых парковых путей должны быть, как правило, не менее 400 *м*, в отдельных трудных случаях допускается уменьшение до 200 *м*.

Минимальный радиус для железнодорожной колеи 750 *мм* по „Техническим условиям" 1931—1932 гг.: а) при паровой тяге — 40 *м* и б) при ручной тяге — 15 *м*.

Начало и конец кривых должны на планах и рабочих чертежах путевого развития фиксироваться черточками с указанием угла поворота, радиуса и длины кривой.

§ 37. Станционные здания.

Станционные здания разделяются на служебные и жилые.

К служебным зданиям относятся:

1) здания управления станциями и постами, платформы для посадки пассажиров в рабочие поезда, отхожие места при них;

НБ УДУНТ (ДИТ)

ТАБЛИЦА 82.

Наименование путей	Наименьшие радиусы закругления в плане м	
	нормально	в трудных условиях
Ходовые пути, по которым обращаются локомотивы и вагоны железных дорог общего пользования:		
а) на вновь строящихся, постоянных промышленных предприятиях	400	200
б) на реконструируемых постоянных предприятиях и на вновь строящихся временных	350	180
Ходовые пути, по которым не обращаются локомотивы железных дорог общего пользования:		
а) на вновь строящихся постоянных предприятиях	300	180
б) на реконструируемых постоянных предприятиях и на вновь строящихся временных	200	120
Ходовые пути, на которых обращается подвижной состав только предприятий	160	120
Приемо-отправочные и сортировочные пути заводской станции:		
а) на новых предприятиях	600	500
б) на реконструируемых и временных	500	400
Приемо-отправочные пути раздельных пунктов с путевым развитием:		
а) на новых промышленных предприятиях	500	400
б) на реконструируемых и временных	400	300
Сортировочные вытяжки:		
а) на новых промышленных предприятиях	Прямая	600
б) на реконструируемых и временных	1000	500
Погрузочно-разгрузочные пути и пути у товарных платформ всех назначений:		
а) на новых промышленных предприятиях	600	500
б) на реконструируемых и временных	500	400
Прочие пути, по которым обращаются локомотивы и вагоны железных дорог общего пользования:		
а) на новых промышленных предприятиях	300	200
б) на реконструируемых и временных	250	180
Прочие пути, по которым не обращаются локомотивы железных дорог общего пользования:		
на новых промышленных предприятиях и на реконструируемых и временных	180	120
Пути, по которым обращается подвижной состав только промышленного предприятия	180	120

Примечания:

1) В особо трудных условиях проектирования указанные радиусы могут быть уменьшены с обязательным представлением технико-экономического обоснования.

2) При укладке путей внутри цехов и при въездах в цеха допускается применение радиуса менее 120 *м* с обоснованием в каждом отдельном случае и с представлением расчета на вписывание.

НБ УДУНТ (ДНТ)

2) локомотивные здания и депо;
3) вагонные мастерские, сараи;
4) здания для отдыха бригад, помещения для погрузочно-разгрузочных бригад, стрелочные будки;
5) водоемные здания;
6) товарные помещения: пакгаузы, платформы крытые и открытые;
7) блок-посты и посты центрального управления стрелками и сигналами.

К жилым домам относятся: жилые дома обслуживающего персонала, общежития, клубы, столовые, школы и т. д.

Необходимые размеры зданий и их распланировка излагаются в специальном курсе архитектуры (см. проф. Глазырин „Технические железнодорожные здания", Трансжелдориздат, 1935).

§ 38. Прочие устройства.

Кроме зданий на путевом развитии промышленных железных дорог имеется ряд отдельных устройств, крупных и мелких сооружений. Сюда относятся:
1) станционные сигналы;
2) элементы станционного освещения (фонари на столбах, прожекторные башни и т. д.);
3) водопроводная сеть с гидравлическими колонками и кранами водоразборными, пожарными и т. д.;
4) канализационная и водоотводная сеть с каналами, трубами, колодцами и т. д.;
5) телеграфная и телефонная сети;
6) искусственные сооружения: мосты, трубы, путепроводы, лотки и др.;
7) подъездные автогужевые дороги, переезды, мощеные дворы и площади.

Материал по этим вопросам излагается в специальных курсах, а ряд данных для проектирования приводится в „Технических условиях проектирования и сооружения промышленных внутризаводских железнодорожных путей".

ГЛАВА XI.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СОСТАВЛЕНИЯ ПРОЕКТА.

Согласно постановлению СНК СССР от 23 мая 1936 г. „О порядке составления проектов и смет по капитальному строительству" процесс проектирования расчленен на три основных этапа: 1) проектное задание, 2) технический проект и 3) рабочие чертежи.

Проектное задание, на основе технико-экономического сравнения ряда вариантов, решает принципиальную схему путевого развития данного промышленного предприятия с учетом перспектив дальнейшего его развития и потребностей технологического процесса производства, касаясь вопросов проектирования отдельных деталей, не имеющих влияния на решение поставленной задачи по всему комплексу, лишь в порядке общих соображений.

Технический проект является основным документом, по которому приступают к строительству и которым определяется стоимость этого строительства. Технический проект должен касаться строительных работ ближайших 2—3 лет и составлять вполне законченный этап работ, дающих вполне определенный эксплоатационный эффект.

Разрабатываемый технический проект должен быть комплексным, т. е. одновременно с проектом и сметами основных путевых устройств должны быть представлены проектные задания и сметные соображения по всем техническим зданиям, депо, водоснабжению, СЦБ и т. д., относящимся к данному объекту. Строительные работы, предусматриваемые проектом, должны быть подразделены в проекте

НВ УДУНТ (СПГТ)

по годам (очередям) строительства, по отдельным законченным объектам и сопровождаться подробным материалом о порядке производства строительных работ, с разработкой этапов перехода от существующего положения путей к новому (в случаях реконструкции) при минимальном нарушении эксплоатационной работы существующего путевого развития.

Рабочие чертежи являются уточнением отдельных конструктивных деталей и составляются непосредственно перед тем, как приступают к строительству.

По получении задания и всех необходимых исходных данных (см. главу VII) составление проекта заводской станции и прочих путевых развитий удобно вести в следующем порядке:

1. Определение размеров движения. Имеющийся в задании грузооборот (в тысячах тонн в год) переводится сначала в число груженых и порожних вагонов в сутки: составляется косая таблица суточного вагонооборота, а затем по расчетному весу поездов отдельных направлений определяется суточное количество поездов-подач разных категорий. Одновременно определяется число вагонов, подлежащих сортировке, выгрузке и погрузке. Расчет ведется по способам, указанным в главе VIII; результаты сводятся в косую таблицу поездооборота и изображаются графически в виде схемы поездооборота.

2. Выбор примыкания к станции ходовых путей отдельных направлений. Направление примыкания к станции отдельных ходовых путей должно быть выбрано с таким расчетом, чтобы число поездов-подач, меняющих на станции направление движения (угловых), было наименьшим. Для этого, пользуясь диаграммой грузопотоков и схемой поездооборота, необходимо установить число угловых поездов для различных комбинаций подходов и из них выбрать наименьшее.

3. Составление принципиальных схем станции и выбор оптимальной. Зная размеры движения, направления примыкающих ходовых путей, намечая, ориентировочно, число сортировочных парков, размеры маневровых средств, общие размеры и состав тягового хозяйства и товарного двора, можно приступить к составлению вариантов схем станции и выбору оптимального варианта.

Общие соображения о методе составления и выборе схем приводились в главах IV и VI. Здесь следует лишь добавить, что уже при предварительной наметке схемы необходимо детально изучить местные условия, как, например: топографию, застройку, ветры, водотоки, грунты, грунтовые воды и т. п., а для реконструируемых станций расположение и размеры существующих устройств, их техническое состояние, размеры, возможность использования и пр.

4. Определение числа путей в парках. После выбора принципиальной схемы станции и определения, таким образом, работы парков можно приступить к расчету числа путей каждого парка, в соответствии с указаниями главы VIII.

5. Выбор способа сортировки и расчет маневровых средств станции. В соответствии с числом перерабатываемых поездов и вагонов устанавливаются размеры маневровых средств станции, число маневровых вытяжек и локомотивов, а по заданной специализации поездов — число путей сортировочного парка. Если число сортировочных и группировочных вытяжек получается более двух, то намечаются либо два сортировочных парка, либо один с горкой (см. главу VIII).

6. Определение размеров деповского хозяйства. На основе имеющихся в задании указаний о назначении депо определяется число стойл, тип и распланировка депо, выделяется количество поворотных устройств, экипировочных точек, ремонтных устройств, количество тракционных путей, размеры топливного склада и т. д. Все расчеты производятся по указаниям соответствующих учебных пособий.

7. Определение размеров товарного двора. Если проектируемая заводская станция имеет какое-то количество погружаемых и выгружаемых

НТБ УДУНТ (СПТ)

на станции грузов (местные грузы), то следует определить площадь и фронт пакгаузов, платформ, навалочных площадок и выбрать схему их распланировки, согласно указаниям глав VI и VIII.

8. Проверка горловин и обоснование необходимости путепроводных развязок. Как уже отмечалось (глава III), при составлении схемы всегда приходится допускать ряд различных по характеру и нагрузке внутристанционных пересечений, группирующихся в так называемых горловинах станций. Горловины принятой схемы должны быть проверены согласно указаниям главы VIII. Если загрузка горловин, даже при применении разгружающих мероприятий, остается предельной, нужно намечать путепроводные развязки, в соответствии с которыми несколько корректировать схему.

9. Составление подробной схемы (не масштабной) и подготовка к накладке плана. В предварительной схеме парки, тяговое хозяйство и т. д. могли быть нанесены в виде условных знаков (трапеций, ромбов т. п.). Накладка плана станции по такой общей схеме для недостаточно опытного работника создаст ряд затруднений во взаимном расположении путей съездов, соединений и т. д., кот рые из общей схемы не усматриваются и случайный пропуск которых при последующем их включении заставляет переделывать иногда весь план. Поэтому целесообразно перед накладкой плана составить подробную. хотя и не масштабную, схему с показанием всех путей, стрелок, съездов, путепроводов, кочегарных канав, гидравлических колонок и прочих деталей; при этом чем тщательнее будет составлена такая схема, тем быстрее и легче пойдет составление масштабного плана.

10. Накладка масштабного плана. При накладке плана станции прежде всего следует наметить продольную и поперечную ось станции и общие контуры территории, на которой можно расположить станционные устройства; при этом площадку следует направить таким образом, чтобы:

а) получилось наименьшее количество земляных работ при равенстве объемов насыпей и выемок;

б) основания и фундаменты капитальных сооружений не оказались на насыпях, которые удорожают и осложняют их устройство, а расположились на устойчивых и прочных грунтах;

в) всей площадке станции был придан необходимый для отвода воды поперечный уклон (0,003—0,008), а вся станция не была расположена в яме.

При накладке плана необходимо учитывать следующее:

а) должна проверяться полезная длина путей, расстояния от предельного столбика до центра перевода, между центрами переводов, длины съездов и т. п.;

б) должна проверяться общая ширина парков и расстояние между осями путей;

в) прежде чем начинать конструирование головы парка следует нанести все вытяжные и ходовые пути;

г) накладку парков начинать с внутренних и последовательно переходить к наружным, иначе у внутренних парков может нехватить полезных длин.

11. Нанесение деталей и оформление проекта. По окончании накладки, согласно разработанной схеме путевых устройств, необходимо дополнить план рядом вспомогательных устройств, пояснительных подписей, размеров и других требующихся по техническим условиям проектирования деталей.

К их числу относятся:

а) гидравлические колонки;
б) водоразборные краны;
в) водонапорные сооружения;
г) напорный, всасывающий и разводящий трубопровод;
д) устройства СЦБ;
е) постовые здания механической централизации;
ж) устройства освещения;
з) ограждения станционных территорий;

НБ УДУНТ (ДИТ)

и) поселки при станциях;
к) нумерация парковых путей и стрелок;
л) искусственные сооружения и водоотвод;
м) границы отвода земли;
н) очереди и этапы работ.

Все наносимые на чертеже устройства должны быть выполнены в соответствии со стандартными техническими условными обозначениями (см. приложение 3).

12. Графическая проверка проекта. Составленный проект должен быть проверен построением графика работы станции.

Метод составления графика изложен в главе IX.

13. Подсчет стоимости сооружения и эксплоатации. Подсчет производится посредством составления строительных смет и сметных соображений по эксплоатационным расходам; на основе же этих данных, в необходимых случаях, производится экономическое сравнение вариантов.

14. Составление пояснительной записки. Все расчеты, описание существующих и запроектированных устройств, принятых методов эксплоатации, выбор вариантов, общие выводы по проекту, копии документов и все необходимые приложения сводятся в общую пояснительную записку к проекту.

НБ УДУНТ (ДИТ)

ОТДЕЛ III

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВНУТРЕННИХ И ВНЕШНИХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПУТЕЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Доц. Н. Д. Богинский

ГЛАВА I.

ОБЩИЕ УСТАНОВКИ.

§ 1. Стадии проектирования.

Задачей проектирования промышленных железных дорог является решение вопроса о перемещении грузов данного предприятия при условиях:

1) обеспечения технической безопасности, срочности и непрерывности движения, увязанного с течением производственного процесса и работой складов;

2) минимальных строительных затрат и

3) минимальной стоимости перевозки грузов.

Выполнение первого из этих условий связано с выработкой таких правил по проектированию и строительству железных дорог, которые обеспечивали бы пропуск по запроектированной и построенной сети путей требуемого количества пар поездов с надлежащей скоростью.

Такие правила, общие для определенного рода дорог, именуемые „Техническими условиями" проектирования и строительства, вырабатываются и утверждаются центральными органами и являются руководящими при всяком проектировании. Однако, охватывая факторы, общие для железных дорог данной категории (подъездные пути, внутризаводские пути, магистральные железные дороги и т. д.), они, естественно, в каждом частном случае несколько видоизменяются и уточняются.

При одних и тех же технических условиях проектирования данной дороги возможен ряд решений, отличающихся между собой теми или другими техническими и экономическими признаками и в большей или меньшей степени удовлетворяющих второму и третьему условиям.

Таким образом при составлении проекта первоначальными являются две задачи, а именно: а) выбор технических условий проекта и б) выбор вариантов; и только после разрешения этих вопросов возможно составление такого проекта, по которому будет осуществляться строительство данной дороги.

Вследствие значительной сложности и ответственности вопросов проектирования окончательное решение принимается лишь после постепенного приближения и выбора наилучшего из возможных решений. Эта постепенность отражена следующими, установленными в настоящее время, стадиями проектирования [1]:

1) составление проектного задания;

2) составление технического проекта и

3) составление рабочих чертежей.

Проектное задание имеет целью определить техническую возможность

---

[1] Постановление СНК СССР от 26/II 1938 г. „Об улучшении проектного и сметного дела".

НБ УДУНТ (ДИТ)

и экономическую целесообразность предполагаемого строительства, обеспечить правильный выбор площадки, определить ориентировочную стоимость строительства и себестоимость изделий.

В отношении проекта транспортных устройств проектное задание является весьма ответственной частью проектирования, так как выбор площадки, выбор вариантов внешних подходов, принципиальное разрешение генерального плана предприятия и все основные вопросы строительства и эксплоатации должны найти свое разрешение в этой стадии проектирования.

Технический проект является последней стадией проектирования подъездных и внутризаводских железнодорожных путей в целом, и следовательно, в результате его проработки мы должны получить окончательно разработанный генеральный план предприятия с аналитически закоординированным расположением всех зданий и путей, с точной привязкой к путям сообщения общего пользования. В этой стадии получают также окончательное техническое решение все отдельные элементы строительства и эксплоатации рельсового и безрельсового транспорта. Кроме того, весь проект должен иметь в окончательной форме согласование и утверждение всех заинтересованных организаций. Технический проект сопровождается сметой на строительство и эксплоатационной сметой.

Рабочие чертежи по генеральному и промышленному транспорту в целом не делаются, а разрабатываются лишь отдельные участки генеральных планов с точной и подробной увязкой всех подземных, наземных и надземных сетей и окончательным координированием всех точек для разбивки их на самой площадке.

Кроме того делаются рабочие чертежи отдельных сложных узлов, соединений путей, нетиповых стрелочных переводов, особых типов верхнего строения, водоотвода, укрепления земляного полотна в трудных условиях, искусственных сооружений и т. п.

Прохождение проекта через все указанные стадии в достаточной мере обеспечивает нахождение действительно наилучших решений для поставленной транспортной задачи.

Как уже было указано выше, под наилучшим решением следует понимать не только лучшее с точки зрения чисто технической, но и наиболее экономически выгодное решение.

Таким образом, прежде чем перейти к техническим вопросам проектирования, необходимо установить основные методы решения вопросов сравнения вариантов и установить понятие экономической оценки запроектированного варианта.

§ 2. Общая методика сравнения вариантов.

При проектировании любого сооружения, и в особенности железной дороги возникает целый ряд решений, отвечающих поставленному заданию. Нахождение оптимального решения и является основной задачей проектировщика.

Очевидно, что при нахождении оптимального решения проекта железной дороги следует стремиться к получению:

1) наикратчайшего расстояния между конечными пунктами перевозки;
2) наименьших уклонов железнодорожного пути;
3) наименьшего количества земляных работ и искусственных сооружений и
4) наибольшего обеспечения бесперебойной, безопасной и срочной перевозки заданного количества грузов.

На пути к нахождению оптимального решения возникает целый ряд вариантов, из которых и следует сделать правильный выбор.

Сложность выбора вариантов при проектировании железнодорожных путей объясняется значительным количеством факторов, которыми характеризуются варианты, причем большей частью один вариант, уступая другому в одном отношении, имеет преимущество в ряде других.

Вследствие этого только всестороннее рассмотрение достоинства и недостатков каждого варианта может повести к правильному выбору наилучшего.

НБ УДИТ (ДИТ)

Все факторы, характеризующие варианты, можно разделить на три группы [1]:

Группа 1-я. Общие признаки:

а) государственные и оборонные соображения;

б) соответствие требованиям технологического процесса предприятия;

в) соответствие местным нуждам данного узла или района, который задевает проектируемая промышленная железная дорога.

Группа 2-я. Технические признаки:

а) основные технические измерители (длина, уклоны, кривые, количество работ и т. д.);

б) основные эксплоатационные измерители (скорость, использование двигателей, вагонов и т. д.);

в) пропускная и провозная способность;

г) наличие запаса мощности и степень использования отдельных устройств дороги;

д) степень обеспечения бесперебойности и безопасности движения;

е) степень надежности и долговечности сооружения;

ж) геологические, гидрологические и другие соображения;

з) увязка с существующими и проектируемыми сетями;

и) соответствие реконструктивным мероприятиям;

к) условия и сроки производства работ по сооружениям.

Группа 3-я. Экономические признаки:

а) перевозочные расходы (эксплоатационные расходы и амортизационные отчисления);

б) стоимость сооружения;

в) требующиеся для сооружения и эксплоатации кадры;

г) потребность в металлах и других важнейших материалах;

д) затраты топлива;

е) потребность в подвижном составе.

Если первые две группы признаков не дают исчерпывающего решения в пользу одного из вариантов, вопрос выбора решается на основе экономического сравнения вариантов; вопросы экономики не ограничиваются одними денежными сравнениями, а, как указано выше, особо должны учитываться и такие элементы, как топливо, дефицитные материалы, импортное оборудование и т. д.

Затруднения в экономическом сравнении вариантов состоят в том, что мы имеем малосравнимые экономические признаки, а именно: одни связаны со строительной стоимостью сооружения, другие — со стоимостью эксплоатации уже построенной дороги. Обе категории этих признаков бывают обычно взаимно враждебны, т. е. с уменьшением строительной стоимости подымаются эксплоатационные расходы, и наоборот.

Для приведения тех и других признаков к сравнимому виду установлены: понятие перевозочных расходов и понятие приведенной годовой строительно-эксплоатационной характеристи и данного варианта. Первое понятие характеризует действительную себестоимость перевозок, второе же понятие вводится исключительно для возможности сравнения вариантов.

Для осуществления перевозок необходимо производство двух видов расходов, а именно: расходов эксплоатационных, производящихся ежегодно и почти непрерывно и требующихся для осуществления перевозок, и расходов, производящихся периодически, с перерывами в несколько лет. К расходам второго рода относятся расходы по полному возобновлению имущества (реновация) и расходы по капитальному ремонту имущества, пришедшего в негодность. Расходы второго вида производятся из специального капитала, образуемого амортизационными отчислениями.

Амортизационные отчисления вносятся ежегодно в банк, и капитальный ре-

---

[1] Дано применительно к классификации признаков в курсе проф. Протодьяконова „Изыскания и проектирование железных дорог", 1934.

НВ УДУНТ (ДИТ)

монт и замена новым пришедшего в негодность имущества производятся в нужные моменты по специальным кредитам, отпускаемым банком из амортизационного фонда.

Такое определение амортизационных расходов установлено сравнительно недавно (на железных дорогах НКПС с 1931 г.) и вносит большую точность в определение себестоимости перевозок, которые при всех прочих равных условиях остаются для определенного грузооборота постоянными ежегодно и не зависят от случайно павших на данный год расходов по тому или иному возобновлению имущества.

Величину амортизационных отчислений определяют, исходя из первоначальной стоимости отдельных составных частей железной дороги, срока их службы и расходов, требующихся на капитальные ремонты за все время службы. Так как последние могут быть выражены тоже как функция от первоначальной стоимости, то величина амортизационных отчислений в процентах выразится следующим образом:

$$\alpha = \frac{100}{t} + \frac{100 \cdot k}{t}, \qquad (1)$$

где α — процент амортизации,

t — срок службы и

k — коэфициент, дающий отношение суммы затрат по капитальным ремонтам за весь период времени t к первоначальной стоимости.

На основе изложенного мы можем величину себестоимости перевозок („перевозочные расходы“) выразить формулой:

$$S = \frac{A \cdot \alpha}{100} + Э, \qquad (2)$$

где A — сумма капиталовложений в рублях,

α — средневзвешенный процент амортизации и

$Э$ — ежегодные эксплоатационные расходы в рублях.

Однако данная формула и данное ранее определение амортизационных отчислений требуют уточнения и некоторого изменения в тех случаях, когда срок службы железнодорожного имущества определяется не только его естественным износом, но и длительностью существования предприятия, которое оно обслуживает.

Подобные случаи часто имеют место в условиях промышленного транспорта, особенно для железнодорожных путей, обслуживающих сырьевые базы, как то: горнорудные, торфяные и т. д.

В этом случае капиталовложения следует подразделить на две группы.

К первой группе относим так называемые безвозвратные расходы, т. е. капиталовложения, затраченные на строительство таких объектов, которые по окончании эксплоатации дороги не могут быть ни использованы в другом месте, ни ликвидированы для каких-либо других целей за определенную часть суммы первоначальных капиталовложений.

Ко второй группе относятся капиталовложения на так называемое „ликвидное“ имущество, т. е. могущее быть использованным в том или ином виде.

Наиболее яркими представителями этих групп явятся: первой — земляные работы, затрата рабочей силы на укладку пути и т. д., и второй — подвижной состав, рельсы и т. п.

В данном случае понятие себестоимости перевозок претерпевает изменение в зависимости от цели, для которой оно определяется.

С узкой точки зрения данного предприятия первоначальная формула и здесь имеет место, так как фактические ежегодные отчисления будут вноситься в банк в размере установленных нормальных процентов амортизации, без учета фактического срока службы.

НБ УДУНТ (ДГТ)

Точка же зрения народнохозяйственная, которая безусловно должна приниматься во внимание при проектировании и особенно при сравнении вариантов, будет отражена, если мы построим формулу с учетом фактических сроков службы и стоимости ликвидируемого имущества.

При этом мы также предусмотрим два случая: один — когда имеется возможность определить стоимость ликвидируемого имущества, и второй — когда этой возможности нет. Во втором случае можно условно принимать, что стоимость имущества будет ежегодно уменьшаться в соответствии с нормальным процентом амортизации.

Выражая формулой сумму ежегодных амортизационных отчислений, мы вместо $\frac{4 \cdot \alpha}{100}$ в формуле (2) получим в первом случае:

$$\frac{A'}{t_0} + \frac{A''_{перв} - A''_{ост}}{t_0} + (A' + A''_{перв}) \frac{\beta}{100}, \qquad (3)$$

где A' — безвозвратные капиталовложения;
$A''_{перв}$ — „ликвидные“ капиталовложения;
$A''_{ост}$ — возвратный капитал, получаемый за ликвидируемое имущество;
t_0 — срок службы данной дороги, меньший чем t — естественный срок амортизации имущества;
β — процент отчислений на капитальный ремонт, равный $\frac{100 \cdot k}{t}$ из формулы (1).

Естественно, что полная сумма капиталовложений здесь $A = A' + A''_{перв}$

Во втором случае, когда величина $A''_{ост}$ не поддается определению, формула (3) примет вид:

$$\frac{A'}{t_0} + A''_{перв} \frac{\alpha}{100} + A' \frac{\beta}{100}, \qquad (4)$$

где α — полный процент амортизации, тот же, что и в формуле (2).

Остальные значения те же.

Величина нормального процента амортизации на железнодорожное имущество с разделением на реновационные отчисления и на капитальный ремонт пока имеется лишь в соответствующих приказах для железных дорог НКПС. В условиях промышленного транспорта они требуют значительного пересмотра.

Обычно употребляемый при проектах средневзвешенный процент амортизационных отчислений, равный 4,7%, установленный по соглашению НКПС, НКФ и б. НК РКИ, может быть принят также и для подъездных путей. Для внутризаводского транспорта, стоимость которого почти не входят земляные работы так как подавляющее большинство последних относится за счет общепланировочных земляных работ), средневзвешенный процент амортизации может быть принят равным 8% от полной стоимости с учетом стоимости подвижного состава или 6% от капиталовложений на строительство, т. е. без учета стоимости подвижного состава.

Однако в каждом частном случае не трудно определить истинный средневзвешенный процент амортизации, и лишь в исключительных случаях, и только при проектных заданиях, можно принять вышеприведенные ориентировочные нормы амортизационных отчислений.

В случае если и капиталовложения и перевозочные расходы одного из вариантов оказываются ниже, чем в других вариантах, вопрос решается бесспорно в пользу наиболее дешевого варианта. В том же случае, когда при увеличении капиталовложений для какого-либо варианта перевозочные расходы уменьшаются, решение усложняется, так как стоимость сооружения является единовременным расходом, а перевозочные расходы производятся ежегодно. Для возможности их суммирования необходимо установить какой-то коэфициент, приводящий стоимость

НБ УАДТУ (ДГТ)

сооружения к эквивалентным ему ежегодным затратам. Такой приведенный годовой строительно-эксплоатационный расход будет выражен формулой:

$$P_{пр} = \Delta A + S, \tag{5}$$

где Δ — коэфициент приведения, именуемый также коэфициентом эффективности капиталовложения,

A — стоимость сооружения и

S — ежегодные перевозочные расходы, исчисляемые по формуле (2).

Установленной методологии для определения величины Δ не имеется, но необходимость учета капиталовложений при сравнении вариантов очевидна, так как естественно, что освободившийся капитал, при выборе более дешевого в отношении стоимости строительства варианта, может быть вложен государством в любое другое строительство или предприятие, где даст соответствующий экономический эффект. Естественно, что величина этого коэфициента будет зависеть от общих условий народнохозяйственной жизни страны и не является постоянной величиной ни в отношении времени, ни в отношении места и цели производимых затрат.

За отсутствием точных установок до последнего времени Союзный Госплан и НКТП считали возможным принимать величину этого коэфициента равной 0,06, т. е. 6% от капиталовложений. НКПС устанавливает этот коэфициент для каждого проекта железнодорожной линии индивидуально с колебанием от 6 до 12%.

Для возможности суждения об относительной величине стоимости перевозок принято приводить ее к стоимости перевозок одного тонно-километра, т. е. к величине:

$$s = \frac{S}{QL}, \tag{6}$$

где S — перевозочные расходы по формуле (2) за год в рублях,

Q — годовой грузооборот в тоннах и

L — средневзвешенная дальность пробега груза в километрах.

Это определение характерно лишь для такого транспорта, где играет превалирующую роль линейное передвижение (магистральные дороги, подъездные пути). Для внутризаводского же транспорта, где мы имеем маневровый характер передвижения, наиболее удобным показателем стоимости перевозок является величина стоимости одной переработанной тонны груза, т. е. величина:

$$s' = \frac{S}{Q}, \tag{7}$$

а для сравнения вариантов приведенная строительно-эксплоатационная стоимость ее:

$$p_{пр} = \frac{P_{пр}}{Q}. \tag{8}$$

§ 3. Особенности проектирования промышленных железных дорог.

Среди различных видов промышленного транспорта, а именно железных, безрельсовых дорог и канатных дорог, транспортеров и т. д., несомненно, главенствующую роль в данное время играют железные дороги.

Действительно, связь почти всех промышленных предприятий с общегосударственной сетью железных дорог и близость этих предприятий к ним часто предрешают вопрос о виде транспорта в пользу железных дорог, не требуя никаких экономических сравнений вариантов по другим видам транспорта.

Величина грузооборота и технологические процессы в некоторых областях промышленности (например на металлургических заводах) также заставляют почти исключительно применять в качестве основного вида транспорта железные дороги.

В дальнейшем изложении будет отмечена область применения железных

РГБ УЧЕБНЫЙ ФОНД

дорог в промышленном транспорте, причем их обширное и разнообразное использование заставляет несколько диференцировать общее понятие „промышленные железные дороги".

Действительно, это понятие охватывает различные железнодорожные пути, резко отличающиеся между собой вообще и в частности в отношении условий их проектирования.

Наиболее характерными являются три группы: 1) подъездные пути, 2) внутризаводские пути и 3) пути сырьевых баз (в пределах системы разработок).

Однако и в пределах последних двух групп отличия довольно велики в зависимости от рода предприятия, а потому вопрос проектирования их подробно можно изложить лишь в специальных курсах, учитывая технологические процессы данного рода предприятий (транспорт металлургических заводов, торфовозный и т. д.). В данном же курсе мы устанавливаем лишь некоторые основные законы проектирования промышленных железных дорог, более или менее общие для первых двух групп.

Рассматривая далее каждую группу отдельно, придется останавливаться на особенностях проектирования их также в зависимости от ширины колеи. В этом отношении на промышленном транспорте имеют значительное распространение три категории железных дорог:

1) железные дороги нормальной (называемые также иногда и „широкой") колеи, для которых расстояние между рабочими кантами рельс равно 1524 *мм*,

2) железные дороги колеи 750 *мм*, именуемые часто просто железными дорогами узкой колеи;

3) железные дороги колеи 1000 *мм*.

Этими тремя категориями исчерпываются установленные в последнее время стандартные типы дорог, и при проектировании следует всячески избегать применения железных дорог какой-либо другой колеи, хотя на ряде предприятий мы еще имеем железные дороги с колеей самой различной ширины (600, 864 *мм* и др.).

В отличие от проектирования железных дорог магистрального значения на долю проектировщика промышленных железных дорог падает задача более широкая и разнообразная, не ограниченная исключительно областью технических знаний по проектированию железных дорог.

К таким особенностям следует отнести:

1) решение задачи о выборе вида транспорта, а следовательно, знание экономики и техники различных видов транспорта;

2) увязка проектируемой сети с требованиями технологических процессов, а следовательно, знание в основном сути этих процессов в целом и в частности требований каждого участка (цеха), предъявляемых к транспорту;

3) увязка проектируемой сети с генеральным планом всего предприятия, что сводится к решению самого генерального плана, с увязкой проекта железных дорог с безрельсовыми дорогами, подземными и надземными сетями, вертикальной планировкой, поверхностным водоотводом и т. д. и, следовательно, требует от проектировщика достаточных знаний во всех этих областях (особенно безрельсовых дорог и вертикальной планировки);

4) умение решать транспортные задачи в стесненных местах и с учетом ряда требований других организаций и предприятий (НКПС, Наркомвод, городские организации и др.), что также повышает требование к знаниям проектировщика, как в узко технической области (кривые малых радиусов, особые типы соединения путей и т. д.), так и в общем его развитии в области транспорта, а именно требует знания режима работы магистральных дорог и требований, предъявляемых к промышленным железным дорогам в местах примыкания, знания условий прокладки дорог в городских условиях и т. д.

Совершенно естественно, что общие требования к проектировщику остаются те же, что и в случае магистральных дорог, а именно: глубокое знание строительных процессов, геологии, тяговых расчетов, гидравлики и т. д. является необходимым для любого инженера-проектировщика.

НБ УГЛУНТ (ДИТ)

ГЛАВА II.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОДЪЕЗДНЫХ ПУТЕЙ.

§ 4. Область применения железных дорог.

Подъездными путями в промышленном транспорте называются пути, соединяющие данное предприятие с сетью дорог общего пользования или с его сырьевой базой, если последняя территориально отдалена от предприятия. К этому же понятию должны быть отнесены и пути, соединяющие сырьевые базы с их вспомогательным хозяйством: обогатительными, дробильными фабриками и т. д., также в том случае, если они разделены между собой пространством, не входящим в состав общей площадки предприятия.

Характерной особенностью этого вида промышленного транспорта является его линейное протяжение, а потому методы проектирования, строительства и эксплоатации близки к аналогичным методам проектирования дорог общего пользования. Отличием же от последних служит их более узкое целевое назначение — обслуживание данного промышленного предприятия, а как следствие этого — известное постоянство грузовых потоков, величина которых и равномерность определяются в основном технологическим процессом предприятия.

В виду этого проектирование подъездных путей нельзя изолировать от проектирования внутризаводских путей и генерального плана предприятия (или проектирования методов разработок и сети путей сырьевых баз), так как только совместное решение внутреннего и внешнего транспорта предприятия дает оптимальное решение, увязанное с технологическим процессом и с режимом работы той дороги общего пользования, с которой будет связан подъездной путь.

Действительно, для предприятия заводского типа направление входа и выхода грузов будет во многом диктовать расположение цехов на генеральном плане и влиять на схему транспортных устройств на площадке, а со своей стороны фиксированное положение цехов, потребляющих сырье и выдающих продукцию, может заставить принять то или иное решение по внешнему транспорту.

В качестве подъездных путей промышленных предприятий наибольшее распространение имеют железные дороги. Однако не всегда условия перевозки требуют их применения, и в некоторых случаях бывает целесообразнее и экономичнее использовать другие виды транспорта.

Главнейшими факторами, влияющими на выбор вида транспорта, являются:

1) специфика грузов и требования технологических процессов;
2) условия работы конечных пунктов подъездного пути;
3) величина грузооборота;
4) расстояние перевозок;
5) разность отметок конечных пунктов и топографические условия и
6) геологические условия местности.

Для выявления области применения железных дорог различной колеи в качестве подъездных путей рассмотрим условия применения безрельсовых и канатных дорог, как наиболее часто конкурирующих с железными дорогами в роли подъездных путей.

Область применения безрельсовых дорог и автотранспорта для подъездных путей не особенно велика, так как этот вид транспорта большей частью не дает экономического эффекта по сравнению с железнодорожным и другими видами транспорта.

Применение безрельсового транспорта, кроме этого, ограничивается:

1) габаритами перевозимых грузов, вследствие незначительных размеров кузовов автомобилей, прицепов и пр.;

2) весом отдельных штучных грузов (грузоподъемность автомобилей и прицепок, изготовляемых в СССР, не свыше 5 *m*);

3) спецификой грузов (грузы, не переносящие больших толчков, и т. п.);

4) условиями работы конечных пунктов.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Преимуществами безрельсового транспорта по сравнению со всеми другими видами транспорта являются:

1) гибкость этого вида транспорта, удобного для обслуживания распыленных грузопотоков;

2) большие уклоны по сравнению с железнодорожным транспортом (70‰ а в исключительных случаях и выше);

3) малые радиусы закруглений (до 10 *м*);

4) широкое использование безрельсовых дорог для местных нужд и их культурное значение для района;

5) экономия в дефицитных материалах и использование местных стройматериалов (камень, песок).

Точные границы применения данного вида транспорта в общем случае указать невозможно, так как эта задача разрешается в зависимости от топографии местности, стоимости строительных материалов, грузооборота, длины линии и местных условий (наличие существующих дорог, использование промышленных дорог на общерайонные нужды и т. п.).

Ориентировочно все же возможно указать, что при необходимости строительства безрельсовых дорог только для нужд предприятия применение безрельсового транспорта бывает выгодно обычно для грузооборотов не свыше 50 000 *т*, а при наличии существующих дорог — до 100 000 *т* в год.

Выгодность применения безрельсовых дорог повышается в горной местности (трудные топографические условия, дешевый камень) и понижается в равнинной, особенно при отсутствии на месте камня и песка.

При необходимости перегрузок на обоих конечных пунктах всех грузов на другие виды транспорта почти во всех случаях применение безрельсового транспорта отпадает. В случае же перегрузки на другой вид транспорта лишь на одном конечном пункте безрельсовый транспорт обычно рентабелен при длине пути не менее 10—15 *км* и при грузообороте не свыше 50 000 *т*.

В ближайшем будущем область применения безрельсовых дорог может получить значительное расширение путем введения специальных тяжеловозов (грузоподъемностью 10—25 *т*).

Применение канатных дорог в качестве подъездных путей имеет место большей частью в сильно пересеченной местности, в случае переходов больших рек и т. п., при однообразном и постоянном грузопотоке с определенными двумя (в очень редких случаях больше, чем двумя) точками: пунктом отправления груза и пунктом прибытия его.

Применение канатных дорог ограничивается габаритными размерами и весом перевозимого груза, так как грузоподъемность вагонеток ограничивается 2 *т*, и только в случае возможности перевозки груза на спаренных вагонетках вес перевозимого (неделимого) груза может быть максимально доведен до 3—4 *т*.

В виду значительной строительной стоимости канатной дороги грузооборот, оправдывающий ее применение, обычно должен быть не ниже 100 000 *т* в год

Большим минусом этих дорог служит необходимость иметь и другой вид транспорта в случае переброски людских потоков, подвозки хозяйственных грузов и т. п.

Зато значительное преимущество канатных дорог — это безболезненное преодоление почти любых уклонов, отсутствие перегрузок при подаче груза на высокорасположенные бункеры и малые эксплоатационные расходы. Кроме этого разбивка линий почти не зависит от рельефа местности, и пространство под линией остается свободным и не препятствует другому движению.

В дополнение к технической характеристике безрельсовых и канатных дорог приведем их примерную строительную стоимость по сравнению с железными дорогами.

Ориентировочная стоимость постройки 1 *км* железной дороги нормальной колеи (со всеми сооружениями) в средних условиях колеблется в пределах от 100 до 150 тыс. рублей. Большое влияние на стоимость постройки железной дороги

НБ УДУНТ (ДГТ)

оказывает количество земляных работ (по данным Промтранспроекта земляные работы на подъездных путях составляют в среднем 32% от всех расходов).

По сравнению с железными дорогами безрельсовые дороги, благодаря применению значительных уклонов и малых радиусов кривых, имеют весьма незначительное количество земляных работ (3000—5000 *м*³ на 1 *км*). Стоимость же постройки их зависит, главным образом, от стоимости камня и песка и в зависимости от этого может иметь значительное колебание. В средних условиях стоимость 1 *км* белого шоссе, шириной проезжей части в 6,0 *м*, колеблется в пределах 60—90 тыс. рублей.

На стоимость 1 *км* канатных дорог значительное влияние оказывает длина дороги, из-за значительной стоимости конечных станций. Кроме того, на стоимость канатной дороги оказывает влияние стоимость материала, из которого строятся опоры. Средняя стоимость 1 *км* канатной дороги колеблется от 140 до 180 тыс. рублей.

Стоимость перевозок при правильном применении вида дороги и достаточном ее использовании составит примерно:

по железным дорогам нормальной колеи .	. 5—10 коп. за *т-км*
„ шоссейным дорогам при автотранспорте	. 50—80 „
„ канатным дорогам	8—12

Из всего вышесказанного видны значительные технические и экономические преимущества железных дорог; благодаря этим преимуществам область применения железных дорог в роли подъездных путей очень велика.

По сведениям НКПС (1933 г.) количество подъездных путей в СССР превышает 20 000 *км*, из которых половина падает на подъездные пути нормальной колеи, а половина — на узкую колею различной ширины.

На выборе ширины колеи мы остановимся дальше, после освещения вопроса технических условий проектирования и строительства железных дорог различной колеи.

Помимо указанной выше характеристики подъездных путей, в отношении железных дорог следует отметить еще условия, отличающие их от магистральной сети.

Такими условиями являются:

1) ограничение скорости движения;

2) незначительное протяжение отдельного подъездного пути, обычно не превышающее 10—20 *км*;

3) отсутствие на большинстве подъездных путей пассажирского движения;

4) ограничения направления трассы в конечных пунктах, трассировка линий в стесненных условиях и т. д., часто имеющие место при проектировании подъездных путей.

Эти условия (особенно первое из них) позволяют значительно облегчить требования к проектированию и строительству подъездных путей, по сравнению с магистральными, а потому и создают необходимость выработки для подъездных путей специальных технических условий.

§ 5. Основные технические условия проектирования подъездных путей.

Технические условия проектирования и строительства представляют свод всех тех норм, которые обеспечивают основное условие железнодорожных перевозок — безопасность и бесперебойность движения. Такие нормы разрабатываются и утверждаются центральными органами для определенных категорий дорог и являются обязательными при проектировании и строительстве.

Для проектирования железных дорог наиболее важным вопросом являются условия проектирования их в плане и профиле.

В отношении эксплоатации в известной мере идеалом продольного профиля и плана железнодорожной линии является прямая и горизонтальная трасса дороги.

НЕ УДУЕТ (ЦНТ)

Однако условия примыкания в конечных пунктах и экономия строительных расходов почти всегда заставляют отказываться от такого решения и путем применения **уклонов и кривых** обходить естественные препятствия.

Уклоном пути называется тангенс угла продольного наклона пути к горизонту.

Обозначение уклонов производится в тысячных долях, например $9^0/_{00}$, что равно тангенсу угла наклона в 0,009.

Если уклон равен нулю, т. е. путь горизонтален, то такой участок пути называется **площадкой**. Все другие уклоны, сообразно с тем, в каком направлении рассматривается профиль пути, будут либо **подъемами** (+), если отметки увеличиваются, либо **спусками**[1] (—), если отметки уменьшаются.

Как известно из тяговых расчетов, наличие уклонов влияет на вес поезда, а отсюда на эксплоатационные расходы.

Соотношение между максимальным весом поезда $Q_{бр}$ [*т*], наибольшей силой тяги паровоза $F_к$ [*кг*] и руководящим уклоном ($i_р$) дается в известной формуле:

$$Q_{бр} = \frac{F_к - P(w_0' + i_р)}{w_0'' + i_р}, \quad (9)$$

где w_0' и w_0'' — основное удельное сопротивление движения паровоза и вагонов на прямой и площадке в *кг/т*;

$i_р$ — максимальный уклон профиля, по которому определяется вес поезда, выраженный в тысячных и, как известно, равный дополнительному сопротивлению от подъема, выраженному в *кг/т*;

P — вес паровоза с тендером в рабочем состоянии в тоннах.

Входящий в данную формулу уклон, **по которому определяется максимальный вес товарного поезда в грузовом направлении**, называется **руководящим уклоном**.

Практика лучших кривоносовцев-стахановцев показала, что по руководящему подъему, определенному по формуле (9), можно возить составы значительно более тяжелые и при той же скорости.

При анализе этого явления было выявлено, что при подсчетах по формуле (9) занижалась касательная сила тяги паровоза, бралась неточная и преувеличенная величина удельного сопротивления паровоза и вагонов и не учитывалась живая сила поезда.

При введении в расчет использования живой силы поезда одна величина руководящего уклона уже не является определяющей вес поезда, так как в этом случае играют роль и скорость подхода поезда к подъему и протяжение подъема.

Таким образом вышеприведенное определение руководящего уклона будет справедливо лишь при неблагоприятных условиях профиля, т. е. при большой протяженности участков с руководящим подъемом, отсутствии перед ними спусков и т. п.

При ориентировочных подсчетах, не требующих большой точности, формулу (9) возможно заменить упрощенной формулой, полагая удельное сопротивление паровоза равным удельному сопротивлению вагонов, т. е. принимая:

$$Q_{бр} = \frac{F_к}{w_0 + i_р} - P. \quad (9)$$

Превышение руководящего уклона при проектировании возможно лишь или при применении на отдельных перегонах двойной тяги (максимальный уклон такого участка называется **подталкивательным** и величина его примерно в два раза больше руководящего уклона), или при применении на участках небольшой длины **скоростных подъемов**.

[1] Спуски также именуются часто „скатами".

НБ УДУЭТ (ДИТ)

Преодоление скоростного подъема идет за счет потери живой силы поезда при падении скорости от v [*км/час*] на подходе к скоростному подъему до v_1 [*км/час*] в конце его, причем v_1 должно быть не ниже 10 *км/час*.

Величина скоростного подъема легко может быть определена из условия равенства потери живой силы и той работы, которую поезд должен преодолеть на скоростном подъеме.

Достаточно точно соотношение скоростного и руководящего уклона может быть получено из равенства:

$$i_{ск} = i_p + \frac{0{,}00413\,(v^2 - v_1^2)}{l}. \qquad (10)$$

Из этой формулы, задаваясь $i_{ск}$, можно определить длину подъема l (в километрах), и, наоборот, зная длину подъема, можно определить величину допускаемого скоростного уклона $i_{ск}$ (в $^0/_{00}$).

Следует оговорить, что скоростные подъемы имеют крупный недостаток в том отношении, что при случайной остановке поезда, как на подъеме, так и на подходе к нему, поезд должен вернуться, чтобы разогнаться, дабы приобрести в начале подъема требуемую скорость.

Поэтому на магистральных дорогах применение таких подъемов разрешается лишь при переустройстве существующих дорог. На подъездных путях скоростные уклоны следует применять в исключительных случаях, оправдывая их технико-экономическими подсчетами и представлением других вариантов.

Если имеется резко выраженное грузовое направление, что часто имеет место на подъездных путях, то возможно применение различных руководящих уклонов в том и другом направлении.

Уклон, выбранный в *негрузовом направлении*, на *основании заданных условий движения*, называется *уравновешенным или эквивалентным уклоном* ($i_{ур}$).

Зная максимальный вес поезда в обратном направлении $Q'_{бр}$ (например, при отправлении обратно порожняка из большегрузных вагонов теми же составами, что и при подаче груженых вагонов в грузовом направлении), легко из формул (9) или (9а) определить $i_{ур}$, т. е. максимальный уклон, который можно допустить в обратном направлении.

Действительно, преобразуя формулу (9а), получим:

$$F_к = (Q_{бр} + P)(w_0 + i_p) \qquad (11)$$

и

$$F_к = (Q'_{бр} + P)(w_0 + i_{ур});$$

отсюда:

$$(Q_{бр} + P)(w_0 + i_p) = (Q'_{бр} + P)(w_0 + i_{ур}).$$

И наконец:

$$i_{ур} = \frac{(Q_{бр} + P)(w_0 + i_p)}{Q'_{бр} + P} - w_0. \qquad (12)$$

До сих пор мы имели в виду уклоны на прямых участках профиля, т. е. *действительные уклоны*.

Если же на участке профиля с уклоном $\pm i$ находится кривая радиуса R (при длине кривой $l_к$ и центральном угле α), то сопротивление движению на этом участке увеличивается на дополнительное сопротивление от кривой w_r *кг/т*[1] и, следовательно, полное удельное сопротивление на этом участке будет равно:

$$w = w_0 + i + w_r. \qquad (13)$$

[1] Эмпирические формулы по которым определяется величина w_r, приводятся далее

НБ УДУГГ (ОИТ)

Вследствие того, что эффект, производимый кривыми на движение поезда аналогичен эффекту, производимому подъемами, то дополнительное сопротивление от кривых можно представить в виде дополнительного подъема i_r на данном участке, а сумму действительного уклона $\pm i$ и дополнительного подъема $i_r = w_r$ [*кг/т*] — в виде единого фиктивного уклона:

$$i_\phi = \pm i + i_r. \qquad (14)$$

Следует обратить внимание, что величина i_r всегда положительная и, следовательно, фиктивный уклон на подъеме при наличии кривой больше действительного, а на спуске меньше действительного.

Пределом фиктивного уклона, очевидно, является руководящий уклон, так как в противном случае локомотив с максимальным груженым составом может не преодолеть данный участок, так как вес поезда рассчитан на сопротивление движению по руководящему уклону на прямой.

Отсюда является необходимость на участках, где проектирование линии делается руководящим уклоном (или близким к нему), уменьшать этот уклон („смягчать") на величину, эквивалентную сопротивлению от кривой. Правила, по которым следует производить смягчение, излагаются далее.

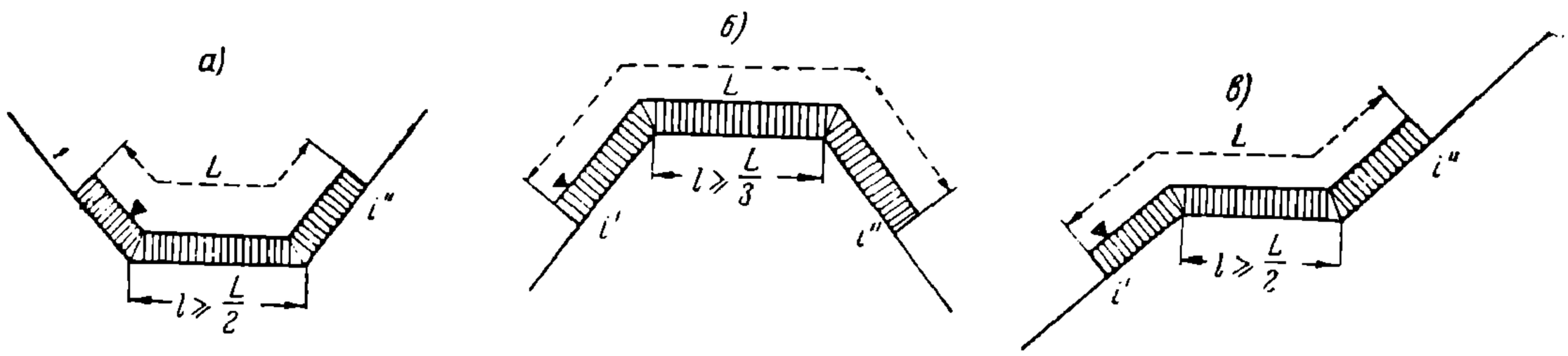


Рис. 371.

Проектируя железнодорожную линию и выбрав для нее соответствующий руководящий уклон (см. § 7 настоящей главы), следует стремиться к уменьшению земляных работ и к плавности движения поезда по запроектированному профилю.

Оба эти требования противоположны. Если первое требование заставляет применять при проектировании различные уклоны от 0 до $\pm i_p$, следуя как можно ближе к естественному профилю земли, что обычно вызывает частые изменения уклонов („переломы профиля"), то второе требование будет выполнено лишь при возможно более длинных участках с однообразным уклоном.

Для создания условия безопасности движения расстояние между смежными точками перелома нормально должно быть не менее максимальной длины груженого поезда; лишь в трудных условиях допускается уменьшение этого расстояния.

При несоблюдении этого условия появляется опасность разрыва поезда, так как при любой из трех схем (рис. 371) в местах перелома профиля могут появиться дополнительные усилия, величина которых может быть критической для целости сцепных приборов.

Первая (*а*) и третья (*в*) схемы более опасны, и потому расстояние между точками перелома в трудных условиях должно быть не менее половины длины груженого поезда вторая же схема (*б*) позволяет в исключительных случаях уменьшить это расстояние до одной трети длины поезда.

Во избежание толчков в точках перелома продольного профиля и для увеличения безопасности движения элементы пути, наклоненные под разными углами к горизонту, при алгебраической разнице уклонов более $5‰$ должны сопрягаться в вертикальной плоскости кривой. Величина радиуса кривой устанавливается в зависимости от типа дороги и колеблется в пределах от 10 000 до 1000 *м*

НБ УГЛТУ (СПб)

Величина тангенса вертикально-сопрягающей кривой (рис. 372) легко определяется по приближенной формуле:

$$T = \frac{R}{2}\Delta i, \tag{15}$$

где R — радиус вертикальной сопрягающей кривой в метрах;

Δi — алгебраическая разница уклонов в их натуральной величине (например, при сопряжении $15^0/_{00}$ уклона и $3^0/_{00}$, направленных в разные стороны, $\Delta i = 0{,}015 - (-0{,}003) = 0{,}018$).

Повышение или понижение полотна в точке перелома, вследствие разбивки по кривой, получается по формуле:

$$h = \frac{R}{8}(\Delta i)^2. \tag{16}$$

Условие сопряжения различных уклонов кривыми вызывает дополнительное условие в отношении расстояния между точками перелома профиля, так как оно не может быть менее величин двух тангенсов сопрягающих кривых (рис. 373).

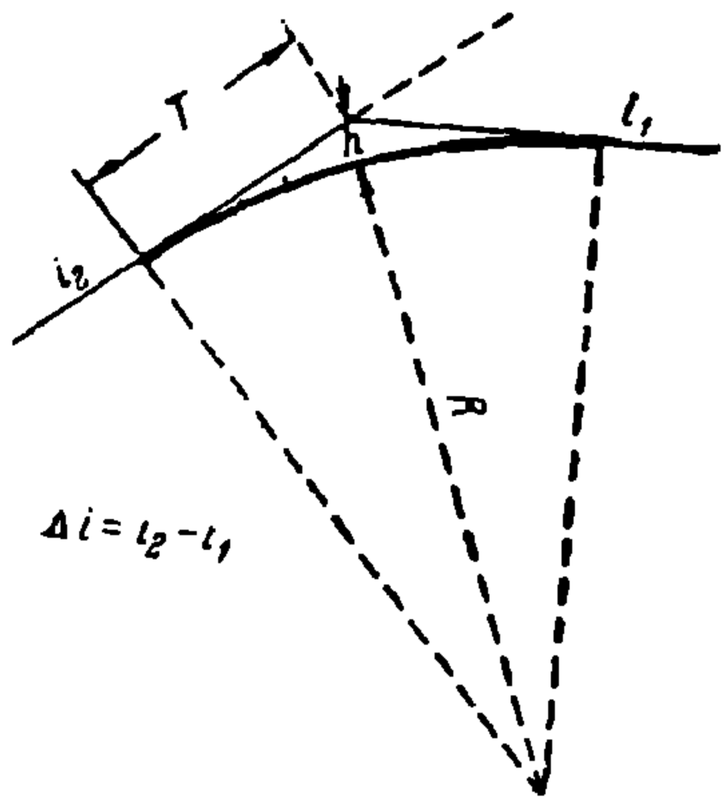


Рис. 372.

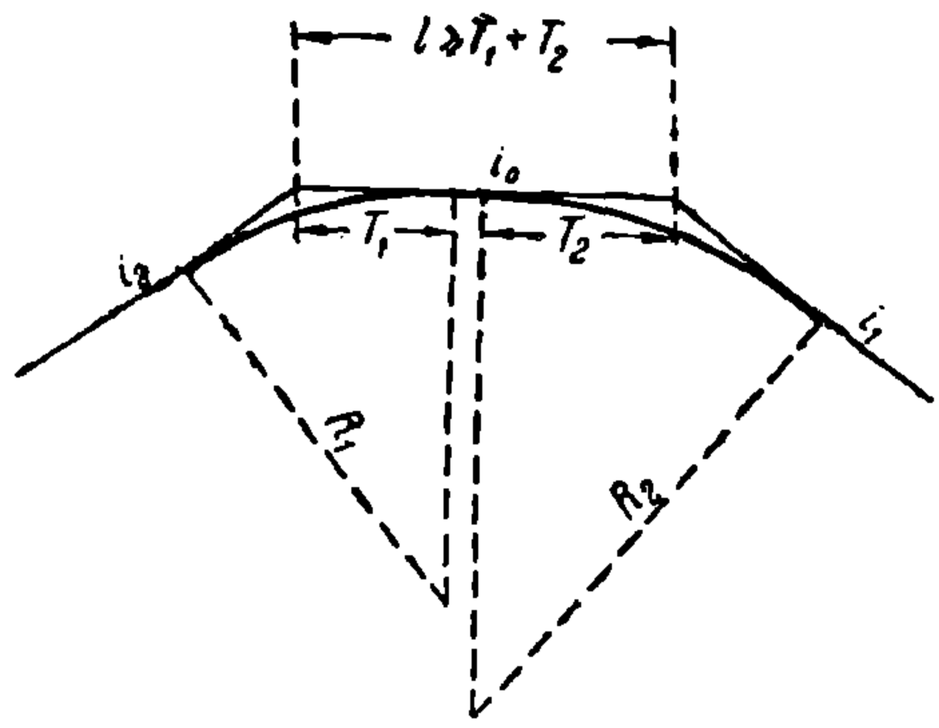


Рис. 373.

В плане железнодорожная линия состоит из прямых участков и кривых различных радиусов.

Строго установленной терминологии для радиусов кривых не имеется, но в основном можно принять следующие три градации:

1) нормальным радиусом мы называем такой, которым будут запроектированы кривые, не имеющие никаких ограничений со стороны плана и профиля линии;

2) допустимым радиусом кривых называется радиус, который допустим в трудных условиях проектирования без всякого ограничения со стороны скорости и безопасности движения и который может быть применен во всех случаях, когда это может дать уменьшение количества строительных работ;

3) минимальным допустимым радиусом кривых является предельный радиус, допускаемый безопасностью движения, применяемый в исключительных случаях в особо трудных условиях, с представлением в каждом случае вариантов или доказательств, оправдывающих его применение.

Все кривые на подъездных путях должны сопрягаться с прямыми переходными кривыми, укладываемыми по кубической параболе или по радиоидальной спирали.

Переходя конкретно к ТУ проектирования и сооружения подъездных путей нормальной колеи (шириной 1524 *мм*), мы приведем только основные требования, предъявляемые ими к плану и профилю линии, применительно

НБ МИИТ (МИТ)

к проекту ТУ подъездных путей, составленному ВНИИПТ в 1937 г. и в настоящее время проходящему стадию рассмотрения и утверждения.

1) Величина руководящего уклона для постоянных нормальных подъездных путей не должна превосходить $12^0/_{00}$, а для облегченных и временных — $20^0/_{00}$. Превышение этих уклонов допускается лишь с разрешения ТУ наркомата.

2) При совпадении руководящего уклона или близкого к нему с кривой, таковой должен быть смягчен, с тем чтобы фиктивный уклон нигде не превосходил руководящего.

Сопротивление от кривых определяется по формулам:

$$w_r = \frac{750}{R} \text{ для составов из двухосных вагонов;} \qquad (17)$$

$$w_r = \frac{630}{R} \text{ для составов из четырехосных вагонов на тележках;} \qquad (18)$$

$$w_r = \frac{700}{R} \text{ для смешанных составов.} \qquad (19)$$

Все эти формулы соответствуют предположению, что поезд по всей своей длине расположен на кривой. В случае же коротких кривых эти формулы дают преувеличение в исчисленной величине смягчения и тем создают потерю в подъеме при трассировке руководящим подъемом, что часто будет вызывать удорожание в работах.

Действительно, если длина поезда более длины кривой, то дополнительное сопротивление от кривой действует лишь на часть поезда и, будучи распространено на весь состав, дает пропорционально меньшее дополнительное удельное сопротивление, сообразно с чем и смягчение уклона на таком участке может делаться в соответственно меньшем размере.

Для удобства учета данного обстоятельства заменим в формулах (17) — (19) величину R ее значением $R = \frac{l_к 180^\circ}{\pi\alpha^\circ}$, где $l_к$ — длина кривой в метрах, а α° — величина центрального угла в градусах.

Отсюда:

$$w_r' = \frac{750}{R} = \frac{750\pi\alpha^\circ}{180 l_к} = \frac{13\alpha^\circ}{l_к}, \qquad (20)$$

и соответственно:

$$w_r'' = \frac{700}{R} = \frac{12\alpha^\circ}{l_к}; \quad w_r''' = \frac{630}{R} = \frac{11\alpha^\circ}{l_к}. \qquad (21)$$

Таким образом в указанном выше случае, когда смягчаемый участок больше длины кривой, но равен длине поезда или менее ее, $l_к$ должно быть заменено величиной l — длиной смягчаемого участка, равной длине поезда или меньшей ее.

Если на данном участке попадается несколько мелких кривых, то величина α° заменяется $\Sigma\alpha^\circ$ — суммой центральных углов кривых данного участка.

При проектировании участка значительной длины сплошь руководящим уклоном его смягчение производится по следующим правилам:

а) выделяются все кривые, равные длине расчетного груженого поезда (с точностью до $10^0/_0$ в ту и другую сторону), и все кривые, превышающие эту длину, для смягчения по формулам $w_r = \frac{750}{R}$ или соответственно $\frac{700}{R}$ и т. п.;

б) выделяются все прямые, длиной не менее 200 *м*, как не требующие смягчения;

в) промежутки остальных частей профиля между ранее выделенными, где соответственно могут находиться лишь короткие кривые и короткие прямые

УДУНТ (ДИТ)

участки, разбиваются на участки длиной не менее 200 *м* и не более длины расчетного груженого поезда.

На этих участках смягчение производится по формулам

$$\frac{13\Sigma\alpha^\circ}{l}, \quad \frac{12\Sigma\alpha^\circ}{l}, \quad \text{или} \quad \frac{11\Sigma\alpha^\circ}{l},$$

где l — длина всего смягченного элемента, а $\Sigma\alpha^\circ$ — сумма центральных углов всех кривых смягченного элемента.

3) Переломы профиля в вертикальной плоскости должны сопрягаться кривыми. Нормальная величина радиуса таких кривых на постоянных ветвях — 10 000 *м*.

На облегченных и временных путях допускается применение радиусов от 10 000 до 2000 *м*, в зависимости от длины элемента и расчетной разницы уклонов смежных элементов.

4) Расстояние между смежными точками перелома продольного профиля, т. е. длину элемента проектирования постоянных подъездных путей, следует делать возможно большим и во всяком случае не менее длин, указанных в таблице 83.

ТАБЛИЦА 83.

Расстояние между смежными точками перелома продольного профиля.

Руководящий уклон ‰	Нормальная наименьшая длина элементов *м*	Расчетная разность [1] уклонов смежных элементов в ‰				
		4 и менее	5—6	7—8	9—12	13—20
		Наименьшая допускаемая длина элементов *м*				
3 и меньше	1000	400	500	600	—	—
4—6	900	300	400	400	500	—
7—9	700	200	300	300	350	400
10—12	500	200	200	200	300	350
14—16	400	200	200	200	200	200
18—20	400	200	200	200	200	200

Для путей облегченного типа и временных эти нормы несколько снижаются, причем минимальным элементом в этом случае принимается 100 *м*.

5) Два уклона, направленные в противоположные стороны, должны быть разделены горизонтальной площадкой.

Наименьшая длина разделительной площадки равна наименьшей длине элемента проектирования лишь в случае расположения ее на „горбе“, а при расположении в „яме“ — в зависимости от высоты спуска, а именно:

при высоте спуска до 10 *м* оставляют ту же величину,
„ „ „ от 10 до 20 *м* увеличивают ее в 1,5 раза,
„ „ „ свыше 20 *м* увеличивают ее в 2 раза.

Наличие горизонтальной площадки обязательно даже в том случае, если крутизна хотя бы одного уклона для нормальных подъездных путей более 4‰, а для облегченных более 5‰.

Замена горизонтальной площадки допускается постепенным переходом от одного уклона к другому элементами длиной от 25 до 50 *м* с разницей в смежных уклонах не свыше 2‰.

[1] Расчетная разность уклонов берется как средняя величина из разности уклонов, ограничивающих данный элемент.

РБ УДУНТ (ДИИТ)

6) Переломы продольного профиля на подходах к мостам, на которых путь устроен не на балласте, должны отстоять от конца пролетного стр ения не менее как на длину тангенса кривой, сопрягающей ближайшие к мосту переломы профиля. При радиусе вертикальной сопрягающей в 10 000 *м* это расстояние должно быть не менее $5\Delta i$, где Δi — алгебраическая разница уклонов. Для деревянных мостов на свайных опорах означенное рассгояние считается от оси крайнего ряда свай.

7) Нормальным радиусом кривых ТУ устанавливают 600 *м*.

Допустимый радиус в трудных условиях для подъездных путей нормального типа — 300 *м*, для облегченных — 250 *м*. Минимальный допустимый радиус, применяемый в исключительных случаях, — 200 *м*.

В особых случаях минимальный допустимый радиус может быть и еще меньше, но применение его должно быть проверено на вписываемость паровоза и вагонов и оправдано технико-экономическими соображениями.

8) При переходе из прямой в кривую устраиваются переходные кривые, укладываемые по кубической параболе или по радиоидальной спирали.

Переходные кривые должны устраиваться только в тех случаях, когда ордината в конце переходной кривой получается не менее 7—8 *мм* и только при скорости движения свыше 15 *км/час*.

Разгонка повышения наружного рельса делается в пределах переходной кривой уклоном, по возможности, 0,002. В трудных условиях проектирования допускается уклон 0,0025, а в особо трудных — 0,003.

Повышение наружного рельса делается по формуле:

$$h = 8\frac{v^2}{R}\,[мм],$$

где v — допускаемая наибольшая скорость кривой в *км/час*, а R — радиус кривой в метрах.

Таким образом длину переходной кривой легко определить, исходя из величины превышения наружного рельса и уклона, принятого для разгона этого превышения:

$$L = \frac{h}{i}.$$

Выражая h в миллиметрах, а i в целых тысячных, длину L получим в метрах.

Параметр переходной кривой получается по формуле:

$$C = RL.$$

Полученная величина параметра округляется до целых тысяч, и соответственно пересчитываются длина переходной кривой и уклон разгона превышения наружного рельса.

9) Направленные в одну сторону закругления одинаковых радиусов, а также разных радиусов R_1 и R_2, если разность кривизны не превышает $^1/_{2000}$, т. е. если

$$\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \leqslant \frac{1}{2000},$$

нормально должны примыкать друг к другу.

Если разность кривизны смежных закруглений, направленных в одну сторону, более $^1/_{2000}$, т. е. если

$$\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} > \frac{1}{2000},$$

между тангенсами их должна иметься прямая вставка[1], необходимая для устройства общей переходной кривой.

[1] Указанная прямая вставка равна примерно полуразности длин переходных кривых $(t_2 - t_1)$.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Если расстояние между смежными тангенсами закруглений, направленных в одну сторону, больше $(t_2 - t_1)$, то в таком случае между ними должны быть разбиты отдельные переходные кривые, причем между концами переходных кривых должна иметься прямая вставка такой же длины, как в случае закруглений, направленных в разные стороны, так что расстояние между тангенсами должно быть не меньше $(t_1 + t_2)$ плюс прямая вставка.

Между концами переходных кривых закруглений, направленных в разные стороны, должна быть помещена прямая вставка возможно большей длины, но не менее указанной в таблице 84.

ТАБЛИЦА 84.

Длина прямой вставки между концами переходов кривых закруглений, направленных в разные стороны, *м*.

Скорость движения *км/час*	Нормально		В трудных условиях проектирования	
	на постоянных путях	на временных путях	на постоянных путях	на временных путях
1. При скорости свыше 30	Не менее 75	45	Не менее 25	15
2. 20 . .	50	30	25	15
3. не свыше 20	25	15	25	15

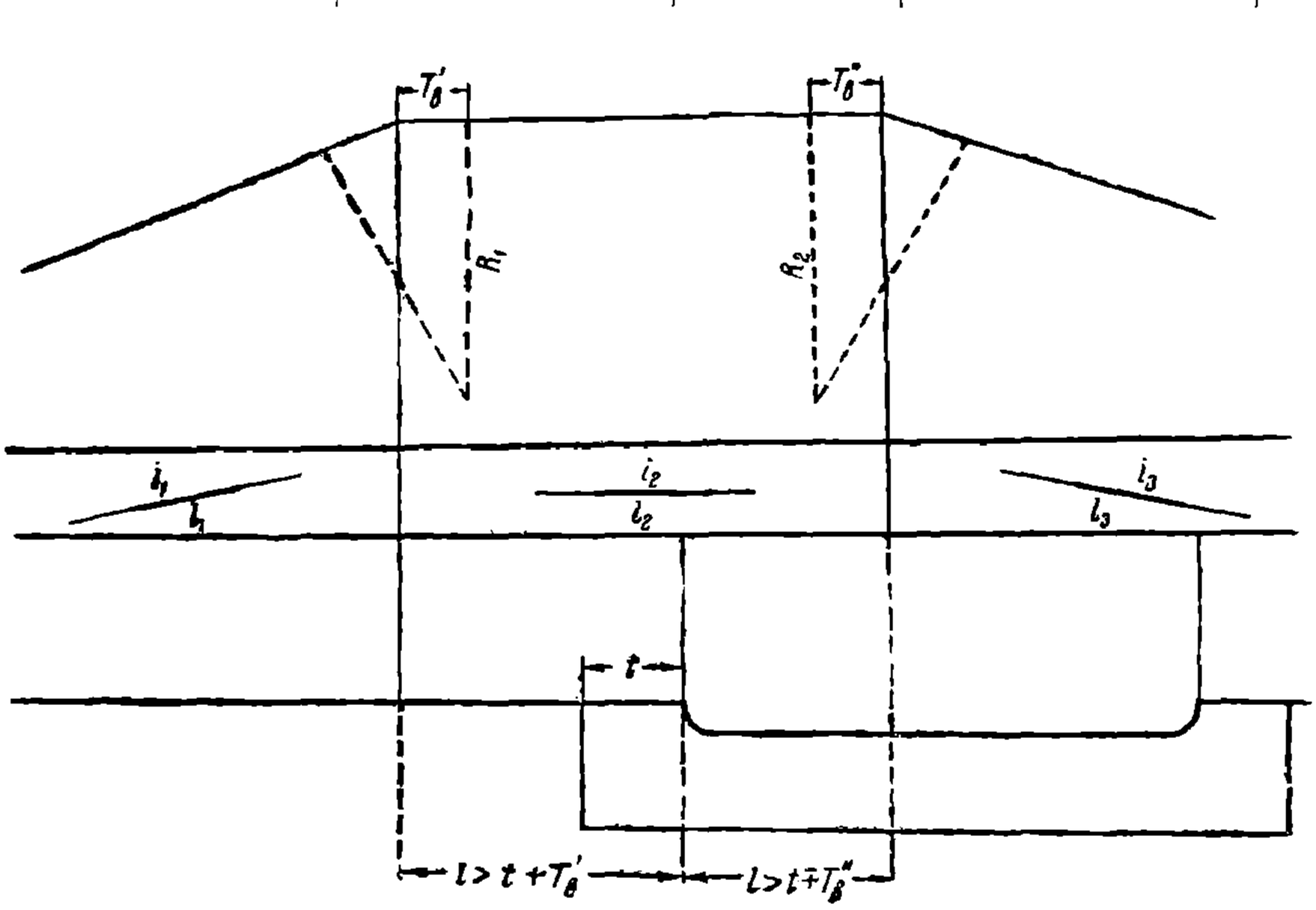


Рис. 374.

10) Точки переломов продольного профиля следует располагать вне переходных кривых на расстоянии не менее величины тангенса вертикальной сопрягающей кривой (рис. 374), т. е. должно быть:

$$l \geqslant t + T_в,$$

где t — расстояние от начала переходной кривой до начала круговой кривой а $T_в$ — величина тангенса вертикальной сопрягающей кривой.

НБ УДУНТ (ДИТ)

В трудных условиях и в случаях, если перелом продольного профиля вызван смягчением руководящего уклона, этого правила можно не соблюдать.

Основные технические условия проектирования **узкоколейных** железных дорог могут быть сведены к следующим указаниям:

1) Руководящий уклон как для железных дорог колеи 1000 *мм*, так и для колеи 750 *мм* не должен превышать $40^0/_{00}$.

Указанный предел все же должен рассматриваться как наивысший, применимый в самых исключительных случаях в гористых местностях. В условиях же равнинных и среднехолмистых следует считать максимальными уклонами $15—20^0/_{00}$ и в отдельных случаях больше, но не свыше $30^0/_{00}$.

Выбор руководящего уклона так же, как и для нормальной колеи, должен быть обоснован технико-экономическими соображениями.

2) Наименьшей величиной радиуса закругления следует принять для колеи 1000 *мм* — 200 *м* и для колеи 750 *мм* — 150 *м*. Применение меньших радиусов должно быть проверено вписыванием подвижного состава и оправдано вариантами.

3) Дополнительное удельное сопротивление от кривых может быть принято для колеи 1000 *мм* — $\frac{525}{R}$ или $\frac{500}{R}$ и для колеи 750 *мм* — $\frac{425}{R}$ или $\frac{400}{R}$.

4) Смягчение руководящего уклона на кривых делается с учетом указанных выше формул или соответственно по формулам $\frac{9\alpha}{l}$ или $\frac{8{,}7\alpha}{l}$ для колеи 1000 *мм* и по формулам $\frac{7{,}5\alpha}{l}$ или $\frac{7\alpha}{l}$ для колеи 750 *мм*, где α — число градусов центрального угла кривой или группы кривых, и l — длина участка в метрах, на который распространяется смягчение уклона. По теоретическим соображениям и соответственно ТУМ длина такого смягченного участка должна быть не свыше длины поезда.

5) Уклоны, направленные в разные стороны, сопрягаются по тем же правилам, как и для нормальной колеи.

6) Радиусы вертикальных сопрягающих могут быть приняты те же, что и для нормальной колеи, или в крайнем случае несколько снижены (3000—1000 *м*).

7) Расстояние между точками переломов продольного профиля исчисляется из тех соображений, что наименьшей длиной между точками переломов профиля должна являться длина максимального груженого поезда. В трудных условиях эта величина может быть снижена до половины длины груженого поезда.

Во всяком случае минимальный элемент профиля не должен быть длиной менее 100 *м*, и лишь в случаях особо трудных возможно его снижение до 50 *м*

8) Превышение наружного рельса на кривых делается по формулам:

$$h = \frac{6v^2}{R} \text{ для колеи 1000 } мм$$

и

$$h = \frac{4v^2}{R} \text{ для колеи 750 } мм.$$

Сопряжение кривых с прямыми делается так же, как и при нормальной колее.

Вопросы ширины полотна, откосов, расположения станций и разъездов освещены соответственно в предыдущих отделах, а потому здесь не повторяются.

§ 6. Выбор ширины колеи.

Одним из кардинальных вопросов проектирования подъездных путей является выбор ширины колеи. Как уже ранее указывалось, значительное влияние на выбор колеи имеют условия работы конечных пунктов. Требования техно-

НБ УДУНТ (ДИТ)

логического процесса часто предрешают вопрос выбора ширины колеи. Так, например, современные способы разработки и добычи торфа исключительно базируются при погрузке торфа на колею ширины 750 *мм*; на горнорудных разработках, в целях удобства погрузки экскаватором, необходимо иметь приборы перемещения значительной грузоподъемности, что при неизбежном наличии кривых малых радиусов часто вызывает необходимость применения колеи 1000 *мм* и т. д. С другой стороны, всякая передача грузов на железнодорожную сеть общего пользования вызывает прежде всего стремление к проектированию подъездного пути также нормальной колеи, так как этим избегаются перегрузочные работы.

Однако не всегда требование перегрузочных работ определяет ширину колеи; так, например, при малых грузооборотах, большой длине линии и в тяжелых топографических условиях узкая колея даже при наличии перегрузки может оказаться рентабельнее нормальной колеи.

Более сложной задачей является случай, когда начальный и конечный пункты требуют применения различной колеи (например, подъездной путь, передающий торф с болота на железнодорожную сеть общего пользования). В этом случае выбор места перегрузочных операций и колеи подъездного пути может быть решен только путем подробного сравнения вариантов.

Преимущества узкоколейных железных дорог перед железными дорогами нормальной колеи следующие:

1) Меньшая ширина полотна, что дает значительное уменьшение земляных работ.

2) Меньшие радиусы кривых, что дает возможность свободнее огибать неровности местности и другие препятствия. Это обстоятельство также позволяет уменьшить строительную стоимость дороги за счет понижения кубатуры земляных работ и кладки искусственных сооружений.

3) Меньшая стоимость верхнего строения и искусственных сооружений вследствие меньших нагрузок на ось и меньшей ширины полотна.

Работой ЦИС[1] установлены следующие коэфициенты по отдельным элементам строительных расходов, дающие отношение строительных расходов узкоколейных железных дорог по отношению к таким же расходам по строительству железных дорог нормальной колеи в тех же условиях. В настоящее время выведенные коэфициенты несколько устарели, но все же дают представление о соотношении стоимости железных дорог нормальной и узкой колеи:

1) По верхнему строению соотношение стоимости зависит от нагрузки на ось и колеблется в пределах от 0,50 до 0,60 для колеи 750 *мм* и от 0,60 до 0,70 для колеи 1000 *мм* по отношению к стоимости верхнего строения нормальной колеи (при рельсах типа III-а и нагрузке на ось до 18 *т*).

2) По количеству и стоимости земляных работ могут быть приняты коэфициенты, данные в таблице 85.

3) По стоимости искусственных сооружений (деревянные, железобетонные — небольших отверстий):

для колеи 750 *мм* — 0,70,
» » 1000 » — 0,76.

По другим статьям строительных расходов уменьшение незначительно.

ТАБЛИЦА 85.

Коэфициенты уменьшения количества земляных работ для узкоколейных железных дорог по сравнению с железными дорогами нормальной колеи.

Ширина колеи	Категория местности		
	равнинная	холмистая	гористая
750 *мм* .	0,65	0,45	0,30
1000 .	0,75	0,60	0,50

[1] Экономика узкоколейных железных дорог, 1932.

НБ УДУНТ (ДИТ)

При условиях перегрузки с узкой колеи на нормальную в строительную стоимость узкоколейных железных дорог следует добавлять строительную стоимость перегрузочных устройств в месте примыкания.

В совокупности соотношение стоимости нормальной и узкой колеи может быть ориентировочно принято:

для колеи	750 *мм*	в размере	0,60,
	1000		0,70

от стоимости нормальной колеи.

Недостатками узкоколейных железных дорог являются:

1) Перегрузка грузов в случае примыкания их к сети железной дороги нормальной колен, что ложится значительным накладным расходом и вызывает потерю времени в следовании груза.

2) Малая перевозочная мощность узкоколейных железных дорог. Это обстоятельство несколько условно и зависит от существующей в данное время малой мощности узкоколейных локомотивов, небольшой подъемной силы вагонов и невыгодного соотношения грузоподъемности вагонов с собственным их весом.

3) Более высокая стоимость перевозок вследствие большого числа поездов для осуществления тех же перевозок, меньшей скорости и более низкого к. п. д. двигателей.

Уменьшение же расходов, связанных с содержанием пути по сравнению с нормальной колеей, сравнительно незначительно.

Соотношение эксплоатационных расходов нормальной и узкой колеи будет меняться в зависимости от грузооборота, длины линии, уклонов на ней и числа остановочных пунктов.

Для первоначальных ориентировочных соображений сравнение эксплоатационных расходов для вариантов нормальной и узкой колеи (в случае одинакового количества остановочных пунктов и числа смен работы на них для обоих вариантов) может быть произведено сопоставлением результатов, полученных исчислением основных ежегодных перевозочных расходов по упрощенной формуле:

$$S = aL + rT_{пар} + uT_{ваг}, \qquad (22)$$

где S — основные эксплоатационные расходы в год;
a — расходы на содержание 1 *км* пути в год;
L — протяжение подъездного пути в километрах;
$T_{пар}$ — затраты паровозо-часов в год для заданных перевозок;
r — средняя стоимость содержания паровозо-часа (с учетом ремонта и амортизации);
$T_{ваг}$ — затрата вагоно-часов в год;
u — средняя стоимость содержания 1 вагона в час.

Величины $T_{пар}$ и $T_{ваг}$ легко могут быть исчислены, если исходить из средней скорости движения на подъездном пути и среднего времени простоя на конечных пунктах.

Примерная величина и метод исчисления расходных ставок (т. е. величин a, r, u) приведены в приложении 10.

Подводя итоги всему вышесказанному можно установить примерные пределы применения нормальной и узкой колеи.

Для изолированных дорог, т. е. в тех случаях, когда условия погрузки и выгрузки идентичны для любой колеи, узкая колея шириной 750 *мм* может оказаться выгоднее нормальной при грузообороте до 500—600 тыс. тонн в год, а железнодорожная колея 1000 *мм* — до 800—1000 тыс. тонн в год.

В гористой местности эти пределы еще повышаются.

В случае примыкания к сети железных дорог нормальной колеи применение железных дорог нормальной колеи для линий небольшого протяжения (3—5 *км*)

НБ УДУНТ (ДИТ)

может иметь место даже для самых незначительных грузооборотов (от 30 000 *т* в год и выше).

При грузообороте в 80—100 тыс. тонн в год колея 750 *мм* делается выгоднее нормальной колеи примерно при длине линии не менее 25 *км*, а при грузообороте в 150 тыс. тонн — при длине не менее 50 *км*. Пределы эти даны для средних топографических условий местности.

Колея 1000 *мм*, в случае необходимости примыкания ее к железной дороге нормальной колеи, почти не применяется.

Все указанные выше данные могут служить лишь для общих соображений, и в случае, когда варианты различной колеи могут явиться конкурентно-способными, необходимо с большей или меньшей точностью определить строительную и эксплоатационную стоимость вариантов и сравнить их в соответствии с общей методикой сравнения вариантов (см. § 2 главы I настоящего отдела).

§ 7. Выбор руководящего уклона.

Величина руководящего уклона должна быть выбрана по технико-экономическим соображениям в зависимости от грузооборота, топографии местности, в соответствии с типами локомотивов и вагонов и методами эксплоатации, а следовательно, с учетом стоимости строительства и эксплоатации данного подъездного пути.

В случае проектирования подъездного пути нормальной колеи с примыканием его к общегосударственной сети железных дорог следует предусмотреть возможность обращения по нему маршрутных поездов, и в этом случае руководящий уклон подъездного пути должен быть равен руководящему уклону дороги примыкания.

Если вследствие топографических и других условий последнее требование невыполнимо, то руководящий уклон на подъездном пути должен быть выбран с таким расчетом, чтобы при принятом на подъездном пути типе двигателя получался возможно лучший оборот подвижного состава.

Велучина руководящего уклона в значительной мере влияет как на стоимость сооружения, так и на себестоимость перевозок.

С уменьшением уклона увеличивается вес поезда, а следовательно, уменьшается число пар поездов, необходимых для перевозки заданного количества груза, и вместе с этим уменьшаются все расходы, связанные с движением (расход топлива, бригадо-часы на поездах и т. п.). Однако уменьшение уклона при той же длине линии почти всегда связано с увеличением кубатуры земляных работ и кубатуры кладки искусственных сооружений.

Аналогичное влияние оказывает и длина линии, которая характеризуется обычно „коэфициентом развития“, равным

$$K = \frac{L_д}{L_0}, \tag{23}$$

где $L_д$ — действительная длина линии и

L_0 — прямая, соединяющая конечные точки („воздушная линия“).

Иногда этот коэфициент выражается в процентах, а именно в виде:

$$K = \frac{L_д - L_0}{L_0} 100. \tag{24}$$

Естественно, что чем больше коэфициент развития, тем меньше должна быть кубатура земляных работ и искусственных сооружений, так как очевидно, что с увеличением длины линии легче обойти препятствия и вписаться линией в естественных топографических условиях местности.

Эксплоатационные же расходы с увеличением длины линии возрастают, так как увеличивается время пробега поездов.

НБ УДУЕТ (ДПТ)

Вследствие того, что руководящий уклон и коэфициент развития линии являются величинами, взаимно связанными, их следует рассматривать вместе. В тех случаях, когда отметки конечных пунктов подъездного пути не являются диктующими в отношении выбора уклона, руководящий уклон не имеет прямой зависимости от длины линии [1], но тем не менее увеличение уклона почти всегда будет влиять на уменьшение коэфициента развития.

При необходимости преодолеть определенную разницу отметок, намеченных конечными пунктами или топографическими условиями (ход от реки через водораздел и т. п.), связь между длиной линии и руководящим уклоном делается прямой и приблизительно равной соотношению:

$$L = \frac{H}{i}, \tag{25}$$

где H — разность высот, которую надо преодолеть [2].

При пользовании этим отношением надо ввести еще поправку на потерю в высоте при смягчении уклона на кривых. Если α° — среднее ожидаемое число градусов углов поворота на 1 *км*, то потеря уклона будет соответственно формуле (20) равна 0,013 [3].

Тогда:

$$L = \frac{H}{(i - 0{,}012\,\alpha^\circ)}. \tag{26}$$

В случае вольного хода количество земляных работ при том или ином варианте, зависящем от уклона или от развития линии, будет меняться без какой-либо закономерности в каждом частном случае в зависимости от характера местности. Это обстоятельство особенно имеет место при проектировании коротких подъездных путей, где для ориентировочного определения количества земляных работ нельзя применить метод топографических характеристик, принятый в НКПС и годный лишь для линий значительного протяжения.

В случае же предельных ходов количество земляных работ на 1 *км* при различных вариантах обычно будет оставаться почти без изменений, так как в данном случае руководящий уклон i служит для преодоления высоты, а не для приспособления линии к неровностям местности.

Из вышеизложенных соображений видно, что задача выбора наивыгоднейшего руководящего уклона является одной из самых ответственных и сложных задач проектирования.

Существующие для этого методы, применяемые для магистральных дорог, для подъездных путей (особенно короткого протяжения) совершенно неприменимы, а потому приходится вырабатывать для промышленных железных дорог свои методы.

Ниже приводится метод, предлагаемый автором.

Исходными данными для решения задачи выбора наивыгоднейшей величины руководящего уклона являются следующие:

1) положение конечных точек подъездного пути (в плане и в отметках);

2) топография местности между заданными точками;

3) грузооборот подъездного пути;

4) требования, предъявляемые технологическим процессом предприятия (в том числе условия погрузки, выгрузки и т. п.);

5) требования дороги примыкания;

6) тип двигателя и подвижного состава, предположенного к эксплоатации на подъездном пути.

---

[1] Трассировка в этих условиях именуется часто вольным ходом.

[2] Трассировка в этих условиях называется предельным ходом.

[3] Или соответственно формуле (21) 0,013 или 0,011.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Положение конечных точек дает длину воздушной линии и разницу отметок начального и конечного пунктов подъездного пути ($h_к - h_н$).

Величина грузооборота позволит установить количество пар поездов, необходимых для перевозок груза и порожняка при различных руководящих уклонах.

Технологический процесс промышленного предприятия и работа конечных пунктов подъездного пути, находящихся в распоряжении промышленного предприятия, диктуют величину задержек на конечных пунктах паровоза и вагонов, а иногда и величину состава, а отсюда и количество пар поездов.

Дорога примыкания (если подъездной путь не изолированный) и работа станции примыкания могут определить величину состава и количество составов, передаваемых с дороги примыкания на подъездной путь и обратно, степень задержек вагонов в случае пересоставления маршрутных составов на станции примыкания из-за разных весовых норм дороги примыкания и подъездного пути и другие условия, которые могут отразиться на работе подъездного пути и на задержках паровоза, вагонов и бригад на станции примыкания.

При наличии исходных данных задача выбора руководящего уклона может быть решена по следующей схеме.

Прежде всего требуется наличие нормального продольного профиля по одной пробной трассе с незначительным коэфициентом развития линии (с обходом явных препятствий, вызывающих значительное удорожание строительства или требующих применения значительных руководящих уклонов).

По данному профилю наносится проектная линия в соответствии с топографией местности при минимальном количестве земляных работ.

Максимальный уклон такой проектной линии i, очевидно, будет наивыгоднейший с точки зрения объема работ, а так как пробная трасса должна иметь по возможности минимальное развитие линии (L_{min}), то и весь вариант должен быть признан наиболее дешевым с точки зрения затрат на строительство подъездного пути.

После этого следует определить вес состава по ограничениям технологического процесса, т. е. исходя из максимального (а в некоторых случаях и минимального) числа вагонов n. Зная вес тары вагона и его грузоподъемность, имеем вес состава

$$Q_{бр} = nq_{бр},$$

где $q_{бр}$ — вес груженого вагона с тарой.

Тогда максимальный руководящий уклон может быть получен из формулы (9):

$$Q_{бр} = \frac{F_к - P(w_0' + i)}{w_0'' + i},$$

а именно:

$$i_{max} = \frac{F_к - (Pw_0' + Q_{бр}w_0'')}{P + Q_{бр}} \text{ ‰}.$$

Если $i \leqslant i_{max}$, то, очевидно, решение в данном случае определено.

Аналогично решается задача при определении руководящего уклона по уклону линии примыкания $i_{маг}$.

Если $i \leqslant i_{маг}$, то больше вариантов, требующих исследования и сравнения, не имеется.

Несмотря на то, что эти случаи в практике проектирования попадаются достаточно часто, все же имеется ряд сложных задач, когда выбор наивыгоднейшего уклона не может быть решен так просто, и тогда неизбежно приходится прибегать к экономическому сравнению возможных вариантов.

Такое сравнение может быть произведено по развернутой формуле пере-

НБ УИИТ (ДИИТ)

возочных расходов (откидывая все расходы, остающиеся постоянными при всех вариантах):

$$P_{пр} = [a(\alpha' + \Delta) + э_1]L + Bs(\alpha'' + \Delta) + K(\alpha''' + \Delta) + bN_п(\alpha_п + \Delta) + \\ + cN_в(\alpha_в + \Delta) + э_2 T_п + э_3 C + э_4 M + э_5 T_к + A_{пр}(\alpha_{пр} + \Delta) + Э_{инд}, \quad (27)$$

где L — протяжение линии в километрах;
B — количество земляных работ по всей линии в кубических метрах;
s — стоимость 1 $м^3$ земляных работ;
K — стоимость искусственных сооружений по всей линии;
$N_п$ — количество затрачиваемых паровозо-часов в год;
$N_в$ — количество затрачиваемых вагоно-осе-часов в год;
$T_п$ — количество часов, затрачиваемых паровозной бригадой в год;
C — количество расходуемого топлива в год в тоннах;
M — количество вагоно-осе-километров в год;
$T_к$ — количество часов, затрачиваемых кондукторской бригадой в год;
$A_{пр}$ — прочие индивидуальные капиталовложения в год по данному варианту;
$Э_{инд}$ — прочие индивидуальные эксплоатационные расходы в год по данному варианту;
$\alpha', \alpha'' \ldots$ — соответствующий процент амортизационных отчислений;
Δ — коэфициент эффективности капиталовложений;
a, b, c — расходные ставки по капиталовложениям;
$э_1, э_2, э_3 \ldots$ — расходные ставки по эксплоатационным расходам.

Для сравнения вариантов по указанной формуле необходимо составление полного проекта с тяговыми расчетами, выявлением объема работ и стоимости по каждому варианту.

Наименьшее значение $P_{пр}$ и даст наивыгоднейшее решение.

Такой путь достаточно сложен, так как число вариантов обычно оказывается чрезвычайно большим.

В большинстве случаев достаточно сделать такое сравнение по упрощенной формуле:

$$P_{пр} = dL + \delta_B B + \delta_K K + rtN + ftO + gt'_0 N + ft''_0 O + et'''_0 N + P_{инд}, \quad (28)$$

где L — протяжение линии в километрах;
B — количество земляных работ по всей линии в кубических метрах;
K — стоимость искусственных сооружений по всей линии, в рублях;
N — число пар поездов в год;
O — количество вагоно-осей в год одного направления;
t — время хода поезда туда и обратно, в часах;
t'_0 — время простоя и маневров паровоза на конечных пунктах, в часах;
t''_0 — время простоя вагонов на конечных пунктах, в часах;
t'''_0 — время простоя кондукторской бригады на конечных пунктах, в часах;
$d, \delta_B, \delta_K, r, f, g, e$ — ставки на измерители, в рублях;
$P_{инд}$ — прочие приведенные строительно-эксплоатационные расходы, индивидуальные для данного варианта, в рублях.

Принципиальное отличие этой формулы от аналогичных формул магистральных дорог заключается в введении в формулу измерителей простоя состава и бригад на конечных пунктах, что при малой длине подъездных путей значительно влияет на величину руководящего уклона.

Основное упрощение, допущенное в формуле (28), заключается в том, что расход топлива принят пропорциональным затратам паровозо-часов в ходу и паровозо-часов на конечных пунктах.

НВ УДУНТ (ДИТ)

Количество паровозо-часов в ходу при предварительном выборе варианта может быть определено как функция длины подъездного пути по средней скорости. В виду этого при предлагаемом методе среднюю скорость следует определять по возможности точнее, используя для этого профиль пробной трассы.

Дальнейший ход решения задачи сводится к возможности установления зависимости всех указанных величин от руководящего уклона.

Эта зависимость может быть:

1) непрерывной функциональной, когда изменение величиын измерителей (а в некоторых случаях и расходных ставок) может быть выражено аналитически или графически какой-то плавной кривой;

2) прерывной, индивидуальной, когда какой-то известный расход отвечает только данному варианту (или группе вариантов) и совершенно отсутствует при ряде других вариантов (например, появление разъезда при больших руководящих уклонах);

3) неопределенной, когда зависимость между руководящим уклоном и измерителем хотя и может иметься, но закон их взаимосвязи установить нельзя.

Как было уже ранее отмечено, при выборе руководящего уклона в общем случае нельзя ограничиваться одной трассой, а надо рассматривать вопрос уклона и трассы совместно.

Отсюда является необходимость установить также зависимость между всеми измерителями и длиной трассы.

Если имеется возможность установить такую связь, т. е. подчинить все измерители функциональной или определенной зависимости от i_p и L, то графически сравнительно легко найти тот ряд комбинаций различных i_p и L, который может дать наибольший экономический эффект. Одного определенного решения в данном случае мы не имеем.

Определенное решение величины наивыгоднейшего уклона без составления проектов по каждому варианту возможно в двух случаях:

1) при постоянном количестве земляных работ и искусственных сооружений на 1 *км* длины линии и при прямой зависимости длины линии от руководящего уклона, т. е. когда:

$$L = \frac{H}{i},$$

где H — разность отметок конечного и начального пункта, а i — руководящий уклон с поправкой на кривые, т. е. $i = i_p - 0{,}012\ \alpha^\circ$ (где α° — среднее количество градусов углов поворота на 1 *км*);

2) при постоянной длине линии L и значительном изменении количества работ при изменении руководящего уклона i_p.

В этом случае необходимо по продольному профилю сделать в местах, где величина руководящего уклона может отразиться на количестве работ, три проектировки: при наименьшем возможном уклоне (порядка 4—5‰), наибольшем уклоне (порядка 20—30‰) и любом промежуточном значении (примерно среднем). По сделанным трем проектировкам подсчитывается количество работ, их стоимость и величина стоимости, „приведенной“ к ежегодным затратам (см. главу I настоящего отдела).

Тогда, зная для трех уклонов величины „приведенной строительной стоимости“ C_1, C_2 и C_3, определяем зависимость стоимости капиталовложений на земляные работы и искусственные сооружения от уклона по формуле:

$$C = Ai^2 + Bi + B. \qquad (29)$$

Коэфициенты A, $Б$ и B определяются по трем уравнениям (путем подстановки соответственно значений C_1 и i_1, C_2 и i_2, C_3 и i_3).

Коэфициент $Б$ всегда получается отрицательным.

В обоих указанных случаях решение можно получить или графическим или аналитическим методом. Как в том, так и в другом случае следует преобразовать

НБ УДУНТ (ДИТ)

формулу (28), представив все члены уравнения в виде явной функции руководящего уклона.

При анализе зависимости отдельных членов формулы (28) от руководящего уклона мы встречаемся с возможностью двух случаев: когда величина простоя подвижного состава и бригад на конечных пунктах зависит от величины уклона (погрузка вагонов экскаватором и т. п.) и когда эта величина остается постоянной при любых уклонах (передача составов НКПС, одновременная разгрузка вагонов по всему фронту и т. п.).

В зависимости от указанного обстоятельства мы получаем различные формулы для определения наивыгоднейшего уклона.

а) *Формулы для определения величины наивыгоднейшего уклона в случае предельного хода и постоянного количества работ на 1 км линии.*

I. Простои на конечных пунктах не зависят от величин уклона.

В формуле (28) делаем следующие преобразования и подстановки:

1) Первые три члена формулы можно представить в следующем виде:

$$dL + \delta_B B + \delta_K K = \left(d + \delta_B \frac{B}{L} + \delta_K \frac{K}{L}\right) L.$$

Так как в нашем частном случае $\frac{B}{L}$ и $\frac{K}{L}$, количество работ на 1 *км* пути, — величины постоянные, то и все выражение в скобках — величина постоянная. Обозначив ее через букву E и подставляя значение L из формулы (25), имеем:

$$dL + \delta_B B + \delta_K K = E\frac{H}{i},$$

где H — разность отметок конечных пунктов.

Поправку на кривые внесем после получения значения i.

2) Величину t, согласно сделанным выше предпосылкам, заменяем ее значением:

$$t = \frac{2L}{v_{cp}} = \frac{2H}{v_{cp} i}.$$

3) Величина N — количество пар поездов — получается из заданного грузооборота (брутто) $Q_{бр}$ и веса состава, определяемого по формуле (9). В настоящем случае, когда не требуется большой точности, мы можем для упрощения воспользоваться формулой (9а).

Тогда:

$$N = \frac{Q_{бр}}{\frac{F_k}{w_0 + i} - P}.$$

4) Количество вагоно-осей в год можно выразить через грузооборот (брутто) $Q_{бр}$ и средний вес брутто, приходящийся на одну вагоно-ось, q, т. е.:

$$O = \frac{Q_{бр}}{q}.$$

Тогда:

$$ftO = f\frac{2H}{v_{cp} i} \cdot \frac{Q_{бр}}{q}.$$

5) Так как количество вагоно-осей не зависит от уклона и простой вагонов на конечных пунктах, согласно сделанному нами предположению, также не зависит от уклона, то весь член $ft_0''O$, как величина постоянная, при отыскании минимума значения D может быть отброшен

НБ УДУНТ (ДИТ)

6) Объединяем еще два члена формулы в один:

$$gt_0'N + э_5 t_0'''N = (gt_0' + э_5 t_0''')\,N.$$

Обозначая постоянную величину, находящуюся в скобках, через букву G и подставляя значение N, получаем:

$$gt_0'N + э_5 t_0'''N = G\frac{Q_{бр}}{\dfrac{F_к}{w_0 + i} - P}.$$

В результате подстановки всех значений в формулу (28) имеем уравнение, явно зависящее от величин уклона, а именно:

$$P_{пр} = \frac{EH}{i} + \frac{2rH}{v_{ср}i}\,\frac{Q_{бр}}{\left(\dfrac{F_к}{w_0 + i} - P\right)} + \frac{fQ_{бр}2H}{qv_{ср}i} + G\,\frac{Q_{бр}}{\dfrac{F_к}{w_0 + i} - P}. \qquad (30)$$

Для некоторого упрощения дальнейших математических действий разделим все члены формулы (30) на QH, т. е. получим выражение стоимости перевозок 1 *т* брутто при преодолении высоты в 1 *м*:

$$\frac{P_{пр}}{HQ_{бр}} = \frac{E}{Q_{бр}i} + \frac{2r}{v_{ср}}\,\frac{1}{\left(\dfrac{F_к}{w_0 + i} - P\right)i} + \frac{2f}{qv_{ср}i} + \frac{G}{H}\;\;\frac{1}{\dfrac{F_к}{w_0 + i} - P}. \qquad (31)$$

Из этого выражения видно, что:

1) значение первого члена формулы (31), т. е. расходов, связанных с постройкой и содержанием в исправности подъездного пути, тем меньше, чем больше грузооборот;

2) значение второго и третьего членов формулы, непосредственно связанных с расходами по самим перевозкам, тем меньше, чем больше скорость движения;

3) значение четвертого члена формулы, дающего расходы, связанные с операциями на конечных пунктах, падает с увеличением высоты, преодолеваемой подъездным путем.

Кроме того с увеличением реализуемой силы тяги паровоза уменьшается величина второго и четвертого членов формулы.

Введем в формулу (31) следующие обозначения:

$$\frac{E}{Q_{бр}} + \frac{2f}{qv_{ср}} = e_0; \quad \frac{2r}{v_{ср}} = r_0; \quad \frac{G}{H} = g_0; \quad \frac{P_{пр}}{HQ_{бр}} = p_{пр}.$$

Тогда формула (31) примет вид:

$$p_{пр} = \frac{e_0}{i} + \frac{r_0}{\left(\dfrac{F_к}{w_0 + i} - P\right)i} + \frac{g_0}{\dfrac{F_к}{w_0 + i} - P}. \qquad (32)$$

Из полученного уравнения легко определить минимальное значение i. Графически в этих целях строим для каждого члена уравнения кривые, как функции уклона, и затем их суммарную кривую.

Последняя с возрастанием уклонов сначала падает, достигая минимального значения $p_{пр}$, а затем начинает возрастать. Уклон, отвечающий минимальному значению $p_{пр}$, очевидно, и будет искомый.

На рис. 375 такие кривые (I, II, III) построены для паровоза типа 48″, грузооборота $Q_{бр} = 10\,000\,000$ *т* и значения $g_0 = 0{,}10$. По суммарной кривой (I + II + III) определяем величину наивыгоднейшего уклона, равную в данном случае $15‰$.

НВ УДУНТ (ДИТ)

Аналитически эта задача решается также очень просто. Приравнивают первую производную уравнения (32) нулю и решают полученное уравнение относительно i.

Вводя для упрощения условный уклон:

$$i_w = i + w_0,$$

где w_0 — основное удельное сопротивление поезда, получаем в результате следующее квадратное уравнение:

$$i_w^2 - \frac{2e_0PF_к + 2g_0w_0F}{e_0P^2 - r_0P - g_0F} i_w + \frac{e_0F^2 + r_0Fw_0 - g_0Fw_0^2}{e_0P^2 - r_0P - g_0F} = 0. \quad (33)$$

Решение этого уравнения не представляет трудностей и может дать для любого паровоза величину уклона i_w в зависимости от грузооборота и преодолеваемой высоты. Получив значение i_w, определяем $i = i_w - w_0$, а вводя поправку на кривые, имеем окончательную величину наивыгоднейшего руководящего уклона:

$$i_p = i + x.$$

Величина x — поправка на кривые, согласно данным проф. Горинова, может быть принята: при наличии большого количества кривых малого радиуса в $1{,}5^0/_{00}$, при наличии большого количества кривых радиуса не менее 300 *м* — $1{,}0^0/_{00}$ и, наконец, при малом количестве кривых — $0{,}5^0/_{00}$.

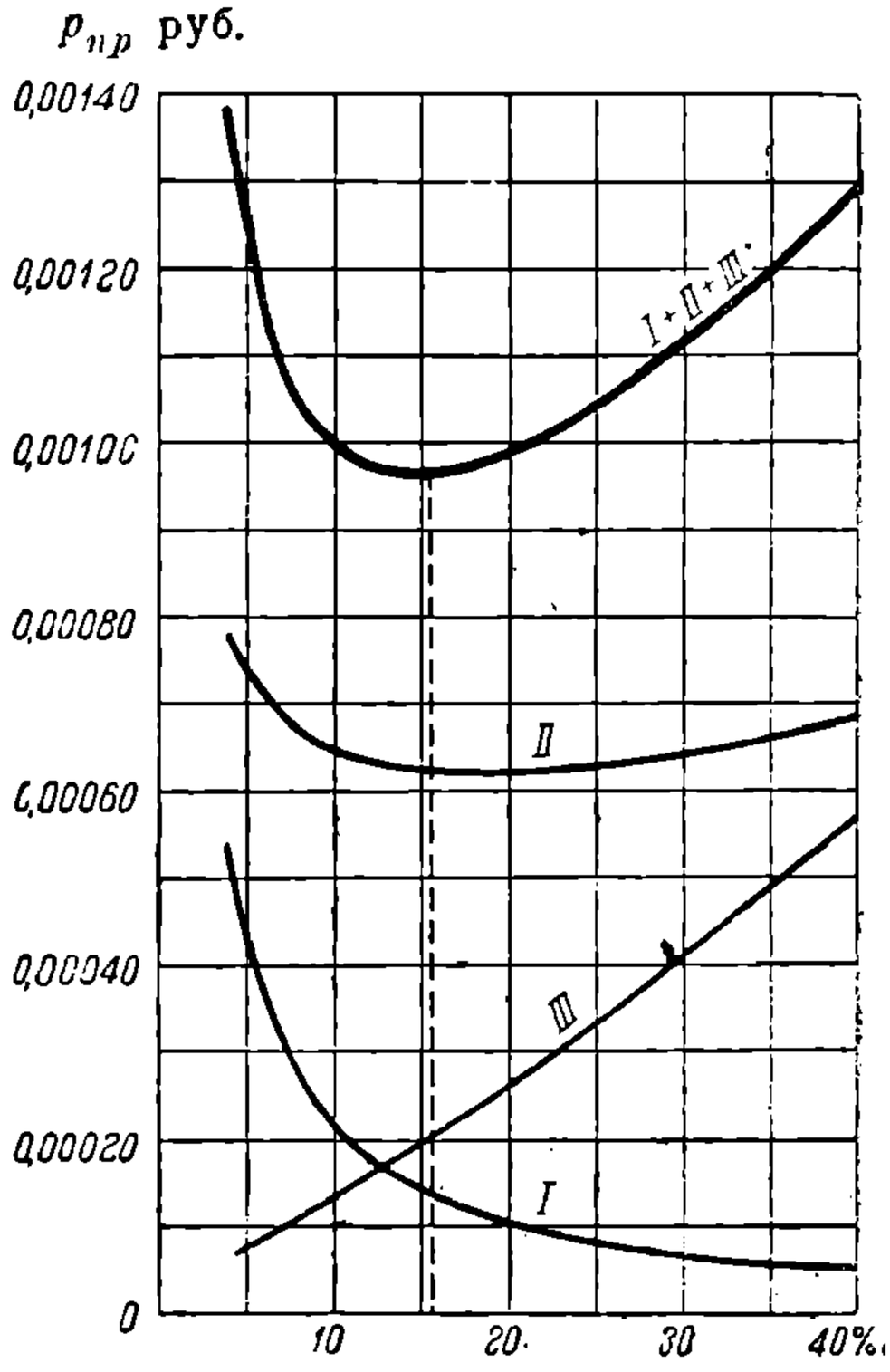


Рис. 375.

II. Простой вагонов зависит от величины уклона. Имея в данном случае по заданию время задержки одного вагона на конечном пункте τ минут и полагая, что при этом паровоз и бригады прикреплены к составу (что обычно вытекает из условий погрузки и выгрузки), будем иметь:

$$t_0' = t_0'' = t_0''' = n\tau,$$

где n — число вагонов в составе.

Количество вагонов в составе, очевидно, будет равно:

$$n = \frac{\frac{F_к}{w_0 + i} - P}{q_{бр}},$$

где $q_{бр}$ — вес одного вагона брутто в тоннах.

Тогда в формуле (28) мы будем иметь:

$$gt_0'N = g\tau nN = g\tau \frac{Q_{бр}}{q_{бр}};$$

$$ft_0'' = \frac{fQ_{бр}}{q}\tau n = \frac{f \cdot Q_{бр}}{q} \tau \frac{\frac{F_к}{w_0 + i} - P}{q_{бр}};$$

$$et_0'''N = e\tau nN = e\tau \frac{Q_{бр}}{q_{бр}}.$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

Отсюда видно, что в этом случае простои паровоза (с паровозной бригадой) и кондукторской бригады не зависят от уклона. На самом деле это не совсем точно, так как число составов в пути выражается целыми единицами, а потому уменьшение числа вагонов в составе не точно отвечает увеличению числа составов. Для наших выводов этим обстоятельством можно пренебречь.

Следовательно, для выбора руководящего уклона в рассматриваемом случае в формуле (28) слагаемые gt'_0N и et'''_0N можно откинуть.

Тогда формула (28) примет вид:

$$P_{пр} = \frac{EH}{i} + \frac{2rH}{v_{ср}i}\,\frac{Q_{бр}}{\left(\frac{F_к}{w_0 + i} - P\right)} + \frac{fQ_{бр}2H}{qv_{ср}i} + \frac{fQ_{бр}\tau}{q \cdot q_{бр}}\left(\frac{F_к}{w_0 + i} - P\right)^{1} \qquad (34)$$

Деля полученное выражение на QH, получаем разновидность формулы (31):

$$\frac{P_{пр}}{QH} = \frac{E}{Q_{бр}i} + \frac{2r}{v_{ср}}\,\frac{1}{\left(\frac{F_к}{w_0 + i} - P\right)i} + \frac{2f}{qv_{ср}i} + \frac{f\tau}{qq_{бр}H}\left(\frac{F_к}{w_0 + i} - P\right). \qquad (35)$$

Вводя те же обозначения, что и в первом случае, и приняв $\frac{f\tau}{qq_{бр}H} = j$, получаем формулу (32) в виде:

$$p_{пр} = \frac{e_0}{i} + \frac{r_0}{\left(\frac{F_к}{w_0 + i} - P\right)i} + j\left(\frac{F_к}{w_0 + i} - P\right). \qquad (36)$$

Аналитическое получение наивыгоднейшего уклона путем определения минимума указанной функции приводит к уравнению четвертой степени, а потому не дает элементарного решения.

В этом случае проще получение графического решения, путем суммирования трех кривых, слагаемых величины $p_{пр}$, как функции i.

б) *Формулы для определения величины наивыгоднейшего уклона при постоянной длине трассы при наличии продольного профиля.* В этом случае, как было указано выше, представляется возможным с достаточной точностью установить по трем пробным проектировкам зависимость „приведенной строительной стоимости" земляных работ и искусственных сооружений от величины уклона, в виде функции второй степени $Ai^2 + Бi + B$.

Тогда исходная формула (28) принимает вид:

$$P_{пр} = Ai^2 + Бi + B + dL + rtN + ftO + ft''_0\,O + (gt'_0 + et'''_0)\,N. \qquad (37)$$

Вводя те же подстановки и обозначения, что и в первом случае (при t_0', t_0 и t_0''', не зависящих от уклона), получаем:

$$P_{пр} = Ai^2 + Бi + B + dL + \frac{2fL}{v_{ср}}O + \left(\frac{2rL}{v_{ср}} + G\right)\frac{Q_{бр}}{\frac{F_к}{w_0 + i} - P}. \qquad (38)$$

Графически найти минимум этого уравнения еще легче, так как для этого достаточно построения двух кривых для суммы $(Ai^2 + Бi + B)$ и для последнего члена уравнения.

Величина $\left(dL + \frac{2fL}{v_{ср}}O\right)$, как постоянная, не зависит от величины уклона.

Суммарная кривая указанных двух кривых позволяет найти наименьшее значение $P_{пр}$, а отсюда отвечающее ему значение руководящего уклона, которое

[1] Напомним, что в этой формуле q — вес вагона брутто, приходящийся на одну ось, а $q_{бр}$ — вес всего вагона брутто.

НБ УДУНТ (ДИИТ)

будет наивыгоднейшим. На рис. 376 построены кривые I, II и суммарная I + II для частного случая при $L = 10$ *км*, $t_0' = t_0''' = 0{,}5$ часа и $Q_{бр} = 1\,000\,000$ *т*. По профилю определено среднее количество земляных работ на 1 *км*:

при 5‰ уклоне	165 000 $м^3$,
10‰	70 000 $м^3$,
25‰	30 000 $м^3$.

Стоимость 1 $м^3$ земляных работ принята в 3 р. 00 к., отчисление на амортизацию $a = 0{,}005$ (0,5%) и коэфициент эффективности капиталовложений $\Delta = 0{,}06$ (6%). Наивыгоднейший уклон в этих условиях получается равным 18‰.

Аналитическое решение приводит в данном случае к кубическому уравнению.

$$i_w^3 + \frac{БP^2 - 4APF_к - 2AP^2w_0}{2AP^2} i_w^2 + \frac{2AF_к^2 - 2БF_кP + 4AF_кPw_0}{2AP^2} i_w + \\ + \frac{ГQF_к + БF^2 - 2AFw_0}{2AP^2} = 0. \qquad (39)$$

Здесь, помимо ранее введенных сбозначений, буквой $Г$ обозначена постоянная величина $\left(\frac{2rL}{v_{ср}} + G\right)$.

Решение этого уравнения также не представляет затруднений.

Таким же образом на основе анализа изменений и зависимости различных членов формулы (28) от руководящего уклона задача нахождения наивыгоднейшего уклона может быть разрешена в самых различных случаях.

При окончательном отборе конкурирующих вариантов точность предложенного метода может оказаться недостаточной, и тогда следует сделать сравнение варианта по развернутой формуле (27), определив по каждому варианту время хода, расход воды и топлива, а также и другие величины, входящие в формулу, более точными методами и составив для них строительные и эксплоатационные сметы.

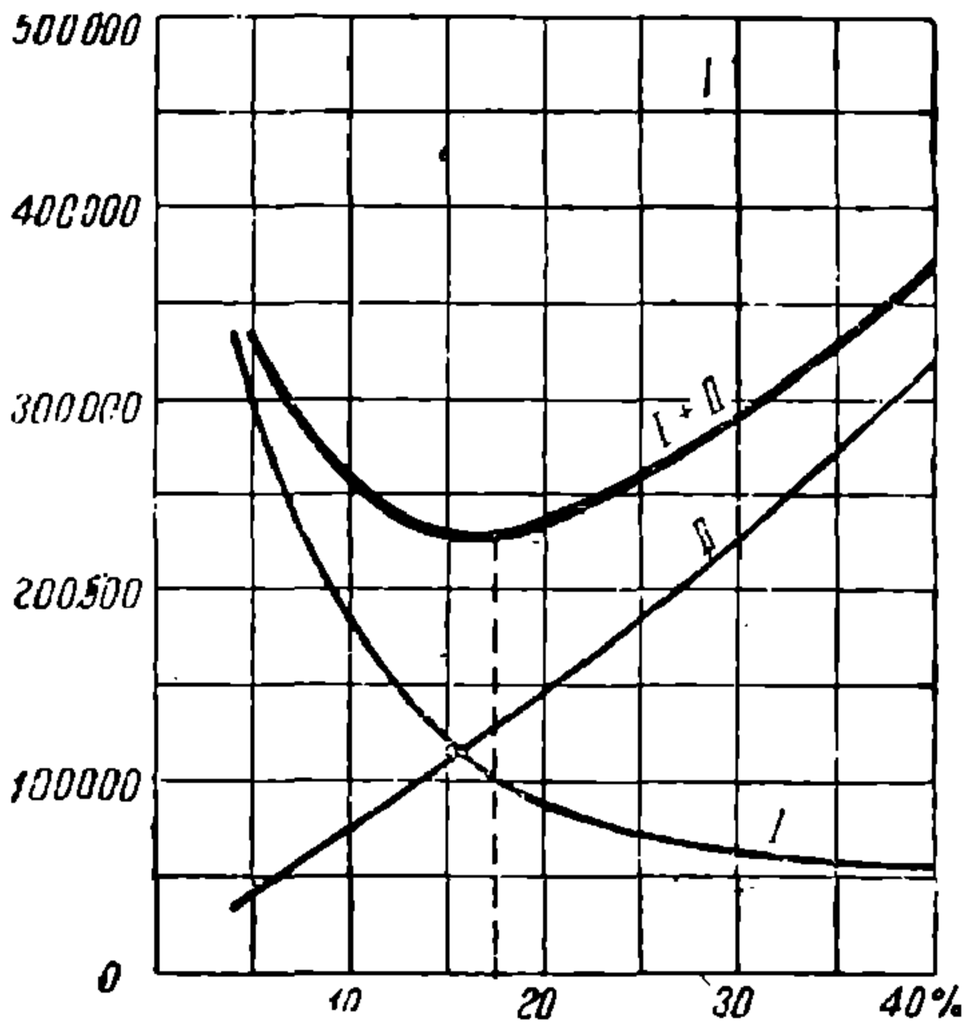


Рис. 376.

Примерная величина расходных ставок и метод их исчисления приведен в приложении 10.

§ 8. Выбор места примыкания к сети НКПС.

Вопрос о выборе места примыкания подъездного пути к магистральной сети железных дорог тесно связан с вопросом расположения заводской площадки и направлением внутренних грузопотоков и должен решаться только комплексно с учетом:

1) объема и стоимости земляных работ на площадке при разных вариантах;

2) строительной стоимости железнодорожных путей и стоимости перевозок при разных вариантах внутри площадки;

3) стоимости постройки и эксплоатации подъездного пути при разных вариантах;

4) стоимости пробега грузов по линиям НКПС и удобства взаимоотношений на станции примыкания.

Останавливаясь на решении вопроса о выборе места примыкания, предпо-

НБ УДУНТ (ДИТ)

ложим, что для всех вариантов подъездного пути строительные и эксплоатационные расходы по первым двум пунктам будут одинаковы.

Наиболее сложным случаем является такое расположение промышленного предприятия, при котором имеется возможность примыкания к сети НКПС в нескольких точках: в двух (а иногда и больше) существующих остановочных пунктах и в одной или нескольких точках на перегоне. Иногда является целесообразным и экономичным запроектировать два подъездных пути (прибытие сырья и отправление продукции) с двумя точками примыкания.

Выбор одного из вышеуказанных вариантов решается методом технико-экономического сравнения, приводящего в результате к определению стоимости перевозки 1 *т* от общей для всех вариантов точки на сети НКПС до конечной точки подъездного пути на промышленном предприятии.

Рассмотрим случай, при котором имеется возможность решения вопроса примыкания в трех пунктах: к двум существующим станциям НКПС (ст. *А* и ст. *Б*) и на перегоне с открытием разъезда (*П*) (рис. 377),

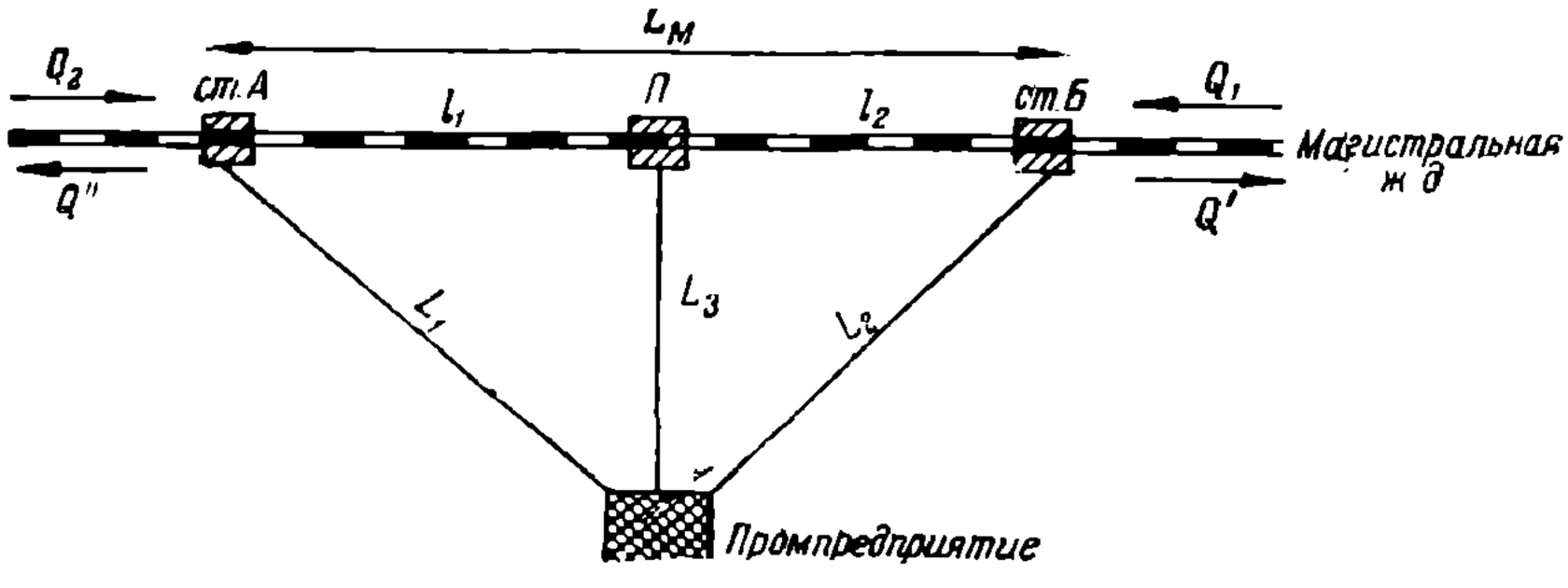


Рис. 377.

Стоимость ежегодных перевозок (с учетом эффективности капиталовложений) можно представить в следующем виде:

для 1-го варианта:

$$P_1 = A_1(\alpha + \Delta) + aL_1 + r_1T_1 + (Q_1 + Q')L_м k_0; \qquad (40)$$

для 2-го варианта:

$$P_2 = A_2(\alpha + \Delta) + aL_2 + r_2T_2 + (Q_2 + Q'')L_м k_0; \qquad (41)$$

для 3-го варианта:

$$P_3 = A_3(\alpha + \Delta) + A_П(\alpha' + \Delta) + aL_3 + r_3T_3 + [(Q_1 + Q')l_2 + (Q_2 + Q'')l_1]k_0 + Э_П, \qquad (42)$$

где P_1, P_2, P_3 — сравнительная приведенная строительно-эксплоатационная стоимость по 1-му, 2-му и 3-му вариантам;

A_1, A_2 и A_3 — строительная стоимость подъездного пути по 1-му, 2-му и 3-му вариантам;

$A_П$ — дополнительная строительная стоимость устройства поста;

α, α' — коэфициент, учитывающий ежегодные амортизационные отчисления;

Δ — коэфициент приведения строительной стоимости к ежегодным затратам;

a — стоимость содержания 1 *км* пути в год;

$L_м$ — расстояние от ст. *А* до ст. *Б* по магистральной железной дороге в километрах;

l_1 и l_2 — расстояние от открываемого на перегоне поста *П* до станций *А* и *Б*;

НБ УДУНТ (ДИТ)

L_1, L_2, L_3 — длины подъездного пути в километрах 1-го, 2-го и 3-го вариантов;

T T_2, T_3 — количество поездо-часов работы в год по каждому варианту подъездного пути (от промышленного предприятия до пункта примыкания);

r_1, r_2, r_3 — стоимость поездо-часа по каждому варианту (по укрупненным измерителям);

k_0 — стоимость перевозки 1 *т-км* по сети НКПС;

$Э_П$ — стоимость содержания поста в год;

Q_1 — количество грузов в год, прибывающих на предприятие со стороны ст. *Б*, в тоннах;

Q_2 — то же со стороны ст. *А*;

Q' — количество грузов в год, отправляемых предприятием в сторону ст. *Б*, в тоннах;

Q'' — то же в сторону ст. *А*.

В некоторых случаях (при маршрутных поездах) можно рассматривать расходы по пробегу груза на участке сети НКПС не по средней стоимости 1 *т-км*, а так же, как и по подъездному пути, т. е. учитывая фактическую стоимость затрачиваемых поездо-часов и принимая эксплоатационные расходы, не зависящие от движения, пропорционально удельному весу перевозок промышленного предприятия в отношении всех перевозок по данному участку дороги НКПС.

Все входящие в формулы (40), (41) и (42) величины получаются путем составления строительных и эксплоатационных смет по проектам каждого из вариантов.

При отсутствии достаточных данных и для предварительных соображений можно воспользоваться укрупненными измерителями, исходя из следующих соображений.

Укрупненно-строительную стоимость (A_1, A_2, A_3) по различным вариантам можно принять, исходя из средней стоимости 1 *км* в данных условиях (порядка 100—150 тыс. рублей), учитывая для отдельных вариантов дополнительно стоимость элементов, присущих только данному варианту, как, например, необходимость постройки моста через реку или овраг и т. п.

Количество поездо-часов можно взять, исходя из числа поездов, необходимых для перевозки заданного грузопотока, исчисленных в соответствии с руководящим уклоном варианта [см. формулу (9)] и средней скоростью движения, т. е.:

$$\left.\begin{aligned} T_1 &= \frac{N_1 L_1}{v_{ср}} \\ T_2 &= \frac{N_2 L_2}{v_{ср}} \end{aligned}\right\} \qquad (43)$$

и т. д.

Стоимость поездо-часа можно подсчитать, исходя из средней стоимости паровозо-часа и вагоно-часа и числа вагонов в составе по каждому варианту.

В зависимости от профиля и типа паровоза стоимость паровозо-часа колеблется в пределах 15—20 руб. в час.

Стоимость вагоно-осе-часа может быть примерно взята в 0,15—0,20 руб.

Содержание 1 *км* подъездного пути в год — величина, достаточно постоянная и равная 5000 руб. в год.

Стоимость пробега груза по сети НКПС всегда может быть взята по данным дороги примыкания. По отчетам 1933 г. она колеблется в пределах 1,0—1,5 коп. за *т-км*.

Наконец, стоимость постройки и эксплоатации открываемого поста должна быть исчислена в зависимости от схемы поста и его работы.

В случае, если число остановочных пунктов или их размеры по различным вариантам меняются (что при небольшой длине подъездных путей бывает сравнительно редко), — эта разница также должна быть особо учтена.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Кроме указанных экономических предпосылок, при выборе точки примыкания необходимо учитывить удобство и возможности чисто технического осуществления самого примыкания.

При выборе места примыкания значительную роль могут сыграть развитие и значение существующей станции на дороге НКПС; при этом по возможности отдается предпочтение большим станциям с сортировочными парками и наличием паровозного хозяйства, так как в этом случае часть работы промышленного транспорта может быть передана станции примыкания, о чем будет сказано дальше.

Так как во взаимодействии дорог НКПС и промышленных предприятий должны преследоваться общегосударственные интересы, то при распределении функций между станцией примыкания и заводскими станциями должны обеспечиваться следующие условия:

1) максимальная скорость доставки грузов;

2) минимальная задержка вагонов и паровозов и

3) наименьшая затрата маневровых средств, рабочей силы и капиталовложений.

Исходя из этих требований, можно рекомендовать следующие взаимоотношения станции примыкания и станций (или других путевых устройств) промышленных предприятий:

1) Все маршрутные поезда, следующие на завод, должны подаваться, по возможности, без смены поездного локомотива прямо до площадки промышленного предприятия (до сортировочной заводской станции, а иногда и прямо на пути разгрузки).

2) В случае если станция примыкания имеет свое паровозное хозяйство (маневровые паровозы), подача вагонов от сборных поездов должна также производиться локомотивом дороги.

В том и другом случае мы уменьшаем простой и делаем работу станций более четкой, имея место сдачи вагонов на путях предприятия и не допуская работу двигателей промышленного предприятия на станции дороги НКПС.

3) Для ветвей с небольшим грузооборотом, примыкающим к станциям НКПС, не имеющим маневрового двигателя, подачу и уборку вагонов следует производить двигателем промышленного предприятия, и следовательно, передача вагонов должна происходить на станции примыкания, для чего на последней должны быть запроектированы специальные передаточные пути, построенные и содержащиеся за счет промышленного предприятия.

4) Сортировка вагонов, прибывающих на промышленное предприятие по точкам назначения, должна производиться на путях предприятия (на заводской сортировочной станции или на внутризаводских постах, а для предприятия с незначительным грузооборотом хотя бы на „вилке"), и только при наличии на станции примыкания большого сортировочного парка (особенно с „горкой") частичные операции по сортировке (по районам подачи) могут быть переданы станции НКПС.

5) На обязанности промышленного предприятия лежит только формирование отправительских маршрутов и маневры безопасности для передач из всех остальных сдаваемых вагонов. Все маневры по формированию поездов из сдаваемых предприятием вагонов должны выполняться средствами НКПС на станции примыкания или на специальном парке путей, выделенном для нужд НКПС и находящемся в его ведении.

6) В случае обслуживания подъездного пути двигателями НКПС все содержание подъездного пути передается также в ведение НКПС, который взимает по договору стоимость его содержания.

Таким образом, хотя подъездной путь, развитие станции примыкания и т. д. составляют задачу промышленного транспорта и стоимость их строительства и эксплоатации ложится на промышленное предприятие, фактическое разделение функций НКПС и промышленного предприятия происходит лишь в месте приемосдаточных путей, которые могут находиться и при заводской сортировочной станции.

НБ УАДТ (ДИТ)

7) Все сортировочные операции (а следовательно и место заводской сортировочной станции) должны производиться в возможной близости от мест назначения грузов.

8) Пути, выделенные для операций по передаче, должны быть максимально изолированы как от транзитного движения магистральной сети (в случае передачи вагонов на станции примыкания), так и от всех других парков и путей промышленного предприятия (в случае передачи их на заводской сортировочной станции).

В связи с этим при проектировании подъездного пути вопрос примыкания, устройства приемо-сдаточных парков и сортировочных станций получает первостепенное значение, взаимно влияя на всю комплексную проектировку транспортных устройств в целом.

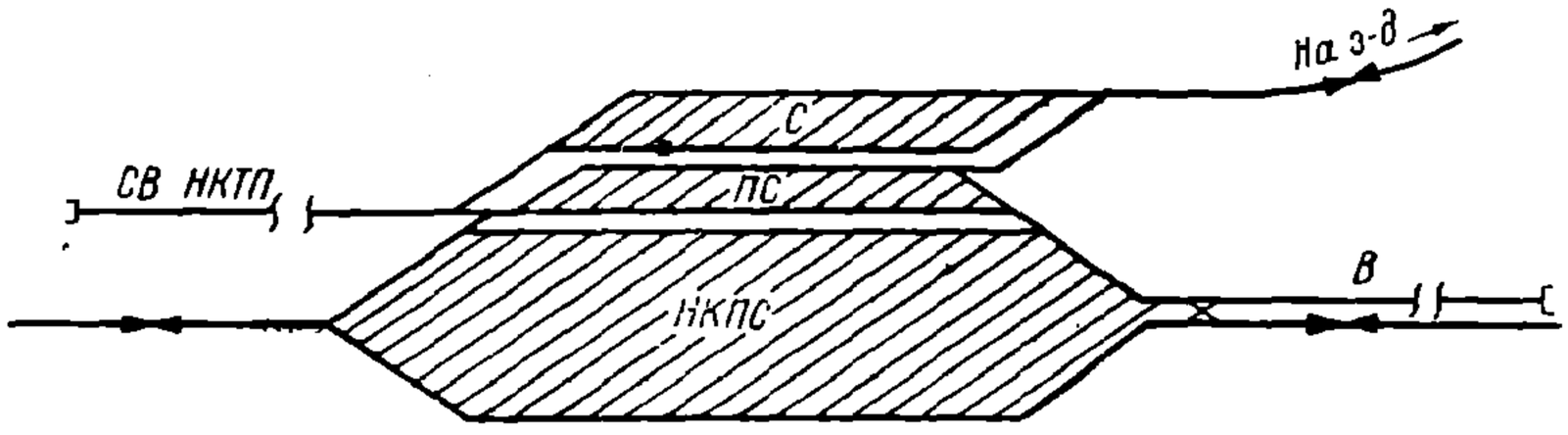


Рис. 378.

Не касаясь технической стороны проектировки станций, которая дается во втором отделе, отметим здесь основные схемы отхода подъездного пути от станции примыкания.

Примерная схема такого отхода при однопутной магистральной железной дороге дана на рис. 378, где *С* — сортировочный парк промышленных предприятий; *ПС* — приемо-сдаточные пути; *СВ НКТП* — сортировочная вытяжка предприятия; *НКПС* — пути станций НКПС; *В* — вытяжка НКПС.

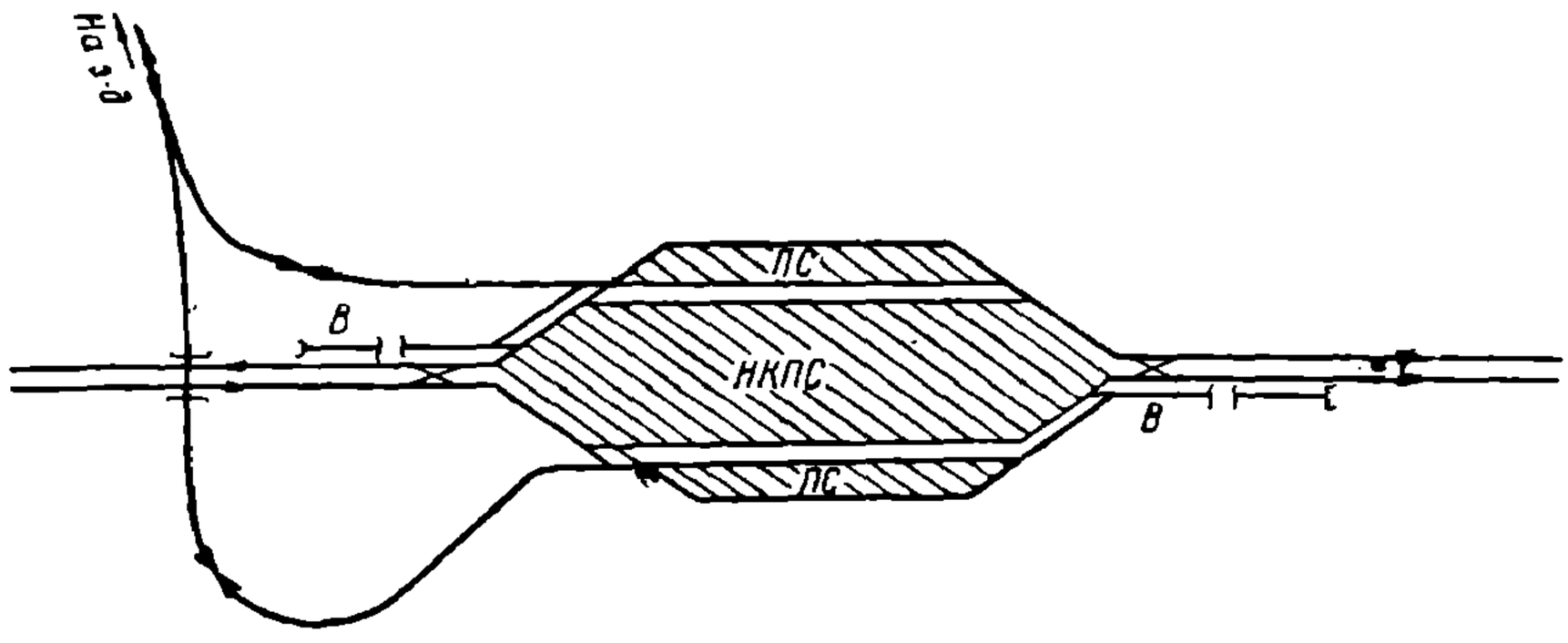


Рис. 379.

В случае двупутной дороги такая схема большей частью встречает возражение со стороны дороги примыкания, так как в этом случае грузопотоки предприятия будут всегда пересекать одно из основных направлений движений грузов дороги.

Развязка этого пересечения может быть сделана по схеме, данно на рис. 379, где обозначения те же, что и на рис. 378.

В этом случае приемо-сдаточные пути промышленных предприятий (если они предположены на станции примыкания) могут быть запроектированы либо с двух сторон, либо (с согласия дороги) с одной стороны, с тем, что в последнем случае маневровые передачи в парк враждебного направления делаются самой станцией с пересечением одного из направлений грузопотоков дороги.

НБ УГЛУНТ (ДГТ)

§ 9. Электрификация подъездных путей.

Проблема электрификации подъездных путей является для СССР еще совершенно новой проблемой, не получившей широкого распространения.

Говоря об электрификации подъездных железнодорожных путей, следует разделить их на две категории, а именно на:

1) подъездные пути, примыкающие к сети магистральных дорог, и

2) подъездные пути изолированные, соединяющие сырьевые базы с промышленным предприятием.

Под вторую категорию подпадает и группа постоянных балластированных откаточных путей горнорудной промышленности (главные откаточные пути).

Преимущества электротяги перед паровой тягой достаточно велики, а именно:

1) использование дешевых сортов топлива;

2) больший к. п. д. двигателя;

3) большие скорости при той же силе тяги;

4) меньшие расходы на ремонт двигателя.

Все это создает условия уменьшения эксплоатационных расходов по сравнению с паровой тягой.

Однако электрификация железных дорог связана со значительными капиталовложениями, а потому имеет место лишь при значительных грузооборотах (во всяком случае порядка нескольких миллионов тонн в год).

Так как первая группа подъездных путей имеет значительную связь с работой конечных пунктов, то, естественно, вопрос электрификации подъездных путей возникает лишь в случае электрифицированной магистральной железной дороги или в случае электрификации внутреннего транспорта завода или сырьевых разработок.

В том и другом случае система тока, его напряжение и тип двигателя на подъездном пути должны быть приняты теми же, что и на магистрали или на внутризаводских или внутрикарьерных путях.

Электрификация путей второй категории зависит от трех главных элементов:

1) возможности получения дешевой энергии;

2) достаточного использования электротяги, т. е. от величины грузооборота и

3) топографических условий местности.

Третье условие влияет на выбор рода тяги вследствие того, что выгодность применения электротяги значительно подымается при тяжелых условиях проектирования профиля, так как наибольшую разницу в скорости движения паровоза и электровоза (в пользу последнего) мы имеем при предельном использовании силы тяги, т. е. на руководящем подъеме [1].

Такие условия проектирования наиболее часто встречаются при открытых горнорудных разработках.

Под понятием дешевой энергии в настоящее время следует понимать стоимость ее порядка 5 коп. за киловатт-час.

Для примерных элементарных подсчетов технико-экономического эффекта применения электровозов можно принять следующие ориентировочные показатели расходов.

Дополнительная строительная стоимость складывается из:

1) стоимости контактной сети, которая может быть принята в среднем в 10 000 руб. за километр, и

2) стоимости постройки подстанции, которую можно исчислить ориентировочно по формуле:

$$P = 125\ knN \text{ рублей}, \tag{44}$$

где n — число одновременно работающих электровозов;

[1] См. В. А. Тимофеев, Локомотивная откатка на открытых разработках, ОНТИ, 1935, стр. 31—34.

НБ УДУНТ (ДПТ)

k — коэфициент, принимаемый по кривой Вестингауза и равный:

при $n = 2$ $k = 3{,}0$,

$n = 10$ $k = 2{,}2$,

$n = 20$ $k = 1{,}7$,

$n = 25$ $k = 1{,}5$;

N — часовая мощность принятого электровоза.

Эксплоатационные расходы можно принять по следующим соображениям:

1) Зависящие от длины и не зависящие от движения: ремонт воздушной сети — 500 руб. на километр линии.

2) Зависящие от движения:

а) Расходы по штату — из расчета 1 вожатого на электровоз.

б) Расход энергии исчисляется по формуле:

$$a = 2{,}725\,\frac{i + w_0}{\eta} + 0{,}0107\,\frac{(1+\gamma)v^2}{\eta_{пуск}}\ n \text{ ватт-часов на тонно-километр брутто,} \quad (45)$$

где γ — коэфициент, равный примерно 0,05, учитывающий поправку на инерцию вращения колесных скатов;

η — коэфициент полезного действия, равный 0,85;

$\eta_{пуск}$ — то же при пуске, равном 0,75;

v — установившаяся скорость в *км/час*;

n — число остановок на 1 *км* линии.

Еще более приближенно можно принять:

$a = 35$ ватт-часов на тонно-километр брутто.

в) Расходы по ремонту по опытным данным в 2,5 раза меньше, чем у паровозов той же мощности. Ориентировочно можно считать их в 6% от стоимости электровоза.

г) Расходы на амортизацию в год можно исчислить в 5% от стоимости электровоза.

В отношении технических условий и техники проектирования линии в плане и профиле электрифицированных подъездных путей принципиальных различий по сравнению с подъездными путями при паровой тяге не имеется.

Единственно, что следует отметить, это то, что при трассировании железных дорог с электротягой не приходится считаться с источниками водоснабжения, а потому часто могут встречаться трассы, идущие по водоразделам.

Кроме того величина руководящего уклона применяется обычно значительно выше, чем при паровой тяге, достигая величины 30—40‰.

§ 10. Проектирование продольного профиля.

В отличие от магистральных железных дорог значительная часть работы по трассировке подъездного пути переносится на проектирование трассы по планам в горизонталях, часто оставляя на полевые работы только разбивку линии под постройку. Другими словами, для коротких подъездных путей при наличии карт и планов в горизонталях отпадают рекогносцировочные и предварительные изыскания, заменяющиеся аналогичной камеральной работой.

Трассировка линии по плану в горизонталях требует предварительно тщательного изучения самого плана и всех топографических и других препятствий, лежащих на прямой, соединяющей начальный и конечный пункты подъездного пути („воздушная линия“).

При значительно пересеченной местности, где трассировка должна итти руководящим уклоном или уклоном, близким к нему, предварительно следует рекомендовать нанесение на карте линии, отвечающей данному уклону, для чего определяется величина его горизонтального проложения.

НБ УГУНТ (ОДГТ)

Если падение горизонтали (разница отметок соседних горизонталей) на данном плане h метров, то проложение l, отвечающее уклону i, будет

$$l = \frac{1000\,h}{i}\ [м], \tag{46}$$

где i — количество тысячных уклона.

Беря величину l метров в масштабе плана, засекают из начальной точки линии следующую горизонталь. Из полученной точки засекают этим же расстоянием следующую и т. д. (рис. 380). Полученная ломаная линия и выразит искомое направление линии данного уклона. Естественно, что такая линия будет служить ведущей линией, но вследствие ее изломанности она не может служить трассой железнодорожного пути.

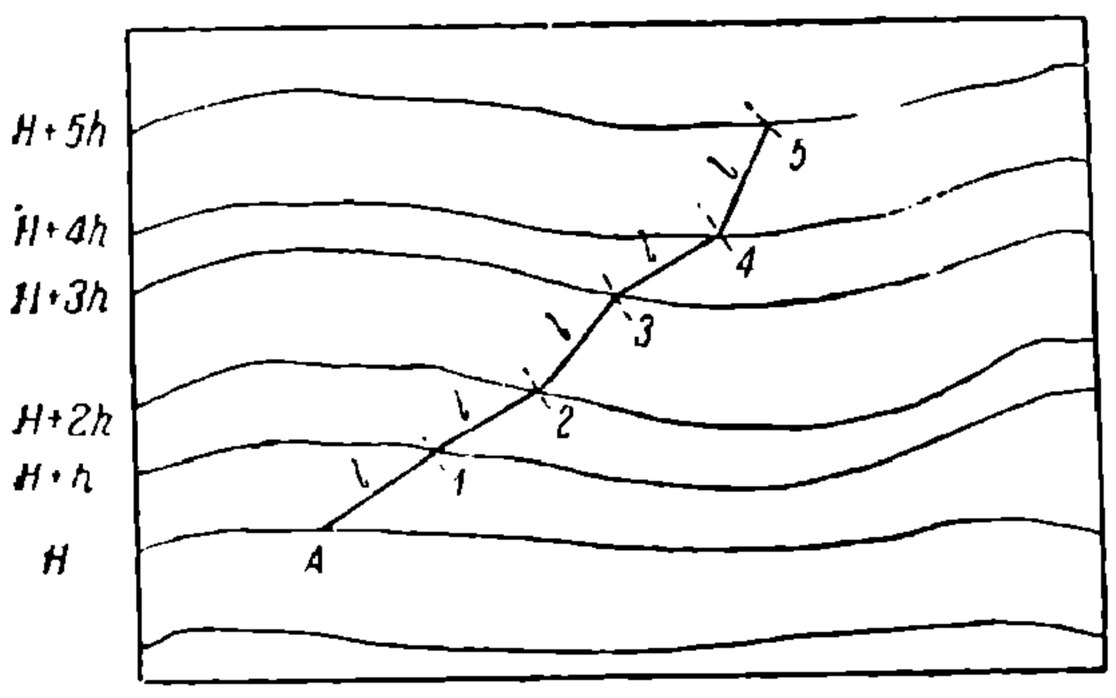


Рис. 380.

Нанося трассу, с соблюдением всех требований ТУ, следует стремиться к приближению ее к ведущей линии.

Для оценки правильности нанесения трассы после проектировки линии на профиле и по исчислении красных отметок (отметок проектной линии) следует нанести на план нулевую линию. Для этого из ряда точек, нанесенных на плане трассы, надо восстановить перпендикуляры (в кривых — нормали) и на них найти точки земной поверхности, имеющие отметки, отвечающие отметкам точек проектной линии, из которых восстановлены перпендикуляры. Соединяя все полученные точки плавной кривой, мы получим „линию нулевых работ“ (рис. 381), которая даст хорошее представление о положении проектной оси линии относительно земной поверхности.

Этот метод особенно важен при проектировке на косогорах.

По нанесенной трассе на плане разбиваются в соответствующем масштабе пикеты (через 100 *м*) и плюсы (на характерных точках перелома местности). Путем элементарной интерполяции определяются все отметки пикетов и плюсов, расположенных между горизонталями (черные отметки).

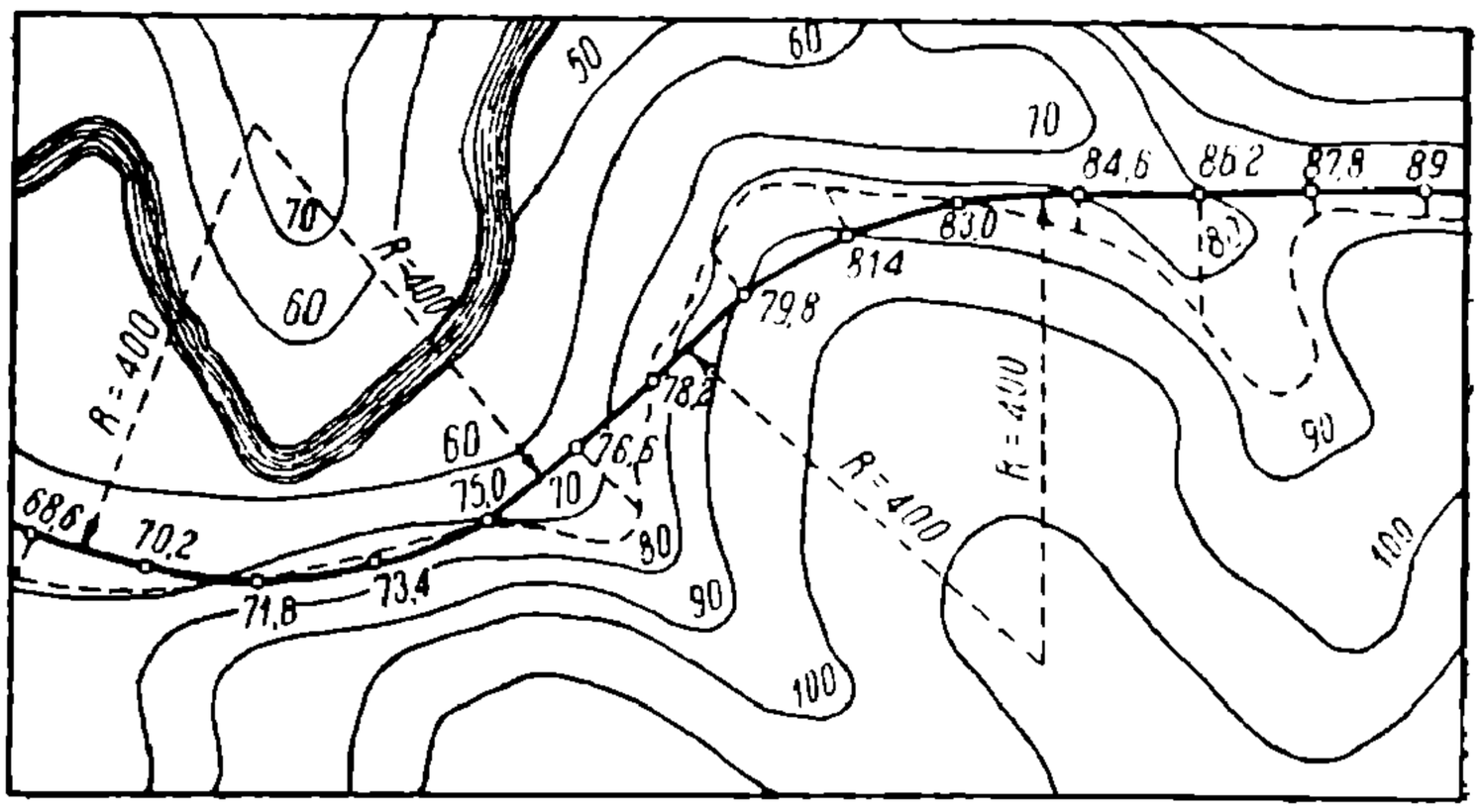


Рис. 381.

По плану же определяются углы поворота и все элементы проектируемых кривых.

Углы поворота никоим образом не следует определять по транспортиру, так как значительно бóльшая точность может быть получена путем определения тангенса данного угла (рис. 382), а по таблицам натуральных тригонометрических величин по тангенсу угла может быть определен сам угол с точностью до 1—2 мин.

НВ УДУНТ (ДГТ)

Кроме указанных выше данных, по плану и профилю определяются места искусственных сооружений. Величина отверстий искусственных сооружений и тип их определяются по общепринятым методам в соответствии с полученной величиной бассейна по плану в горизонталях. Границы бассейнов легко получаются нанесением водораздельных и водосливных линий (рис. 383).

Вода будет стремиться бежать по линиям наибольшего ската $m-n$, пересекающим горизонтали нормально. Если соединить верхние точки перелома направлений стока линий наибольшего ската, то получим водораздельную линию, а если соединить нижние точки, то — водосливную линию.

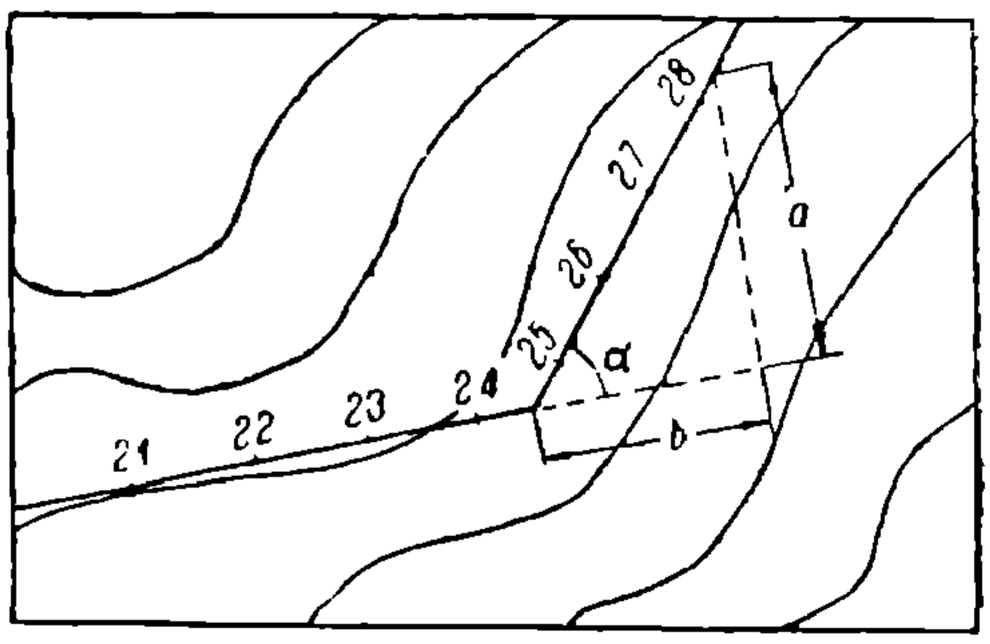


Рис. 382.

Следует оговорить, что определение отверстий искусственных сооружений без полевых данных можно сделать лишь очень ориентировочно, определяя количество притекающей воды по методу б. НТК НКПС по формуле:

$$Q_{[м^3/сек]} = C\,\alpha\,F, \qquad (47)$$

где F — площадь бассейна $[км^2]$;

C — количество воды $[м^3/сек]$, притекающее с 1 $км^2$ бассейна при коэфициенте $\alpha = 1$, в зависимости от климатических и гидравлических условий района; величина C определяется по карте изолиний и колеблется от 6 (Северный край) до 24 (Западный край); для Москвы и центра СССР $C = 12$;

α — коэфициент, зависящий от длины и уклона бассейна, определяемый по таблицам [1].

В данное время этот метод НКПС отменен, но для предварительных соображений для подъездных путей им можно воспользоваться. Во всех остальных случаях расчет стока вод необходимо производить по нормам, принятым в НКПС.

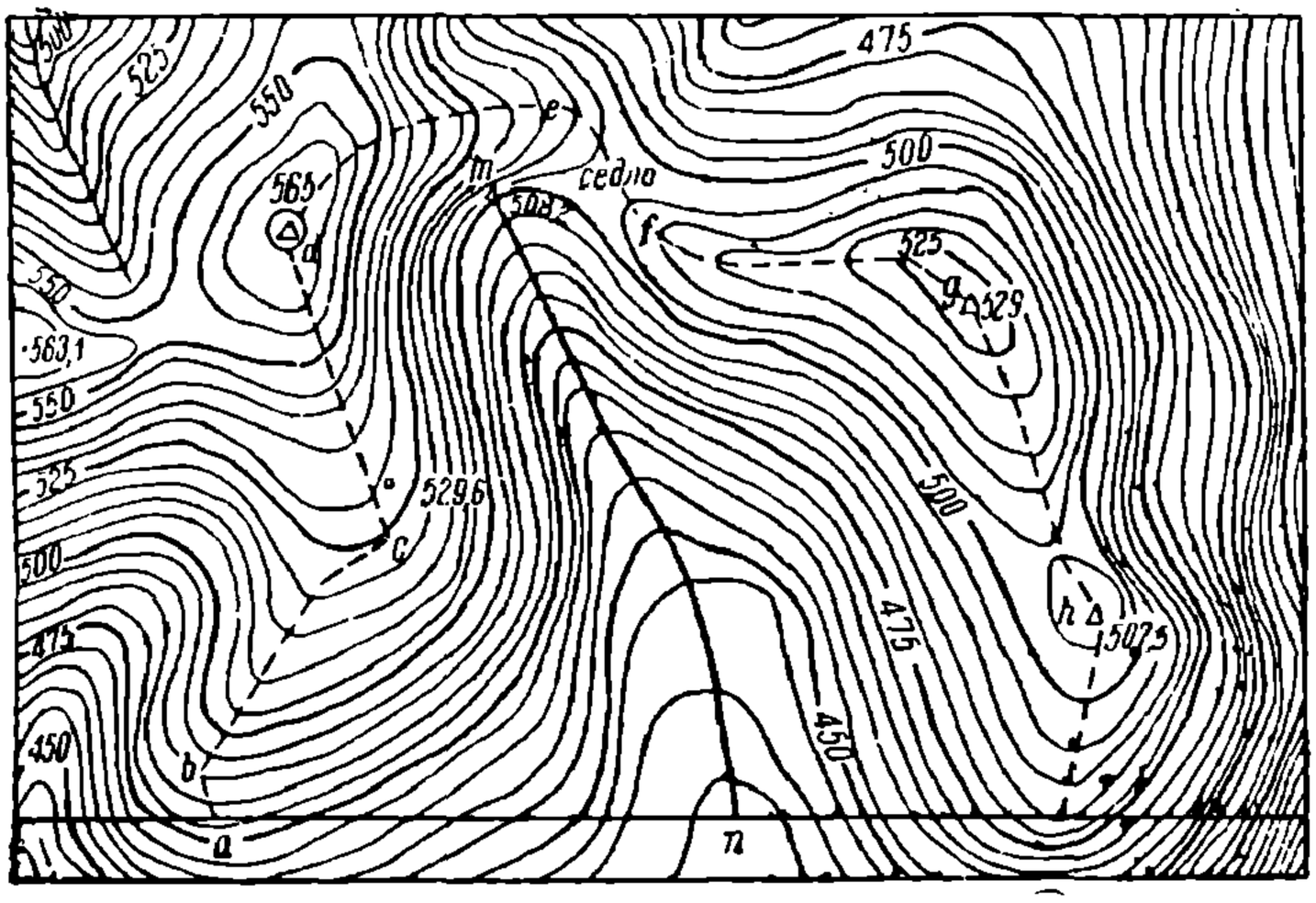


Рис. 383.

При наличии всех данных по плану линий и черных отметок составляется нормальный продольный профиль (приложение 6) в масштабе 0,0001 для горизонтальных расстояний и 0,001 для вертикальных.

При составлении продольного профиля и нанесении проектной линии, помимо требований ТУ проектирования подъездных путей, которые должны быть тщательно изучены проектировщиком, следует соблюдать еще нижеследующие правила.

Все расстояния, как-то: длины прямых, кривых, расстояние начала и конца

---

[1] В. В. Сахаров, Изыскание и проектирование железных дорог, Трансжелдориздата, 1934, таблицы 28 и 29, стр. 105.

НБ УДУНТ (ДИТ)

кривых от пикетов, плюсы и т. д., должны выписываться на профиле только в целых метрах.

Все отметки — черные, красные, рабочие — наносятся с точностью до 0,01 *м*.

Уклоны должны, как правило, проектироваться и выписываться в целых тысячных; при этом их обозначают соответственно $6^0/_{00}$, $15^0/_{00}$ и т. д., причем знак тысячных ($^0/_{00}$) на профиле не ставится.

С точностью до десятитысячных (6,3 или 15,4 и т. д) уклоны проектируются лишь при их смягчении и в случаях, когда применение такого уклона действительно дает лучшую проектировку, например при проектировании по длинному однообразному скату, имеющему характерный уклон, значительно отличающийся от уклонов, выраженных в целых тысячных.

При составлении технического проекта на продольных профилях следует наносить переходные кривые, для чего можно рекомендовать обозначение, показанное на рис. 384, где *Уг*, *Р*, *Т*, *К* — соответственно угол поворота, радиус, тангенс и длина кр говой кривой; *С* — параметр; *t* и *z* — половина длины и величина смещения переходной кривой.

При исчислении рабочих отметок в технических проектах желательно ставить в местах, где должны быть предусмотрены вертикальные сопрягающие, две отметки: исчисленную по уклону (в скобках) и с учетом вертикально сопрягающей. По последней отметке, которая и явится настоящей рабочей отметкой, должны исчисляться земляные работы.

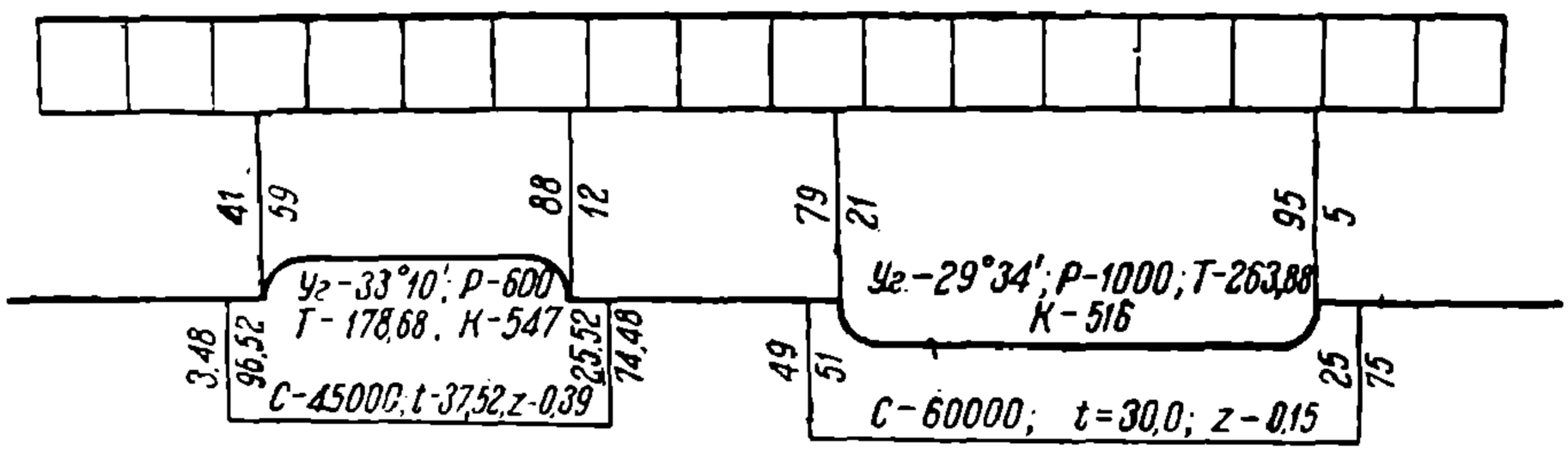


Рис. 384.

Оптимальной проектной линией следует считать линию, запроектированную насыпью от 0,30 до 0,60 *м*, а в сильно заносимых местах от 0,60 до 1,0 *м*. Это требование вызывается необходимостью предохранения полотна пути от заносов, от размыва ливневой водой и других причин, легко разрушающих верхнее строение полотна в случае нахождения балластного слоя прямо на естественной отметке земли.

Мелких выемок, особенно затяжных (тянущихся на несколько пикетов), следует всячески избегать, так как применение таких выемок увеличивает эксплоатационные расходы на предохранение их от снега и воды.

Отдельные короткие возвышения местности (примерно не свыше 1 пикета), именуемые „гребешками", следует срезать короткими неглубокими выемками, так как проведение линии в таких местах насыпью вызвало бы на соседних участках значительного протяжения излишнее увеличение насыпи, что явно нецелесообразно.

На участках с большим количеством земляных работ следует проектировать линию с учетом баланса земляных работ, т. е. с использованием земли от выемки для возведения близлежащей насыпи.

В пределах разлива полотно насыпи должно быть поднято не менее как на 0,50 *м* выше самого высокого уровня воды.

При устройстве насыпей в сырых и болотистых местах высота насыпи должна доводиться до 2 *м*.

При исчислении земляных работ при проектировании железнодорожной линии на болоте следует учитывать просадку насыпи.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Величина просадки определяется согласно полученному исследованием буром вертикальному строению болота, причем ориентировочно ее можно считать:

для ила и разжиженного торфа — равной толщине слоя.
сильно увлажненного торфа — 0,75 толщины слоя
средне увлажненного торфа — 0,50
слабо увлажненного торфа — 0,25

Величины просадок добавляются к рабочим отметкам, и по этим суммарным отметкам исчисляются земляные работы.

До нанесения окончательной проектной линии на профиле должны быть расставлены все искусственные сооружения и проверена требуемая ими высота насыпи.

Наименьшая отметка полотна у мостов через несудоходные и несплавные реки определяется возвышением низа пролетного строения над подпертыми горизонтами: расчетным, наивысшим историческим и ледохода; для определения отметки полотна принимается наивысшая отметка указанных горизонтов.

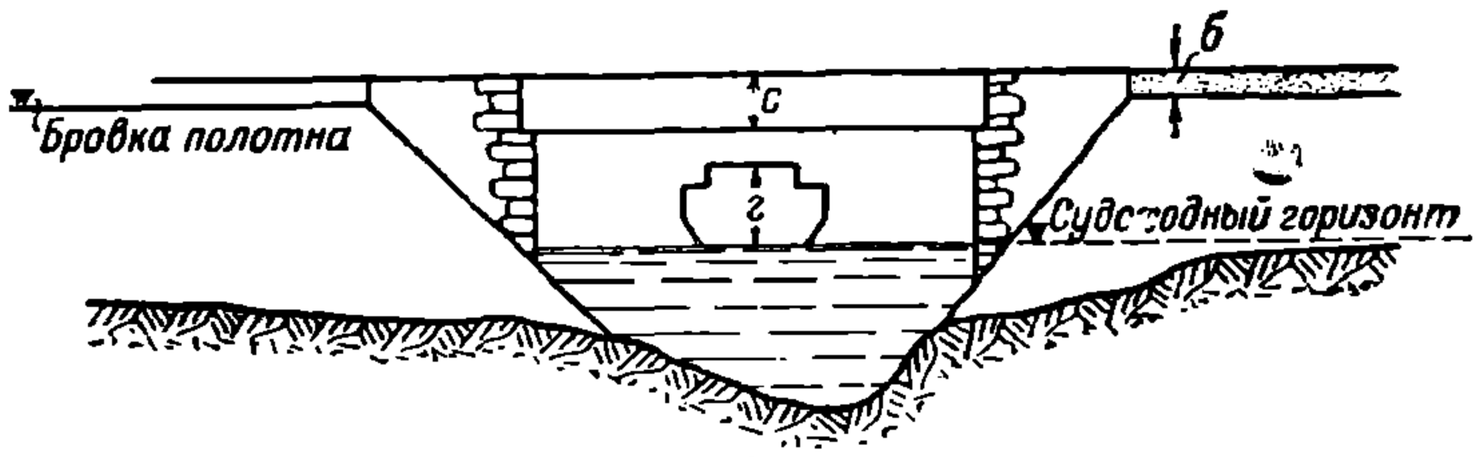


Рис. 385.

Низ пролетных строений балочной системы должен быть поднят над расчетным горизонтом и над горизонтом наивысшего ледохода на высоту не менее 0,75 *м*, а над историческим горизонтом самой высокой воды не менее, чем на 0,25 *м*.

При пересечении судоходных и сплавных рек наименьшее возвышение бровки полотна над расчетным судоходным горизонтом (рис. 385) определяется по формуле:

$$в = г + 0{,}5 + с - б, \qquad (48)$$

где *г* — габарит плавающих судов;
с — строительная высота моста;
б — толщина балластного слоя.

Высота насыпи в местах расположения труб не должна выходить за пределы наименьшей и наибольшей высот, указанных в таблицах 86—88.

ТАБЛИЦА 86.

Прямоугольные железобетонные трубы.

Отверстия в свету одного очка *м*	Высота трубы *м*	Наименьшая высота насыпи *м*	Наибольшая экономическая высота насыпи *м*
1,0	1,0	1,50	7—8
1—1,50	1,5	2,20	7—8
1,5—2	2,0	3,00	7—8
1,5—2	2,5	3,50	7—8

ТАБЛИЦА 87.

Круглые железобетонные трубы.

Отверстия *м*	Наименьшая высота насыпи *м*	Наибольшая высота насыпи *м*
1,00	1,50	10,0
1,25	1,90	10,0
1,50	2,20	10,0

При пересечении подъездного пути с магистральной железной дорогой в разных уровнях разность отметок полотна той и другой дороги должна быть не менее (рис. 386)

$$B = б_1 + г + с - б_2, \qquad (49)$$

НБ УДИИТ (ДИТ)

ТАБЛИЦА 88.

Трубы типа ЦОС 1928 г.

Отверстия *м*	Краткая характеристика сооружения	Наибольшая высота насыпи *м*	Наименьшая высота насыпи по конструктивным соображениям *м*	Наименьшая высота при полном использовании пропускной способности трубы *м*
1,5	Нормальный тип	Неограниченная	3,4	4,30
2			4,2	5,40
2,5			5,0	6,0
3,0			5,4	6,0
3,5			5,7	6,0
4			5,8	6,0
4,5	"	15	5,8	6,0
4,5	Усиленный	Неограниченная	15	15
5	Нормальный	15	5,8	6
5	Усиленный	Неограниченная	15,0	15
5,5	Нормальный	15,90	5,8	6
5,5	Усиленный	Неограниченная	15,0	15,0
6	Нормальный	15,00	5,9	6,0
6	Усиленный	Неограниченная	15,0	15,0

где $б_1$ — толщина балластного слоя нижнего пути (до подошвы рельса);
$г$ — габарит железнодорожного состава для нижнего пути плюс высота рельса;
$с$ — строительная высота от низа пролетного строения до подошвы рельса;
$б_2$ — толщина балластного слоя верхнего пути (до подошвы рельса).

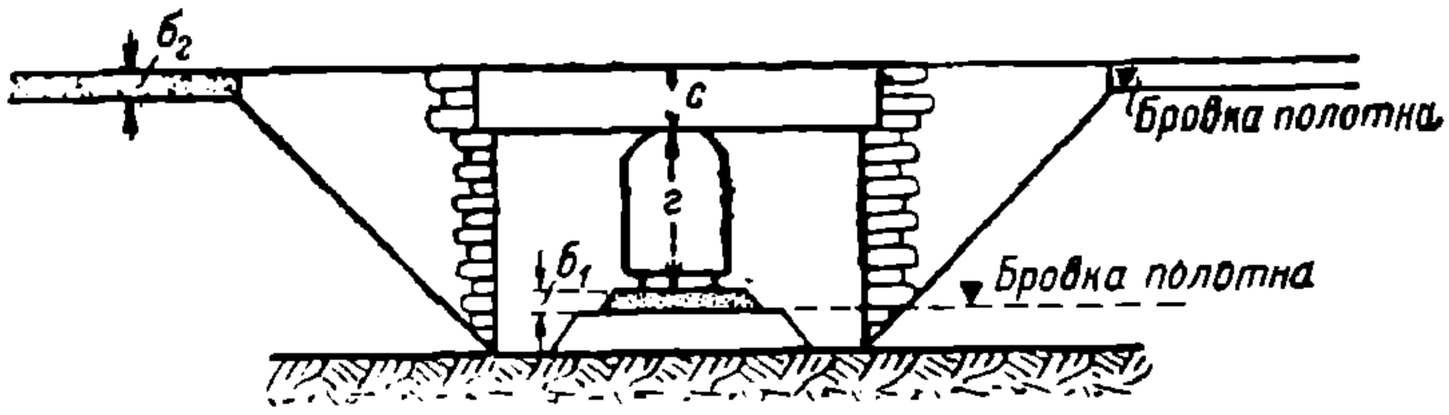


Рис. 386.

В заключение следует еще отметить, что при проектировании подъездных путей с промежуточными остановочными пунктами для них должны быть на профиле запроектированы участки, отвечающие ТУ расположения станций и разъездов.

Длина таких участков, в случае отсутствия схем и проектов остановочных пунктов, может быть ориентировочно принята для нормальной колеи в 600—800 *м* и для узкой колеи в 400—600 *м*.

Места расположения промежуточных станций и разъездов в случае размещения их в целях получения необходимой пропускной способности определяются по формуле:

$$L = \frac{v_{ср} T}{2 \cdot 60}, \tag{50}$$

где T — время, необходимое для пропуска одной пары поездов из условия необходимой пропускной способности (в минутах);
$v_{ср}$ — средняя скорость движения поезда в обе стороны [*км/час*];
L — расстояние между осями остановочных пунктов в километрах.

Величина T получается из известного уравнения:

$$T = \frac{1440}{N} - 2\tau_{р.з} - 2\tau, \tag{51}$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

где N — максимальное число пар поездов, определяемое по грузообороту и руководящему уклону при данном двигателе [см. формулы (9), (28) и (29)];

$\tau_{р.з}$ — время на разгон и замедление (от 3 до 4 мин.);

τ — время на скошение (в среднем примерно 5 мин.).

Скорость движения $v_{ср}$ может быть определена или обычным графо-аналитическим методом с подсчетом времени хода туда и обратно по отдельным элементам профиля или для предварительных соображений по упрощенному методу, приводимому в тяговых расчетах.

Как тот, так и другой метод требуют наличия запроектированного профиля и сводятся к подсчету времени хода туда и обратно на определенном участке профиля и сопоставления полученного времени с пределом времени, полученным из условия пропускной способности.

Вследствие этого можно рекомендовать предварительно задаться ориентировочной средней скоростью движения и получить по ней среднее значение L, проверяя и корректируя это расстояние уже в зависимости от запроектированного профиля.

Среднее ориентировочное значение расстояния между остановочными пунктами может быть получено в зависимости от заданной пропускной способности подъездного пути из вышеприведенных формул:

$$L = \frac{v_{ср}}{2 \cdot 60} \quad T = \frac{v_{ср}}{2 \cdot 60}\left(\frac{1440}{N} - 2\tau_{р.з} - 2\tau\right).$$

Приняв следующие частные значения входящих в формулу величин, а именно:

$$v_{ср} = 20 \ км/час; \ \tau_{р.з} = 4 \ \text{мин.}; \ \tau = 5 \ \text{мин.},$$

получаем:

$$L = \frac{20}{2 \cdot 60}\left(\frac{1440}{N} - 2 \cdot 4 - 2 \cdot 5\right) = 0{,}167\left(\frac{1440}{N} - 18\right).$$

Для облегчения решения вопросов о промежуточных разъездах на однопутном подъездном пути в таблице 89 приведены предельные величины подъездного пути, при которых не требуется наличия разъездов по условию пропускной способности при принятых выше значениях средней скорости и др.

ТАБЛИЦА 89.

Примерные предельные величины перегонов, не требующие наличия разъездов.

N пар поездов	L км	N пар поездов	L км	N пар поездов	L км
2	115,0	12	17,0	24	6,9
4	57,0	14	14,2	26	6,3
6	37,0	16	12,0	28	5,5
8	27,0	18	11,0	30	4,7
10	21,0	20	8,9		

При коротких подъездных путях, при которых пропускная способность обеспечена без открытия разъездов, более точный подсчет времени хода может и не делаться.

Для подъездных путей, при которых необходимо открыть один или несколько разъездов, следует проверить правильность расстановки путем подсчета времени хода по элементам с тем, чтобы

$$T_{пр} = \Sigma lt \leqslant T, \qquad (52)$$

НБ УДУНТ (ДИИТ)

где $T_{пр}$ — время хода туда и обратно, подсчитанное по элементам профиля;

Σlt — сумма расстояний отдельных участков профиля, умноженных на время хода по данному участку;

T — время хода туда и обратно из условий пропускной способности.

В большинстве случаев достаточно ограничиться подсчетом $T_{пр}$ по упрощенным способам, приводимым в теории тяговых расчетов.

§ 11. Состав проекта подъездного пути.

В зависимости от стадии проектирования видоизменяются как состав проекта, так и некоторые методы подсчетов, необходимые для получения всех данных по проекту.

В основном порядок составления проекта и объем его сводятся к следующему.

По полученному заданию в виде грузооборота, условий перевозок, условий работы конечных пунктов выбираются предварительно общие технические условия проектирования и определяется ширина колеи.

После этого либо путем производства полевых изыскательских работ, либо по имеющимся планам в горизонталях намечаются возможные пункты примыкания и общее направление трассы.

На основе приближенных сравнений вариантов отбрасывают безусловно невыгодные и переходят к обработке одного или нескольких конкурирующих вариантов. В результате обработки проекта в первой его стадии (проектное задание) должны быть установлены направление линии, тип локомотива, руководящий уклон, ориентировочная стоимость строительства и эксплоатации подъездного пути.

Состав проектного задания подъездного пути сводится к пояснительной записке, приводящей доказательства правильности выбранного решения, и к следующему графическому материалу:

1) карта района с нанесением намечаемого подъездного пути;

2) план в горизонталях в масштабе не менее 1 : 10 000 с нанесением всех вариантов подъездного пути, а также местоположения промышленного предприятия и всех дорог, поселков и предприятий, расположенных в прилегающем к трассе подъездного пути районе;

3) схема примыкания к существующим путям общего пользования и к внутренним путям промышленного предприятия;

4) схема погрузочно-разгрузочных устройств на конечных пунктах подъездного пути (если таковые имеются);

5) продольные профили основных вариантов.

Пояснительная записка должна осветить следующие вопросы:

а) цель и назначение данного подъездного пути;

б) географическое положение района с описанием существующих путей сообщений всех видов и данными об их загрузке и т. п.;

в) результаты геологических, гидрометрических и прочих изысканий с характеристикой грунтов, с данными о затопляемости, о климатических условиях, об источниках водоснабжения и т. п.;

г) грузооборот предприятия: наименование и характеристика грузов, величина грузопотоков и направление их по подъездному пути, направление грузов за пределами подъездного пути (откуда прибывает сырье, топливо, куда направляется продукция и т. д.);

д) данные об использовании подъездного пути для пассажирских перевозок;

е) соображения о возможности использования подъездного пути для других предприятий и нужд района;

ж) характеристику конечных пунктов подъездного пути и условия поступления и сдачи на них грузов (разгрузочно-погрузочные устройства) или вагонов.

Все вышеизложенное составляет первую часть записки, относящуюся, соб-

НБ УДУНТ (ДИТ)

ственно говоря, к систематическому изложению задания для решения самой транспортной задачи.

Самое решение задания сводится к следующим частям, последовательно освещаемым запиской и являющимся прямым продолжением первой части:

з) описание возможных решений транспортной задачи и обоснование выбора вида транспорта;

и) описание возможных вариантов трассы и мест примыканий к магистральной сети;

к) выбор и обоснование технических условий проектирования;

л) предварительный выбор вариантов.

После выявления основных вариантов, которые должны быть сравниваемы более детально, по каждому из них должен быть составлен нормальный продольный профиль, на основе которого могут быть сделаны уже более подробные расчеты, а именно:

м) приближенные тяговые расчеты с ориентировочным выбором типа двигателя;

н) проверка пропускной способности и подсчет необходимого количества подвижного состава для осуществления заданных перевозок;

о) ориентировочное определение объема работ и строительной стоимости;

п) ориентировочное определение эксплоатационных расходов;

р) выобр варианта и заключение, в котором особо должны быть подчеркнуты все спорные вопросы, которые почему-либо не получили достаточного освещения в проектном задании и требуют уточнения в техническом проекте.

Все расчеты должны делаться с точностью, отвечающей той целеустановке, для которой они делаются. Вследствие того, что в проектном задании требуется разрешение лишь основных принципиальных решений, большинство расчетов (тяговые, пропускной способности, искусственных сооружений) должно делаться лишь для возможности правильной оценки сравниваемых вариантов, а потому часто допускают применение упрощенных методов, изложенных в предыдущих параграфах.

Технический проект подъездного пути является последней стадией проектирования, так как после него составляются лишь рабочие чертежи и расчеты по отдельным индивидуальным проектам искусственных, гражданских и других сооружений.

Таким образом в техническом проекте основным материалом являются чертежи, необходимые для осуществления строительства подъездного пути, а именно:

1) план линии на карте в масштабе 1 : 50 000, а при неимении таковой на наиболее подробной карте;

2) план линии в масштабе 1 : 5000[1];

3) планы в местах примыкания и пересечения с существующими железными и шоссейными дорогами в масштабе 1 : 2000 или 1 : 1000 с соответствующими отзывами и согласованиями заинтересованных ведомств и предприятий;

4) планы и профили переходов всех судоходных и сплавных рек в масштабе 1 1000 или 1 : 500 с приложением отзывов местных управлений водного транспорта;

5) планы подходов к городам и населенным пунктам и прохождений по их территории с соответственными отзывами и согласованиями;

6) в зависимости от необходимости, как, например, для оправдания применения малых радиусов или сноса строений и т. п., составляются еще подробные планы (1 : 500) в горизонталях отдельных участков;

7) подробный нормальный продольный профиль по установленному образцу (см. приложения 6—7) в масштабе 1 : 10 000 для горизонтальных расстояний и 1 : 1000 для вертикальных расстояний; для изолированных ветвей (т. е. не примыкающих к железнодорожной сети общего пользования) при очень малой их

[1] По ТУ подъездных путей такой план не является обязательным в составе проекта.

НБ УГЛУТ (ДГТ)

протяженности и при большом количестве промежуточных точек („плюсов") иногда возможно составление профиля в увеличенном в два раза масштабе (1 : 5000 для горизонтальных и 1 : 500 для вертикальных расстояний);

8) нормальные поперечные профили нижнего и верхнего строения;

9) поперечные профили на косогорах;

10) типовые чертежи искусственных сооружений;

11) проекты нетиповых искусственных сооружений;

12) проекты станций и разъездов;

13) проекты индивидуальных гражданских сооружений и технических зданий;

14) прочие чертежи индивидуальных устройств и сооружений, запроектированных на подъездном пути.

Технический проект сопровождается пояснительной запиской, которая распадается на несколько частей, а именно:

1) описание исходных данных для составления проекта, в котором повторяются основные данные, указанные в проектном задании, но уточненные для технического проекта (как со стороны задания, т. е. грузооборот и т. п., так и со стороны изысканий топографических, геологических и др.);

2) описание и оправдание окончательно принятых ТУ проектирования и варианта трассы и профиля;

3) тяговые и эксплоатационные расчеты, в результате которых определяется пропускная способность и количество двигателей и вагонов, необходимых для осуществления перевозок, расход воды и топлива;

4) выявление оетодов организации движения, вопросов СЦБ взаимоотношений с дорогой примыкания и в связи с этим определение необходимого количества обслуживающего подъездные пути штата (по всем службам), количества площадей гражданских и технических помещений и т. д.;

5) подсчет объемов работ для осуществления постройки подъездного пути;

6) технические и экономические показатели результатов проектирования.

Кроме этого отдельными частями проекта являются:

1) проект организации работ,

2) смета на сооружение подъездного пути и

3) эксплоатационная смета.

При подъездных путях протяжением не менее 10 *км* к пояснительной записке прикладывается ряд ведомостей и графиков по установленным формам.

Ко второй части записки следует отнести:

1) ведомость реперов, дающую возможность восстановить линию перед постройкой;

2) ведомость площадок и уклонов, которая служит для суждения об использовании руководящего и других уклонов, а также поверкой правильности исчисления красных отметок;

3) ведомость прямых и кривых, дающую характеристику извилистости линии и применения различных радиусов закругления;

4) ведомость расчетных данных искусственных сооружений.

К третьей части относятся:

1) ведомость времени пробега и расхода воды,

2) график движения и

3) график оборота паровозов.

Результаты составления ведомости времени пробега и расхода воды дают, во-первых, данные для определения пропускной способности подъездного пути и его отдельных перегонов, а во-вторых, на основе расхода воды определяется расход топлива, а отсюда является возможность определить места необходимых пунктов для снабжения водой и топливом паровозов.

Для линий небольшой длины (до 10 *км*), для которых составление указанных приложений не является нужным, определение расхода воды и топлива делается прямо в записке по одному из упрощенных методов.

НБ УГЛТУ (ДГТ)

График движения и график оборота паровозов позволяют с значительно большей точностью, чем при аналитическом методе, определить работу подвижного состава, а отсюда выявить необходимое для эксплоатации количество вагонов и паровозов.

К четвертой части следует отнести график административного деления— уточняющий вопросы организации, эксплоатации подъездного пути (в части ремонта пути и т. п.) и расположение технических путевых служебных помещении и зданий.

Смета на сооружение подъездного пути сводится в форму (приложение 8) почти аналогичную установленной форме НКПС, составленную в соответствии с постановлением СНК СССР № 239 от 13 февраля 1937 г. Все расходы по данной форме разбиваются на 18 глав, сведенных в три части.

Для составления сметы необходимо, во-первых, исчисление объема работ, а во-вторых, составление проекта организации работ с учетом очередности строительства и времени ввода в эксплоатацию как отдельных участков, так и всего подъездного пути в целом.

На основе проекта организации работ и установленных для данного строительства цен на материалы и оборудование составляются единичные расценки на все виды работ.

Само количество работ подсчитывается для каждой главы расценочной ведомости, причем большинство подсчетов сводится в ведомости установленной формы, которая является в проекте приложением к расценочной ведомости.

Количество таких ведомостей бывает довольно значительно, но в зависимости от величины и сложности проекта оно может быть уменьшено заменой части ведомостей простыми подсчетами в пояснительной записке.

При проектах подъездных путей значительной длины к сводной смете обычно прилагаются:

Ко II главе:

1) ведомость занимаемых земель;

2) ведомость строений, подлежащих сносу и перекрытию;

3) ведомость рубки и корчевки.

К III главе:

4) попикетная ведомость подсчета земляных работ[1];

5) покилометровая ведомость с подразделением на категории грунтов;

6) ведомость дальности возки;

7) ведомость укрепления откосов, конусов и пр.

К IV главе:

8) ведомость искусственных сооружений (количество работ), которая иногда может быть подразделена на:

а) ведомость труб,

б) ведомость деревянных мостов и

в) ведомость мостов на каменных опорах.

По V главе количество балласта, шпал, рельсов, скреплений и стрелочных переводов подсчитывается в самой записке и прикладывается лишь:

9) ведомость частей линий, подверженных снежным заносам.

К VII главе:

10) ведомость путевых зданий и переездов и

11) ведомость станционных построек.

К VIII главе:

12) ведомость водоснабжения.

Остальное количество работ также подсчитывается в самой пояснительной записке.

Эксплоатационная смета может быть составлена по форме, данной в приложении 9.

---

[1] Прикладывать эту ведомость к проекту согласно ТУ необязательно.

НБ УДУНТ (ДИТ)

В заключение следует особенно отметить, что каждый проект по его составлении должен быть проанализирован, для чего необходимо вывести ряд технических и экономических показателей, величина которых, как абсолютная, так и сравнительная по отношению к другим аналогичным проектам, дала бы достаточную характеристику качества составленного проекта.

Технические показатели можно рекомендовать следующие:

А) Абсолютные показатели:

1) длина линии в километрах;
2) число перегонов и длина каждого из них;
3) грузооборот в тоннах и тонно-километрах;
4) число паровозов;
5) число вагонов.

Б) Относительные показатели:

1) коэфициент развития линии;
2) процентное отношение длин всех кривых к общей длине линии;
3) процентное отношение длины участков с руководящим уклоном (действительным и фиктивным) к общей длине линии;
4) процентное отношение длины всех площадок к общей длине линии;
5) грузонапряженность линии (количество тонно-километров в год на 1 *км*);
6) количество тонн грузов в год, приходящихся на один паровоз;
7) количество кубометров земляных и других основных видов работ, приходящихся на 1 *км* пути.

Экономические показатели также могут быть разделены на абсолютные и относительные.

А) Абсолютные:

1) стоимость постройки линии в целом и по отдельным главам сметы;
2) стоимость приобретения подвижного состава;
3) стоимость эксплоатации по отдельным главам эксплоатационной сметы.

Б) Относительные:

1) средняя стоимость постройки 1 *км* в целом без подвижного состава и по отдельным главам расценочной ведомости;
2) стоимость перевозки 1 *т-км* и 1 *т* груза (по отдельным главнейшим грузам, если длина пробега их неодинакова);
3) стоимость содержания и эксплоатации 1 *км* пути в год;
4) стоимость содержания и эксплоатации 1 паровоза в год (в час);
5) стоимость содержания и эксплоатации 1 вагона в год (в час);
6) процентное взаимоотношение отдельных глав эксплоатационной сметы к общей сумме эксплоатационных расходов.

Кроме этих показателей, может потребоваться вывод еще каких-нибудь других показателей, характерных для данного проекта.

При известном опыте и подборе материала по указанным выше показателям явится полная возможность объективной оценки выполненного проекта, а подчас и обнаружения ошибки в самом проектировании.

ГЛАВА III.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВНУТРИЗАВОДСКОЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СЕТИ.

§ 12. Общие основы проектирования генерального плана промышленного предприятия.

Генеральным планом промышленного предприятия называется план, обычно в масштабе 1 : 1000 или 1 : 2000 (реже от 1 : 500 до 1 : 5000), на котором нанесены все здания и сооружения данного предприятия, железнодорожные пути и безрельсовые дороги, естественный рельеф местности в горизонталях, границы и отметки вертикальной планировки площадки, подземные и над-

НБ КУЭиТ (ЭИТ)

земные энергетические и санитарно-технические сети и другие подробности, необходимые для полного отображения проектируемого или существующего предприятия.

В зависимости от стадии проектирования видоизменяются точность и способы нанесения, а также и номенклатура сооружений, наносимых на генеральный план.

Генеральный план представляет собою одну из неотъемлемых и важнейших частей проекта промышленного предприятия и необходим не только при осуществлении строительства, но и при дальнейшей эксплоатации предприятия.

Назначением генерального плана является определение взаимосвязи и расположения отдельных зданий, сооружений и сетей как между собой, так и относительно выбранной для данного предприятия площадки.

Таким образом генеральный план служит основным документом для разбивки на месте всех возводимых сооружений.

В виду того, что проектирование межцеховых железных дорог, а также и всех других видов межцехового транспорта неотделимо от проектирования генерального плана, прежде чем перейти к вопросу проектирования внутризаводской железнодорожной сети, следует установить основные принципы построения генерального плана в целом и влияние межцехового транспорта (в частности железнодорожного) на общую компоновку и расстановку основных и вспомогательных цехов и сооружений на плане.

Взаимосвязь между отдельными цехами предприятия обусловливается его технологическим процессом, и роль межцехового транспорта сводится к такой передаче грузов, которая обеспечивала бы бесперебойную работу всего предприятия в целом при использовании полной производственной мощности каждого его звена.

Таким образом заданием к проектированию межцехового транспорта является такое расположение отдельных цехов между собой, которое является наиболее рациональным с точки зрения технологического процесса, а также величина и направление грузопотоков, для которых должны быть запроектированы транспортные сети всех видов.

Однако такое задание еще не фиксирует положения всех цехов на отведенной предприятию площадке и не дает точного расстояния и расположения цехов между собой.

Кроме того технологический процесс редко может диктовать определенное расположение подсобных предприятий завода, как-то: ремонтных цехов, складов и других зданий. Еще в большей мере независимым от технологии предприятия является размещение его административно-хозяйственных построек.

Естественно, что выбор вида транспорта для передачи грузов из цеха в цех, технические условия его проектирования, размещение подсобных предприятий и связь их с основными цехами и, наконец, связь предприятия с внешним транспортом и с его сырьевыми базами, а равно и топография площадки дают каждый раз ряд решений по расстановке цехов и по схеме всего межцехового транспорта. Таким образом, разрешение проблемы межцехового транспорта действительно не может быть отделено от проектирования генерального плана предприятия в целом.

Первоначальная наметка генерального плана должна быть сделана прежде всего по технологическим соображениям и затем уже проверена с точки зрения транспортных связей. Если в отношении расстановки основных производственных цехов влияние проектирования транспортной сети сравнительно не очень велико, то в отношении размещения подсобных предприятий и складов соображения транспорта являются большей частью решающими. В отношении же расстановки административно-хозяйственных зданий на генеральном плане следует отметить, что хотя их размещение делается часто и транспортниками, но в виду весьма малой зависимости этих зданий от транспорта следует считать, что эта задача в окончательном виде должна быть разрешена архитектором-планировщиком.

НТБ МИИТ (ДИТ)

С разрешением вопросов генерального плана и межцехового транспорта, естественно, связан вопрос не только о размещении путей и зданий в плане, но и их положение в отношении отметок, т. е. решение задачи планировки площадки в высотном отношении (так называемая „вертикальная" планировка), и, как следствие этой задачи, должен быть одновременно разрешен вопрос о поверхностном водоотводе ливневых вод.

Однако полное разрешение генерального плана связано еще с целым рядом вопросов, начиная с проектирования общезаводской сети безрельсовых дорог и кончая проектированием целого комплекса надземных и подземных сетей (коммуникаций) всех видов, как-то: водопровод, канализация, газопровод, электросеть, паропровод и пр. Но все эти устройства хотя и влияют в той или иной мере на детали размещения цехов, зданий и транспортных сетей на генеральном плане, но являются факторами не диктующими, а корректирующими, требующими лишь увязки и согласованности в проектировании.

Исходя из всего вышеизложенного, можно наметить следующие основные положения, которые должны быть по возможности выполнены при проектировании генерального плана:

1) взаимная расстановка основных цехов диктуется технологическим процессом, т. е. основным направлением течения производственного процесса, наглядное отображение которого можно видеть на диаграмме грузопотоков;

2) сумма расстояний пробега основного производственного грузопотока по заводской площадке должна быть, по возможности, наименьшей, для чего необходимо в расстановке основных цехов соблюдать поточность, избегая встречных грузопотоков, угловых заездов и излишних перепробегов;

3) цеха, потребляющие сырье (и склады, на которые приходят сырье и топливо), должны находиться возможно ближе к заводской сортировочной станции (или в случае ее отсутствия к конечной точке подъездного пути), имея в этом отношении преимущество перед цехами, выдающими продукцию, так как на большинстве предприятий поступление сырья в 4—7 раз больше отправления готовой продукции;

4) подсобные предприятия должны быть размещены по возможности так, чтобы обеспечить наиболее короткую и простую связь с основными цехами, учитывая удельный вес отдельных производственных цехов в отношении потребности в обслуживании их подсобными предприятиями; пути, связующие основные цеха с подсобными, должны по возможности не пересекать пути основных грузопотоков;

5) энергетические и силовые установки (котельные, ТЭЦ, электростанции, насосные и т. п.) должны быть, по возможности, расположены в центре нагрузки с учетом минимальных расстояний до главных потребителей;

6) при наличии горячих цехов с значительным количеством выбрасываемых дыма и газа, а также „пыльных" цехов (дробилки и т. п.), необходимо при расстановке этих цехов в плане учитывать господствующие ветры („розу ветров"), чтобы избежать попадания дыма и пыли на всю территорию завода и на ближайшие жилые поселки и соцгород;

7) при расстановке цехов необходимо учитывать общую конфигурацию площадки (вытянутую, квадратную, угловую) и вертикальную ее планировку (возможные отметки расположения цехов), чтобы создать минимальное количество земляных работ. Цеха, требующие заложения массивных фундаментов под оборудование, не следует размещать на насыпи, так как это увеличит объем кладки фундаментов.

Все указанные выше требования приводят к общей схеме расположения цехов, зданий и сооружений, но еще не фиксируют их место на генеральном плане.

Действительно, установить более или менее точно все сооружения на генеральном плане возможно, лишь учитывая еще целый ряд требований, а именно:

а) требования межцехового транспорта;

НБ УДУНТ (ДИТ)

б) требования прокладки всевозможных сетей;

в) требования пожарной безопасности, ПВО и охраны труда;

г) требования расширения отдельных цехов и развития всего предприятия в целом.

Из всех этих требований превалирующими являются требования транспорта, так как все остальные влияют лишь на величину разрывов между цехами.

В отношении разрывов между цехами временные строительно-противопожарные нормы для промышленных и складских предприятий НКТП СССР 1936 г. устанавливают следующие основные нормы между зданиями и складами категории Д (процессы изготовления и обработка с применением невозгорающихся веществ, металлов или изделий в холодном состоянии, а также хранение этих изделий и металлов).

При длине противостоящих друг другу стен не более 100 *м* разрывы должны быть не менее указанных в таблице 90.

ТАБЛИЦА 90.

Примерные нормы противопожарных разрывов.

Степень огнестойкости зданий	Сгораемые	Полусгораемые	Полуогнестойкие	Огнестойкие
Сгораемые . .	40	35	30	30
Полусгораемые	35	30	25	25
Полуогнестойкие	30	25	20	20
Огнестойкие	30	25	20	15

Если длина противостоящих зданий превышает 100 *м*, то к указанной в таблице 90 величине разрыва следует прибавлять в зависимости от длины зданий:

для длины до 200 *м*	5 *м*,
„ „ „ 300 *м*	. 10 *м*,
„ „ „ 400 *м*	. 20 *м*,
„ „ „ 500 *м*	. 30 *м*,
„ „ 600 *м*	. 40 *м*.

Для зданий категории Г (процессы горячей обработки и выплавки металлов, процессы обжига керамической промышленности) ко всем указанным нормам добавляется еще 5 *м*, а для прочих категорий (процессы, дающие вспышки, взрывы и т. п.) соответственно добавляется от 10 до 25 *м*.

Требования прокладки подземных сетей, главным образом, ограничиваются условием возможности производства их ремонта. Это требование заставляет прокладывать сети, идущие вдоль рельсовых и безрельсовых дорог, не ближе чем на 3 *м* от их крайней бровки.

§ 13. Выбор вида транспорта.

Правильно сделанный выбор вида транспорта дает наиболее дешевое и технически удобное течение всего производственного процесса.

Однако в рассматриваемом случае межцехового транспорта следует отметить, что вопросы экономики транспорта решаются большей частью очень сложно, так как любой вариант, влияющий на взаимное расположение каких-либо цехов, дает изменение в стоимости целого комплекса сооружений, как-то: безрельсовых дорог, санитарно-технических и энерго-технических сетей, а также в количестве земляных работ, площади планировки, благоустройства и т. д.

Вследствие этого вопрос о выборе вида транспорта решается, главным образом, путем определения технической целесообразности и возможности при-

НБ УДУТ (ДИТ)

менения того или иного вида транспорта и редко переходит в область экономических сравнений.

Выбор вида транспорта для межцехового транспорта обычно обусловливается:

1) видом внутрицехового транспорта;
2) методом и условиями погрузочно-разгрузочных работ;
3) спецификой грузов;
4) видом транспорта подъездных путей;
5) грузооборотом, расстоянием передачи и условиями перевозок.

Совершенно естественно, что пути подачи сырья и выдачи продукции требуют применения того же вида транспорта, как и на подъездном пути.

Массовые грузы при значительном их суточном количестве (порядка 1000 *т* в сутки) и особенно при наличии на путях подачи сырья и выдачи продукции железнодорожных путей нормальной колеи — также требуют применения нормальной колеи.

Особо тяжелые штучные грузы (5—25 *т* и выше) требуют применения железнодорожного транспорта нормальной колеи даже при очень малых грузооборотах.

Так как применение на одном и том же участке межцеховых передач разных видов железнодорожного транспорта (нормальная колея и узкая колея) вызывает значительные затруднения в постройке (совмещения, пересечения и пр. разных колей) и в эксплоатации (наличие разного рода тягового хозяйства, согласование движения разного вида транспорта и т. п.), то, в случае применения для межцеховых передач данного цеха железнодорожного транспорта определенной колеи для основного грузопотока, рационально применение той же колеи и для всех других грузопередач, требующих железнодорожного транспорта.

Распыленные малые грузопотоки при единичном весе штучных грузов до 5 *т* обычно требуют применения безрельсового транспорта.

Равномерно передаваемые грузы при значительном грузообороте (порядка не менее 100 *т* в сутки) и при постоянных точке отправления и точке получения груза требуют применения механического непрерывного транспорта.

Очень часто специфика грузов и технологических процессов не допускает применения другого вида транспорта, кроме железнодорожного, из-за их требований к подвижному составу (ковши для чугуна весом около 150 *т* брутто, большой объем и вес отдельных кусков породы при горнорудных разработках и т. д.).

Узкая колея (при наличии также и нормальной колеи на заводе) находит применение на изолированных участках, служа обычно для сообщения между цеховым складом или близлежащим карьером сырья и цехом.

Железнодорожный транспорт нормальной колеи, имея в данное время очень широкое распространение для межцеховых перевозок, часто требует значительных расстояний между цехами, которые вызываются необходимостью устройства на железнодорожных путях стрелочных переводов, применения кривых и т. д. Увеличение же разрывов неизбежно увеличивает общую площадь завода, а также и затраты, с этим связанные (увеличение планировки, сетей и т. д.). По некоторым подсчетам для металлургических заводов стоимость одного квадратного метра площади может быть расценена в 10—15 руб. (здесь учитываются земляные работы, планировка и все виды межцеховых коммуникаций). Это обстоятельство заставляет в настоящее время подходить к вопросу вида транспорта еще осторожнее и значительно выдвигает вперед для межцеховых перевозок все виды механического транспорта, требующие минимальных разрывов между цехами.

Роль безрельсового транспорта очень велика, и сеть автодорог (булыжных, шоссейных, асфальто-бетонных и др.) должна быть развита на каждом заводе достаточно широко.

В этом отношении обычно ведущим заданием является уже не грузооборот, а необходимость автосообщений между цехами и подъездов ко всем цехам для целей административных, противопожарных и для обслуживания людских потоков.

При отсутствии необходимости для межцеховых передач железнодорожного

НВ УДУНТ (ДГТ)

транспорта роль безрельсового транспорта значительно возрастает. Так, на крупных машиностроительных заводах (ЧТЗ, СТЗ) мы имеем между цехами площади, сплошь залитые асфальтом, с передачей большинства межцеховых грузов на автокарах и электрокарах.

Не касаясь в настоящем курсе вопросов проектирования безрельсовых дорог и механического транспорта, учитывая, однако, их роль в общей компановке генерального плана, приведем несколько основных положений, которые надо иметь в виду:

1) безрельсовые дороги должны обеспечить подъезд к цехам, складам и зданиям по возможности с двух и даже с трех сторон;

2) при проектировке безрельсовых дорог следует избегать тупиков, давая везде, по возможности, кольцевые соединения;

3) безрельсовые дороги не должны пересекать железные дороги в пределах стрелочных переводов и других специальных частей пути;

4) пересечения в одном уровне железнодорожных путей с безрельсовыми должны быть сделаны, по возможности, под углом в 90° и не менее 60°, причем совершенно не допускаются пересечения под малыми углами;

5) безрельсовые дороги должны обеспечить наиболее короткое и безопасное попадание рабочих в цеха от ближайшей проходной конторы;

6) при пересечении значительных людских потоков с большим железнодорожным движением безрельсовые дороги должны пересекать железные дороги в разных уровнях (эстакада, тоннель);

7) пересечений любого вида механического транспорта с железнодорожным и безрельсовым желательно избегать, а в случае необходимости таковых давать их в разных уровнях, соблюдая габаритные условия и применяя меры безопасности (предохранительные сетки, мосты и т. п.).

В случае если очевидных данных для выбора вида транспорта не имеется, приходится намечать ряд возможных вариантов, сравнивая их по общему методу, указанному в I главе настоящего отдела. Следует лишь еще раз подчеркнуть значительную трудность сравнения, если различные виды транспорта влияют на общую компановку генерального плана. В этом случае необходимо учесть изменения капиталовложений по всем видам работ, изменившимся при разных вариантах, а также и изменения в стоимости их эксплоатации. Правда, в отношении эксплоатации обычно приходится считаться, главным образом, с показателями транспортных и перегрузочных операций, так как изменение длины водопроводных, канализационных, электрических и других сетей очень незначительно отражается на стоимости их эксплоатации.

§ 14. Основные принципы построения железнодорожной сети.

Так как для сообщения с внешней сетью магистральных железных дорог в большинстве случаев мы имеем и на промышленном предприятии железнодорожную сеть нормальной колеи, а последняя по своим требованиям является ведущей (после основных требований технологического процесса) в компановке генерального плана, то прежде всего рассмотрим возможные основные схемы расположения цехов и железнодорожных путей заводской площадки.

Несмотря на бесконечное число вариантов, возможных в этом направлении, все же их можно привести к нескольким основным схемам генерального плана.

Все схемы можно разделить на две группы: кольцевые и маятниковые (название условное).

Первая группа характерна прямой поточностью движения в одном направлении с возвращением вагонов с грузом и порожняка по кольцу, вторая группа отличается возвращением порожняка или выдачей продукции по тем же путям подачи сырья и порожняка (движение туда и обратно по одному пути).

Кроме этого схемы в основном могут быть вытянутые, с последовательным

НБ УГЛТУ (ДИТ)

расположением основных цехов на площадке, и компактные, с параллельным расположением их.

На решение схемы, кроме вышеупомянутых факторов, влияющих на размещение цехов на генеральном плане, еще в значительной степени будет влиять разрешение вопроса внеплощадного транспорта, а именно вопросы примыкания к сети НКПС и направление трассы подъездного пути. Так, на заводах с очень большим грузооборотом (порядка 5 000 000 и выше тонн грузов, прибывающих на завод и отправляемых на внешнюю сеть) при площадках, расположенных параллельно магистральной железной дороге, бывает выгодно (технически и эко-

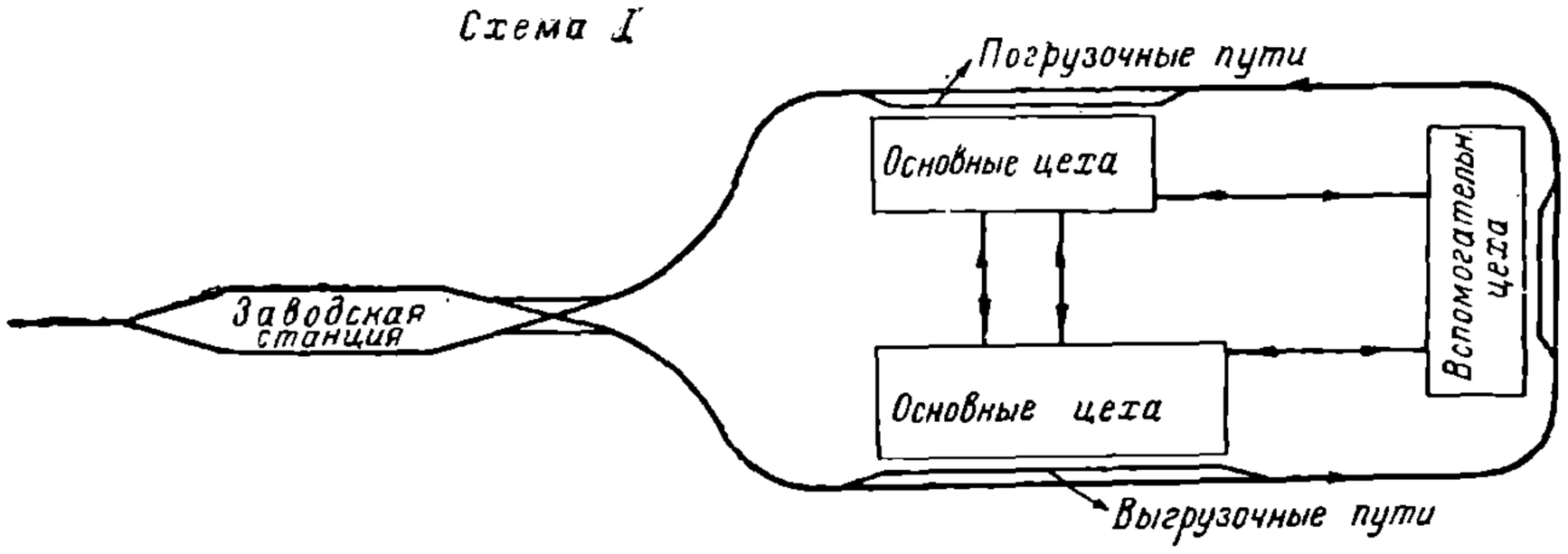


Рис. 387.

номически) дать двустороннее примыкание, и это уже одно создаст необходимость дать в этом случае вытянутую схему, с последовательным расположением цехов.

Переходим к краткому рассмотрению основных схем [1].

Схема I (рис. 387) — простая кольцевая.

Достоинства схемы:

а) поточность и простота схемы движения;

б) близость пунктов разгрузки и выгрузки к сортировочной станции (или к концу подъездного пути);

в) удобство межцеховых сообщений.

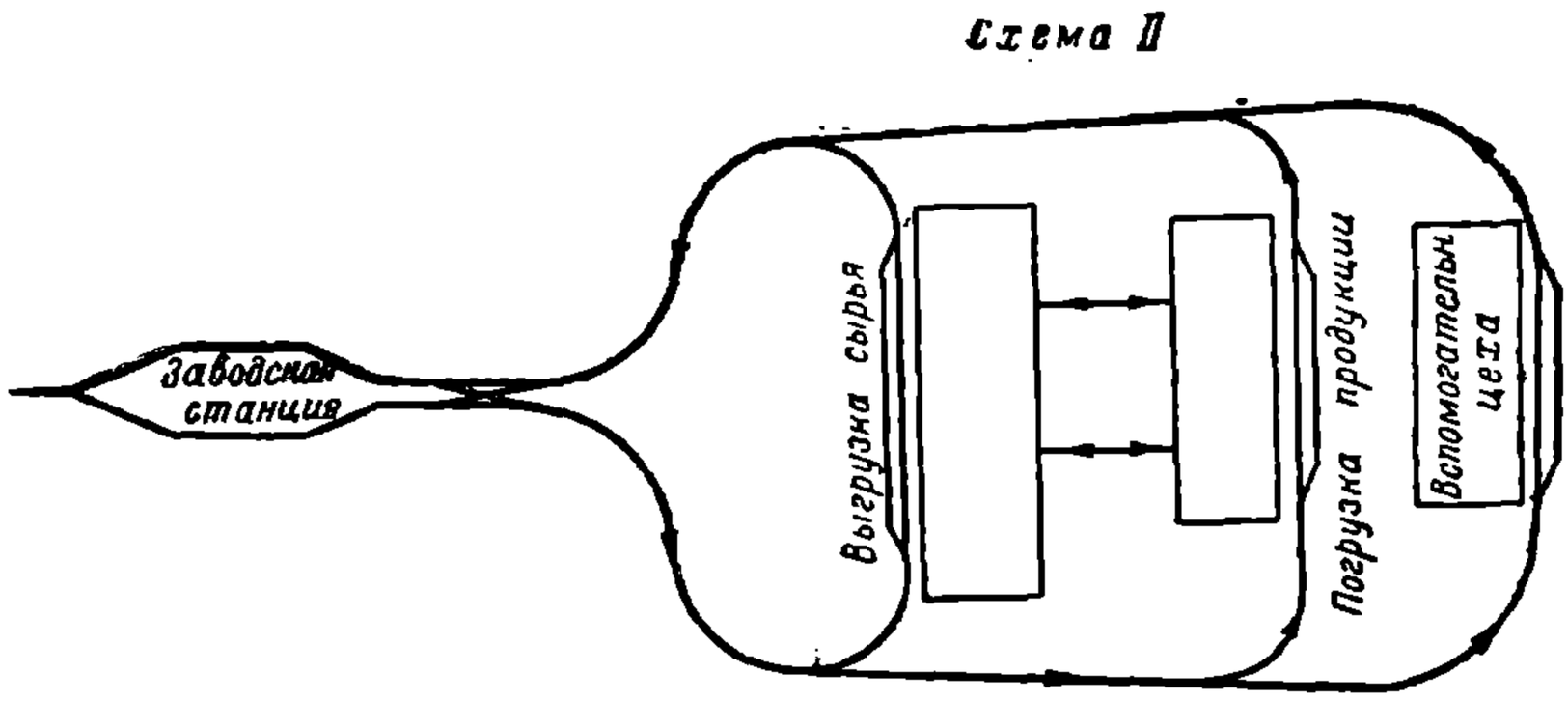


Рис. 388.

Недостатки:

а) излишние перепробеги (особенно порожняка из-под сырья);

б) увеличение ширины площадки;

в) пригодность данной схемы лишь к заводам с незначительным количеством основных цехов (огнеупорные заводы и т. п.).

Эта схема пригодна лишь для малых заводов с использованием порожняка

[1] Схемы частично заимствованы из работы И. И. Костина, Внутризаводский рельсовый транспорт. Путевые обустройства, 1932 г.

НБ УДУНТ (ДИТ)

из-под сырья под продукцию и для заводов с развитым безрельсовым транспортом внутри площадки.

Схема II (рис. 388) — кольцевая с сетью поперечных путей.

Достоинства схемы: уменьшение перепробегов и изолированность погрузочно-выгрузочных путей от основного кольца.

Недостатки: затруднения при связи со вспомогательными цехами и между собой в случае большего количества цехов и поперечных путей.

Схема III (рис. 389) — кольцевая с продольным средним ходовым путем.

Схема III

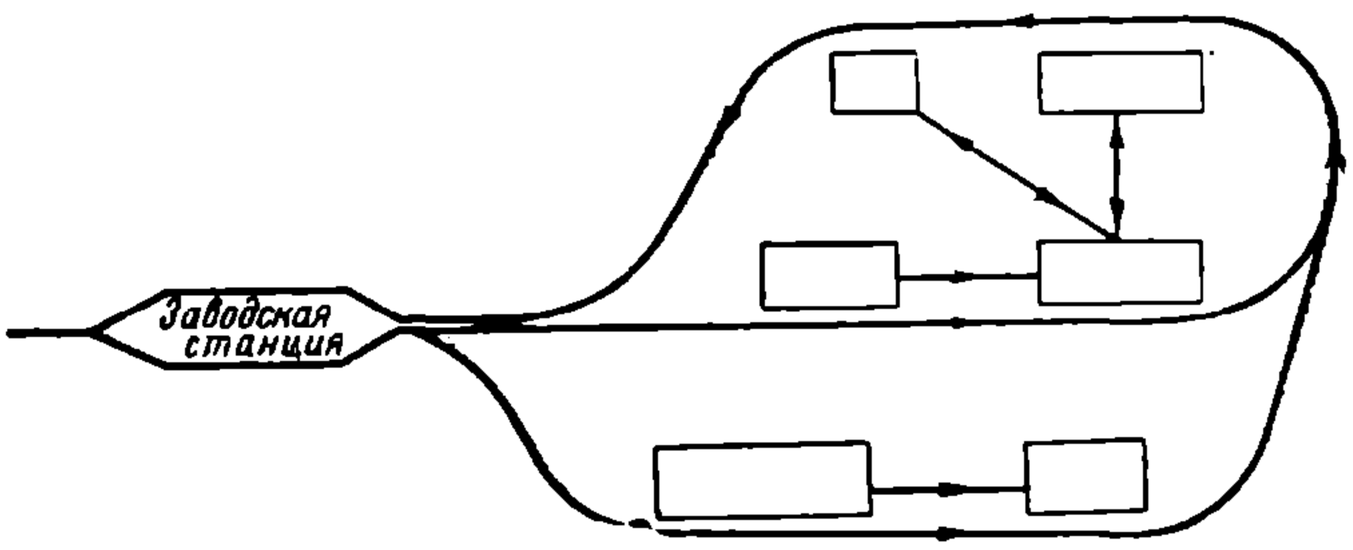


Рис. 389.

Достоинство: большая гибкость движения в случае аварий на одном из главных путей.

Недостатки: большие перепробеги и плохая связь некоторых цехов с подсобными цехами.

Схема IV (рис. 390) — та же, но с устройством поста, на котором сходятся все три продольных пути.

Схема IV

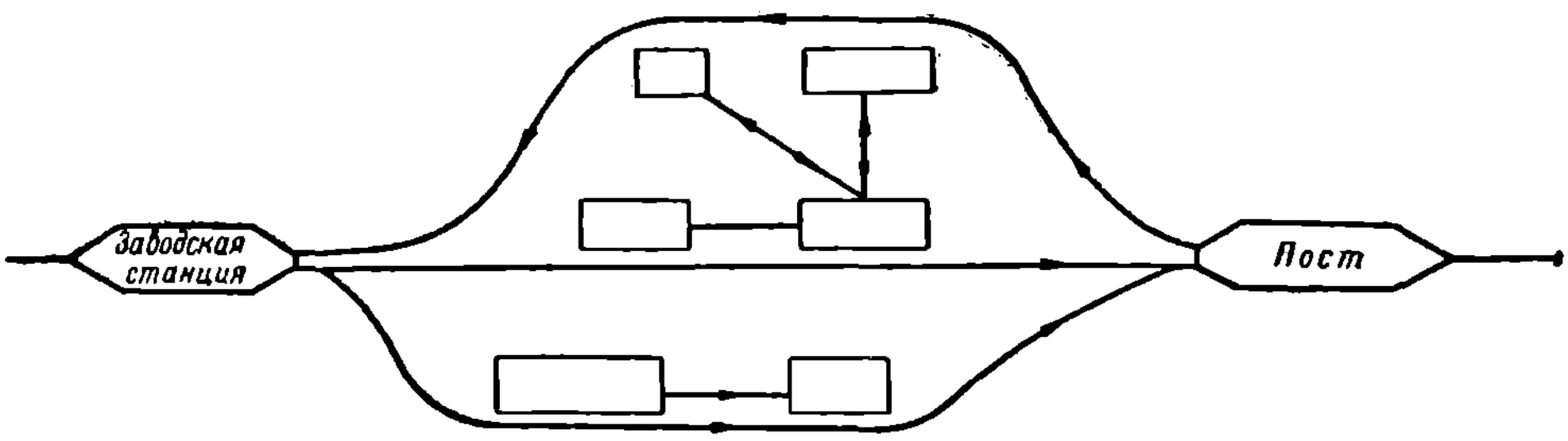


Рис. 390.

Эта схема дает меньшую ширину площадки и большую гибкость маневровой работы и, несмотря на отсутствие кольца и наличие тупика, должна быть причислена к кольцевым, так как имеет одностороннее кольцевое направление грузопотоков (в случае необходимости при этой схеме удобно сделать второе примыкание к общей сети железных дорог).

Схема V

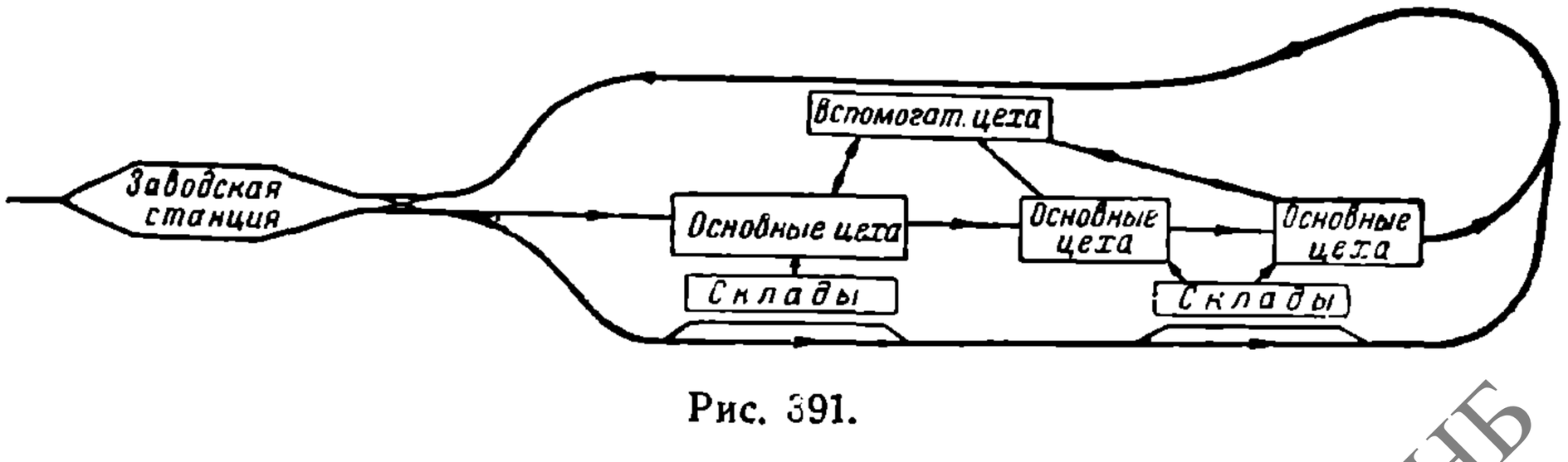


Рис. 391.

Схема V (рис. 391) — кольцевая вытянутая, для заводов, у которых основной грузопоток проходит ряд обрабатывающих и производящих цехов.

Достоинства: прямая поточность, удобство связи со складами и подсобными цехами.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Недостаток: большой перепробег порожняка и продукции по заводским путям.

Схема VI (рис. 392) — улучшает схему V, давая выход продукции прямо на сеть НКПС. Эта схема особенно применима в случае поступления сырья с одного направления по сети НКПС и отправления продукции в другое направление.

Схема VI

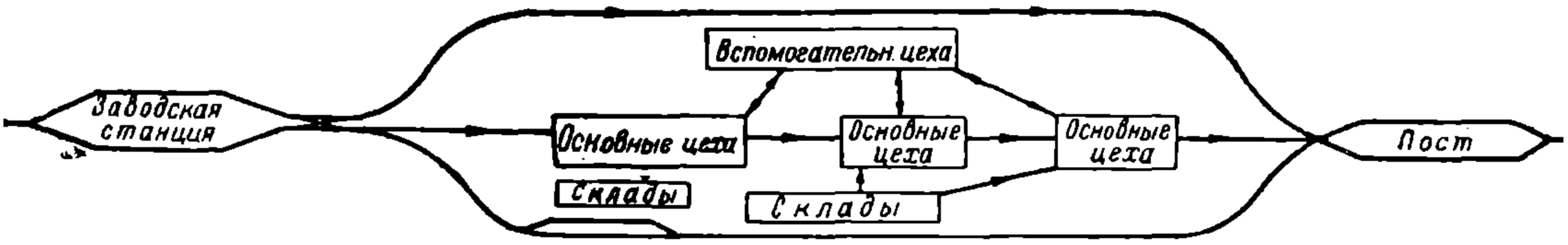


Рис. 392.

Схема VII (рис. 393) — избегает основного недостатка схем V и VI тем, что дает изолированное кольцо для возвращения порожняка от сырья, что особеннно важно в случае невозможности использования типа вагонов, подающих сырье, под отправление продукции.

Схема VII

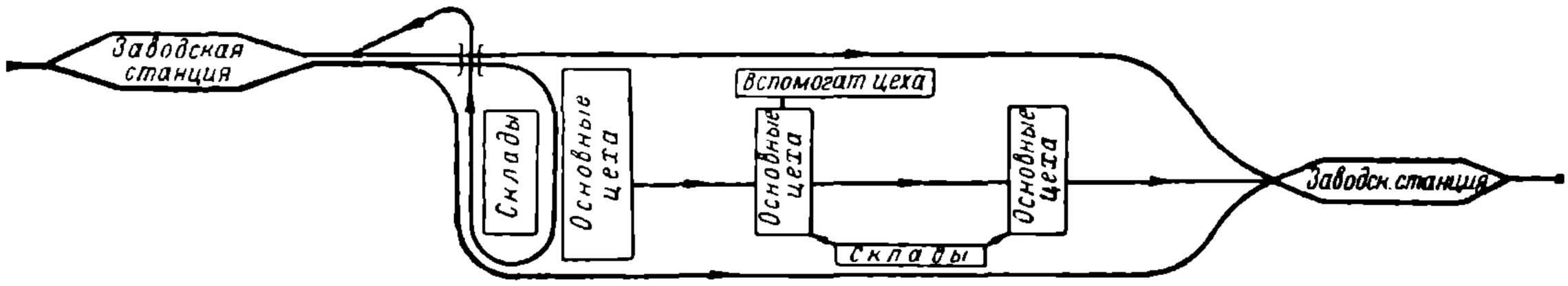


Рис. 393.

Схема VIII (рис. 394) — простая маятниковая, тупиковая. Часто применяется на малых заводах.

Достоинство: короткие пробеги сырья и продукции.

Недостатки: малая маневровая гибкость и плохая связь цехов между собой.

Схема VIII

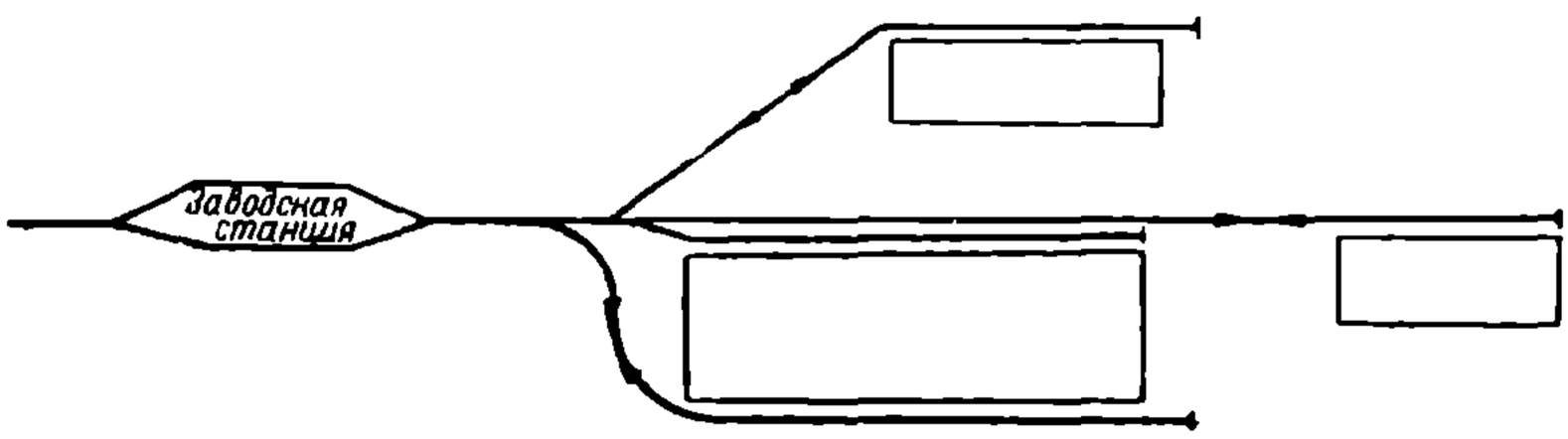


Рис. 394.

Схема IX (рис. 395) — улучшает схему VIII, давая общую вытяжку (с устройством или без устройства разъезда или поста) для всех путей, чем значительно увеличивается удобство передачи двигателя и вагонов с одной линии путей на другую.

Несмотря на ее близость к схеме IV, она принципиально отличается тем, что назначение каждого из путей — двустороннее (маятниковое) движение.

Достоинство маятниковых схем (особенно схемы VIII) — то, что при их применении не представляет никаких затруднений расположить завод на нескольких продольных террасах, имея разные отметки каждого пути. Осуществить

НБ УГУНТ (ДИТ)

последнее требование крайне легко, давая соответственные подъемы или спуски от горловины до начала цехов.

При проектировании больших заводов и комбинатов, конечно, может встретиться необходимость прибегнуть не только к одной из указанных схем, но и к некоторым комбинированным схемам (частично маятниковое и частично кольцевое движение), однако следует помнить, что чем ближе удастся подойти к простой схеме (одной из указанных выше), четко намечающей направление движения грузов, тем проще будет разрешена транспортная задача завода и тем лучшие будут созданы условия для эксплоатации.

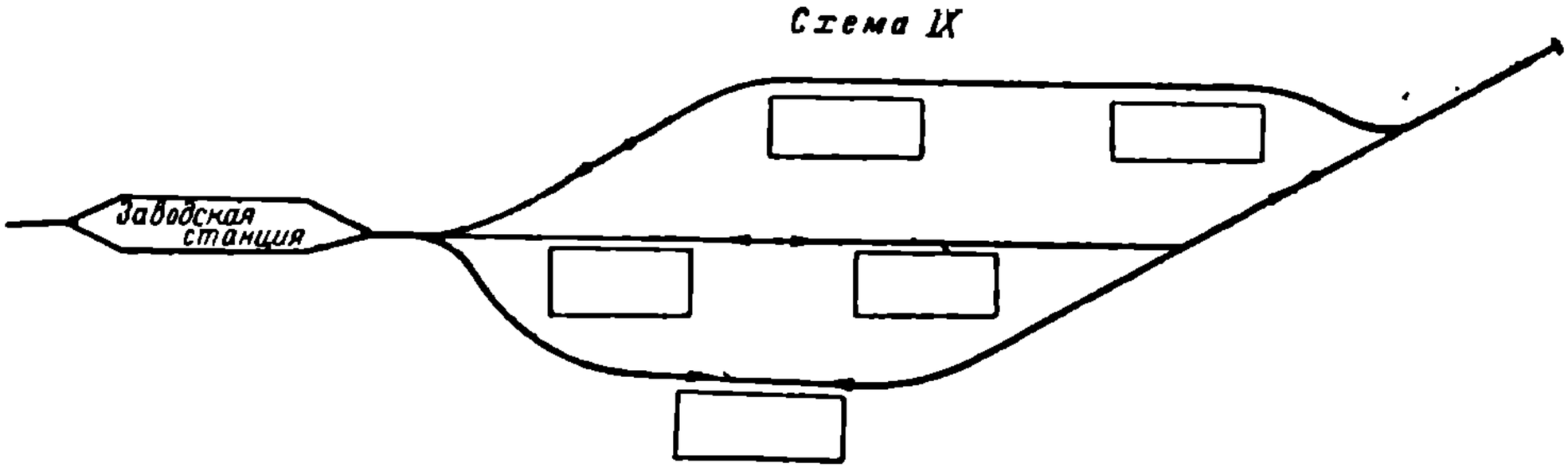


Рис. 395.

При проектировании железнодорожной сети приходится учитывать, помимо уже ранее упомянутых требований технологического процесса, погрузочно-разгрузочных операций и т. д., еще требования, непосредственно выставляемые самим видом железнодорожного транспорта.

Эти требования резко делятся на две категории: требования со стороны движения поездов и требования укладки пути.

Первые требования влияют на схему всего путевого устройства, вторые же требования вносят соответствующие коррективы и фиксируют окончательное положение как путей, так и всего генерального плана в целом. Требования, предъявляемые к устройству железнодорожного пути, излагаются в ТУ проектирования и строительства.

Требования эксплоатации (движения) могут быть сведены к следующим:

1) Пути должны быть расположены так, чтобы всякие перестановки вагонов совершались при помощи только однократного рейса.

2) Порожняк из-под выгрузки должен подаваться под новую нагрузку без излишних маневров.

3) При длинных рейсах следует избегать осаживания вагонами вперед.

4) При соединении двух цехов железнодорожным путем для передачи груза из одного цеха в другой необходимо, по возможности, устраивать между ними обгонный путь для локомотива, во избежание подачи вагонов в цех локомотивом в голове.

5) При отдельных погрузочных устройствах следует предвидеть запасные пути для обгона паровоза и для производства выкидок и постановки вагонов, ожидающих выгрузки. Длина погрузочно-разгрузочных путей должна быть рассчитана на прием максимального состава.

6) Для сообщений одной части завода с другой необходимо иметь специальные ходовые пути с минимальным количеством стрелок на них для ответвления отдельных путей и тупиков, которые надо стараться присоединять непосредственно к узловым точкам заводских путей (станциям, постам, разъездам).

Производство разгрузочно-погрузочных операций с ходовых путей, как правило, должно быть безусловно воспрещено.

7) Пересечения железнодорожных путей в одном уровне следует избегать, давая при значительных грузооборотах развязку их в разном уровне или развязывая их на одном из узловых пунктов (посты, станции).

НВ УДУНТ (ДИТ)

8) При большом развитии путей и при невозможности избежать пересечения ряда грузопотоков следует установить особые остановочные пункты, именуемые в промышленном транспорте постами и служащие для:

а) удобства эксплоатационной работы, так как они передают в распоряжение поста обслуживание транспортом определенного района завода (по территориальному или технологическому признаку);

б) возможности производства частичной маневровой работы: подсортировки, накопления, выставки и т. п.;

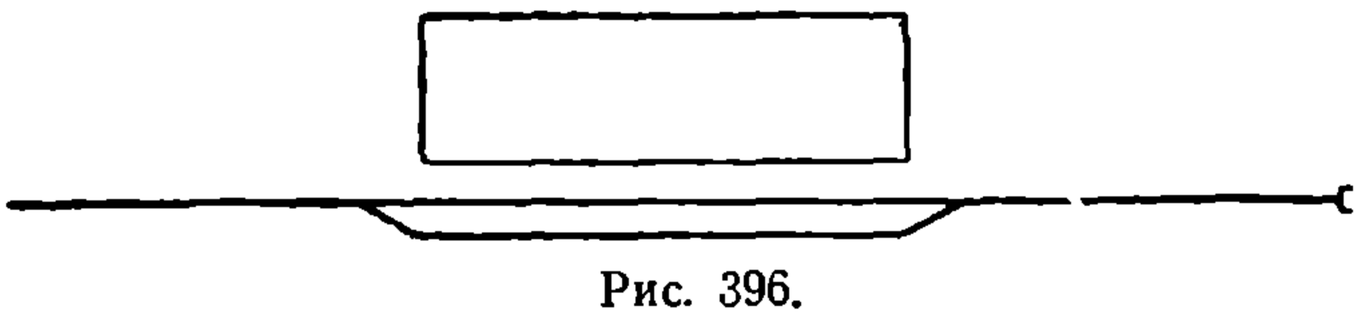


Рис. 396.

в) возможности обгона локомотивом;

г) развязки пересекающихся грузовых потоков.

Величина района и объем, придаваемый району транспортной работы, могут быть весьма различны, но не следует допускать особого дробления, полагая, что в среднем количество путей в районе должно быть не менее 10—15 *км* и количество суточных подач не менее 20—30.

9) Посты должны иметь простую и удобную связь с сортировочной станцией и между собой (ходовые пути).

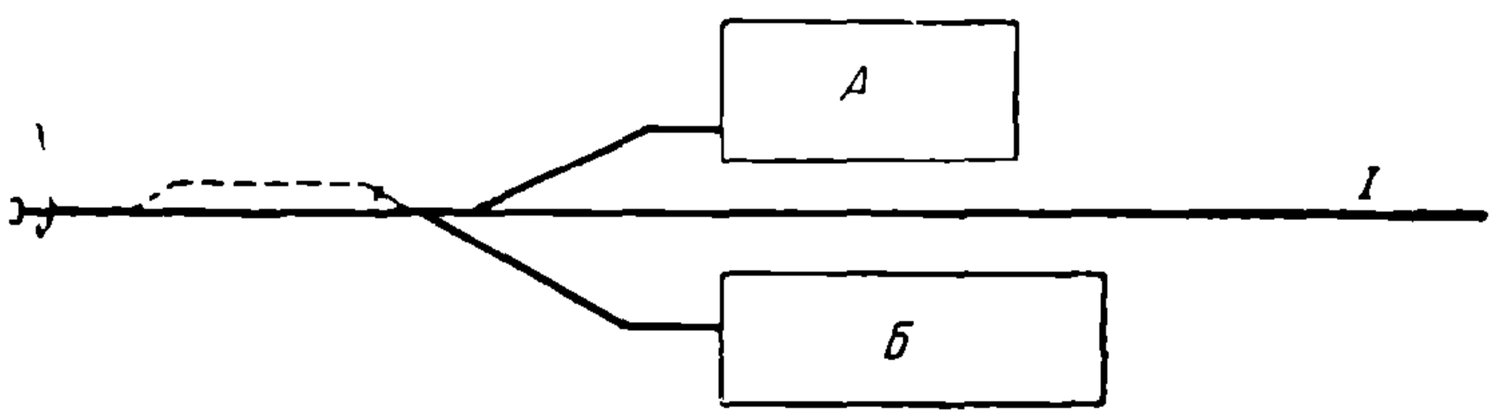


Рис. 397.

Все вышеуказанные требования, как легко усмотреть, сводятся к условиям, дающим возможность максимального использования подвижного состава. Если учесть, что в настоящее время на заводах расходы, связанные с работой локомотива (пропорциональные затрате локомотиво-часов), составляют от 60 до 70% от всех расходов по железнодорожным перевозкам, то, естественно, путевые устройства должны предусмотреть максимальное использование двигателей, отнюдь не „запирая“ локомотив при тех или других подачах.

Так как далеко не всегда возможно обеспечить проталкивание вагонов локомотивом в хвосте, то следует избегать тупиковых путей, давая возможность уйти локомотиву или по кольцу или по обгонному пути (рис. 396).

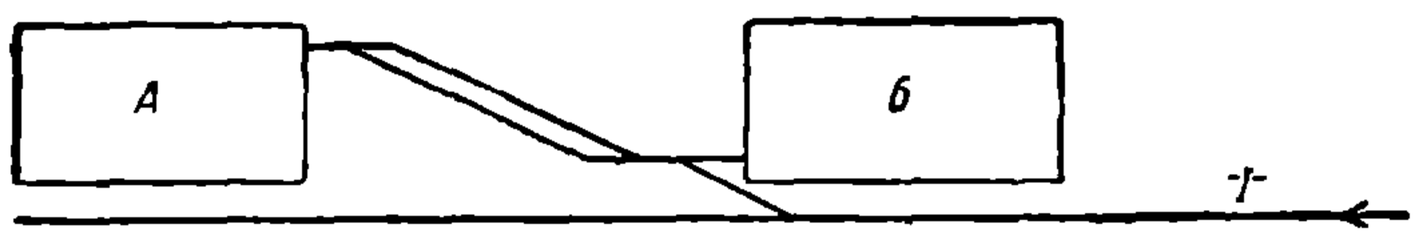


Рис. 398.

Неявная опасность запирания всегда кроется в самих цехах, особенно при значительной их длине. Вообще говоря, пропуск локомотива через цеха всегда нежелателен, так как создает угрозу работающим в цеху рабочим, наполняет цех дымом и т. д.

Но главная опасность заключается в том, что внутрицеховые пути далеко не всегда могут быть свободными для пропуска локомотива, и его „запирание“ или во всяком случае задержка из-за ряда маневров (выталкивание вагонов и их обратная постановка) неизбежны. Решения наиболее неприятной в этом отношении задачи при подаче вагонов из цеха в цех могут быть следующие.

1) Параллельное расположение цехов с вытяжным тупиком (рис. 397).

Локомотив приходит по пути *I* на тупик и переставляет вагоны из цеха *А* в цех *Б* и обратно.

Наличие „рыбки“ на тупике создает возможность производить при этом любые маневры.

НБ УДУНТ (ДПТ)

2) Последовательное расположение с устройством „рыбки“ на пути соединения цехов. К этой „рыбке“ должен примыкать и путь *I*, по которому будет подан локомотив (рис. 398).

Для производства маневровой работы необходимо устройство вместо „рыбки“ поста из трех путей (рис. 399).

3) В случае затруднений при устройстве обгонного пути в длинных цехах следует делать один или два боковых выхода из цеха на ходовой путь, идущий параллельно вне цеха (рис. 400); такой боковой выход требует устройства в здании прямоугольного или треугольного тамбура, так как в противном случае выходные ворота достигают значительной ширины.

Подробное рассмотрение встречающихся при проектировке задач возможно лишь при учете специфики завода, что в данном курсе не представляется возможным сделать, а потому ограничиваемся приведением схем нескольких заводов.

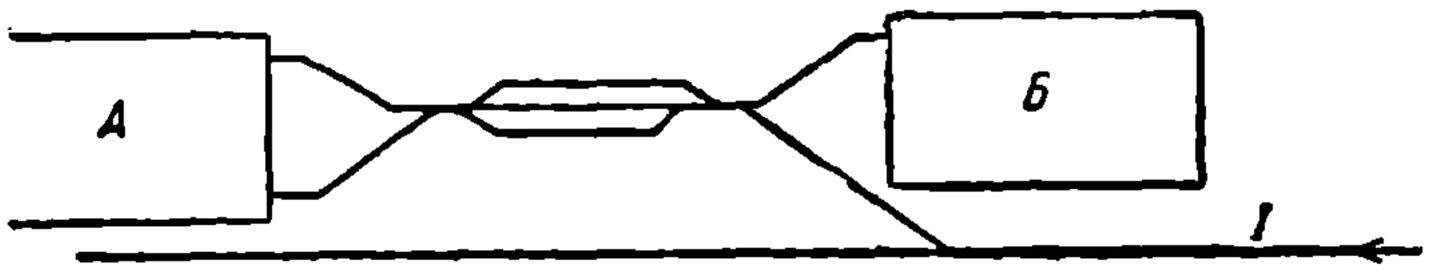


Рис. 399.

На рис. 401 дана схема стекольного завода с сетью тупиковых путей, из которых средний и южные пути служат для подачи сырья на завод, а крайний, северный путь— для вывоза продукции. Вся сортировочная работа производится на станции примыкания. Межцеховой транспорт осуществляется преимущественно механическим транспортом (система транспортеров) и безрельсовым (вывоз мусора, золы и пр. на автомобилях или тракторами). Кроме того на заводе имеется небольшая сеть узкоколейной железной дороги (не показанной на схеме), соединяющая склады леса с ящичной и со складом стекла. Эта схема может быть отнесена к типу маятниковых тупиковых схем (рис. 394).

На рис. 402 показаны внутризаводские железнодорожные пути трубопрокатного завода. Эта схема построена в основном так, чтобы дать поточное движение грузов и вагонов. Сырье в основном поступает в обдирочный и трубопрокатный цех № 1, а топливо — на склад торфа. Полуфабрикаты двигаются далее в следующие обрабатывающие цеха непосредственно или через тупиковый западный пост. Вся продукция преимущественно выдается и направляется на южный путь. В основном на заводе имеется четыре продольных пути, и по идее эта схема может быть отнесена к схеме IV (рис. 390).

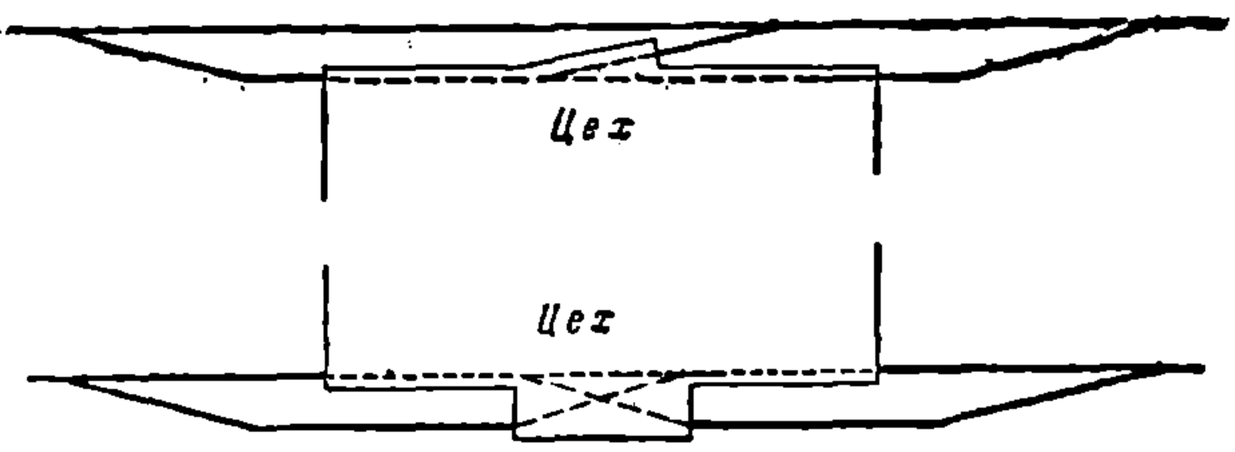


Рис. 400.

Наконец, на рис. 403 и 404 показаны два варианта схемы транспорта металлургического завода, расположенного вдоль магистральной железной дороги.

Рис. 403 дает схему с двумя станциями примыкания, причем с запада поступает сырье, а продукция уходит на восток. Все движение грузов строго поточное.

Вторая схема (рис. 404) разрешает проблемы транспорта с одной станцией примыкания и в основном с кольцевым движением грузов. По этой схеме все расположение завода значительно компактнее, но требует открытия большой станции на сети НКПС вблизи уже существующей, что для магистральной дороги крайне нежелательно.

Выбор схемы и сравнение вариантов генерального плана являются задачей очень сложной, так как почти любое задание может быть решено путем применения различных принципиальных схем генерального плана. Но и при одной и

НБ БГУТ (СТТ)

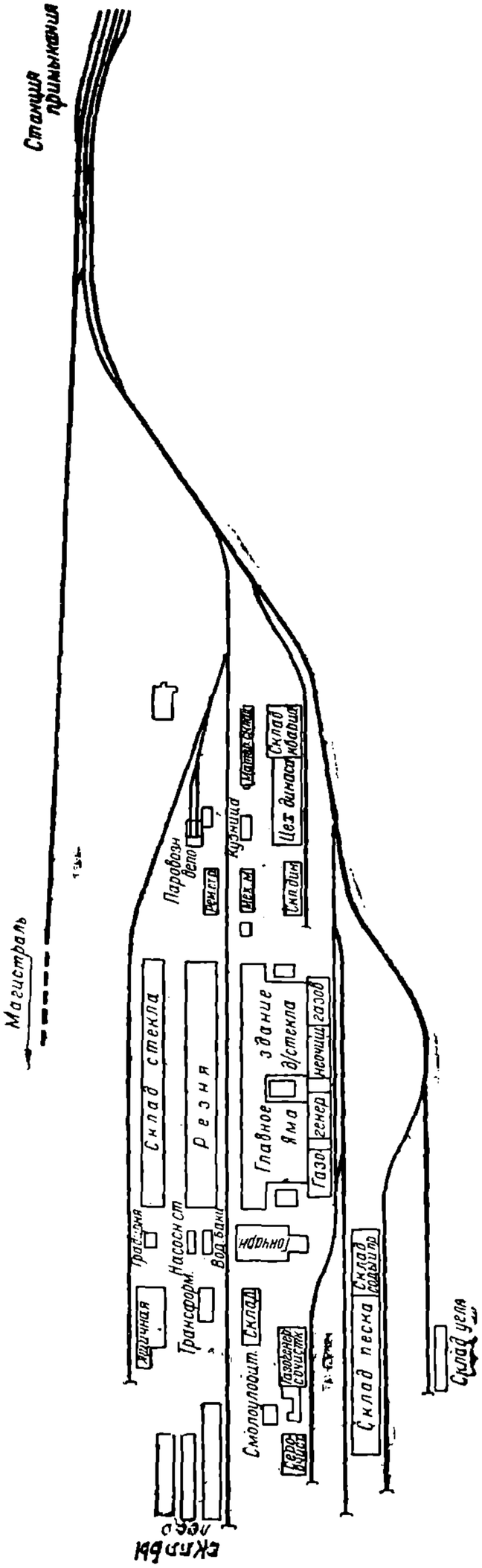


Рис. 401.

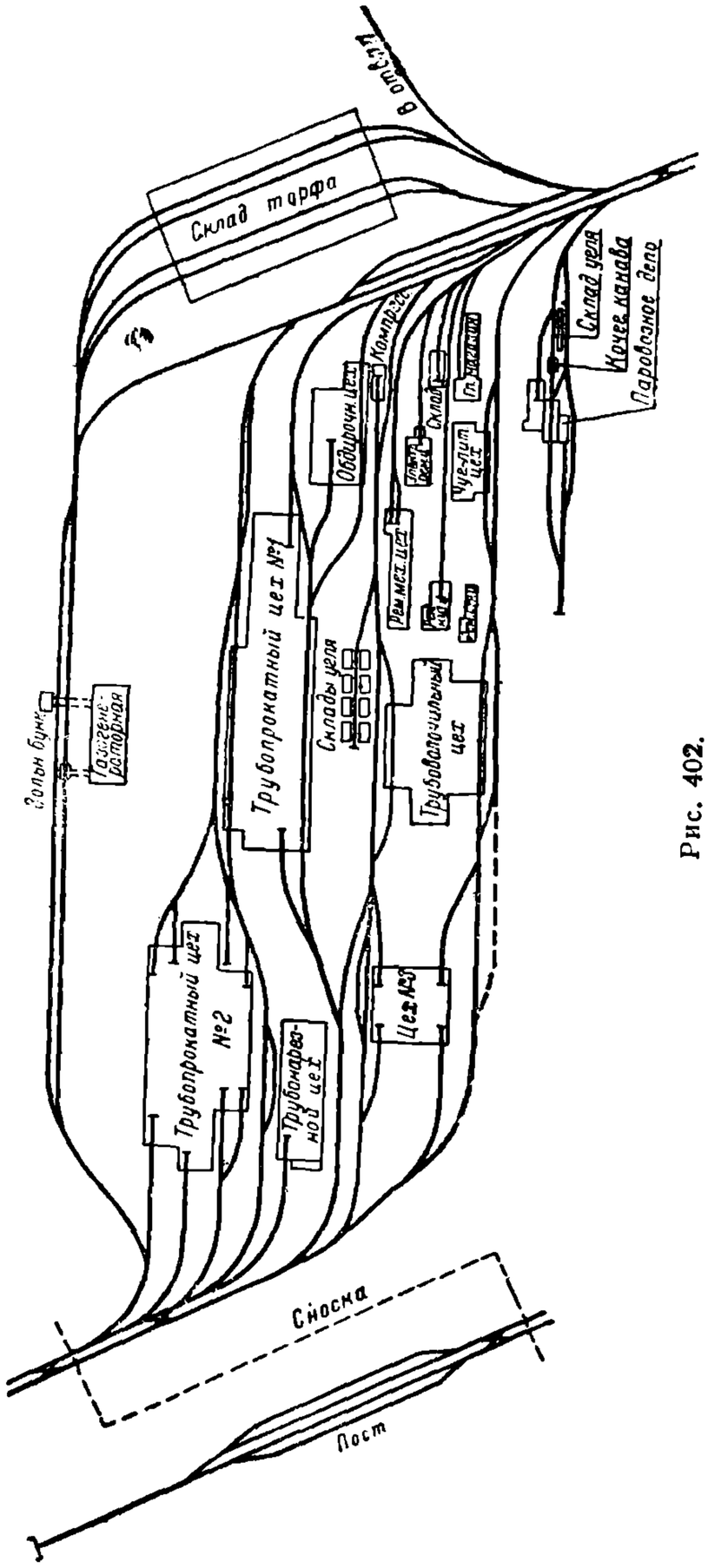


Рис. 402.

той же принципиальной схеме возможны различные подварианты расстановки цехов и разнообразные изменения железнодорожной путевой сети.

Сравнение вариантов сложно тем, что всякое изменение генерального плана влечет за собой не только изменение в капиталовложениях и эксплоатационных расходах, но и в факторах, трудно оцениваемых материально. К последним относятся удобство маневрирования, четкость разделения работы транспорта на отдельных участках, большее соответствие работы транспорта требованиям технологических процессов и т. д.

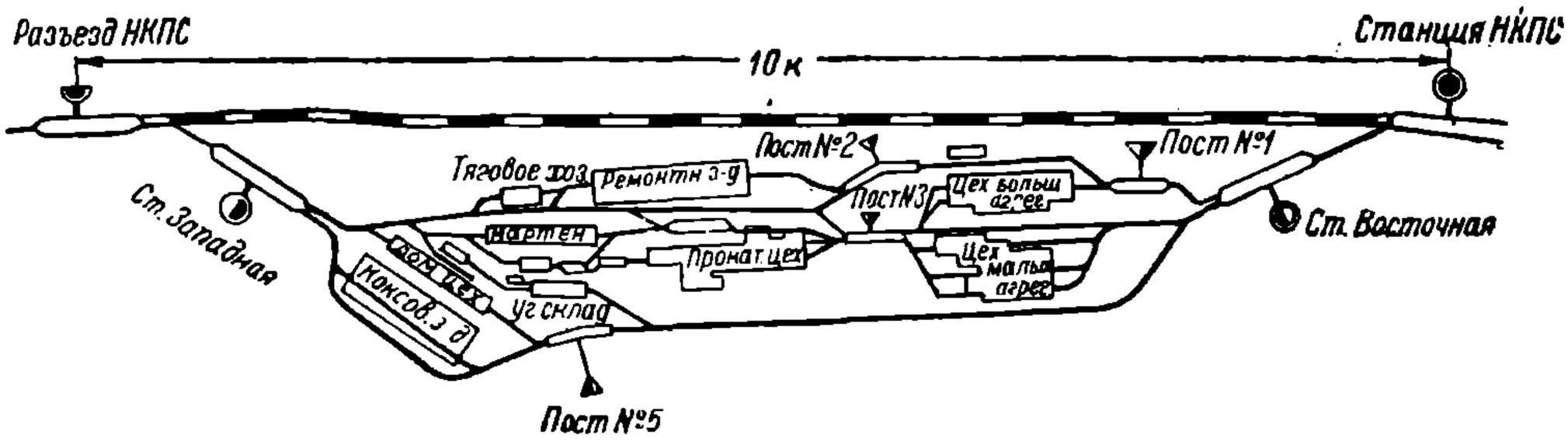


Рис. 403.

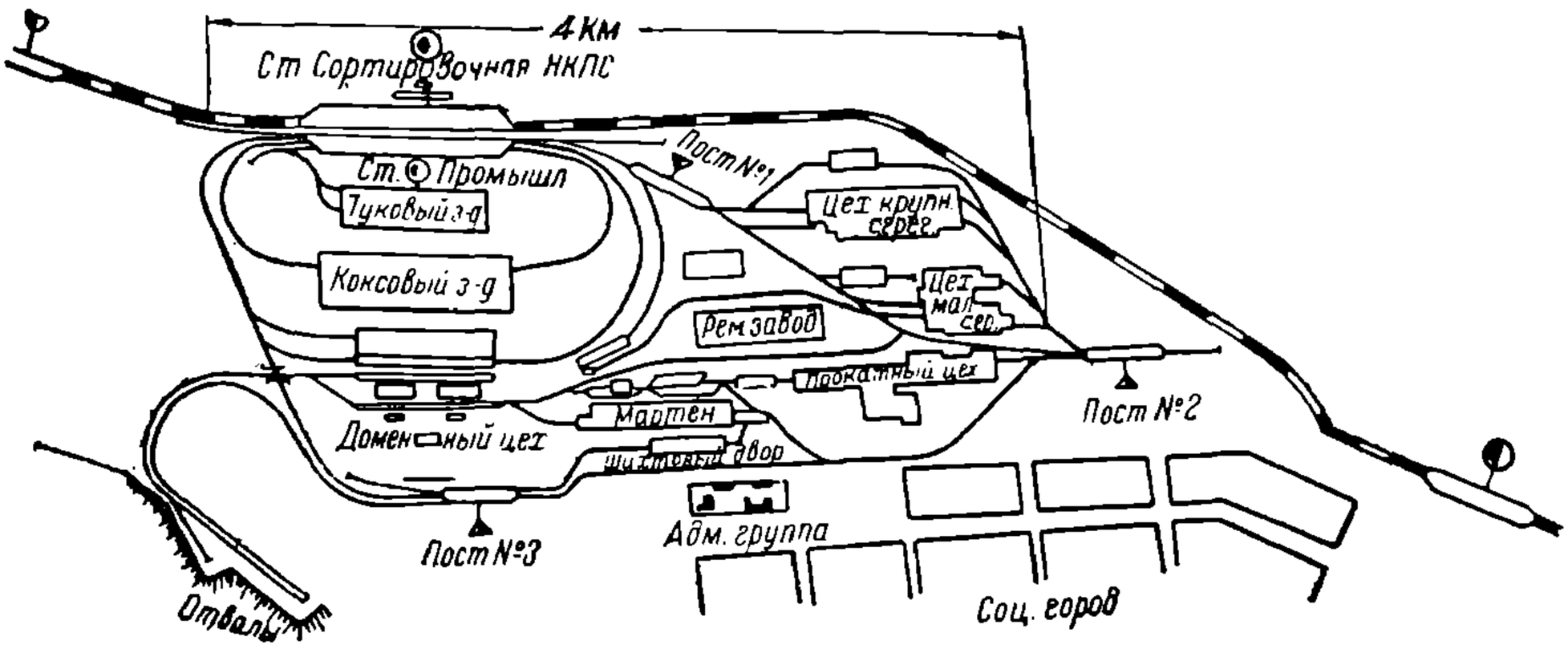


Рис. 404.

Вследствие этого практика проектных организаций показала, что оптимальный вариант генерального плана обычно намечается по вышеуказанным соображениям, для чего требуются большой опыт и хорошее знание технологического процесса со стороны проектировщика. В некоторых случаях конкурирующие варианты приходится сравнивать экономически. При этом следует рекомендовать не составление подробных смет по тому и другому варианту в целом, а выявление сравнительных преимуществ и недостатков того и другого варианта как в отношении капиталовложений (земляные работы, протяжение путей и т. п.), так и в отношении стоимости эксплоатационных расходов.

§ 15. Технические условия проектирования железнодорожной сети.

При переходе от схемы завода к самому генеральному плану сразу же встает вопрос о технических условиях проектирования железнодорожных путей на площадке завода. В этом отношении следует отметить, что окончательно утвержденных ТУ в данное время не имеется, и приходится пользоваться опытом проектных организаций и заводской практики и проектом ТУ на проектирование и сооружение промышленных железных дорог (ч. II, „Внутризаводские пути"), составленным ВНИИПТ в 1938 г.

РГБ УЧЕТ (ДТ)

Вследствие наличия на промышленных предприятиях самых различных условий движения и типов подвижного состава внутризаводские пути делятся на:

1) усиленные пути, рассчитанные на давление на ось до 37,5 *т* (1-я категория) или до 25 *т* (2-я категория) и предназначенные для обращения специального подвижного состава (ковши с жидким чугуном и т. п.);

2) нормальные пути с нагрузкой на ось до 22 *т* (1-я категория) или до 18 *т* (2-я категория), предназначенные для обращения любых двигателей и вагонов НКПС и предприятий, за исключением специальных, указанных в п. 1;

3) облегченные пути, предназначенные для обращения локомотивов и вагонов предприятия с нагрузкой на ось до 16 *т*;

4) специальные пути, к которым относятся пути внутрицеховые, передвижные и т. п., проектируемые индивидуально в соответствии с заданием.

Одним из существенных моментов проектирования внутризаводских путей является применение кривых малых радиусов, так как благодаря этому возможно уменьшение расстояния между цехами, а следовательно и всей заводской площадки.

Величина минимальных радиусов, как правило, устанавливается в зависимости от обращающегося на путях подвижного состава, скорости движения и влияния кривых на компановку генерального плана.

В отношении применения минимальных радиусов внутризаводские пути делятся на три категории.

1-я категория — пути, по которым обращаются паровозы и вагоны железных дорог общего пользования.

2-я категория — пути, по которым не обращаются паровозы железных дорог общего пользования, но могут проходить любые двигатели предприятия и любой подвижной состав.

3-я категория — пути, по которым обращается только подвижной состав предприятия, при определенном для данного участка типе двигателя и вагонов.

Для означенных категорий путей установлены следующие величины минимальных радиусов (в метрах):

	Нормально:	В трудных условиях проектирования:
для 1-й категории	400	200
„ 2-й „	300	150
„ 3-й „	120	60

На реконструируемых заводах и на временных путях эти нормы уменьшаются:

	Нормально:	В трудных условиях проектирования:
для 1-й категории . . .	350	170
„ 2-й и 3-й категорий .	120	60

Кроме указанных выше разделений на категории, внутризаводские пути разделяются на ходовые, по которым происходит движение организованных поездов с достаточно большими скоростями (30—40 *км/час*), и на межцеховые, по которым все движение имеет характер маневровый с ограниченными скоростями (порядка 15 *км/час*).

На ходовых путях на кривых делаются возвышение наружного рельса в соответствии с установленной скоростью, но не свыше 75 *мм*, и переходные кривые.

На межцеховых путях обычно переходные кривые не делаются, хотя, согласно исследованию проф. Каменского и доц. Граве, устройство их для кривых радиуса менее 75 *м* значительно улучшает вписывание подвижного состава по условиям работы сцепных приборов.

Между концами переходных кривых (а в случае их отсутствия — круговых кривых) должны делаться прямые вставки следующих длин (в метрах):

НВ УДУНТ (ДИТ)

	Нормально:	В трудных условиях: проектирования:
на путях, по которым обращается подвижной состав дорог общего пользования . . .	50	25
на путях, по которым обращается только подвижной состав предприятия	25	15

В крайнем случае допускается укладка кривых впритык без прямой вставки, при условии, что такая укладка не будет препятствовать проходу подвижного состава с автоматической сцепкой.

В соответствии с кривыми должны укладываться и стрелочные переводы следующих марок крестовин:

для путей 1-й категории .	1/9
„ „ 2-й „	1/9—1/7
„ „ 3-й „	1/7—1/5

Применение стрелочных переводов марки 1/5 должно проверяться на прохождение подвижного состава.

Вопрос о применении малых кривых и соединении путей подробно освещен в I томе настоящего курса.

Уклоны на путях в пределах заводской площадки желательно не допускать. В крайнем случае на всех межцеховых путях (кроме ходовых), на постах, станциях и погрузочно-разгрузочных путях уклоны могут допускаться во избежание угона вагонов не свыше $2{,}5^0/_{00}$. На ходовых путях в пределах заводской площадки уклоны могут быть допущены, и величина их будет зависеть от общей планировки площадки (в случае разных уровней отдельных частей площадки), но не свыше $6—8^0/_{00}$.

При подъемах на эстакады или на приподнятые над землей площадки цехов бункерная галерея, рабочая площадка мартеновского цеха, скрапной двор и т. п.) допускаются уклоны в $20^0/_{00}$, в исключительных случаях и до $30^0/_{00}$.

Все же применение таких значительных уклонов должно быть оправдано сравнением с другими вариантами.

Применение крутых земляных или железобетонных эстакад обычно позволяет значительно сократить общую площадь завода, но увеличивает эксплоатационные расходы.

Величина состава поезда на площадке большей частью зависит не от силы тяги двигателя, а от требований, предъявляемых технологическими процессами и фронтами погрузки и выгрузки, и на межцеховых перевозках приходится часто иметь дело с далеко неполногрузными составами (перевозки ремонтных цехов и т. п.).

В случаях же ограничения состава силой тяги двигателя (подъем на эстакады, подача организованных составов и т. д.) предельный вес состава определится по известной, приведенной ранее, формуле (9):

$$Q_{бр} = \frac{F_к - P(w'_0 + i)}{w''_0 + i}.$$

Основное удельное сопротивление w_0 на заводских путях, с учетом их большой загрязненности и обычно худшего состояния двигателя и подвижного состава, чем на магистральных дорогах, принимается в среднем 3—4 *кг* на тонну.

Дополнительное сопротивление от кривых радиусов более 175 *м* определяется по формулам типа:

$$w_r = \frac{k}{R} \text{ или } w_r = \frac{n\alpha^\circ}{L}, \qquad (53)$$

т.е. по тем же, что и для подъездных путей [см. формулы (17)—(21)].

НБ УДУНТ (ДИТ)

Для кривых радиуса менее 175 *м* проект ТУ предлагает определять удельное дополнительное сопротивление по формулам вида:

$$w_r = k\left(1 + \frac{175}{R}\right) \text{ или } w_2 = m + \frac{n\alpha^\circ}{L}. \quad (54)$$

В зависимости от типов подвижного состава устанавливаются следующие формулы:

1) для составов из двухосных вагонов:

$$w_r = 2{,}15\left(1 + \frac{175}{R}\right) \quad (55)$$

или

$$w_r = 2{,}15 + \frac{6{,}75\alpha^\circ}{L}; \quad (55а)$$

2) для смешанных составов:

$$w_r = 2\left(1 + \frac{175}{R}\right) \quad (56)$$

или

$$w_r = 2 + \frac{6\alpha^\circ}{L}; \quad (56а)$$

3) для составов из вагонов на тележках (четырехосных):

$$w_r = 1{,}8\left(1 + \frac{175}{R}\right) \quad (57)$$

или

$$w_r = 1{,}8 + \frac{5{,}4\alpha^\circ}{L}. \quad (57а)$$

Следует отметить, что приведенные формулы еще не подверглись достаточной опытной проверке.

Все заводские пути 1-й категории должны удовлетворять требованиям габарита приближения строения, утвержденного НКПС (ОСТ/ВКС 6435). Габариты приближения строения для путей 2-й и 3-й категорий установлены НКТП (СТ/ТУ 17/3028).

Нормальным расстоянием между осями путей можно считать 4,1 *м*. На бункерах и на путях горячих грузов расстояние между осями путей должно быть не менее 4,8 *м*. На бункерах каменноугольной промышленности — 7,0 *м*. При наличии колонн на междупутьи расстояние между осями путей увеличивается против указанных на $(0{,}1 + Д)$ метров, где $Д$ — толщина колонны.

Верхнее строение заводских железнодорожных путей делается нормального типа.

Тип рельсов, число шпал и толщина балластного слоя принимаются по расчету в соответствии с нагрузкой и условиями движения.

Устройство верхнего строения по отношению к отметке планировки площадки ТУ ничем не ограничено и может находиться на насыпи, в выемке и в уровне площадки. Последнее устройство наиболее распространено для большинства заводских путей, особенно входящих внутрь цехов.

Однако само понятие устройства в одном уровне с площадкой завода имеет ряд решений, крайним из которых является устройство верхнего строения, при котором подошва балластного слоя лежит на уровне планировки, так называемый незаглубленный тип (рис. 405), и устройство, при котором с уровнем планировки совпадает подошва рельса — заглубленный тип (рис. 406). В некоторых случаях могут иметься и промежуточные значения. Как правило, ТУ рекомендуют незаглубленный тип верхнего строения.

НВ УУНЕТ (ДГТ)

Все эти решения тесно связаны с большой проблемой поверхностного водоотвода ливневой воды с площадки завода и с устройством и отметками полов цехов.

Основные установки в этом отношении, необходимые для проектирования генерального плана, даются нами в следующем параграфе. Устройство же самого верхнего строения подробно освещено в I томе настоящего курса.

ТУ проектирования станций, заводских постов и тягового хозяйства также даются в соответствующих отделах курса.

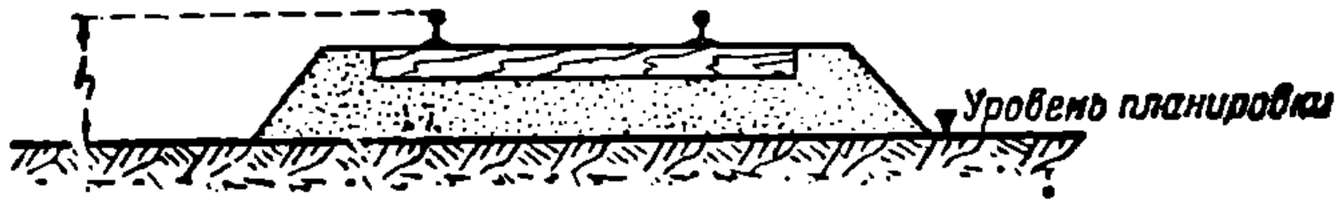


Рис. 405.

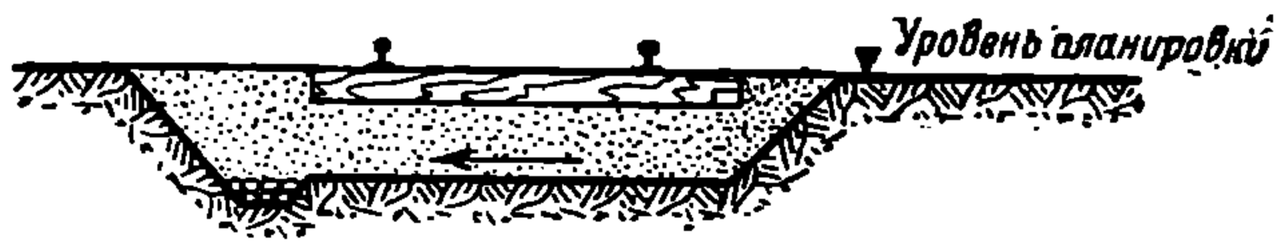


Рис. 406.

Переходя к вопросу о выборе подвижного состава, можно установить, что тип двигателя должен отвечать следующим требованиям:

1) хорошо вписываться в кривые малого радиуса (жесткая база для железнодорожного двигателя не свыше 3,5 *м*);

2) иметь тяговую мощность, соответствующую грузообороту и условиям перевозок;

3) иметь малые эксплоатационные расходы при простоях под погрузкой, разгрузкой и пр. (тип двигателя, не требующий расхода топлива при стоянках);

4) иметь малые габаритные размеры и гибкость передвижения (одинаковые условия для движения головой вперед и назад);

5) не иметь тендера (танк-паровозы).

В соответствии с этими требованиями для внутризаводских железнодорожных перевозок имеют место следующие типы двигателей:

а) паровозы преимущественно типа танк-паровозов,

б) контактные электровозы,

в) аккумуляторные электровозы,

г) тепловозы,

д) мотовозы различной мощности и

е) тракторы-тягачи.

Типы вагонов, платформ и специального подвижного состава применяются согласно требованиям особенностей перевозимых грузов и тесно связаны с технологическим процессом, а потому могут быть даны в соответствующих курсах проектирования транспорта для определенной отрасли промышленности.

В заключение следует отметить, что применение электровозной тяги на заводских путях пока не получило сколько-нибудь значительного распространения. Причиной этого явления следует считать большие затруднения с устройством контактной сети в пределах цехов и малые расстояния пробегов, не дающие возможности хорошо использовать преимущества электротяги. Применение же аккумуляторных электровозов возможно лишь при очень малых грузооборотах, из-за их малой мощности, высокой стоимости и неудобства эксплоатации, связанной с зарядкой и сменой батарей.

Все же значительные преимущества электротяги для внутризаводского транспорта ставят вопрос о необходимости в самом ближайшем будущем внедрения электрификации промышленного транспорта.

§ 16. Вертикальная планировка площадки.

В непосредственной связи с проектированием генерального плана и железнодорожных путей стоит вопрос о вертикальной планировке заводской площадки.

Задачей вертикальной планировки является нахождение высотного решения

НБ УДУНТ (ИТ)

всей заводской системы, т. е. определение отметок полов всех цехов, железнодорожных и безрельсовых путей, подземных санитарно-технических сооружений, а также и всех свободных участков заводской площадки.

Естественно, что при учете и выполнении требований, предъявляемых проектами различных отраслей строительства на площадке, наилучшим решением будет то, при котором количество земляных работ получится наименьшим.

Такое решение будет в том случае, когда в результате планировки будет достигнут „баланс" земляных работ, т. е. когда кубатура выемок будет равна кубатуре насыпи.

При этом следует иметь в виду, что это решение будет правильным лишь тогда, когда в общем балансе земляных работ будет учтена земля из котлованов, при устройстве фундаментов, за вычетом количества земли, идущей на обратную засыпку сетей и других подземных сооружений.

На металлургических заводах количество такой избыточной земли достигает очень большой величины — порядка 100—200 тысяч кубических метров земли и, естественно, значительно влияет на выбор отметок планировки.

Однако простой подсчет объема работ еще не дает действительно наилучшего решения, так как одной из главных составляющих стоимости земляных работ является стоимость перемещения земли, которая зависит от расстояния перевозки и от методов транспортирования. Отсюда, естественно, при проектировании планировки площадки необходимо учесть и организацию земляных работ и найти наилучшее техническое решение, которое экономически окажется наиболее выгодным.

Необходимо еще отметить, что при планировке площадки больших заводов, строительство которых ведется несколько лет и даже в несколько очередей, вопросы планировки должны учитывать календарный план строительства. В противоположном случае может оказаться, что снимаемую землю намечено вывезти на участок строительства последующих лет, что приведет к напрасному и неучтенному увеличению работ по отрывке котлованов фундаментов и других сооружений.

Чтобы уяснить себе влияние отдельных сооружений на планировку, остановимся вкратце на главнейших их требованиях.

1) Требования со стороны строительства цехов сводятся к получению наименьшей величины количества работ по устройству фундаментов под здания и оборудование их. В то же время основание под фундаменты должно находиться ниже глубины промерзания грунта и быть вполне надежным для их возведения, т. е. обладать достаточной прочностью и малой и равномерной сжимаемостью. Вследствие того, что отвечающий этим требованиям слой земли (материк) для данной площадки имеет более или менее определенную отметку, производимая планировка площадки будет влиять на увеличение или уменьшение высоты и объема фундаментов.

2) Влияние санитарно-технических сетей большей частью сводится к требованиям со стороны водосточного коллектора или других канализационных устройств. Большинство этих устройств желательно проектировать „самосплавными", т. е. такими, в которых жидкость идет самотеком, благодаря приданному уклону коллектора. Наличие такого уклона, особенно на значительном протяжении, требует такого же уклона и планировки площадки в направлении оси коллектора.

В противоположном случае будет иметь место излишнее заглубление коллектора, которое поведет к удорожанию строительства, затруднениям и удорожанию ремонта его при эксплоатации. В некоторых случаях при очень большом заглублении коллектора приходится полностью или частично отказываться от самосплавной канализационной системы и переходить на механическую или смешанную, при которых полностью или частично жидкость двигается вследствие применения механических агрегатов. Средний уклон неканализационного коллектора примерно равен 0,005, а для водостоков — 0,003.

3) Требования внутризаводского железнодорожного транспорта сводятся

НТБ УГЛТУ (ЦИТ)

к созданию площадок и уклонов, приемлемых для развития путевой сети в соответствии с их техническими условиями. Невыполнение этого требования поведет к дополнительным земляным работам по устройству путевой сети на площадке, что не только удорожает строительство, требуя подчас дорогих искусственных сооружений при пересечении путей не в уровне площадки, но и создает ряд неудобств при эксплоатации завода (плохая видимость и т. п.).

В некоторых же случаях игнорирование этого требования может повести и к полной невозможности выдержать предельно-допустимые уклоны на железнодорожных путях, и следовательно, всякий проект планировки обязательно должен быть полностью увязан с проектом железнодорожных и безрельсовых путей.

4) Последнее требование (устройство нормальных уклонов для своевременного отвода атмосферных осадков) оказывает различное влияние на планировку площадки в зависимости от принципов разрешения вопроса поверхностного водоотвода.

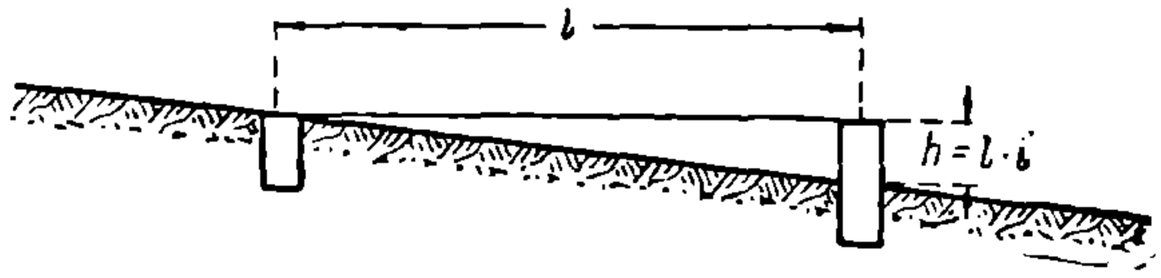


Рис. 407.

Для того чтобы вода не застаивалась и не заболачивала площадки завода, необходимо придавать поверхности земли уклон порядка $5—10^0/_{00}$.

Применение такого уклона на больших заводах приводит к ряду осложнений. В случае придания такого уклона в продольном направлении площадки мы будем иметь такой же уклон и на межцеховых железнодорожных путях, что по ТУ недопустимо. Кроме того, при наличии таких длинных цехов, какие мы имеем на современных металлургических заводах, порядка 500—600 *м* и более, разница в отметке с обеих сторон цеха дойдет до 3—4 *м*, что сделает невозможным устройство въездов в цех с обеих сторон, обнажит фундамент (рис. 407) и увеличит объем кладки фундаментов.

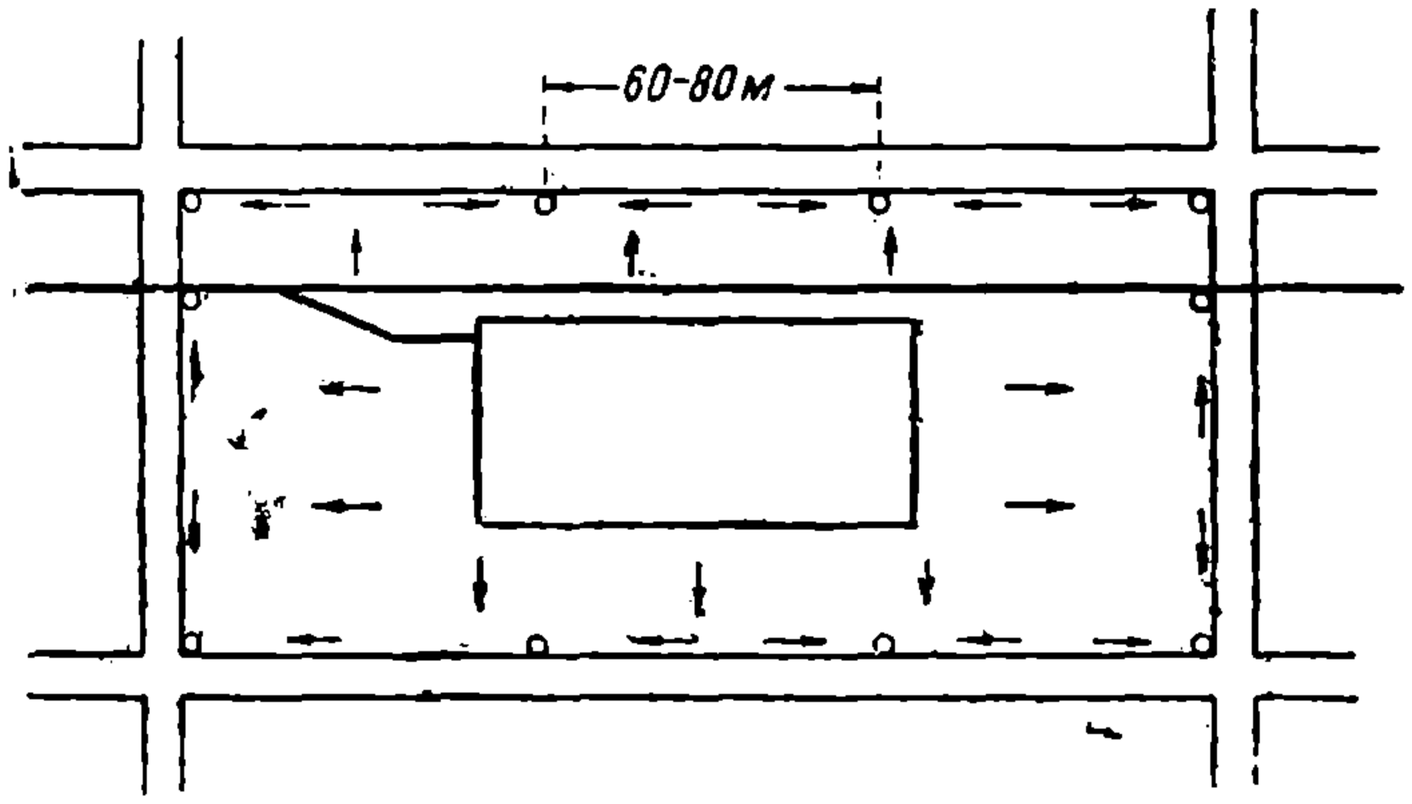


Рис. 408.

Уклон в поперечном направлении заставит устраивать пропуск воды через всю сеть рельсовых и безрельсовых дорог, что, как с точки зрения технической, так и экономической, крайне нежелательно.

По изложенным соображениям одним из лучших решений водоотвода является то, при котором общая планировка площадки делается горизонтальной, а водоотвод осуществляется дополнительно приданием на отдельных участках $5—10^0/_{00}$ уклона от цехов к кюветам ближайших безрельсовых дорог. Кюветы имеют также уклоны того же порядка и отводят воду в ливневые колодцы, расположенные на 60—80 *м* друг от друга (рис. 408).

Пропуск воды через железную дорогу, в этом случае при устройстве верхнего строения выше уровня площадки (рис. 405), осуществляется путем устройства междушпальных лотков.

Таким образом вся система водоотвода не влияет на общую горизонтальную планировку площадки и идет за счет дальнейшей отделки ее (так называемая „микропланировка"), не участвуя в общем балансе земляных масс.

При учете всех указанных выше требований основная планировка площадки может быть осуществлена приданием ей: а) горизонтального уровня при одной

НВ УДУНТ (ДИТ)

общей отметке; б) ряда горизонтальных площадок (террасное расположение) и в) одного общего уклона.

Кроме того планировка может быть разрешена комбинированным способом путем комбинации горизонтальных площадок и площадок с уклонами.

Для крупных заводов обычно имеет место планировка горизонтальными площадками в нескольких уровнях (террасная) или комбинированная.

На небольших заводах имеют место планировки с приданием площадке одного или нескольких общих уклонов.

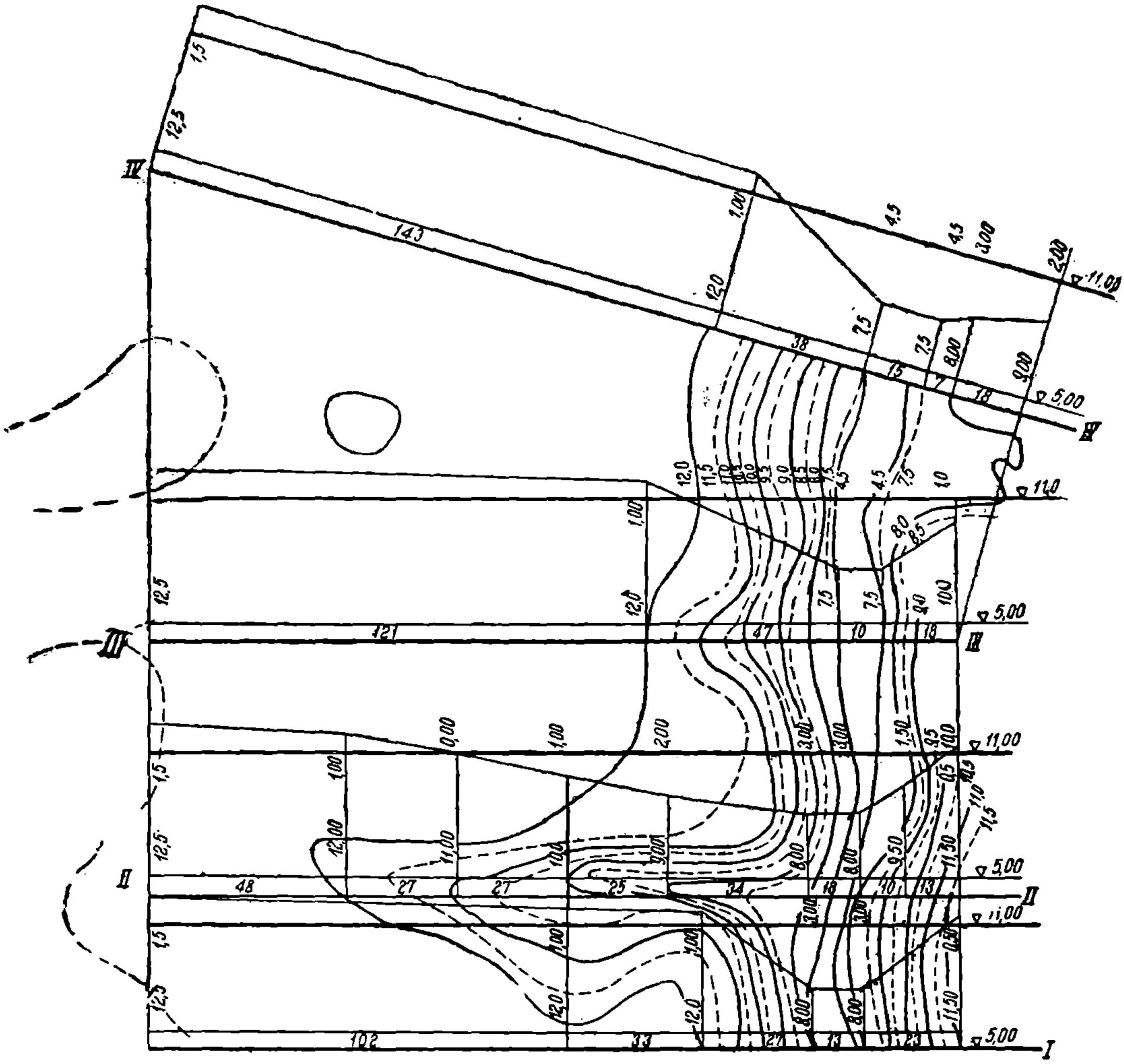


Рис. 409.

Таким образом перед техническим осуществлением проекта вертикальной планировки следует, на основе учета всех указанных выше соображений, наметить основной принцип планировки.

Дальнейшее решение этой задачи состоит из нахождения наивыгоднейших, в отношении количества и перемещения земляных масс, отметок планировки.

Эта задача решается по планам в горизонталях путем построения поперечных профилей, нанесения на них проектных линий уровня планировки и подсчета объема земляных работ.

Возможны и другие способы подсчета (по продольным профилям, по тре-

НБ УДУНТ (ДИТ)

угольникам и т. д.), но помимо того что обычно они дают сравнительно меньшую точность, они дают меньшую наглядность и делают более затруднительным подбор оптимальной отметки планировки.

Расстояние между поперечными профилями может быть различно в зависимости от характера рельефа, масштаба плана и точности подсчетов.

По данным инж. Н. И. Банникова (Метод вертикального проектирования стройплощадок, 1933 г.) при разбивке профиля через 100 *м* ошибка в подсчетах может доходить до 1000 $м^3$ на 1 *га*, и он рекомендует делать разбивку поперечных профилей не реже, чем через 50 *м*.

При однородном направлении горизонталей обычно разбивка профилей делается и на больших расстояниях (200—300 *м*), а на участках, где горизонтали меняют свое направление, приходится делать их значительно чаще.

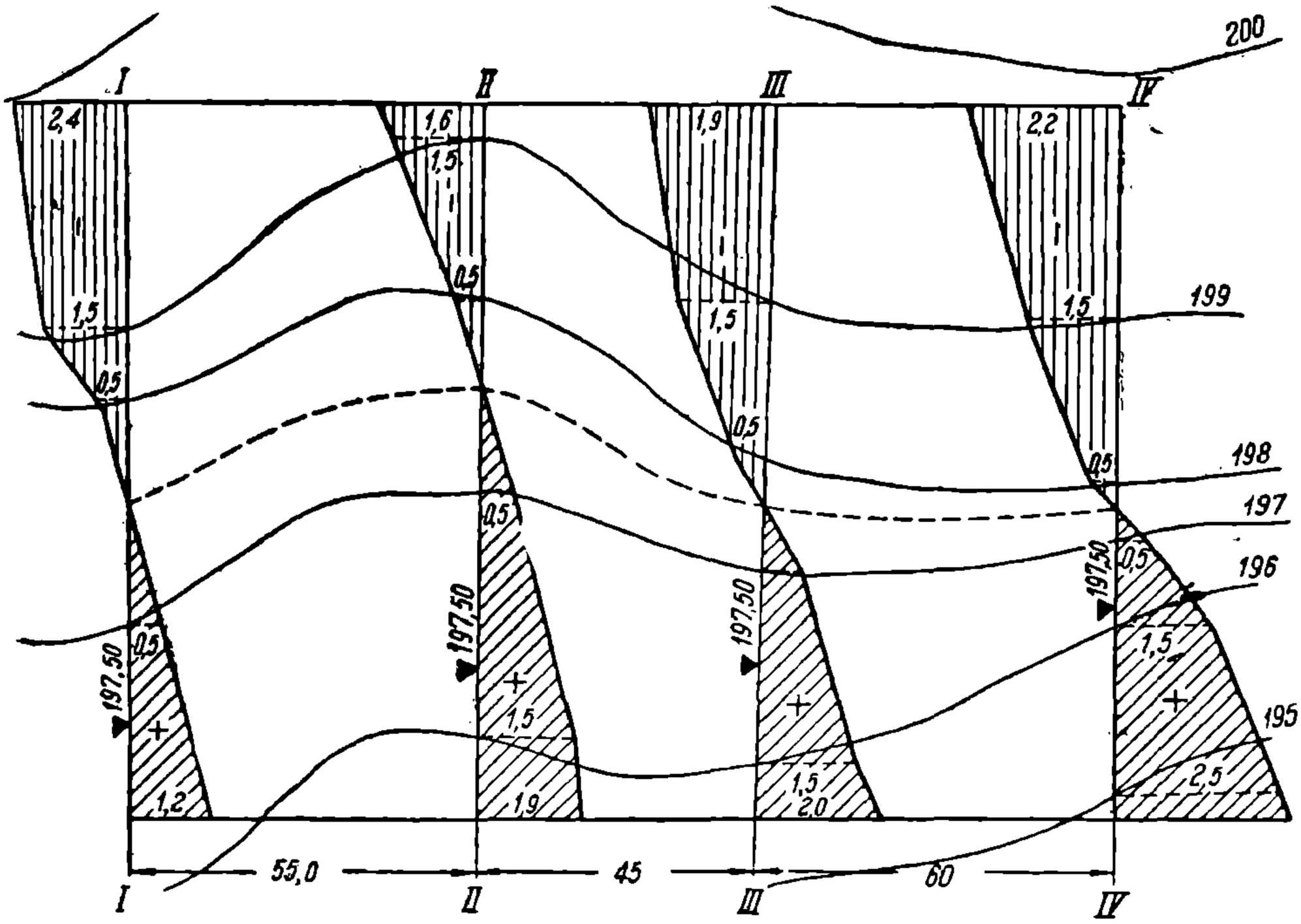


Рис. 410.

Поперечные профили следует разбивать по возможности перпендикулярно к основному направлению горизонталей.

Для наглядности рекомендуется вычерчивать поперечные профили на плане в горизонталях, принимая ось поперечного профиля (*I—I*, *II—II* и т. д.) за нижнее основание его и строя профиль, как это указано на рис. 409, или принимая эту ось за уровень планировки (рис. 410).

Вертикальный масштаб берется искаженный, в 2—5 раз больший, чем горизонтальный.

При вычерчивании поперечных профилей отдельно масштаб их можно рекомендовать делать: горизонтальный — тот же, что и на плане, а вертикальный — в 2—5 раз больше.

Сам подсчет земляных работ по профилям вполне элементарен и не требует пояснений. Следует, может быть, только напомнить, что в случае, когда площадь насыпи или выемки по одному из профилей равна ω, а по другому — нулю, объем земляных работ должен быть подсчитан не по полусумме площадей, умноженных на длину $\left(\frac{\omega + 0}{2} \cdot l\right)$, как принято это для подсчета объемов земли

НБ УДУНТ (ДИТ)

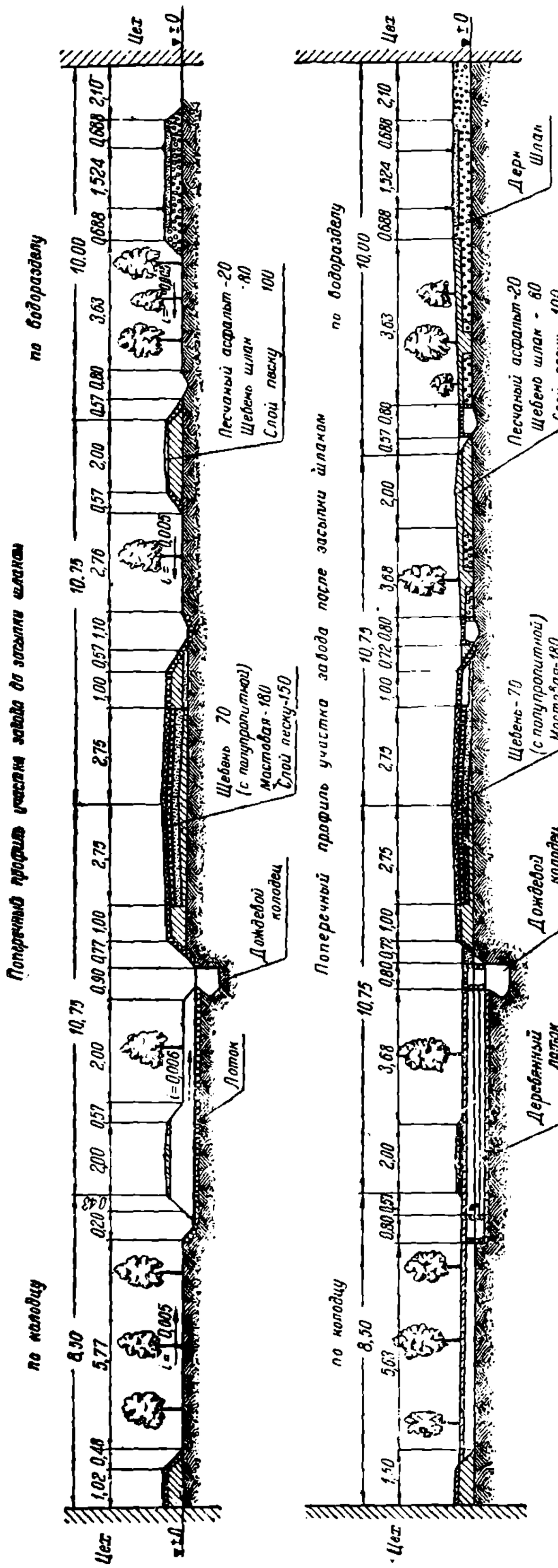


Рис. 411.

(при этом допускается некоторая неточность подсчетов), а по формуле клина или пирамиды.

Отсюда, как следствие: в местах перехода из выемки в насыпь или обратно необходимо давать дополнительные поперечные профили.

В связи с системой водоотвода ливневых вод имеет место и решение об устройстве верхнего строения на спланированной площадке.

В случае совмещения нижней постели балластного слоя с уровнем планировки мы имеем высоту головки рельса примерно на 40—45 *см* выше площадки, что большей частью отвечает уровню пола цехов. Однако такое устройство делает площадку изрезанной возвышающимися над нею железнодорожными путями.

В случае же заглубления верхнего строения балластный слой будет находиться в корыте и служить местом для стока ливневых вод. При этом необходимо устройство хорошей дренажной системы, гарантирующей подземный отвод воды от путей, иначе в случае любого засорения дренажной системы все пути будут заболачиваться. Кроме того устройство полов цехов в уровне площадки значительно ухудшает вопрос водоотвода от цехов.

Не касаясь разобранного в I томе настоящего курса вопроса устройства верхнего строения, следует лишь в заключение отметить, что одно из лучших решений планировки получается при незаглубленном типе верхнего строе-

НТБ МИИТ (ДИТ)

ния, если впоследствии имеется возможность засыпать всю площадку между путями водопроницаемым материалом (шлак, гравий). Пример такого решения дается на рис. 411 по типу, предложенному Гипромезом.

§ 17. Координирование железнодорожных путей и генерального плана.

В отличие от магистральных железных дорог, где проектирование и закрепление линий в пространстве и разбивка производятся путем постепенного определения длин и углов поворота, внутризаводские железные дороги необходимо координировать так, чтобы каждая точка дороги могла быть разбита самостоятельно, в точном соответствии с проектом.

Требование это вызывается большой стесненностью на площадке завода и необходимостью точно пространственно увязать весь комплекс сооружений завода, начиная от цехов и кончая надземными и подземными сетями и сооружениями.

Достигается это требование закреплением на месте и на генеральном плане опорных базисных осей и определением координат всех необходимых для разбивок точек относительно этих осей.

Такое координирование дает возможность производить разбивку по отдельным участкам внутризаводской железнодорожной сети самостоятельно, и при этом избегается накопление ошибок, неизбежное при постепенной разбивке от одной исходной точки.

При окончательных рабочих чертежах подлежат координированию все вершины углов рельсовых и безрельсовых путей, все центры стрелочных переводов, точки пересечения дорог, искусственные сооружения, все цеха, здания и склады.

Цеха и прочие здания могут координироваться двумя или тремя точками по одной из длинных сторон. Однако для удобства разбивки и проверки правильности дальнейшей разбивки здания по его рабочему чертежу следует закоординировать все точки перелома осей внешних стен или внешних рядов колонн.

При проектировании железных дорог следует всегда проверять расстояние их от наружных стен, принимая во внимание толщину стен (так как координаты часто даются для точек пересечения осей стен) и наличие контрфорсов и других выступающих частей, чтобы соблюсти габарит приближения строений к оси пути.

Кроме указанных выше сооружений, необходимо координировать и основные угловые точки всех надземных и подземных сетей и других сооружений, требующих увязки с остальными сооружениями.

Координирование генерального плана ведется в обычной системе прямоугольных координат в отношении условно выбранных двух взаимно перпендикулярных осей. Оси координат могут и не совпадать с разбитыми на местности базисными осями, но последние должны быть аналитически привязаны к выбранной системе координат. Естественно, что и весь план в горизонталях должен быть точно ориентирован в отношении базисных и координатных осей.

Во всех случаях считается необходимым ориентировать весь генеральный план и в отношении государственной системы координат (система Гаусса—Крюгера), для чего разбитые на местности базисы необходимо связать полевым инструментальным ходом с одной или двумя триангуляционными или полигонометрическими точками.

Очень часто первая разбивка базисных осей и основной системы координат увязывается в направлении общегосударственной системы координат, т. е. принимается географическая система, при которой за ось X принимается направление меридиана, а за ось Y — экватора.

При дальнейшей проектировке выгоднее перейти от географической сети координат к рабочей системе координат, параллельной основному расположению большинства цехов и зданий завода.

Такая сетка значительно облегчает вычисление координат, а перенесение этой системы на площадку в виде новых базисных осей упрощает производство всех разбивок.

НБ УДУНТ (ДПТ)

Таким образом вся работа по координированию сводится к следующим полевым и камеральным работам:

1) производится разбивка базисов на площадке;

2) привязываются разбитые базисы к государственной опорной сети;

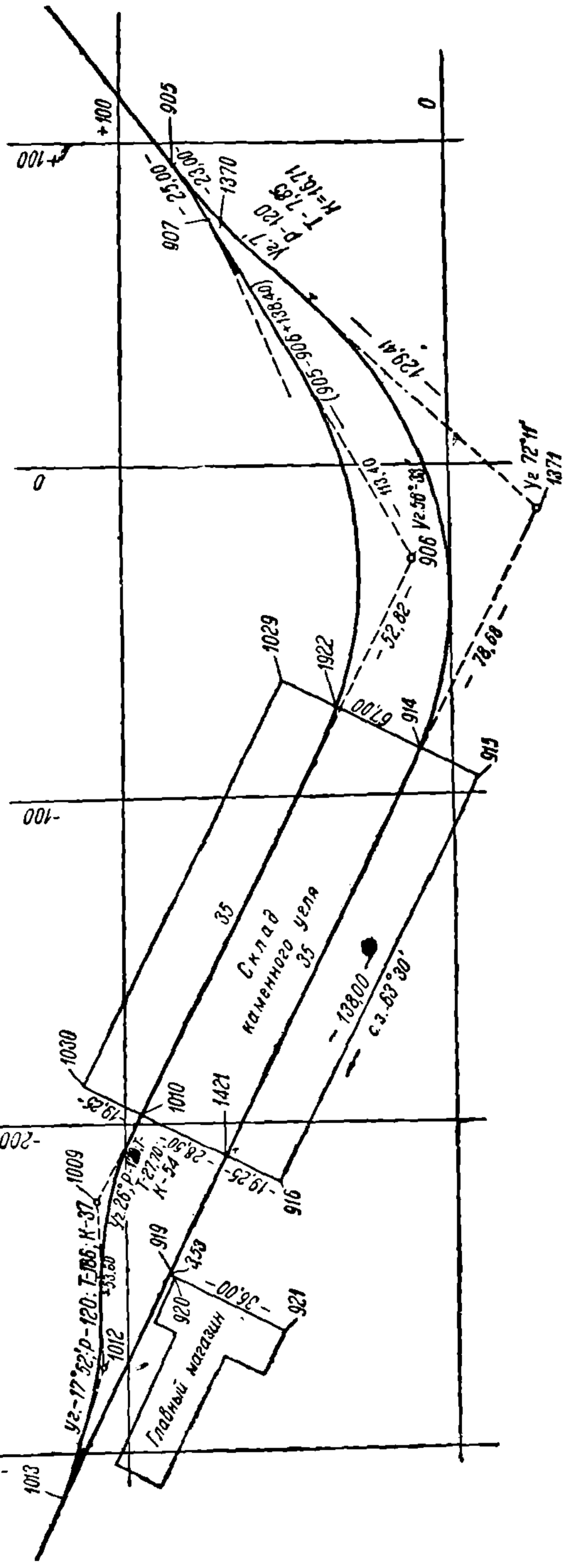


Рис. 412.

3) привязываются все существующие здания и сооружения, особенно существующие дороги, станции и т. д., к разбитым базисам;

4) увязывается имеющийся или снимаемый план в горизонталях в отношении базисных осей;

5) на плане в горизонталях выбирается направление координатных осей и производится разбивка координатной сетки;

6) проектируется генеральный план;

7) устанавливается и наносится на генеральном плане рабочая сетка координат;

8) увязывается и координируется рабочая сетка координат с базисными осями и с основной первоначальной сетью координат;

9) координируются все точки генерального плана, необходимые для разбивки сооружений на месте;

10) разбиваются на месте рабочие базисные оси;

11) производится разбивка на месте сооружений.

Как было уже отмечено, пп. 7, 8, 10 могут и отсутствовать. С другой стороны, на очень больших заводах отдельные участки завода могут иметь разные рабочие сетки, конечно увязанные с основной сетью координат.

На основе изложенного можно сделать несколько дополнительных замечаний.

Для координирования необходимо иметь план в горизонталях, увязанный с системой опорных точек, и проект генерального плана, предварительно закоординировать в своих условных координатах все сложные железнодорожные узлы, станции, стрелочные улицы, проверить габаритные расстояния и пр.

Координирование следует вести замкнутыми ходами для получения увязки и гарантии от ошибок.

ГБВУЗ УДУЕТ (ДИТ)

Координатная сетка разбивается на плане через 10 *см* независимо от масштаба генерального плана. Нумерация координатных осей выписывается со всех сторон генерального плана.

Разбивка сетки должна производиться очень тщательно с применением линейки Дробышева или другими достаточно точными способами.

Все аналитически закоординированные точки должны проверяться сейчас же графически на генеральном плане.

Само аналитическое координирование ведется элементарно при помощи таблиц Гаусса или таблиц натуральных тригонометрических величин с 5 или 6 знаками.

Исходной точкой координирования может быть как опорная точка государственной сети, так и любая произвольная точка генерального плана, координаты которой могут быть получены просто графически.

Базисные оси закрепляются на месте рядом столбов или другими знаками, сохранность которых может быть гарантирована.

Можно рекомендовать разбивку двух-трех параллельных базисных осей с закреплением их через 100—200 *м*. Вместо базисных осей может быть разбит вокруг площадки полигонометрически замкнутый ход с закреплением его на углах.

Однако последний способ для очень больших площадок нежелателен, так как потребует дополнительно разбивки базисных осей или опорных точек.

Желательно расположение базисов в местах, не занятых цехами и другими сооружениями, чтобы сохранить их на все время строительства.

Координаты на генеральном плане, во избежание его затемнения, выписывать не следует, ограничиваясь условной нумерацией всех закоординированных точек (рис. 412).

§ 18. Состав проекта.

В начале настоящего отдела было уже указано, что в виду сложности проектирования всего заводского комплекса установлено три стадии проектирования капитального строительства, а именно: проектное задание, технический проект и рабочие чертежи.

В отношении внутризаводского железнодорожного транспорта и генерального плана в целом все указанные выше стадии проектирования остаются в силе.

В соответствии со стадией проектирования меняются и требованиия к составлению генерального плана и проекта железнодорожной сети.

Проектное задание ограничивается генеральным планом в масштабе 1:2000—1:5000, цель которого установить принципиальную схему расстановки цехов на площадке и место примыкания железнодорожной сети к магистральным железным дорогам, наметить трассу подъездных путей, дать схему внутризаводской железнодорожной и безрельсовой сети путей, определить основные отметки площадки и дать ориентировочную строительную и эксплоатационную стоимости по основным видам работ, связанным с железнодорожным транспортом.

В данной стадии отдельно проект железнодорожных путей выделить нельзя, так как только в этой стадии решаются все вопросы выбора вида транспорта, оправдывается применение каждого из них, а вместе с этим связываются вопросы складского хозяйства и решается как вопрос размещения всех сооружений на площадке, так и вопросы вертикальной планировки.

В виду того, что в этой стадии проектирования еще не имеется проектов цехов и зданий, они наносятся по их ориентировочным габаритам, и соответственно этому вся схема путей носит еще характер ориентировочный и проектируется лишь с графической точностью, аналитически не координируя ни всего генерального плана, ни отдельных узлов, соединений, станций и пр.

Сетка координат обычно в этой стадии наносится только географическая, а в случае нанесения рабочей сетки должно быть указано на плане направление стран света.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Уже в этой стадии необходимо нанести на план и „розу ветров", построенную по постоянству продолжительности направления ветра, а не по силе ветра.

Все железнодорожные пути должны быть пронумерованы. Желательна нумерация и всех стрелочных переводов.

Для определения стоимости перевозок по выбранным видам транспорта необходимо в этой же стадии проектирования выбрать и обосновать род тяги, подвижного состава, погрузочно-разгрузочных устройств, и дать соображения по организации перевозок.

Проектное задание в указанном объеме выполняется на основе:

1) планового задания;

2) плана района местности в масштабе 1 : 10 000—1 : 25 000;

3) плана в горизонталях в масштабе 1 : 2000 и в крайнем случае — 1 : 5000;

4) технико-экономического обследования на месте (желательно непосредственно исполнителем-проектировщиком);

5) проектного задания в технологической части, состоящего из:

а) титульного списка всех цехов и подсобных предприятий;

б) грузооборота основных и вспомогательных цехов с указанием мест, откуда прибывает сырье на завод и куда направляется продукция;

в) краткого описания технологических процессов всех цехов;

г) габаритов (ориентировочных) всех зданий и сооружений с описанием внутрицехового транспорта;

д) схематического генерального плана, построенного в зависимости от технологических процессов производства.

Касаясь состава проекта, следует оговориться, что, несомненно, каждая транспортная задача настолько индивидуальна, что дать исчерпывающие положения о составе проекта транспорта для всех предприятий, начиная с малых заводов с одним-двумя цехами и кончая грандиозными комбинатами, нельзя, а потому в каждом частном случае приходится сокращать, добавлять и видоизменять нижеуказанный состав проектного задания, рассчитанный примерно на большое предприятие.

Если в техническом проекте основным материалом должны служить чертежи и таблицы (результативный цифровой материал), требующие лишь пояснения в записке, то основным материалом проектного задания является пояснительная записка, иллюстрируемая чертежами и схемами. Следует особенно рекомендовать большинство графических иллюстраций вклеивать в текст пояснительной записки, создавая таким образом удобное оформление разрешения транспортной проблемы, легко усваиваемой не только тем лицом, которое проектировало, но и всяким технически грамотным человеком.

Целеустановка проектного задания и, следовательно, пояснительной записки — доказать правильность принятых принципиальных положений, а следовательно, в пояснительной записке нельзя ограничиваться только описанием принятой схемы, вида, типа и прочих транспортных устройств и генерального плана, а следует логически и технико-экономически обосновать их путем сравнения всех возможных в данном случае вариантов, доказывая, что принятый вариант является оптимальным.

Пояснительная записка должна быть единой, имея лишь отдельные части и главы, освещающие всесторонне вопросы внешнего транспорта, а также и все виды межцехового транспорта и все вопросы, связанные так или иначе с транспортом.

Все расчеты и соображения в проектном задании должны основываться лишь на укрупненных измерителях, но с достаточной точностью, чтобы не впасть в значительные принципиальные ошибки, могущие повлиять на выбор площадки завода, мест примыкания и схемы генерального плана.

Всякое уточнение в этой стадии проектирования только вредно, так как при уточнении технологической части встречаются большие изменения и в составе завода и в габаритах и в грузообороте, а следовательно, точные методы проектирования генерального плана в части путевой сети и подсчетов по эксплоатации

НБ УГЛУНТ (ДИТ)

и организации движения приведут лишь к излишней потере времени и напрасной работе.

Задача проектировщика заключается в том, чтобы найти необходимую и достаточную точность для каждого вопроса в каждой стадии проектирования.

В этой стадии вопросы проектирования подъездного пути и внутризаводских путей настолько тесно связаны, что составляют обычно единый проект, которому предпосылается общая часть, содержащая в себе:

1) краткое изложение задания;

2) географическое, топографическое, геологическое и прочее описание района площадки;

3) описание существующего транспорта в районе площадки, с соображениями о возможных местах примыкания и пропускной их способности;

4) состав завода;

5) грузооборот (в записке дается общая сводка, подробно — в приложениях);

6) данные о других предприятиях района, которые могут быть заинтересованы в проектируемом подъездном пути.

Проектное задание по внутризаводскому транспорту и генеральному плану в целом, составляя, как было уже отмечено, единый проект, состоит из ряда отдельных частей, освещающих все вопросы, связанные с генеральным планом. Схема такого проектного задания может быть предложена в следующем виде.

А) Вводная часть.

а) Грузооборот и направление грузопотоков (подробно в приложениях).

б) Краткое описание технологических процессов цехов внутрицехового транспорта и особых требований, предъявляемых технологическими процессами к транспорту.

в) Распределение грузопотоков по видам транспорта и обоснование выбора их.

г) Объяснение расстановки цехов на генеральном плане.

д) Описание основной схемы транспортного обслуживания.

Б) Связь с внешним транспортом.

а) Выбор и обоснование места „стыка“ подъездных путей и межцехового транспорта (сортировочная станция).

б) Роль и значение сортировочной станции.

в) Работа сортировочной станции.

г) Обоснование и выбор вариантов схемы сортировочной станции.

д) Приближенный расчет числа путей.

В) Внутризаводская железнодорожная сеть нормальной колеи.

а) Роль и значение железнодорожного транспорта нормальной колеи в общей системе межцехового транспорта данного предприятия.

б) Грузооборот, падающий на железнодорожную сеть нормальной колеи (подробно в приложениях).

в) Технические условия проектирования и обоснование выбора их.

г) Разбор возможных вариантов схемы расположения путевой сети в плане и назначение постов.

д) Роль и работа постов и ориентировочный расчет числа путей.

е) Тяговые расчеты и выбор типа двигателя и подвижного состава.

ж) Связь межцехового транспорта с внутрицеховым; погрузочно-разгрузочные работы.

з) Соображения по организации движения и подсчет требуемого подвижного состава (подробно в приложениях).

и) Депо, мастерские, тракционные пути и экипировочные установки (краткий расчет к эскизному проекту).

НБ УДУНТ (ДИТ)

к) Соображения по эксплоатационным расходам (транспорт и погрузочно-разгрузочные работы).

л) Приближенный вывод себестоимости перевозок.

Г) Железные дороги узкой колеи.

По аналогичной программе части „В".

Д) Безрельсовый транспорт.

Аналогично программе по железнодорожному транспорту с соответствующими коррективами (например, гараж вместо депо и т. п.).

Е) Складское хозяйство.

а) Описание объектов складского хозяйства, подлежащих освещению общетранспортным проектным заданием.

б) Выбор места и расчет площадей складов.

в) Выбор погрузочно-разгрузочных устройств на складах.

г) Обслуживание складского хозяйства межцеховым транспортом.

д) Технико-экономические показатели работы складского хозяйства.

Ж) Механический транспорт.

а) Роль и значение механического транспорта в системе транспорта, обслуживающего данное предприятие.

б) Описание работы конечных пунктов и схемы цехов, обслуживаемых механическим транспортом.

в) Выбор вида механического транспорта для соответствующих грузопотоков.

г) Режим работы и ориентировочные расчеты работы механического транспорта.

д) Технико-экономические показатели механического транспорта.

З) Вертикальная планировка площадки.

а) Принципиальные установки.

б) Выбор отметки площадок.

в) Ориентировочный подсчет количества земляных работ.

г) Ориентировочное определение средней дальности возки.

д) Ориентировочное определение стоимости земляных работ.

е) Соображения о поверхностном водоотводе.

И) Искусственные сооружения.

а) Выбор схем искусственных сооружений.

б) Ориентировочное определение величин отверстий искусственных сооружений.

в) Ориентировочное определение количества работ.

г) Ориентировочный подсчет стоимости искусственных сооружений.

К) Гражданские сооружения.

а) Определение объема охвата вопроса о гражданских сооружениях, обслуживающих транспорт в данном предприятии.

б) Определение необходимых площадей служебных и жилых площадей для работников транспорта (с погрузочно-разгрузочным штатом).

в) Выбор схемы служебных зданий.

г) Ориентировочное определение стоимости служебных зданий.

Л) СЦБ.

а) Принципиальные установки по выбору системы СЦБ на данном предприятии.

НБ УДУНТ (ДИТ)

б) Ориентировочное описание выбранного варианта.
в) Приближенное определение стоимости СЦБ.

М) Заключение.

а) Вывод основных показателей работы транспорта по всему проекту в целом.

б) Общее заключение о перечне вопросов, подлежащих особому принципиальному пересмотру и уточнению в техническом проекте.

в) Перечень полученных согласований по принципиальным установкам данного проекта от посторонних ведомств и учреждений и выявление необходимых согласований для технического проекта.

г) Соображения по общей организации работ строительства в целом с ориентировочным календарным планом.

Приложения к пояснительной записке:

а) генеральный план в масштабе 1:2000 с нанесением на нем всех производственных и складских площадей, с указанием пределов их расширения, с нанесением (с графической точностью) всех транспортных путей и наметкой расположения подъемно-транспортных механизмов;

б) косые таблицы межцехового грузооборота;

в) диаграммы грузопотоков;

г) схемы заводских сортировочных станций;

д) схемы транспортных устройств на отдельных участках предприятия, как-то: на складах, в цехах, на разгрузочных площадках;

е) схемы депо и мастерских;

ж) схема гаража;

з) схемы особых типов подвижного состава;

и) схемы устройства верхнего строения на заводской площадке;

к) поперечные профили по заводской площадке;

л) схематический план и типовые разрезы водоотводных устройств (поверхностных);

м) схемы нетиповых искусственных сооружений;

н) схемы нетиповых гражданских сооружений;

о) схематические чертежи по СЦБ;

п) ориентировочная строительная смета (финансово-сметные соображения) на все транспортные сооружения и устройства;

р) эксплоатационная смета по транспортному хозяйству.

По выполнении эскизного проекта надо иметь в виду необходимость полной увязки транспортной сети со всеми подземными и надземными сетями (водопровод, канализация и пр.); эта работа возлагается обычно также на транспортника.

Приступая к выполнению технического проекта, следует иметь в виду, что в части генерального плана в целом — это последняя стадия проектирования, так как в рабочем проекте даются только планы отдельных участков, узлов, станций и т. д.

В результате проработки генерального плана в этой стадии мы должны получить окончательно разработанный генеральный план предприятия с аналитически закоординированным расположением всех зданий и путей и с точной привязкой к путям сообщения общего пользования, причем весь проект должен иметь в окончательной форме согласование и утверждение всех заинтересованных организаций.

Технический проект должен на основе проектного задания уточнить все намеченные основные варианты, и лишь в случае принципиальных изменений, происшедших в технологическом задании, следует пересмотреть принципиальные установки, данные в проектном задании.

При значительных изменениях, носящих принципиальный характер, следует воздержаться от проработки технического проекта, а ввести в проектное задание

НБ УДУМТ (ЦИТ)

все необходимые изменения, после чего приступить к техническому проектированию.

В задачу технического проекта входит:

а) введение всех исправлений по замечаниям, полученным при утверждении проектного задания, и всех уточнений, зависящих от окончательно установленных технологических процессов и проектов цехов и сооружений;

б) проверка расчетами всех ориентировочных предположений и наметок проектного задания;

в) окончательный выбор типов и видов транспортных устройств на всех участках предприятия;

г) определение наиболее рационального способа организации движения и режима работы транспорта и подъемно-транспортных устройств;

д) аналитическое закрепление расположения всех зданий и транспортных путей;

е) полная увязка всех транспортных и технологических процессов;

ж) полная увязка транспортных сетей со всеми видами сетей на площадке;

з) окончательный выбор отметок площадки;

и) окончательный выбор методов и способов поверхностного водоотвода;

к) уточнение строительной стоимости транспортных устройств и определение эксплоатационных расходов по всем видам транспорта.

За исключением генерального плана и общей увязки всех транспортных устройств технический проект обычно распадается не только на отдельные части, но и на отдельные проекты:

1) подъездных путей;
2) межцехового железнодорожного транспорта;
3) межцехового безрельсового транспорта;
4) механического межцехового транспорта с проектом подъемно-транспортных сооружений (складское хозяйство и пр.);
5) специальных дорог (канатных, однорельсовых и пр.);
6) планировки и водоотвода;
7) депо, мастерских, гаража;
8) СЦБ;
9) искусственных сооружений;
10) гражданских сооружений;
11) организации работ.

Но так как превалирующей частью, влияющей на генеральный план, является проект железных дорог и безрельсового транспорта, то технический проект генерального плана связывается непосредственно с этой частью.

Таким образом, в понятие технического проекта по промышленному транспорту можно выделить составление генерального плана на основе подробно разработанных проектов по внешнему и внутреннему железнодорожному и безрельсовому транспорту, с уточнением проектных заданий по всем остальным частям проекта, так как техническое проектирование всех остальных частей должно являться предметом специалистов в определенных областях, оставляя за составителем генерального плана, рельсового и безрельсового транспорта все вопросы выдачи заданий и увязки всех частей между собой.

Материалом для составления такого технического проекта должны служить:

а) проектное задание по промышленному транспорту;

б) отзывы экспертов и организаций, согласовывающих и утверждающих как отдельные части проекта, так и весь проект в целом;

в) уточненный грузооборот;

г) планы и разрезы всех цехов и складов с точным указанием внутрицехового транспорта и размещения основных агрегатов;

д) краткое описание технологических процессов;

е) подробная съемка площадки завода в масштабе не менее 1/1000 и горизонталями не реже, чем через 1 *м*;

НБ УДУНТ (ДИТ)

ж) данные по обследованию площадки: геологические, гидрологические, метеорологические и бытовые;

з) данные о местных стройматериалах, рабочей силе и пр.;

и) эскизные проекты водопроводов, канализации и основные данные по тепло-, энерго-, паро- и газохозяйству.

Как выше было указано, основным документом, который должен явиться в результате проработки данного проекта, должен быть генеральный план завода.

В виду большой детализации и нанесения на самом плане многих данных, масштаб генерального плана желательно принимать в 1/1000 и в крайнем случае в 1/2000. Но так как планы при таком масштабе для больших комбинатов трудно охватывать в целом, то, кроме плана данного масштаба, рекомендуется прилагать и генеральный план в масштабе 1/5000.

К генеральному плану в стадии технического проекта должны предъявляться следующие требования:

а) на плане должны быть нанесены все здания и сооружения в точных их габаритах по наружным стенам, все железнодорожные (в осях) и безрельсовые пути и главнейшие магистрали подземных и надземных сетей;

б) во всех зданиях и планах должно быть показано внутрицеховое оборудование, связанное с вопросами транспорта, как то: крановое оборудование, рельсовые пути и т. п. и места главнейших агрегатов цехов;

в) на всех путях железнодорожных и безрельсовых должна быть дана нумерация переводов, на безрельсовых — обозначение углов (номерами или буквами);

г) на всех путях должен быть разбит и показан пикетаж;

д) на всех путях должны быть поставлены уклонные знаки;

е) на плане должны быть надписаны отметки вертикальной планировки и показаны все бровки откосов;

ж) на кривых железнодорожных и безрельсовых путей должны быть выписаны элементы кривых;

з) все закоординированные точки должны быть перенумерованы (для отличия от других нумераций координатная дается в кружке или треугольнике).

Состав технического проекта в общем аналогичен соответствующим главам проектного задания с перенесением внимания с разрешения принципиальных вопросов на детальную разработку выбранного в проектном задании варианта.

Рабочие чертежи внутризаводских железных дорог состоят из ряда отдельно детально разработанных проектов или отдельных участков, или узлов, станций и т. п.

В этой стадии разрабатываются особые конструкции, если таковые предположено применять, даются все данные для детальной разбивки и т. д.

Особое внимание в этой стадии обращается на точную взаимную увязку всех подземных, наземных и надземных сетей и сооружений.

Непосредственно с рабочим проектированием транспорта связывается и рабочий проект планировки площадки и ее благоустройства с детализацией проекта поверхностного водоотвода.

В заключение следует обратить особое внимание на то, что при проектировании вопросов внутризаводского транспорта необходимо во всех стадиях проектирования освещать и разрабатывать вопрос пассажирского движения (доставка рабочих от соцгорода, поселков и т. п. непосредственно к месту их работы). Большей частью этот вопрос разрабатывается в части безрельсового транспорта, но в свою очередь и проект в части железнодорожного транспорта никоим образом не может игнорировать данный вопрос.

Для возможности суждения о результатах проектирования в каждом отдельном случае столь сложного комплекса, каким является промышленный транспорт, а также и для возможности предварительных соображений о площадке, необходимой под проектируемое предприятие, и тех капиталовложений, которые могут

НБ ДИИТ (ДИТ)

быть связаны с планировкой площадки и транспортным ее оборудованием, каждый проект должен выявить ряд основных показателей, как абсолютных, так и относительных.

Абсолютными показателями явятся:

1) общая площадь, занимаемая предприятием, в гектарах;
2) планируемая площадь в гектарах;
3) количество земляных работ (в рабочих и профильных кубометрах);
4) площадь застройки (здания, склады);
5) длина железнодорожных путей в километрах и количество стрелок, отдельно для подъездных путей, сортировочной станции и межцеховых путей;
6) длина безрельсовых путей в километрах;
7) количество двигателей и подвижного состава по разным видам транспорта;
8) количество тонн, вагонов, поездов прибытия и отправления с внешней сети (в средние и максимальные сутки);
9) количество тонн и число перерабатываемых вагонов на межцеховых перевозках в сутки (под переработанным вагоном подразумевается вагон, прошедший три операции: погрузку, передвижение и разгрузку);
10) количество тонно-километров для грузов, прибывающих и отправляющихся на внешнюю сеть;
11) то же для межцеховых перевозок;
12) строительная стоимость планировки площадки;
13) то же железнодорожного транспорта;
14) то же безрельсового транспорта;
15) то же механического транспорта;
16) ежегодные эксплоатационные расходы по всем видам транспорта (отдельно);
17) производительность завода (количество тонн выпускаемой и вывозимой продукции).

Относительными показателями будут:

1) коэфициент застройки зданиями (отношение застроенной площади к планируемой площади);
2) коэфициент общего заполнения площадки (отношение площади застройки и площадей под железнодорожными, безрельсовыми и другими путями, находящимися на планируемой площади, к площади всего планируемого участка);
3) насыщенность путями (длина железных дорог и безрельсовых путей на 1 $м^2$ планируемой площади);
4) отношение квадратуры планируемой площадки и кубатуры земляных работ на тонну выпускаемой продукции; иногда бывает показательным это отношение не только на тонну продукции, но и на тонну основного полуфабриката (например 1 *т* чугуна на металлургических заводах);
5) количество стрелок на 1 *км* железнодорожной линии;
6) количество локомотивов и вагонов для железнодорожного транспорта и машин для автотранспорта, падающих на 1 *км* линии, на 1 *т* перевозимого груза, на 1 *т-км* внутриплощадочных и внеплощадочных перевозок;
7) количество и стоимость обслуживающего транспортного штата по отделу пути на 1 *км* пути и по службе эксплоатации и тяги на 1 паровоз;
8) общее число транспортного штата и стоимость его содержания на 1 *т* перевозимых грузов;
9) количество переработанных вагонов на 1 паровоз (маневровый измеритель);
10) количество тонн груза на 1 локомотив в год;
11) количество тонн груза на 1 *км* в год;
12) количество тонн груза на 1 вагон в год;
13) количество локомотивов на 1 *км*;
14) стоимость перевозки 1 *т* груза.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Указанными показателями еще не исчерпываются все характеризующие данный проект моменты, и можно было бы предложить еще ряд дополнительных показателей, но в данное время при их полном отсутствии достаточно было бы ограничиться указанными, выявляя их по отдельным отраслям промышленности из существующих проектных материалов и опыта тех промышленных предприятий, на которых постановка и оборудование транспортного дела находятся на уровне хотя бы минимальных требований, предъявляемых к промышленному транспорту.

Сравнение всякого нового проекта в определенной отрасли промышленности с основными показателями дало бы возможность судить о качестве данного проекта и тем повысило бы общий уровень проектирования промышленного транспорта.

НБ УДУНТ (ДИТ)

ОТДЕЛ IV

ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ ПЕРЕВОЗОК НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ

Проф. А. Н. О'Рурк

ВВЕДЕНИЕ.

Как известно, за 1935—1936 гг. магистральный железнодорожный транспорт СССР под руководством соратника тов. Сталина наркома путей сообщения Л. М. Кагановича и под влиянием развития стахановско-кривоносовского движения достиг огромных успехов. В 1938 г., со вторичным приходом Л. М. Кагановича в НКПС, начался новый большой подъем на железных дорогах нашей великой родины. Растет цифра ежесуточной погрузки, ширится движение „тяжеловесников", увеличиваются технические и коммерческие скорости, входит в обиход „кольцевое" движение локомотивов без захода в оборотное депо, паровозы под управлением машинистов-кривоносовцев проходят десятки тысяч километров без промывки, маршрутизация поездов развивается и т. д.

Успехи эти дались нелегко. Пришлось выкорчевывать старые привычки, перестраивать психологию многих работников, бороться за плановость, дисциплину, безопасность движения, против предельщиков, диверсантов, врагов всякого рода. Пришлось коренным образом перевернуть все методы работы на железных дорогах. И, конечно, еще далеко не закончена эта борьба за дальнейшие успехи транспорта СССР. Постоянно нарушается график движения поездов. Еще велики простои вагонов на целом ряде станций. Многие работники транспорта еще недостаточно освоили новые методы. Еще постоянно встречаются нарушения Правил технической эксплоатации, еще недостаточно ведется на железных дорогах борьба за безопасность движения.

Три четверти грузов, которые составляют государственный план ежесуточной погрузки железных дорог СССР, начинают или кончают свое следование на транспорте промышленных предприятий.

Промышленный транспорт неразрывно связан с производственными процессами промышленных предприятий и со всей сетью магистральных железных дорог. Это предопределяет его роль и указывает на его значение в общем цикле хозяйственной жизни страны. Необходимо во что бы то ни стало добиться значительного улучшения работы промышленного транспорта, который еще во многих случаях тормозит работу магистрального.

Целью настоящего отдела является систематизация и изложение основных методов организации перевозок на промышленном транспорте, и оказание в этом отношении посильной помощи учащимся и работникам транспортных цехов (отделов).

Многое, что было написано до 1935 г. по данному вопросу для магистральных железных дорог базировалось, главным образом, на реакционных, антисоветских, предельческих взглядах: что транспорт дал все, что мог дать; что исчерпаны все его технические и хозяйственные мощности; что без коренной технической перестройки и улучшения его оборудования дальнейшие его успехи — невозможны.

Еще недавно и на промышленном транспорте существовали подобные же взгляды. Однако, принятые ЦК ВКП(б) и Правительством меры, директивы

НБ УДУНТ (ДИТ)

тов. Сталина и развитие стахановского движения показали, что возможности железнодорожного магистрального и промышленного транспорта еще далеко не исчерпаны и требуют лишь большей творческой работы для их использования и дальнейшего развития. Нужна упорная и планомерная борьба за то, чтобы внедрить в практику образцы, способы и нормы работы лучших стахановцев, чтобы стахановско-кривоносовские методы стали системой работы транспорта.

Как известно, эксплоатационная „наука" на магистральном транспорте, оторвавшаяся от жизни и стахановского движения, проповедывавшая предельческие и псевдонаучные установки, потерпела полное поражение. На промышленном транспорте, имеющем огромное значение в общем и неразрывном цикле производственного процесса, вопросы организации перевозок еще почти совсем не затрагивались.

Естественно, что при таких условиях создание хотя бы основных этапов теории организации перевозок весьма трудно и ответственно. У промышленного транспорта имеются свои специфические особенности. Стахановское движение на нем еще не получило такого большого развития, как на магистральном железнодорожном транспорте. Нормы, разработанные целым рядом конференций, требуют дальнейшего уточнения и обобщения. Технологические процессы транспорта разработаны лишь на небольшом количестве передовых промышленных предприятий и недостаточно проверены на практике.

Эксплоатация промышленного транспорта, как известно, — дисциплина очень молодая. Являясь чисто практической дисциплиной, она, как и все вообще отрасли советской науки, должна быть неразрывно связана с производством.

Огромные сдвиги и достижения нашей промышленности, вызванные неслыханным развитием народнохозяйственной жизни СССР и огромным подъемом стахановского движения, требуют, конечно, и коренных изменений и улучшений в работе промышленного и магистрального транспорта, неразрывно между собой связанных и являющихся продолжением производственного процесса.

Так как на промышленных предприятиях рельсовый транспорт бывает нормальной (1524 *мм*) и узкой колеи (1000, 900, 750 *мм* и др.), и в данном отделе рассматривается транспорт металлургических, машиностроительных, химических и иных заводов, а также сырьевых баз различного рода (торф, уголь, руда и нерудоископаемые и т. п.), то при дальнейшем изложении будут, главным образом, рассматриваться общие для всех видов рельсового транспорта вопросы и будут приведены примеры по возможности для разной колеи и различных видов предприятий.

Основой работы всякого транспорта является грузооборот и пассажирооборот, т. е. количество перевозимых грузов и пассажиров. Они определяют и требуемое количество, и род путевых устройств, и род тяги, и подвижной состав, и, наконец, методы их использования. С этого мы и начнем наше изложение. Далее пойдут вопросы планирования перевозок, вытекающие из особенностей нашего социалистического строя и специфики производства.

Так как основой, „железным законом работы транспорта", как выразился тов. Л. М. Каганович, является график движения, — перейдем затем к нему, чтобы далее рассмотреть организацию поездного движения, маневровой работы, специальных перевозок, работы подвижного состава (локомотивов и вагонов), контроль, учет и анализ их работы, организацию управления транспортом, вопросы пропускной способности, экспедиции и безопасности движения.

В настоящем отделе, насколько это удалось по общему его объему, освещены приказы Л. М. Кагановича по вопросам промышленного транспорта (№ 12 от 13 января 1938 г. — об ускорении оборота вагонов на путях промышленного транспорта НКТП, № 20 от 21 января 1938 г., в котором даны указания по улучшению работы промышленного транспорта, и др.), а также некоторые положения и инструкции Главного транспортного управления НКТП.

НБ УИИНТ (ДИТ)

ГЛАВА I.

ГРУЗООБОРОТ, ПАССАЖИРООБОРОТ, ГРУЗОВЫЕ И ПАССАЖИРСКИЕ ПОТОКИ.

§ 1. Грузооборот и пассажирооборот.

Производительность транспорта любого промышленного предприятия определяется:

1) грузооборотом, т. е. количеством перевезенных (прибывших и отправленных) за известный период времени (год, квартал, месяц, сутки) тонн грузов;

2) пассажирооборотом, т. е. числом перевезенных (прибывших и отправленных) за такие же периоды пассажиров.

Работа промышленного транспорта заключается главным образом в перевозке грузов, а перевозки людей встречаются не на всех предприятиях и по размеру значительно меньше, а потому в первую очередь будем рассматривать грузооборот и грузовые перевозки.

Необходимые для каждого промышленного предприятия грузы могут прибывать по общегосударственной сети железнодорожных, водных и автогужевых путей или по внутренним путям данного предприятия. В свою очередь, предприятие может отправлять свою продукцию на сеть магистрального транспорта или совершать эти перевозки в пределах своей внутренней транспортной сети.

Перевозки, выходящие за пределы внутренней сети промышленного транспорта, условимся называть внешними.

Перевозки, совершаемые с ветвей цехов, складов, путей, отдельных станций и постов промышленного транспорта и не выходящие на магистральный транспорт, будем называть внутренними.

Соответственно этому и грузооборот может быть внешний и внутренний.

Сумма прибывших на промышленное предприятие с магистрального транспорта и отправленных с него на магистральный транспорт грузов является его внешним грузооборотом.

Если на предприятие и с него грузы прибывают и отправляются и по железным дорогам, и по автогужевым и водным общегосударственным путям, то его внешний грузооборот будет равен:

$P_{внешн}$ = Прибытие + Отправление по всем видам магистрального транспорта.

Внутренний грузооборот предприятия будет равен сумме всех прибывших и отправленных за рассматриваемый период времени грузов, перевезенных всеми видами собственного транспорта предприятия в пределах данного предприятия.

Грузооборот выражается в тоннах.

Общий грузооборот предприятия

$$P_0 = P_{внешн} + P_{внутр} \text{ (тонн)}.$$

Для металлургического завода, не имеющего собственной топливной и сырьевой базы, внешний грузооборот очень значителен. Однако грузооборот цехов и складов (внутренний грузооборот) такого завода в зависимости от состава цехов может быть в 2—5 раз больше внешнего.

У некоторых рудников, угольных разработок, карьеров флюсового известняка внешний грузооборот (особенно по отправлению) очень велик.

На сырьевых разработках, на которых приходится перевозить и пустую породу, внутренний грузооборот значительно больше внешнего. У торфопредприятий, работающих на ТЭЦ или на электростанциях, расположенных у своих топливных баз, внешний грузооборот весьма незначителен, так как главная масса грузов передвигается лишь в пределах внутренних путей. Если такое предприятие работает на вывоз, т. е. главная масса торфа следует на магистральный транспорт, то внешний и внутренний грузооборот могут быть почти равны. Разницу составят

НЕ УЧУЕТ (ЦИТ)

лишь перевозимые в пределах сети промышленного транспорта хозяйственные грузы.

Как внешний, так и внутренний грузооборот могут осваиваться рельсовым безрельсовым транспортом.

В дальнейшем будем касаться внешних и внутренних перевозок, совершаемых по путям и межцеховым железнодорожным связям промышленного транспорта.

Что касается пассажирооборота, то он также может быть внешним и внутренним или, вернее, дальним и местным. Количество пассажиров, прибывших за учетный период и отправленных по всем видам магистрального транспорта на рассматриваемое промышленное предприятие и отправленных со всех пунктов рассматриваемого промышленного предприятия и перевозимых лишь в пределах промышленного транспорта, явится его внутренним (местным) пассажирооборотом.

Для того, чтобы правильно организовывать перевозки на промышленном транспорте, необходимо знать его грузооборот и пассажирооборот и следить за их изменениями.

Рассмотрим теперь, из каких важнейших операций слагается перевозка грузов, прибывающих с внешней сети, совершаемая на промышленном транспорте.

1) Погруженный на станции, складе или пристани магистрального транспорта груз прибывает к пункту примыкания и передается на промышленный транспорт.

2) Принятый работниками промышленного транспорта груз следует по ветви примыкания (подъездному пути) до сортировочной или иной станции промышленного предприятия и дальше направляется к пункту своего назначения (цех, склад).

3) Прибывший на место назначения груз выгружается в склад предприятия.

Для отправления продукции предприятия на магистральный транспорт груз сперва погружается в соответственные подвижные средства, затем следует по путям предприятия и, наконец, передается на пункте примыкания работникам общегосударственной сети.

При внутренних перевозках весь процесс слагается из погрузки, собственно перемещения и выгрузки.

Как внешние, так и внутренние перевозки должны быть соответственно оформлены.

§ 2. Равномерность и сезонность грузооборота.

Для правильной работы промышленного транспорта необходимо, чтобы его работа была равномерна. При этом возможно наилучшее использование всех подвижных средств и всех транспортных устройств. Однако, несмотря на то, что на магистральном транспорте имеются огромные достижения, все еще на большинстве предприятий грузы часто прибывают неравномерно. Это создает неравномерность и в движении грузов на промышленном транспорте. Неравномерная работа цехов и частей предприятия в свою очередь создают неравномерность в отправлении на магистральный транспорт грузов предприятия.

Неравномерность движения бывает по отдельным сезонам года, месяцам, суткам и даже отдельным часам суток. В некоторых случаях колебания бывают очень значительны.

Неравномерность внешнего грузооборота, кроме случайных причин, могут вызвать:

1) неправильное планирование на местах погрузки адресованного предприятию сырья, топлива и т. п., и неправильная организация перевозок на магистральном и промышленном транспорте;

2) недоговоренность промышленного предприятия с магистральным транспортом о периодах приема и сдачи вагонов НКПС;

3) неподача или опоздание подачи станцией примыкания порожних вагонов НКПС, необходимых для погрузки на промышленном предприятии своей продукции

НБ УДУНТ (ДИТ)

4) невыполнение промышленным предприятием установленной плановой нормы погрузки своей продукции или задержка возвращения порожних вагонов НКПС;

5) сезонность некоторых грузов (торф, стройматериалы, навигационные грузы и т. п.);

6) временные или случайные изменения в характере и объеме производства всего промышленного предприятия или его отдельных частей;

7) неполный охват всех смен предприятий стахановским движением, благодаря чему в одни смены или сутки выработка значительно выше, чем в другие

На неравномерность внутреннего грузооборота влияют:

1) неправильное планирование;

2) неправильная организация перевозок;

3) сезонность некоторых грузов;

4) временные или случайные изменения в характере и объеме производства;

5) неполный охват всех смен предприятия стахановским движением.

При правильном планировании и выполнении плана, при правильной организации производства и перевозок неравномерность внешнего и внутреннего грузооборота может и должна быть изжита. Остается лишь вопрос о сезонности перевозок, которая в некоторых случаях зависит от рода производства и рода грузов. По технологическим причинам перевозки торфа в большей своей части приходятся на зиму. Те предприятия, которые завозят необходимые им грузы и отправляют свою продукцию водным путем (например, Азовсталь, Керченский металлургический завод и другие), связаны временем навигации. Стройматериалы завозятся в большей своей части к строительному сезону и т. п. Агломерационные фабрики в период больших морозов снижают перевозку мытой руды, представляющую большую возможность смерзания и вызывающую простой вагонов под выгрузкой и неравномерность движения. В зависимости от этих причин на некоторых предприятиях и внешний и внутренний грузооборот резко колеблются по сезонам.

Промышленный транспорт работает правильно, когда мощность его неподвижных устройств (путей, парков и т. п.) и подвижные средства удовлетворяют во все времена года размеру грузооборота и пассажирооборота. Поэтому при расчетах грузооборота вводят так называемый коэфициент сезонности.

Рассчитанные на максимальный грузооборот транспортные средства будут в периоды снижения перевозок невполне использованы. Поэтому необходимо, насколько это возможно, стремиться к снижению влияния сезонности.

Коэфициентом сезонности (K_c) называют отношение максимального ($P_{макс}$) за месяц грузооборота к среднему за тот же период ($P_{ср}$):

$$K_c = \frac{P_{макс.\,мес}}{P_{ср.\,мес}}.$$

Так как эксплоатационные расчеты удобнее всего делать на период суток, то очень важно, зная годовой грузооборот и пассажирооборот, уметь перейти к суточным цифрам.

С учетом сезонности суточный оборот будет равен:

$$P_{сут} = \frac{P_{год} \cdot K_c}{365}.$$

Что касается пассажирооборота, то, в зависимости от того, рабочий ли день или день отдыха, наступил ли период смены или еще не наступил, он колеблется не только по отдельным суткам, но и по часам, когда рабочие промышленного предприятия едут на работу или с работы.

Изучение причин, влияющих на неравномерность грузооборота на промышленном транспорте, и мер борьбы для изжития этой неравномерности, а также

НБ УДУНТ (ДИТ)

смягчение неравномерности пассажирооборота, является чрезвычайно важной задачей для правильной организации перевозок.

Ниже приведена форма ведомости грузооборота (таблица 91).

ТАБЛИЦА 91.

Ведомость грузооборота.

№ по порядку	Пункты	Род груза	Прибытие					Отправление				
			Откуда	Количество тонн				Куда	Количество тонн			
				за год	среднее за сутки	коэф. сезонности	расчетное		за год	среднее за сутки	коэф. сезонности	расчетное
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

§ 3. Грузовые и пассажирские потоки.

Все грузы, прибывающие на любое предприятие, в виде отдельных струй направляются затем по назначению в его цеха, склады и другие пункты. Превращаясь в полуфабрикаты, они переходят из цеха в цех, чтобы затем в виде готовой продукции отправиться на магистральный транспорт. Таким образом грузооборот завода или другого промышленного предприятия можно представить себе как грузовой поток, расплетающийся или сплетающийся из ряда грузовых струй разной напряженности и разных направлений.

То же самое можно сказать и о пассажирских потоках, которые сливаются из отдельных струй перевозимых людей.

Грузовым потоком принято называть количество грузов, перемещаемых за единицу времени (год, квартал, месяц, сутки, час) по рассматриваемому элементу транспортной сети. Соответственно, количество перемещаемых за единицу времени пассажиров называют пассажирским потоком.

Изучение грузовых и пассажирских потоков дает возможность установить

1) где зарождаются, как направлены, как изменяются и где на промышленном предприятии оканчиваются эти потоки;

2) мощность каждой струи и всего потока в целом;

3) содержание каждой струи в отношении рода перевозимых грузов;

4) направления перевозимых грузов и пассажиров;

5) изменения (неравномерность, сезонность) потоков как суммарно, так и по отдельным струям и родам грузов.

Чтобы правильно решать целый ряд проектировочных и эксплоатационных задач, чтобы правильно организовывать перевозки, — необходимо изучать грузооборот и пассажирооборот и их расплетение на грузовые и пассажирские потоки Это дает возможность устанавливать, какие пути промышленного предприятия

НБ МАДИ (ГТУ)

более загружены перевозками, сколько необходимо иметь подвижного состава, транспортных устройств всякого рода, обслуживающего штата, какие необходимы затраты и т. д.

Необходимо отметить, что на промышленном транспорте изучение и анализ грузовых и пассажирских потоков поставлены еще очень слабо. Этим отчасти объясняется и неправильная организация перевозок.

Дальше в настоящем отделе будем рассматривать грузовые и пассажирские потоки исключительно рельсовых путей (широкой и узкой колеи) промышленных предприятий.

§ 4. Методы изображения грузовых и пассажирских потоков.

Для изучения и анализа грузовых и пассажирских потоков удобнее всего изображать их графически. Это делается следующим образом. На схеме рельсовых путей предприятия (ветви и межцеховые связи) в принятом масштабе откладывают тонны перевозимых грузов или число пассажиров. Так как грузы или пассажиры следуют в обоих направлениях, то в каждом направлении движения их откладывают вправо от принятой оси.

Пусть *А* — станция примыкания, *Б* — завод (рис. 413). От *А* к *Б* в среднем за сутки проходит 3000 *т* сырья и необходимых материалов. Обратно за этот период времени проходит всего лишь 800 *т*; это — продукция завода. Направление движения показывается особой штриховкой и стрелкой. На рис. 413 весь внешний грузооборот показан суммарно. Однако он состоит из различных грузов. Если бы мы хотели изобразить на грузовом потоке следование отдельных грузов, то при небольшом количестве различных их категорий это было бы легко сделать (рис. 414). В самом деле, от оси грузового потока (жирной линии *АБ*) отложены три категории грузов мощностью в 400, 900 и 1700 *т* (в направлении к заводу); обратно — две категории продукции (600 и 200 *т*).

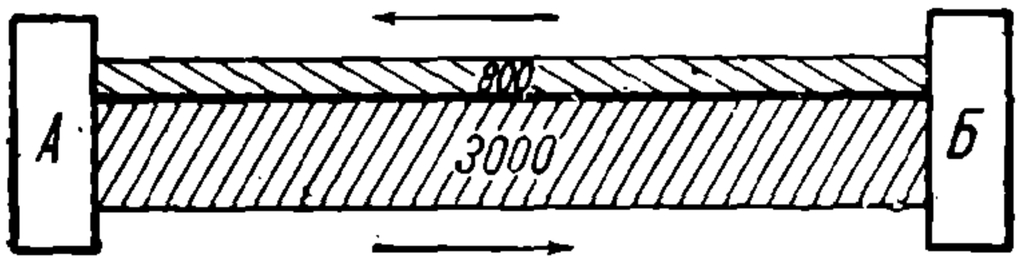


Рис. 413. Схема грузового потока (суммарно).

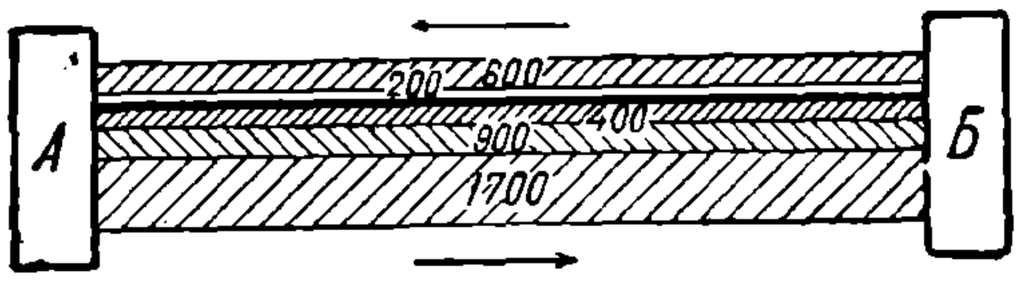


Рис. 414. Схема грузовых потоков по основным родам грузов.

На целом ряде предприятий (например металлургический завод) прибывает очень много категорий различных грузов (до 200) и изображать их бывает затруднительно, а потому обычно объединяют однохарактерные грузы в одну категорию (все топливные грузы, все строительные и т. п.).

Для удобства построения схем или диаграмм грузовых или пассажирских потоков пользуются так называемыми косыми (шахматными) таблицами, которые строятся по следующей (см. табл. 92) примерной форме (в тоннах, в среднем на сутки, с учетом коэфициента сезонности).

На этой таблице *А*, *Б*, *В*, *Г* и *Д* — пункты погрузки и выгрузки. На пункте *А* за сутки

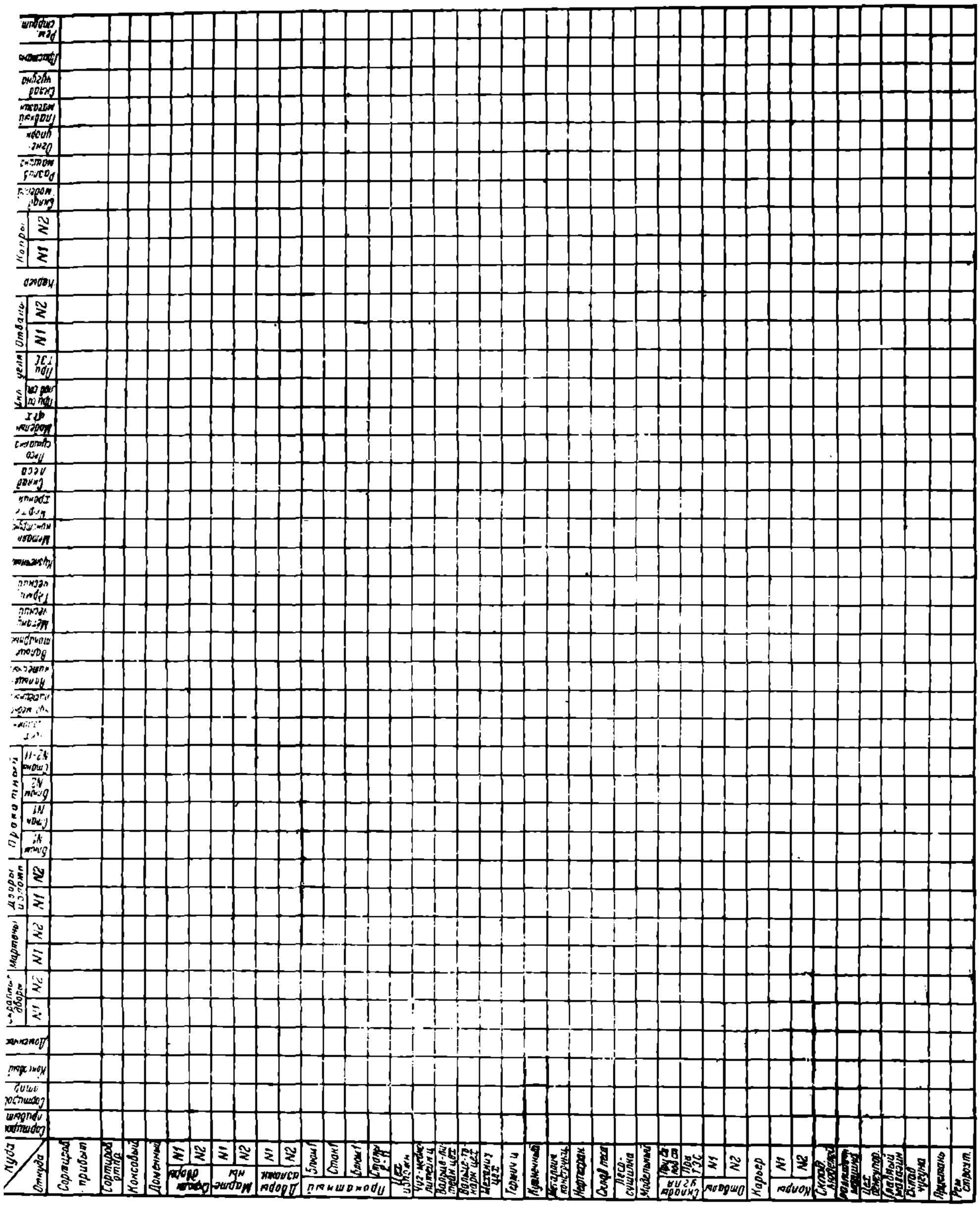
ТАБЛИЦА 92.

Откуда следует	Куда следует					
	А	*Б*	*В*	*Г*	*Д*	Итого
А .	—	15	20	30	10	75
Б .	20	—	10	17	18	65
В	26	14	—	5	2	47
Г	13	4	17	—	22	56
Д	16	20	10	11	—	57
Итого	75	53	57	63	52	300

НБ УДУНТ (ДИТ)

грузится и отправляется 75 *т*, из которых 15 *т* следуют в *Б*, 20 *т* — в *В*, 30 *т* — в *Г* и 10 *т* — в *Д*. Таким образом по горизонтальным строкам мы имеем погрузку и отправление на все пункты рассматриваемого участка.

Чтобы узнать, сколько грузов прибывает на какой-либо из указанных пунктов, нужно прочесть итоговую цифру по вертикали интересующего нас пункта. Например, за сутки на пункт *Г* прибывает под выгрузку 63 *т*.


Куда
Откуда
Сортировочный прибыт.
Сортировочный отпр.
Коксовый
Доменный
Прибыло N1
Прибыло N2
Погружено N1
Погружено N2
Выгружено N1
Выгружено N2
Прибыло N1
Прибыло N2
Итого прибыло
Погружено
Отправлено N1
Отправлено N2
Итого отправлено
Прибыло N1
Прибыло N2
Прибыло N2-II
Итого прибыло
Дворы цехов N1
Дворы цехов N2
Мартены N1
Мартены N2
Главные дворы N1
Главные дворы N2
Доменные
Конверт.
Разливочные машины
Блюминг
Обжимные машины
Заготовочные машины
Сортировочные машины
Электросталеплавильный
Мартеновский
Прокатный
Кузнечный
Механический
Инструментальный
Модельный
Деревообделочный
Пескосушильный
Склад готовой продукции
Ремонтно-механический цех
Главный энергетик
Главный механик
Отдел труда
Начальник Ремстроя
Погружено
Отправлено
Прибыло
Итого прибыло
Погружено
Отправлено
Прибыло
Итого прибыло
Погружено
Отправлено
Прибыло
Итого прибыло

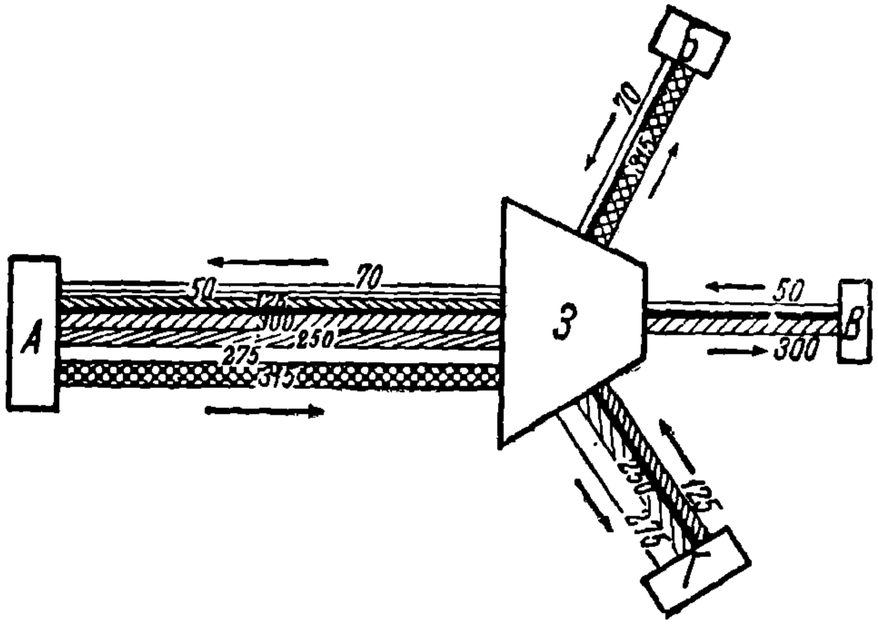


Рис. 416. Схема грузовых потоков при разветвлении.

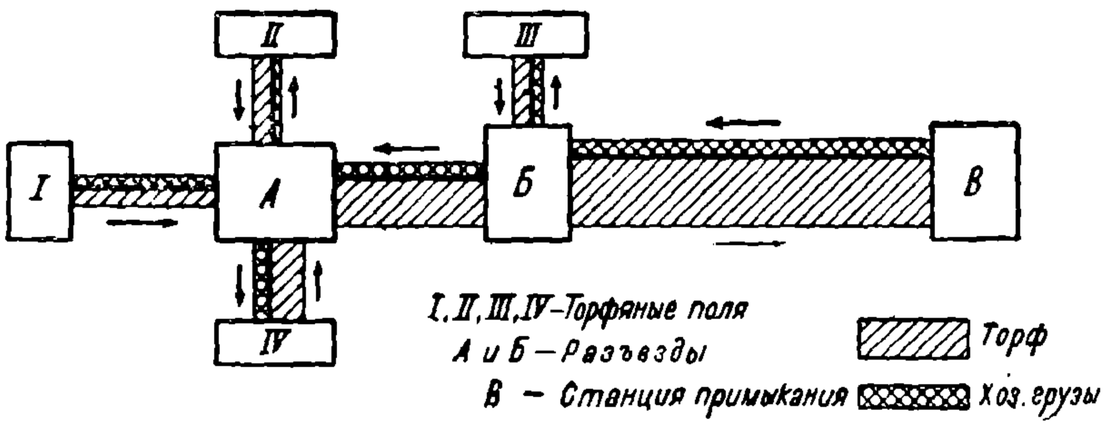


Рис. 417. Грузовые потоки торфоразработок.

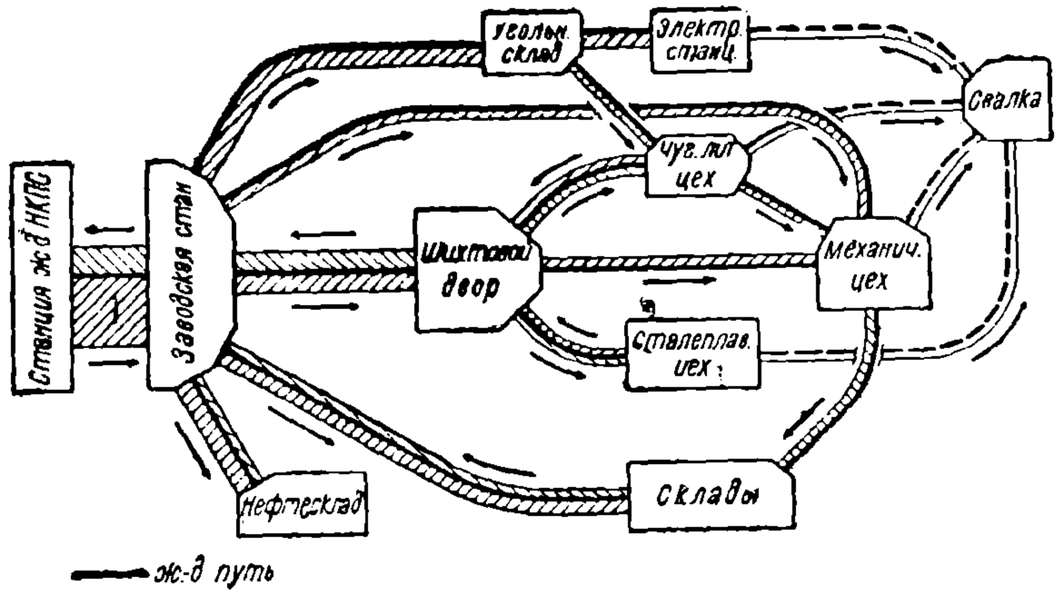


Рис. 418. Грузовые потоки машиностроительного завода.

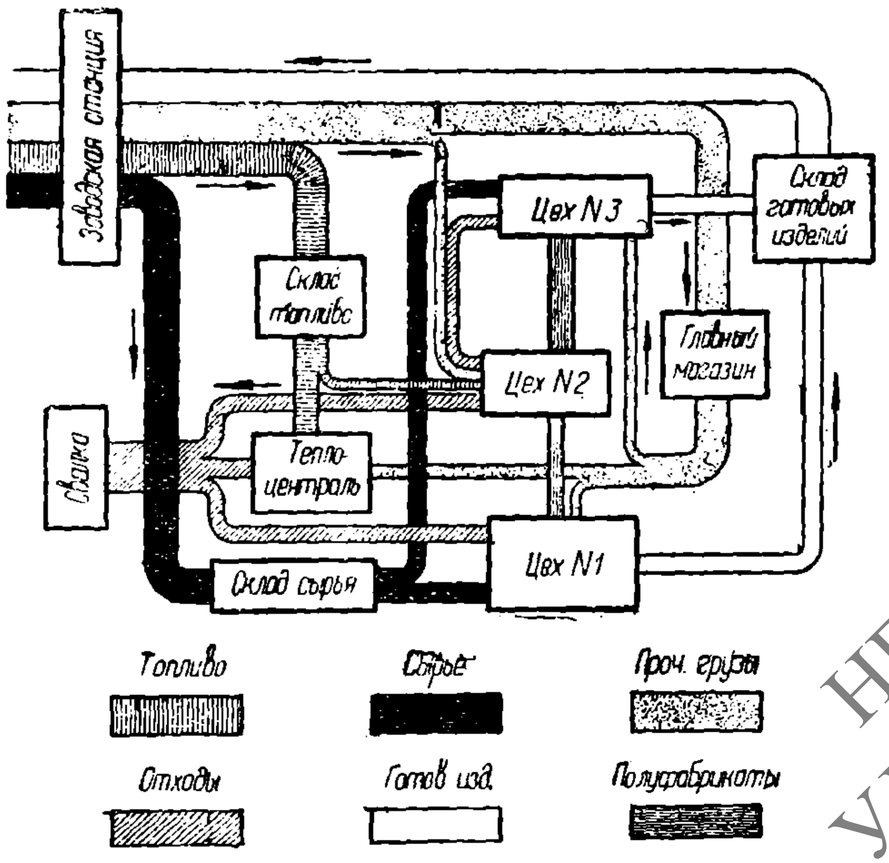


Рис. 419. Грузовые потоки машиностроительного завода.

НБ УДУНТ (ДИИТ)

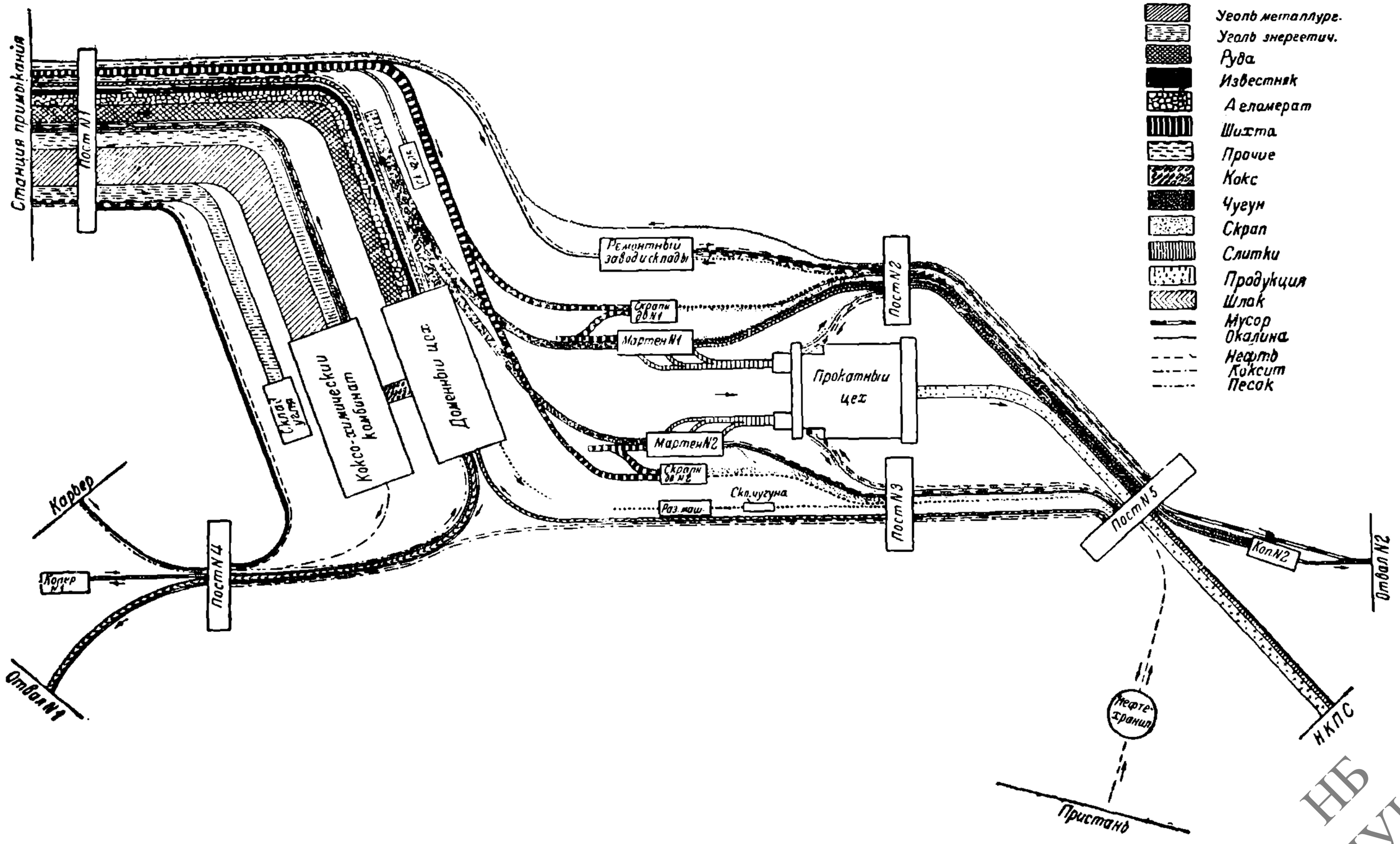


Рис. 420. Диаграмма грузопотоков большого металлургического завода.

НБ УДУНТ (ДИТ)

На рис. 416 показаны грузовые потоки (в среднем за сутки в тоннах) промышленного предприятия, имеющего ветвь примыкания (*АЗ*), заводскую сортировочную станцию (*З*), 3 цеха (*Б*, *В* и *Г* и 3 ветви, соединяющие станцию с цехами.

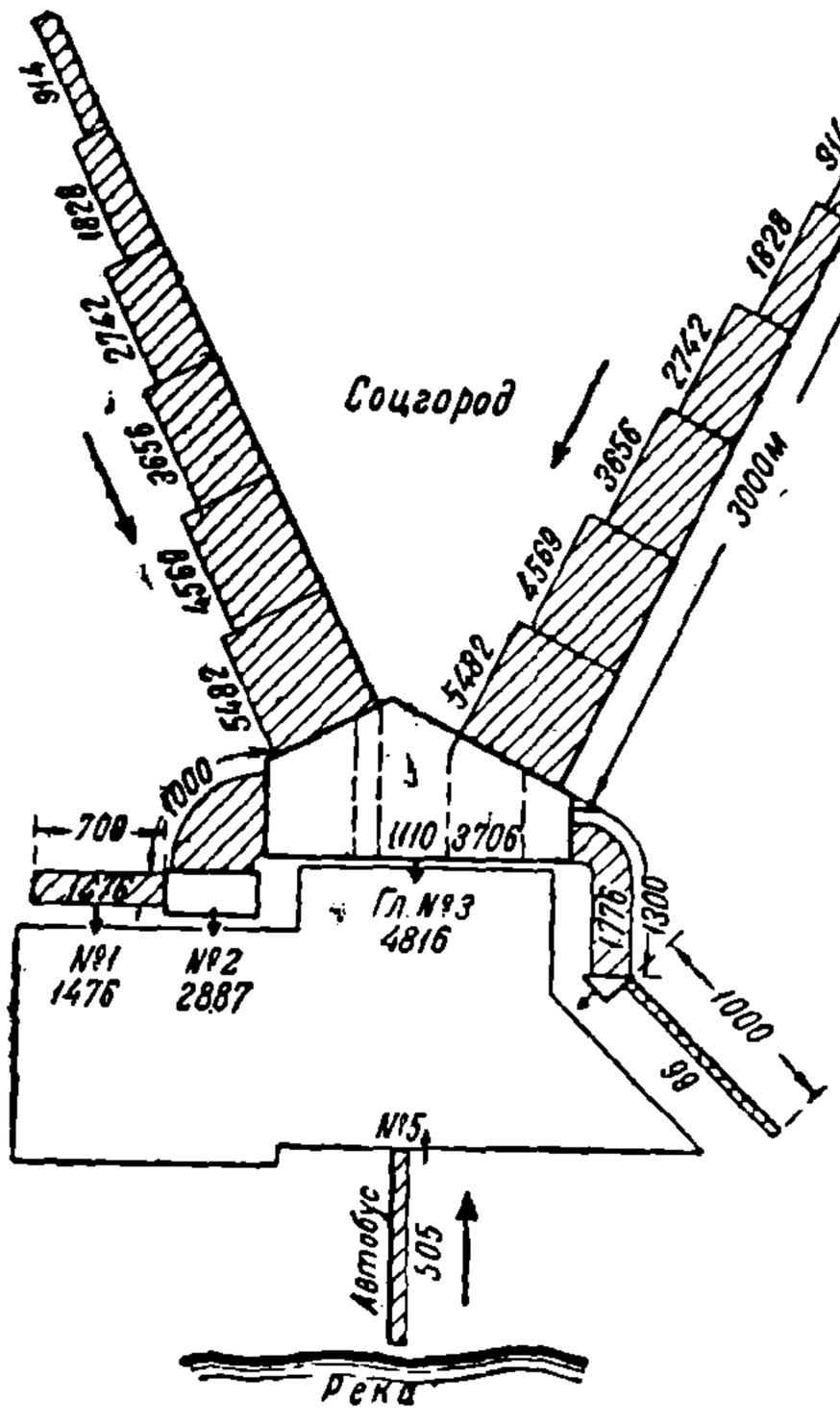


Рис. 421. Диаграмма людского потока вне заводской площадки.

Из *А* в *З* прибывает 1140 *т*, а обратно отправляется 245 *т*. На рис. 417 показаны грузовые потоки торфопредприятия, на рис. 418 и 419 — машиностроительного завода, на рис. 420 — большого металлургического завода.

На рис. 421 и 422 изображены пассажирские потоки от соцгорода к заводу и по его территории. Стрелками на рис. 421 показаны пять (№ 1—5) проходных ворот.

§ 5. Вагонные потоки.

От средних за сутки грузовых потоков легко перейти к вагонным потокам. Это гораздо удобнее для многих эксплоатационных расчетов. Зная среднюю нагрузку одного вагона и количество перевозимых тонн груза, можно определить количество двигающихся вагонов, т. е. вагонопоток.

Анализируя грузовые потоки любого обрабатывающего промышленного предприятия, можно видеть, что по ветви примыкания в направлении к нему следует сырье, топливо, материалы и т. п. В обратном направлении — от предприятия на магистральный транспорт — идет продукция. По объему и количеству на завод следует больше грузов, и потому это направление движения носит наименование грузового. В обратном направлении кроме груженых продукцией вагонов необходимо возвращать порожние вагоны. Это направление поэтому называют порожним.

На сырьевых базах (например торфоразработки) от станции примыкания будут следовать лесные материалы, машины, инструменты и т. п., а обратно — сырье. Следовательно, грузовым направлением будет направление от промышленного предприятия; к нему — порожнее.

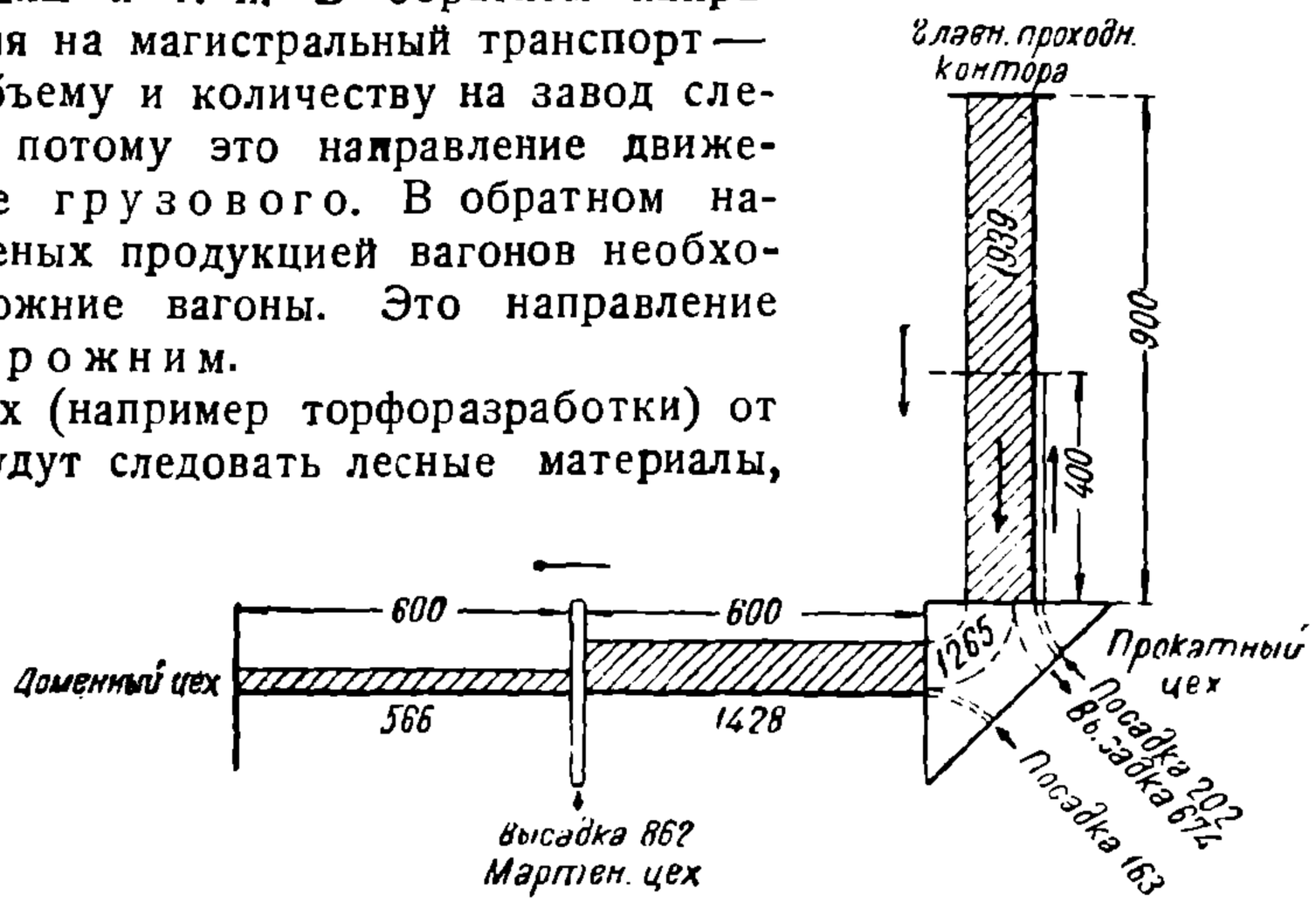


Рис. 422. Диаграмма людского потока на заводской площадке (размеры потока показаны числом людей, едущих на работу в наибольшую смену).

Если рассматривать межцеховые перевозки на металлургическом заводе, то из доменного цеха в мартеновский цех или на разливочную машину будут следовать налитые расплавленным чугуном ковши. Обратно проследует за сутки такое же количество порожних ковшей. Тут грузовой поток — резко односто-

НБ УГУЭС (ФИТ)

ронний. Такой же резко односторонний поток будет между сталелитейными и прокатными цехами, от пунктов погрузки торфа до ТЭЦ и т. п.

Чтобы учитывать все вопросы эксплоатации, лучше строить диаграммы не грузовых потоков, а вагонопотоков, нанося на них и следование порожних.

На рис. 423 показано следование груженых и порожних (пунктиром) вагонопотоков в межцеховых перевозках. Из *А* к *Б* следует 150 груженых, а из *Б* в *А* — 70 груженых и для равновесия 80 порожних.

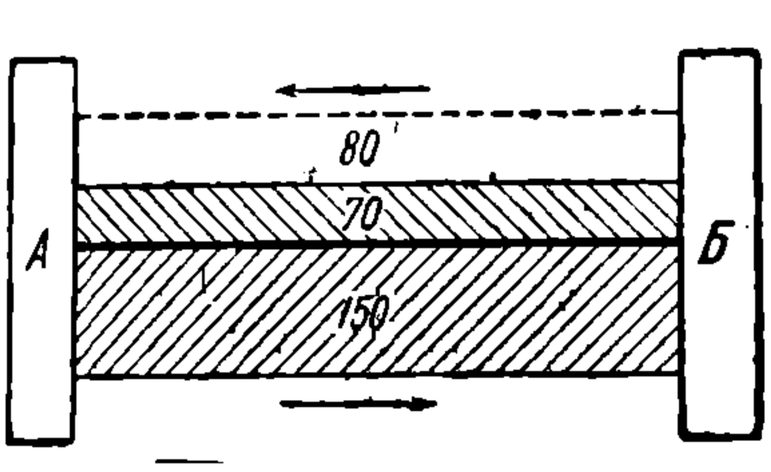


Рис. 423. Вагонные потоки в межцеховых перевозках.

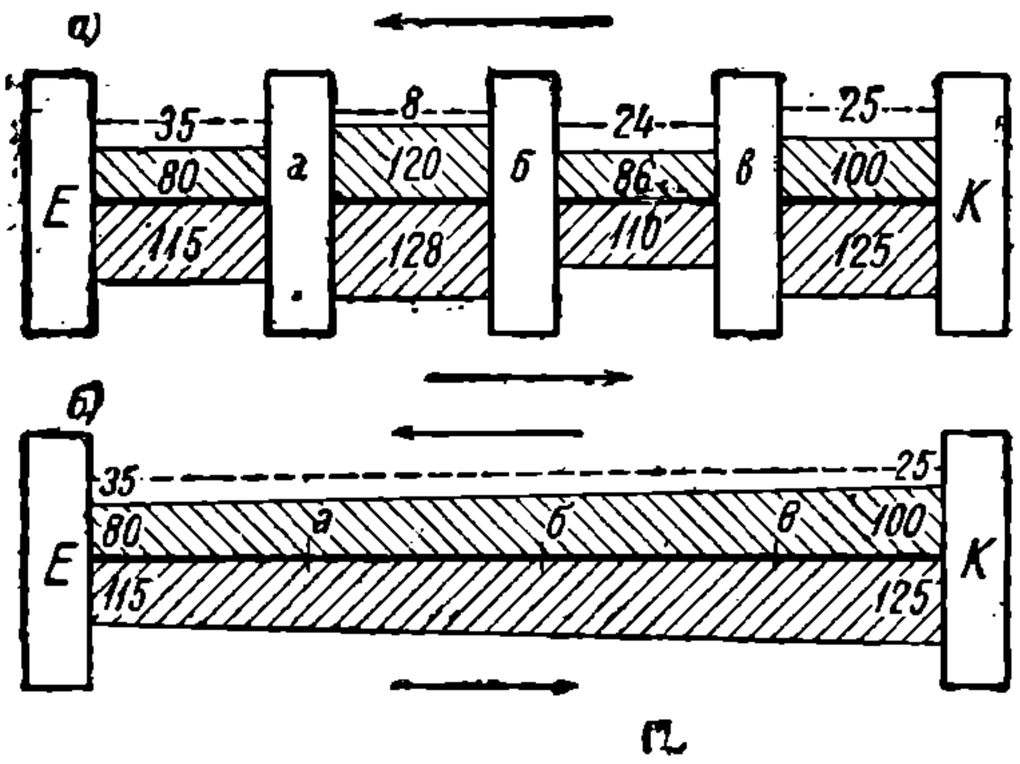


Рис. 424. Вагонные потоки на ветви примыкания.

На ветви примыкания *ЕК*, на которой имеется несколько промежуточных раздельных пунктов *а*, *б* и *в* с работой по погрузке и выгрузке, вагонный поток можно изобразить в виде ломаной линии, причем на ней видно, как меняется поток на каждом перегоне (рис. 424, *а*). Если нас интересует только работа конечных пунктов ветви *Е* и *К* или надо сократить размеры всей диаграммы, ее можно изобразить более упрощенно, как это показано на рис. 424, *б*. Изменение от *Е* до *К* потоков груженых и порожних вагонов условно показано наклонными линиями.

На рис. 425 показаны вагонные потоки рудника магнезита. С трех горизонтов разработки через рудную станцию магнезит следует на завод, а доломит — в отвал.

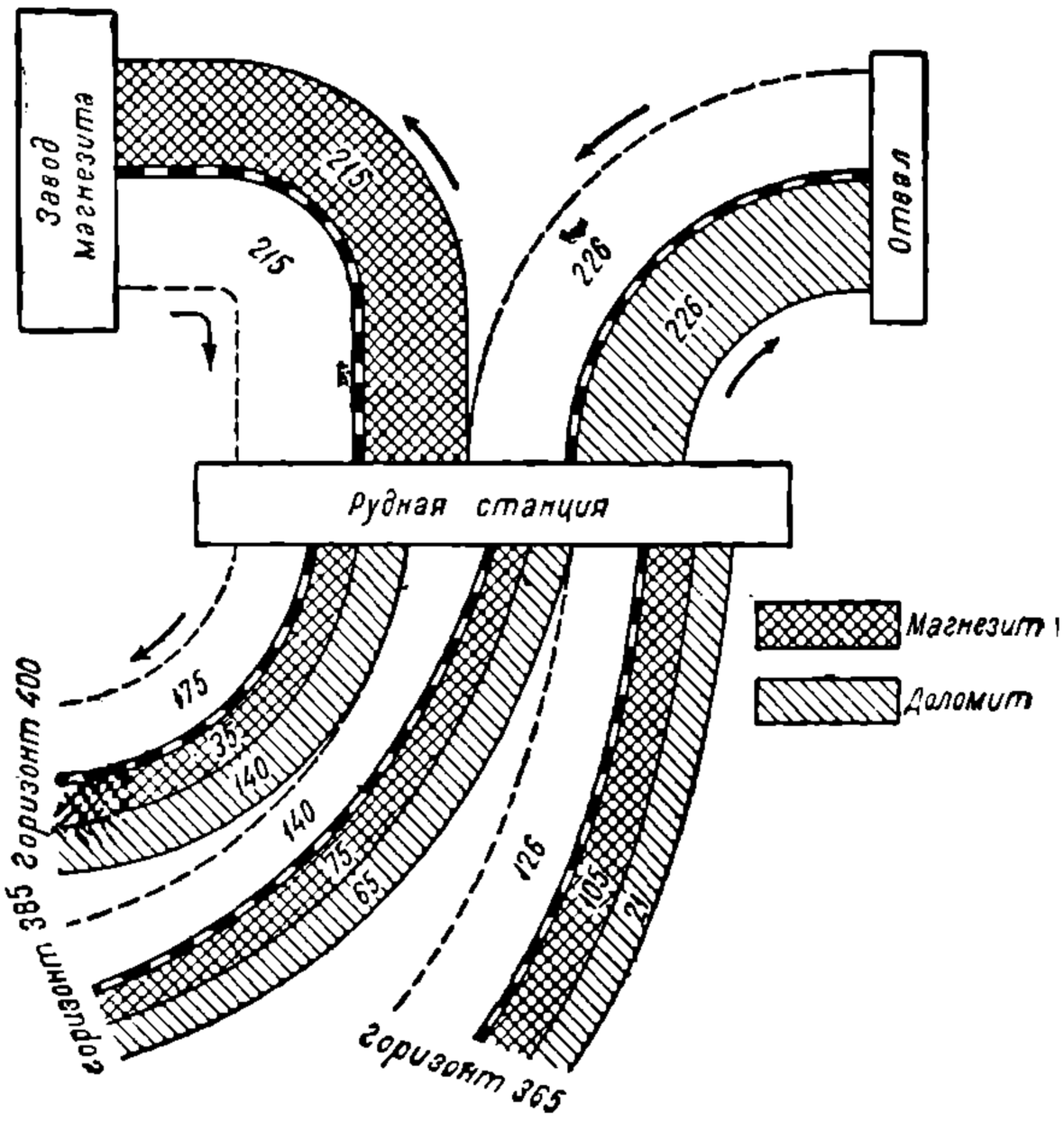


Рис. 425. Диаграмма вагонных потоков рудника магнезита.

Для тех промышленных предприятий, которые имеют мощные и сложные по роду грузов потоки и где на ветвях и межцеховых связях движение совершается поездным порядком или подачами, — во многих случаях удобнее строить потоки не в тоннах, а по отдельным родам вагонов, а иногда — в поездах или подачах. Это дает возможность при изучении и анализе грузового потока одновременно решать вопрос о выборе подвижного состава и лучшей организации перевозок.

НБ УДУИТ (ДИТ)

ГЛАВА II.

ПЛАНИРОВАНИЕ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК.

§ 6. Общие основы планирования перевозок.

План перевозок на промышленном транспорте является составляющей и неразрывной частью общегосударственного плана перевозок на магистральном транспорте СССР. Этот план в свою очередь является неразрывной частью и выполнением важнейших требований народно-хозяйственной жизни нашего великого Союза. Только в стране победившего социализма возможно планирование развития народного хозяйства в целом и в частности — перевозок.

Социалистический транспорт, как магистральный, так и промышленный, связанные в неразрывное целое и взаимно дополняющие друг друга, не является лишь „перевозчиком", которого интересуют прибыли от перевозок, а составляет основную часть социалистического народного хозяйства и играет огромную роль в ходе его развития.

Основной задачей планирования перевозок должно являться достижение того, чтобы перевозки обошлись стране возможно дешевле с одновременным наилучшим использованием всех транспортных средств: путей, станций, подвижного состава и др.

Основной задачей каждого транспортника должно быть поэтому безоговорочное выполнение разработанного и утвержденного плана перевозок.

Планы перевозок составляются на период года, квартала и месяца. Оперативными являются месячные планы. Так как работа дорог все еще неравномерна, то приходится составлять оперативные планы на декаду, пятидневку, сутки и каждую смену.

На магистральном железнодорожном транспорте общий сводный месячный план перевозок составляется НКПС и утверждается правительством.

При составлении планов приняты следующие основные установки.

Все грузы, в зависимости от их значения в народном хозяйстве, при планировании разделены на две категории: а) п е р в у ю, к которой отнесены грузы, имеющие общегосударственное значение: топливо всех видов, металлы, машины, стройматериалы, продукты питания и т. д.; б) в т о р у ю, к которой отнесены остальные грузы, имеющие местное значение, как-то: комбинированные корма, жмыхи, вино, патока, местные стройматериалы, грузы, перевозимые мелкими отправками, и пр.

Грузы первой категории планируются НКПС на основании заявок наркоматов. Грузы второй категории планируются начальниками дорог на основании заявок местных хозяйственных органов в пределах установленных лимитов.

План перевозок, однако, ни в коей мере не должен являться лишь суммой заявок предприятий и учреждений, им пользующихся, но он должен указывать наиболее правильное и продуманное направление всех грузов к местам производства и потребления.

В качестве совещательных органов при НКПС и начальниках железных дорог состоят постоянные совещания по перевозкам. При НКПС — из представителей наркоматов, при начальниках дорог — из представителей местных советов и хозяйственных органов.

По утверждению правительством плана погрузки всей железнодорожной сети между наркоматами и их местными организациями распределяется норма погрузки грузов первой категории, сообщаемая начальниками дорог. При этом указывается станция погрузки и назначения.

Нормы погрузки грузов второй категории распределяются между отправителями начальниками соответственных дорог и спускаются вместе с нормами первой категории на отделения движения, а оттуда на станции погрузки. Станции обязаны известить отправителя. Таким образом, в результате всей этой работы, каждая станция магистральных железных дорог получает свою суточную норму погрузки грузов первой и второй категории, а также их выгрузки.

НБ УГЛТУ (АЛТ)

При составлении планов должны быть исключены все перевозки, вызывающие нерациональное использование транспортных средств (встречные, повторные, излишне дальние или короткие, которые могут быть успешно выполнены автогужем). При этом должны быть использованы водные пути и порожнее направление с концентрацией перевозок в наивыгоднейших направлениях и максимальным охватом грузовых потоков отправительской маршрутизацией.

Часто замечается представление преувеличенных заявок или последующие отказы от погрузки, как следствие подобных заявок. Так как это влечет за собою нарушение плана перевозок и, вследствие этого, нерациональное использование транспортных средств, на основании статей 13 и 22 Устава железных дорог СССР виновные привлекаются к уголовной ответственности. Вообще виновные в нерациональном использовании транспорта подлежат уголовной или дисциплинарной ответственности.

За невыполнение норм погрузки, установленных оперативным (месячным) планом, отправитель и железная дорога несут взаимную денежную ответственность.

Штраф за неподачу дорогой вагонов, предусмотренных планом, или непогрузку или отказ отправителя от погрузки поданных вагонов, установлен в 25 р. за двухосный крытый вагон или платформу, за специальные и четырехосные вагоны подъемной силой до 50 *т* — 50 р., за четырехосные вагоны подъемной силой свыше 50 *т* — 75 р.

Уставом железных дорог СССР установлены случаи, когда отправитель и железная дорога освобождаются от штрафа.

По окончании месяца начальник станции обязан произвести расчет и не позднее 10 числа сообщить результат отправителю.

Штрафы после данных расчетов уплачиваются в пятидневный срок.

На промышленных предприятиях еще часты случаи невыполнения плановых норм погрузки, что влечет за собой начисление больших штрафов. Эта антигосударственная практика должна быть окончательно изжита.

§ 7. Планирование грузовых перевозок на промышленных предприятиях.

Как уже указывалось в § 6, план перевозок любого промышленного предприятия в отношении внешнего транспорта должен быть нераздельно связан с общегосударственным планом перевозок. В самом деле, чтобы обеспечить себя необходимым топливом, сырьем и материалами всякого рода, не добываемыми на территории данного промышленного предприятия, оно должно озаботиться своевременной подачей соответственных заявок на погрузку в различных пунктах СССР всех необходимых для него грузов. С другой стороны, оно должно обеспечить отправление с предприятия готовой продукции. Отсюда вытекает необходимость своевременного получения нужного для погрузки на предприятии количества соответственных по роду грузов порожних вагонов НКПС. Кроме того, передвижение по путям предприятия груженых и порожних вагонов НКПС, а также своевременное обеспечение всех цехов и частей сырьем, материалами и полуфабрикатами и своевременный их подвоз требуют составления продуманного плана перевозок внутри каждого предприятия. Нарушение этого плана естественно влечет за собой неправильную работу отдельных частей предприятия, нарушая ход его технологического процесса и, следовательно, отзываясь на выходе продукции и работе вагонов НКПС. Таким образом ясно, что необходимо не только планирование внешних перевозок, но и перевозок внутри самого предприятия.

На различного рода промышленных предприятиях в зависимости от их грузооборота и рода производства планирование может быть только для внешних перевозок (небольшие предприятия с небольшой сетью рельсовых путей, на которых нет своего подвижного состава). На остальных предприятиях планирование ведется для внешних и внутренних перевозок.

НВ УДУНТ (ДИТ)

Задачами внешнего планирования являются:

1) обеспечение предприятия необходимыми для него грузами сырья, топлива, машин, инструментов, химикалий, строительных материалов и т. п.;

2) обеспечение права погрузки отправляемых с предприятия грузов продукции по железнодорожным или водным путям СССР;

3) обеспечение возможности наилучшего выполнения этих перевозок.

Таким образом, задачи внешнего планирования неразрывно связаны с задачами органов снабжения и сбыта промышленного предприятия и магистральным транспортом.

Задачами внутреннего планирования являются:

1) определение размеров перевозок на планируемый период (по роду промышленного транспорта, широкой и узкой колее промышленных железных дорог, роду и количеству грузов);

2) устранение излишних, повторных и встречных перевозок;

3) выбор перевозочных средств, технически и экономически наиболее подходящих перевозимым грузам и характеру производства;

4) определение требуемого количества перевозочных средств;

5) установление наиболее рациональных норм их работы;

6) подсчет требуемого количества необходимой для выполнения перевозок рабочей силы;

7) определение затрат на перевозки и их себестоимости.

При планировании перевозок обязательно должны быть учтены:

а) техпромфинплан промышленного предприятия;

б) все особенности его производственных и технологических процессов;

в) достигнутые в результате стахановского движения успехи, как на производстве, так и на транспорте.

Составленные промышленными предприятиями планы перевозок делятся на:

1) общие или перспективные (на период свыше года, годовые, квартальные) и

2) оперативные (месячные, декадные, пятидневные, суточные и сменно-суточные).

Внешние планы разделяются на планы прибытия и выгрузки и планы отправления и погрузки.

Внешнее планирование ведется во всем согласно указаниям, даваемым НКПС или соответственно НКВодом.

Что касается внутренних планов по перевозкам, то они составляются на большинстве промышленных предприятий в следующем порядке:

1) На основании техпромфинплана предприятия планово-производственный отдел (или сектор) разрабатывает годовой план перевозок, а затем уточняет его по ближайшим кварталам года. Основанием для поправок служат заявки производственных цехов или частей предприятия.

2) Переходя к месячным планам, планирующий орган вновь вносит поправки, сообразуясь с новыми заявками цехов потребителей промышленного транспорта.

3) Исправленные месячные планы передаются в транспортный цех предприятия, который разрабатывает при его помощи суточный план перевозок внутреннего транспорта.

4) В связи с колебаниями в размерах работы цехов или отдельных частей, вызванными достижениями отдельных стахановцев, стахановских смен и суток и другими причинами, транспортный цех промышленного предприятия вносит по заявкам цехов-потребителей транспорта новые поправки в суточный план и на его основании разрабатывает сменно-суточный оперативный план. Поправки цехов должны быть даны не позже кануна дня действия плана.

До сих пор на промышленных предприятиях СССР еще нет единого порядка и форм внутреннего планирования перевозок. Разработка таких единых правил и форм вполне возможна в стране социализма и должна быть выполнена транспортными управлениями наркоматов в ближайшее время.

НБ УГЛУНТ (ДГТУ)

Для удобства учета выполненных перевозок на промышленном транспорте можно предложить следующие формы: для внешних — таблица 93а, для внутренних — таблица 93б.

ТАБЛИЦА 93.

Перевозки . . предприятия за сутки . . . числа мес.
по рельсовому транспорту.

а) Для внешних перевозок.

Род колеи	Прибытие								Отправление							
	откуда	куда	наименование груза	количество тонн	род вагонов	количество вагонов гр/пор.	часы и мин. прибытия	пробег тонно-километров	откуда	куда	наименование груза	количество тонн	род вагонов	количество вагонов гр/пор.	часы и мин. отправления	пробег тонно-километров
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Широкая																
Узкая . .																

б) Для внутренних перевозок.

Род колеи	Прибытие								Отправление							
	откуда	куда	наименование груза	количество тонн	род вагонов	количество вагонов гр/пор.	часы и мин.	пробег тонно-километров	откуда	куда	наименование груза	количество тонн	род вагонов	количество вагонов гр/пор.	часы и мин.	пробег тонно-километров
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Широкая																
Узкая . .																

Оперативно-суточный план может иметь следующую форму (табл. 94), применяемую на ряде заводов СССР.

Для выдачи задания работникам промышленного транспорта, контроля и учета выполнения внутреннего плана по перевозкам на отдельных пунктах погрузки и выгрузки, может быть предложена ведомость по таблице 95. По этой ведомости можно вести учет продолжительности операций по погрузке и выгрузке, а следовательно, и правильности использования подвижного состава.

НВ УИИНТ (ДИТ)

ТАБЛИЦА 94.

Наименование предприятия .

Оперативно-суточный план . мес. 193 . . . г.

Подать порожних вагонов под нагрузку					Подать железнодорожн. кранов	Назначить грузчиков		Отправить груженых вагонов					
Место подачи		Количество и род вагонов			Время подачи (часы и мин.)	Время подачи (часы и мин.)	Количество	Начало работы (часы и мин.)	Место назначения		Количество и род вагонов			Время отправления (часы и мин.)
цех или склад	№ пути	платформ	крытых	специальных					цех или склад	№ пути	платформ	крытых	специальных	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Предприятие
Нормальная колея
Узкая колея

ТАБЛИ
В едо

Подачи, погрузки и выгрузки по цехам от .

№№ по порядку	Задание				Погру									
	К какому времени	Под какой груз	Род подв. состава	Пункт назначения	№№ вагонов	Цех погрузки	Род груза	Вес	Подано		Опоздание в подаче	Погрузка		
									число	врем.		число		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1														
2														
3														
4														
5														

Таблица 96 дает представление о заданиях на смену по широкой и узкой колее, которые (как выписка из сменно-суточного плана) выдаются бригадам и отдельным работникам промышленного транспорта на выполнение подачи вагонов под погрузку и выгрузку с указанием номеров вагонов.

НБ УГЛУНТ (ДИТ)

ТАБЛИЦА 96.

Предприятие

Сменное задание.

Нормальная колея

Узкая колея на перевозки от час. до час. .193...г.

Смена диспетчера .

Задано планом										Выполнено	
Пункты		Род груза	Вес груза	№№ нарядов	Вагонеток	Крытых	Платформ	Баков нефтяных	Время подачи	Время подачи	№№ поданных вагонов
подачи	назначения										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

ЦА 95.

мость

до .193...г.

ка						Выгрузка											
Выводка		Опоздание в выводке	Простой		Примечание	№№ вагонов	Цех выгрузки	Род груза	Вес	Подано		Выгрузка		Выводка		Простой	
число	врем.		факт.	платн.						число	врем.	число	врем.	число	врем.	факт.	платн.
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31

Таблица 97 устанавливает задания на работу крановщиков и железнодорожных кранов, вытекающие также из плана внутренних перевозок.

Все эти формы заполняются диспетчерами транспортных цехов или отделов.

НБ УДУНТ (ДГТ)

ТАБЛИЦА 97.

Сменный план на работу железнодорожных кранов.

От час. . до час. . 193 . . . г.

Смена мастеров .

№№ по порядку	Задано								Выполнено			
	Место работы	Род работы	№№ кранов	Грузоподъемность	Время: начало	Время: окончан. работы	Наименование клиента (цеха)	№№ нарядов	Количество: кранo-час.	Количество: тонн	Количество: объектов	Причина невыполнения
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

§ 8. Проверка выполнения планов и их анализ.

Отчетные данные о работе железных дорог НКПС, публикуемые в наших газетах, и сообщения с разных промышленных предприятий показывают, что план перевозок еще далеко не всегда выполняется полностью. Очень часто на магистральном транспорте грузят грузы второй категории в ущерб первой, не выполняют нормы погрузки и выгрузки, не используют порожних направлений и т. п. Так как почти $^3/_4$ всех грузов, перевозимых по железным дорогам СССР, начинают или кончают свое следование на промышленном транспорте, — невыполнение общегосударственного плана перевозок является в большей мере следствием плохой работы транспорта промышленных предприятий.

В. И. Ленин и тов. Сталин неоднократно указывали на необходимость контроля исполнения. Это, разумеется, относится и к промышленному транспорту, и, в частности, к плану перевозок. Как бы хорошо ни были разработаны внешние и внутренние планы перевозок любого промышленного предприятия, они все же еще расходятся с выполнением, и для того чтобы дальнейшее планирование и, следовательно, работа промышленного транспорта шли лучше — необходимо по сменам и суткам вести непрерывное и неослабное наблюдение за исполнением планов, выясняя уклонения от них, причины этого, исправляя планирование и применяя меры для недопущения подобных уклонений в будущем.

В отношении планов внутренних перевозок дело обстоит еще хуже. Транспортные органы промышленных предприятий до сих пор еще тщетно борются за то, чтобы производственные единицы предприятий не делали вздутых заявок и более серьезно подходили к вопросам планирования. Наблюдение за работой диспетчеров транспортных органов предприятий показывает, что заявки постоянно меняются, и много перевозок осуществляется как „внезапные“, „аварийные“ и т. п.

Чтобы обеспечить правильное планирование и выполнение перевозок, необходимо на каждом промышленном предприятии ведение:

1) строгого учета выполненных перевозок и работы всех транспортных средств;

2) непрерывного личного наблюдения на местах и непрерывного инструктирования, как эти перевозки выполнять;

НБ УДУНТ (ДИТ)

3) систематического анализа руководящими работниками транспортного цеха выполненных перевозок и сравнения их с плановыми заданиями.

Подобный порядок дает возможность:

1) установить степень и качество выполнения оперативного задания;

2) выявлять и устранять причины, затрудняющие это выполнение;

3) избегать на будущее время ошибок при планировании перевозок;

4) улучшать выполнение перевозок.

Анализ выполнения планов обычно лежит на обязанности диспетчеров транспортного цеха, однако совершенно необходимо, чтобы вопросами планирования и выполнения планов занимались лично начальник эксплоатации (движения) и начальник транспортного цеха (отдела). О всех неправильностях планирования и перевозок, допускаемых производственными органами предприятия, начальник транспортного цеха (отдела) должен доводить до сведения директора предприятия, требуя пресечения допускаемых неправильностей.

ГЛАВА III.

ГРАФИК ДВИЖЕНИЯ.

§ 9. График — как основной метод организации движения.

„Основной, так сказать, обобщающей технической нормой, определяющей всю работу железных дорог, является график и расписание движения поездов.

„... Мы должны, товарищи, превратить расписание и график движения поездов в железный закон работы транспорта. Наш конвейер раскинулся на сто тысяч километров. Следить за каждой частью очень трудно. Должна быть какая-то единая дисциплинирующая сила. Эта сила — график и расписание движения поездов. График и расписание должны быть самым святым для железнодорожников. Пока мы этого не добьемся, у нас не будет той слаженности частей механизма, о которой говорил товарищ Сталин".

Так охарактеризовал тов. Л. М. Каганович на декабрьском пленуме ЦК ВКП(б) в 1935 г. значение расписания и графиков для железных дорог СССР.

„Движение всех поездов на промтранспорте производится строго по графику, утвержденному начальником дороги или директором предприятия.

„Движение передач по подаче вагонов предприятиям НКТП и уборке их производится по расписанию, установленному договорами клиентуры с железными дорогами примыкания". (Дополнения и изменения НКТП к ПТЭ § 281.)

По своей сущности, как указывают ПТЭ, расписание движения поездов является железным законом и выражает план всей эксплоатационной работы.

Чтобы выполнять и перевыполнять общегосударственный план перевозок надо, чтобы весь транспорт работал четко и бесперебойно. Для этого необходим точный план движения поездов по магистральным железным дорогам и связанным с ними неразрывно путям промышленного транспорта.

До прихода в НКПС Л. М. Кагановича расписаниям и графику движения не придавали того значения, на которое указал Л. М. Каганович. График считался как бы пустой формальностью. Строился он неправильно, узаконивая простои поездов на участковых станциях, невысокие технические и коммерческие скорости, так называемый „факультатив", не увязывая грузовых и пассажирских потоков с оборотом паровозов, работой станций и безопасностью движения.

Тов. Л. М. Каганович вскрыл и разгромил антигосударственные „теории" по отношению графика и расписаний и указал на все их политическое и техническое значение. Расписание должно устанавливать, сколько и каких поездов какого назначения должно следовать на железных дорогах, по отдельным линиям

НБ УДУНТ (ДИТ)

и участкам. График указывает порядок их движения. Таким образом расписание определяет не только план работы станций, но и план работы целого ряда железнодорожников. График движения, обеспечивающий выполнение и перевыполнение государственного плана погрузки, определяет не только собственно план движения поездов, но и работу станций, депо, путей, связи и всех остальных устройств транспорта.

Графиком движения на промышленном транспорте определяется не только движение поездов, но и работа локомотивов, вагонов и других подвижных средств, станций и внутризаводских постов, депо, путей всякого рода, фронтов погрузки и выгрузки, сигнализации и связи, т. е. из него вытекает план работы всех подразделений промышленного транспорта, связанных с движением.

По существу, график в настоящем его понимании и исполнении имеет огромное значение и является подлинным и могучим средством организации движения поездов.

При построении графиков движения на рельсовом промышленном транспорте следует учесть:

1) согласование движения поездов, подач и маневровых составов с технологическими процессами промышленного предприятия;

2) количество поездов, подач или маневровых составов, которые в зависимости от грузооборота и пассажирооборота и данного периода времени должны находиться в движении (грузовые и пассажирские поезда разного рода);

3) вес в тоннах или состав поездов (числом вагонов), зависящий от тех же причин, что и в пункте первом;

4) установленную скорость движения поездов на отдельных перегонах между отдельными пунктами;

5) время отправления с начальных пунктов и прибытия на конечные;

6) время остановок поездов на различных пунктах, зависящее от возложенных на данный поезд, подачу или маневровый состав задач (погрузка, разгрузка, маневры или безостановочный проход и т. п.);

7) наилучшее использование локомотивов (паровозов, электровозов, мотовозов и т. п.);

8) наилучшее использование вагонов;

9) возможность регулирования движения;

10) наилучшее использование рельсовых путей;

11) ограждение безопасности движения.

Если на магистральных железнодорожном и водном транспорте единственно правильной по существу формой организации движения является график и расписание, то на транспорте промышленных предприятий они имеют такое же огромное организующее начало. Промышленные предприятия и их транспорт должны выполнять и перевыполнять государственный план погрузки, используя при этом наилучшим образом все транспортные средства. Мы указывали на ту неразрывную связь, которую в отношении выполнения плана перевозок имеет с магистральным внешний и внутренний транспорт промышленных предприятий. Развивая нашу мысль, мы должны указать, что и в отношении организации перевозок, как внешних, так и внутренних, на промышленном транспорте единственно правильной формой должно быть движение по графику. Как и на магистральном транспорте введение работы по графику встречает на многих предприятиях упорное сопротивление, вызываемое в иных случаях недопониманием вопроса, а в иных и злой волей. Это сопротивление должно быть и будет сломлено.

По форме график движения представляет собой специально заготовленную сетку, на которой условными линиями наносят движение поездов или подач, или маневровых составов.

На магистральных железных дорогах и на транспорте большинства промышленных предприятий СССР сетка графика строится на 24 часа с 18 час. до 18 час. следующих суток.

На вертикальной линии откладывают в выбранном масштабе ряд проме-

НБ УДУНТ (ДИТ)

жутков, изображающих расстояние между станциями, разъездами, внутризаводскими постами, цехами, складами и т. д. Через эти точки проводят ряд горизонтальных линий, а затем ряд вертикальных линий, отделяющих часы, получасовые и десятиминутные промежутки. Такая сетка изображена на рис. 426 и носит название десятиминутной. Вертикальные жирные линии отделяют часы, пунктир — получасовые промежутки, тонкие сплошные линии — каждые десять минут.

В зависимости от назначения графика, сетка может быть пятиминутной, получасовой, часовой и по другим промежуткам времени.

На некоторых иностранных железных дорогах и некоторых торфохозяйствах СССР время откладывается по вертикали, а раздельные пункты — по горизонтали.

Движение поездов, подач или маневровых составов откладывается на сетке графика условными наклонными линиями, соединяющими точку отправления каждого поезда с одного из пунктов движения с точкой прибытия на другой. Горизонтальные отрезки изображают простои поездов.

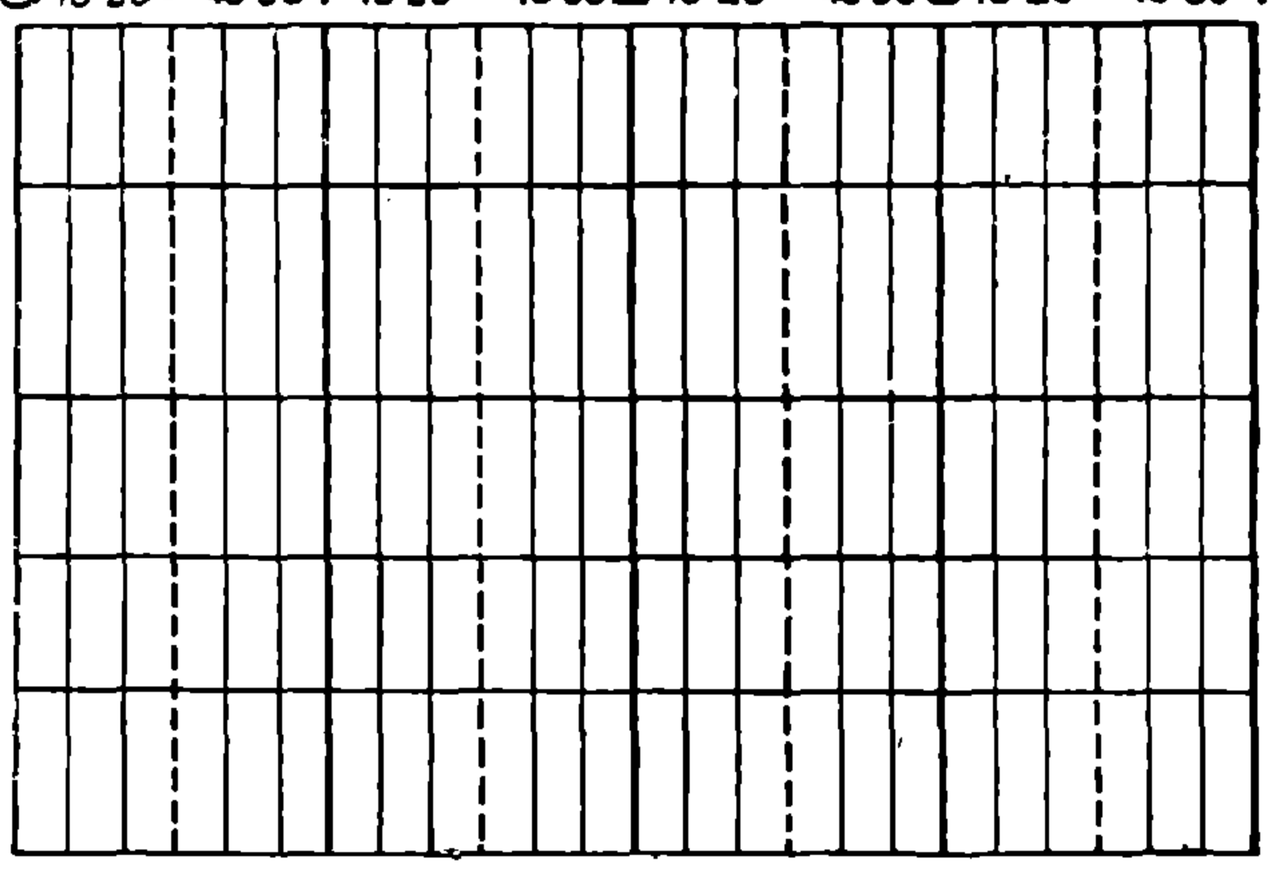


Рис. 426. Сетка графика.

Если график построен для однопутного участка, линии, изображающие поезда, могут иметь скрещения только на горизонтальных линиях, которые представляют собой раздельные пункты: станции, разъезды и т. п.

При скрещениях на однопутных участках могут быть два случая:

1) когда оба скрещающихся поезда имеют простои на пункте скрещения (рис. 427) и

2) когда один поезд следует безостановочно, а другой, скрещающийся с первым, вынужден иметь простой (рис. 428).

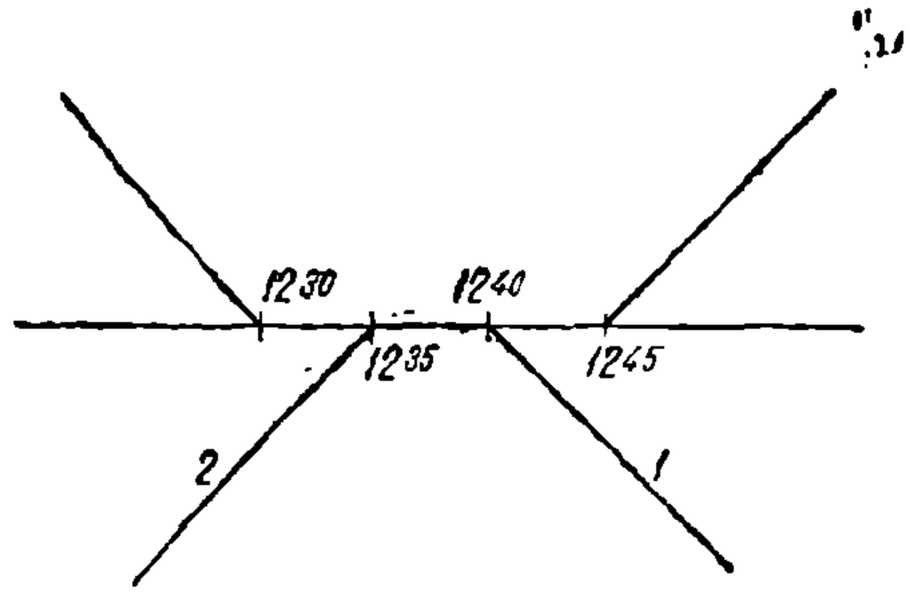


Рис. 427. График скрещения поездов на однопутном раздельном пункте.

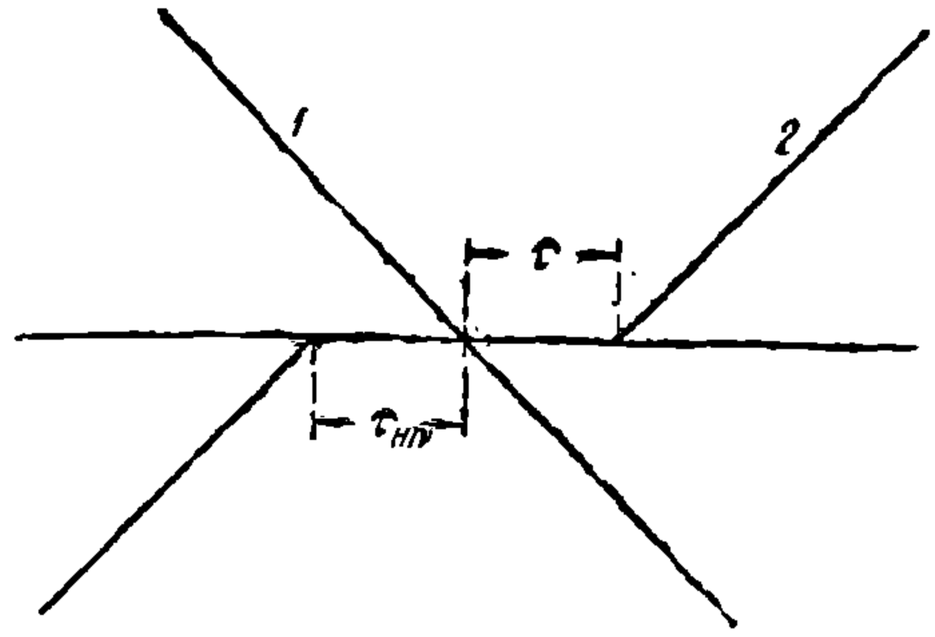


Рис. 428. График скрещения поездов на однопутном раздельном пункте.

На графиках двупутных линий скрещения поездов могут происходить и на перегонах.

На однопутных участках ПТЭ запрещают одновременный прием на раздельный пункт двух поездов разного направления, когда пункт не оборудован автоматическими сигналами, дисками сквозного прохода или не имеет предохранительных тупиков, если подход к станции, хотя бы с одной стороны, имеет на протяжении тормозного пути спуск круче 0,006.

Все эти условия необходимо помнить при построении графика.

НБ УИИНТ (ДИТ)

Ознакомившись с методом построения графика однопутного участка, нетрудно понять и метод построения графика двупутного участка.

Построив движение поездов одного направления, на той же сетке, независимо от них, наносят движение поездов встречного направления. Как это видно на графике, скрещения поездов могут быть в таких случаях на перегонах и на раздельных пунктах.

Так как в одном направлении поезда нумеруются четными, а в другом — нечетными номерами, направление движения, совпадающее с четными поездами, называют четным, а направление противоположное — нечетным.

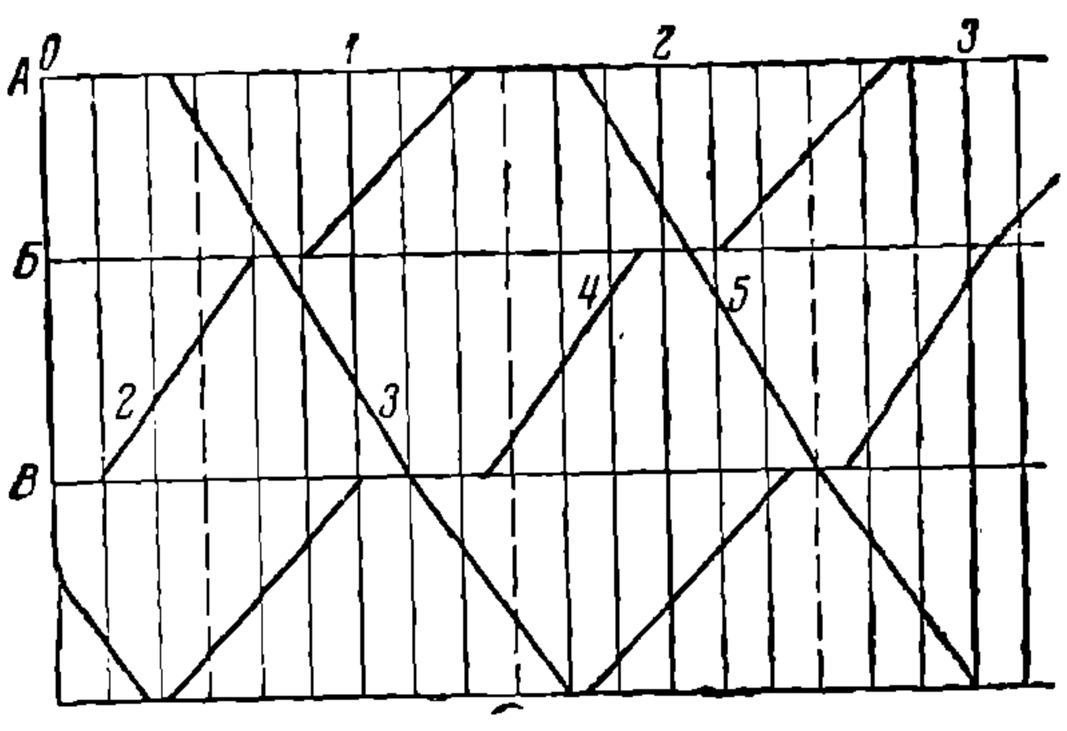


Рис. 429. Параллельный график однопутного участка.

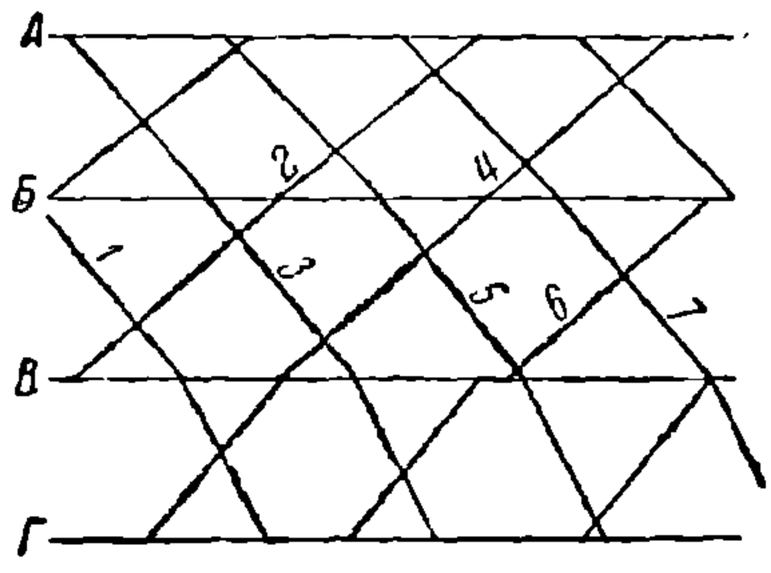


Рис. 430. Параллельный график двупутного участка.

На промышленном транспорте пока еще не разработано общей нумерации поездов, и на каждом предприятии нумерация своя, что, конечно, не вполне удобно.

Так как поезда каждого направления на каждом из участков рельсового пути могут следовать с одной скоростью и с различными скоростями, то графики могут быть параллельные (с одинаковой по направлениям скоростью движения всех поездов по перегонам) и непараллельные.

Параллельный и непараллельный графики движения поездов на однопутном и двупутном участках показаны на рис. 429, 430, 431 и 432.

На промышленном транспорте движение по параллельному графику может иметь применение на сырьевых ветвях, торфоразработках, на рудниках и т. п. и реже в пределах заводской площадки, где обычно все поезда двигаются с различными скоростями.

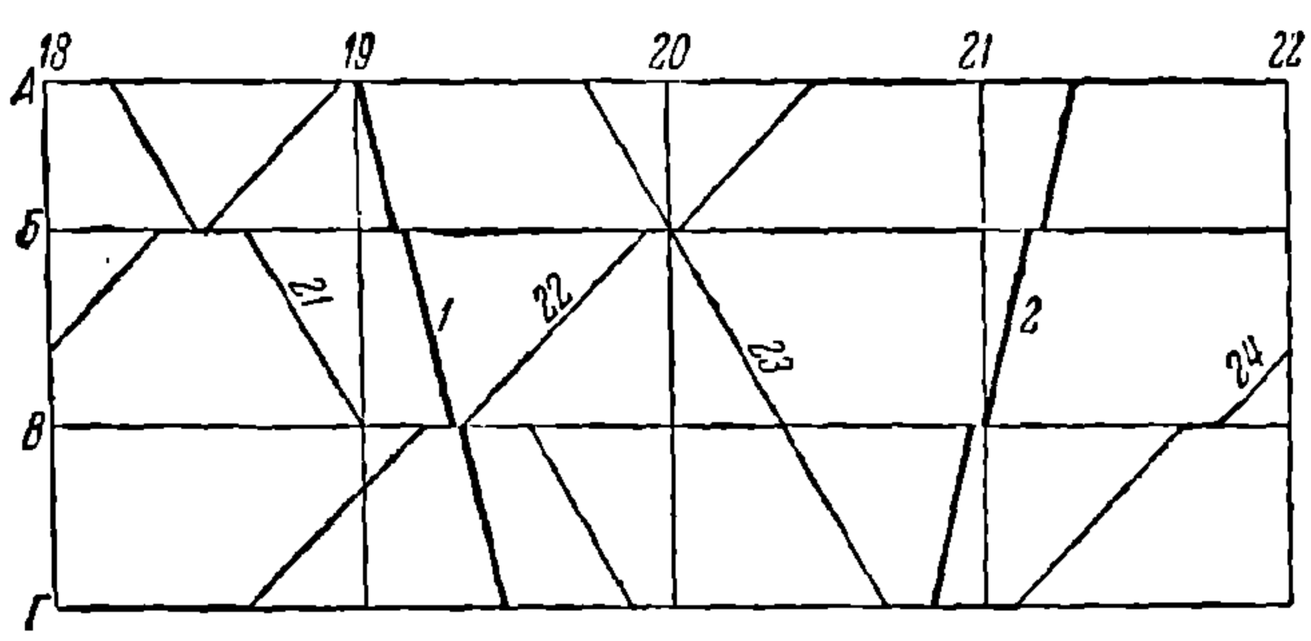


Рис. 431. Непараллельный график однопутного участка.

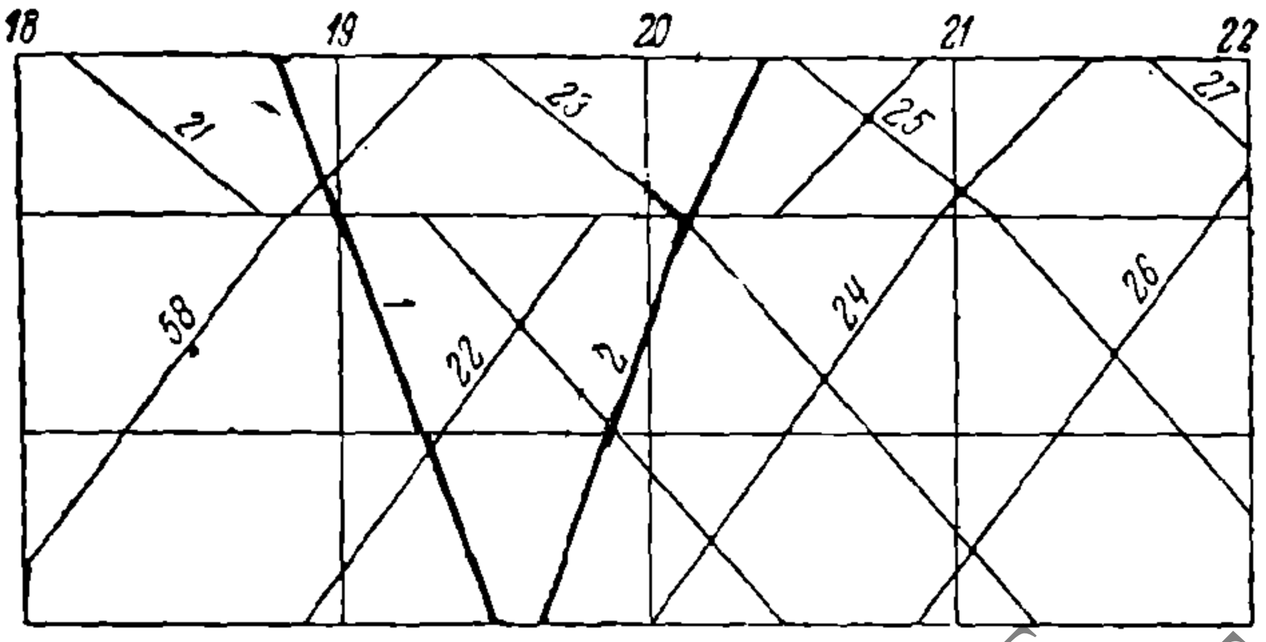


Рис. 432. Непараллельный график двупутного участка.

В зависимости от того, одинаково или различно количество поездов в грузовом и порожнем направлениях, графики могут быть парные (рис. 433) и непарные (рис. 434).

Если при движении попутные поезда разделены целым межстанционным

НБ УДУНТ (ДИТ)

перегоном и между ними нельзя проложить встречного поезда, то графики называются пачечными (рис. 435). Если же попутные поезда разделяются при этом межпостовыми перегонами или блок-постами, то графики называются пакетными (рис. 436 и 437).

При составлении графика необходимо знать все условия работы поездов, стоянки по техническим надобностям, время хода поездов на каждом перегоне и интервалы между поездами.

Поперегонные времена хода определяют тяговыми расчетами с учетом живой силы поезда. При этом необходимо изучение и использование опыта вождения поездов машинистами-кривоносовцами, а также результатов опытных поездок с динамометрическим вагоном. Времена хода определяются для безостановочного прохода раздельных пунктов, а также и с остановками. Если точных данных нет, время на разгон и замедление принимается по 1—2 минуты.

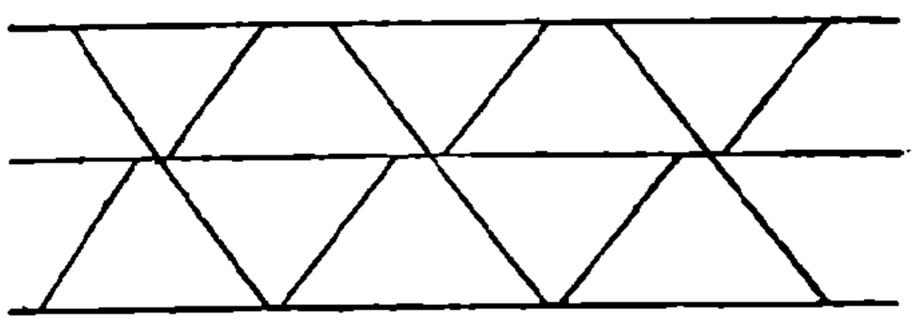


Рис. 433. Парный график однопутного участка.

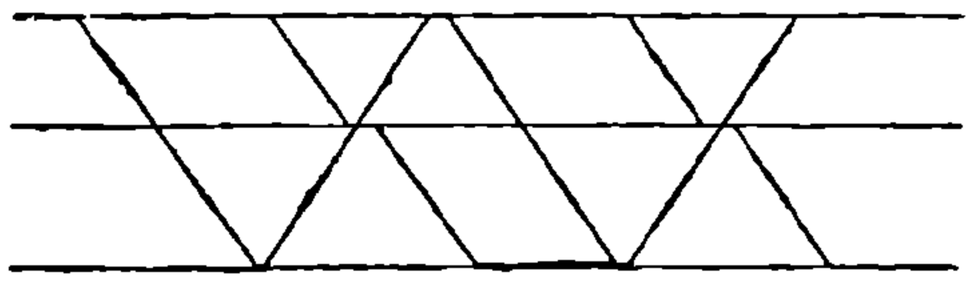


Рис. 434. Непарный график однопутного участка.

Так как прибытие, пропуск и отправление поездов требуют выполнения ряда технических операций, то на графике между поездами должны быть известные интервалы:

а) скрещения (на однопутном участке) τ (рис. 428);

б) попутного следования (при пачечном и пакетном движении) (рис. 438);

в) неодновременного прибытия (на однопутных участках) (рис. 439);

г) неодновременного прибытия и отправления, если это не разрешено ПТЭ для данного пункта (рис. 440).

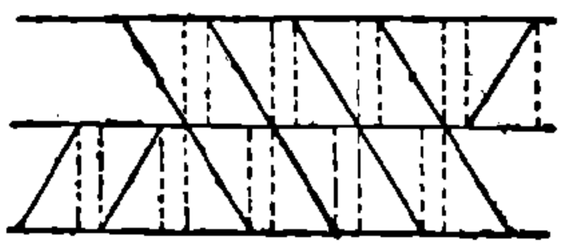


Рис. 435. Пачечный график.

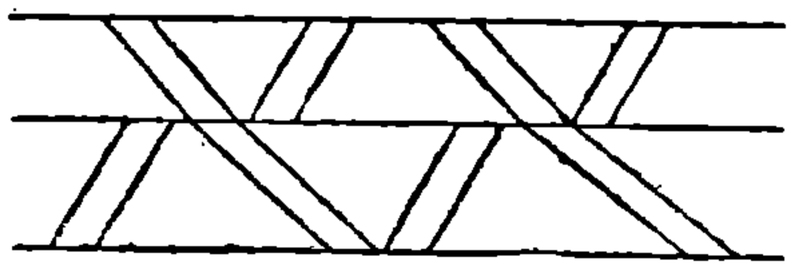


Рис. 436. Пакетный график однопутного участка.

Правильное установление норм интервалов имеет очень большое значение, так как от них зависят и безопасность движения, и участковая скорость, и пропускная способность.

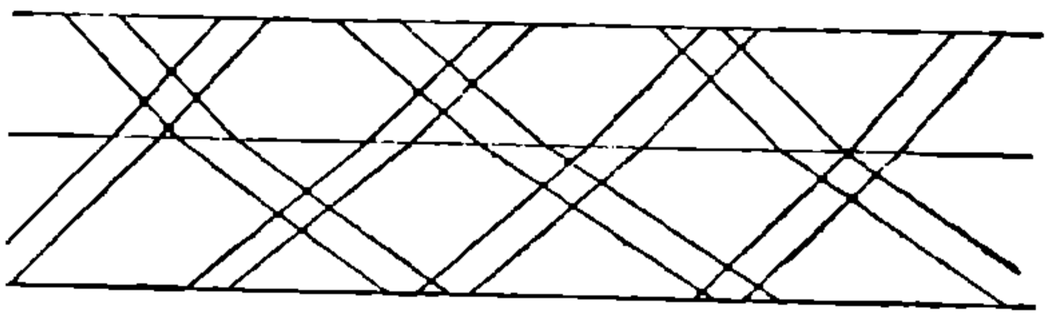


Рис. 437. Пакетный график двупутного участка.

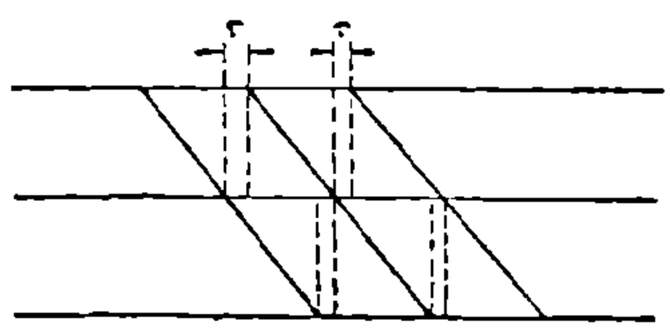


Рис. 438. Интервал попутного следования.

Простым и наглядным способом их расчета является построение особых графиков, входящих в интервал операций. Пример подобного графика для интервала неодновременного прибытия и отправления при скрещении показан на рис 441.

НБ УГАЖТ (ДИТ)

П № 30 проходит безостановочно. Участок оборудован электрожезловой системой. Жезл п № 21 передается п № 30 на основании § 415 ПТЭ без пропуска через аппарат.

При пакетном графике на межстанционном перегоне могут находиться два и больше попутных поездов. Интервалом в пакете называют минимальное время, допускаемое для следования этих поездов. Интервал этот рассчитывается аналитически.

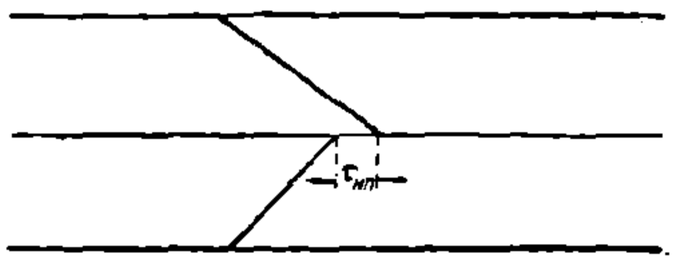


Рис. 439. Интервал неодновременного прибытия.

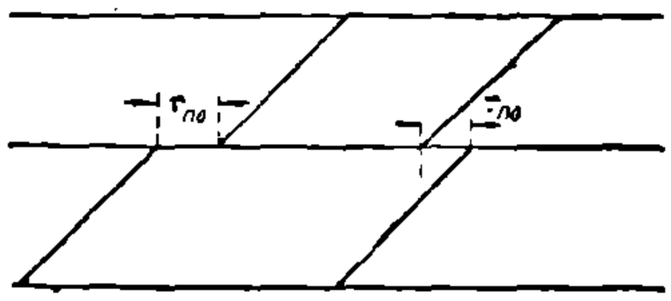


Рис. 440. Интервал неодновременного прибытия и отправления.

На рис. 442 показан непараллельный график движения по узкой колее торфяного предприятия.

§ 10. Контактный и другие виды графиков.

На промышленном транспорте, обслуживающем технологические процессы каждого промышленного предприятия и связывающем это предприятие с сетью магистрального транспорта, вся организация движения должна быть так построена, чтобы транспорт работал непрерывно и бесперебойно, в такт, синхронно всему производству. Поэтому основной план движения на промышленном предприятии — график — должен быть так построен, чтобы все поезда и маневровые составы были тесно увязаны с технологическими процессами каждой отдельной части, каждого цеха предприятия, а также с работой вагонов НКПС.

На промышленном транспорте движение может происходить на ветвях примыкания, на сырьевых, соединительных, межцеховых и другого вида путях. Если такие ветви имеют перегоны, то движение может иметь характер п о е з д н о г о, т. е. сформированными поездами, с соблюдением всех установленных для поездного движения правил (Правила технической эксплоатации): составление поездов (расстановка вагонов, торможение, сцепка, снаряжение и т. п.), оформление права на занятие перегона (выдача путевой, жезла или др.) с точным соблюдением расписания движения поездов. На остальных пунктах промышленного транспорта движение совершается маневровым порядком, причем часть маневров, периодически повторяющихся для правильности организации, также должна быть построена по графику.

Таким образом графики движения могут быть поездные и маневровые. График, связанный с технологическими процессами производства, мы называем к о н т а к т н ы м.

Например, если мы свяжем графиком движения работу поездов, подач или маневровых составов между разливочной стороной доменного цеха металлургического завода и разливочной машиной или мартеновским цехом, или шлаковозную сторону доменного цеха с отвалом, — мы получим контактный график. Таким же будет график торфохозяйства, связывающий движение поездов с работой погрузочных снарядов и разгрузочных механизмов ТЭЦ, которая работает на собственном торфе.

На транспорте металлургических заводов, на промышленных железных дорогах, связывающих ряд предприятий, обычно имеется и поездное и маневровое движение. На таких заводах вся работа должна быть построена на поездных и маневровых контактных графиках. На машиностроительных, химических заводах, на которых мощность грузовых потоков и их отдельных струйз начительно меньше, должны быть построены маневровые графики. На торфяных, рудных, угольных,

НБ УДУНТ (НТ)

нерудных и иных сырьевых открытых разработках, где доминирует поездное движение, должны быть построены поездные графики.

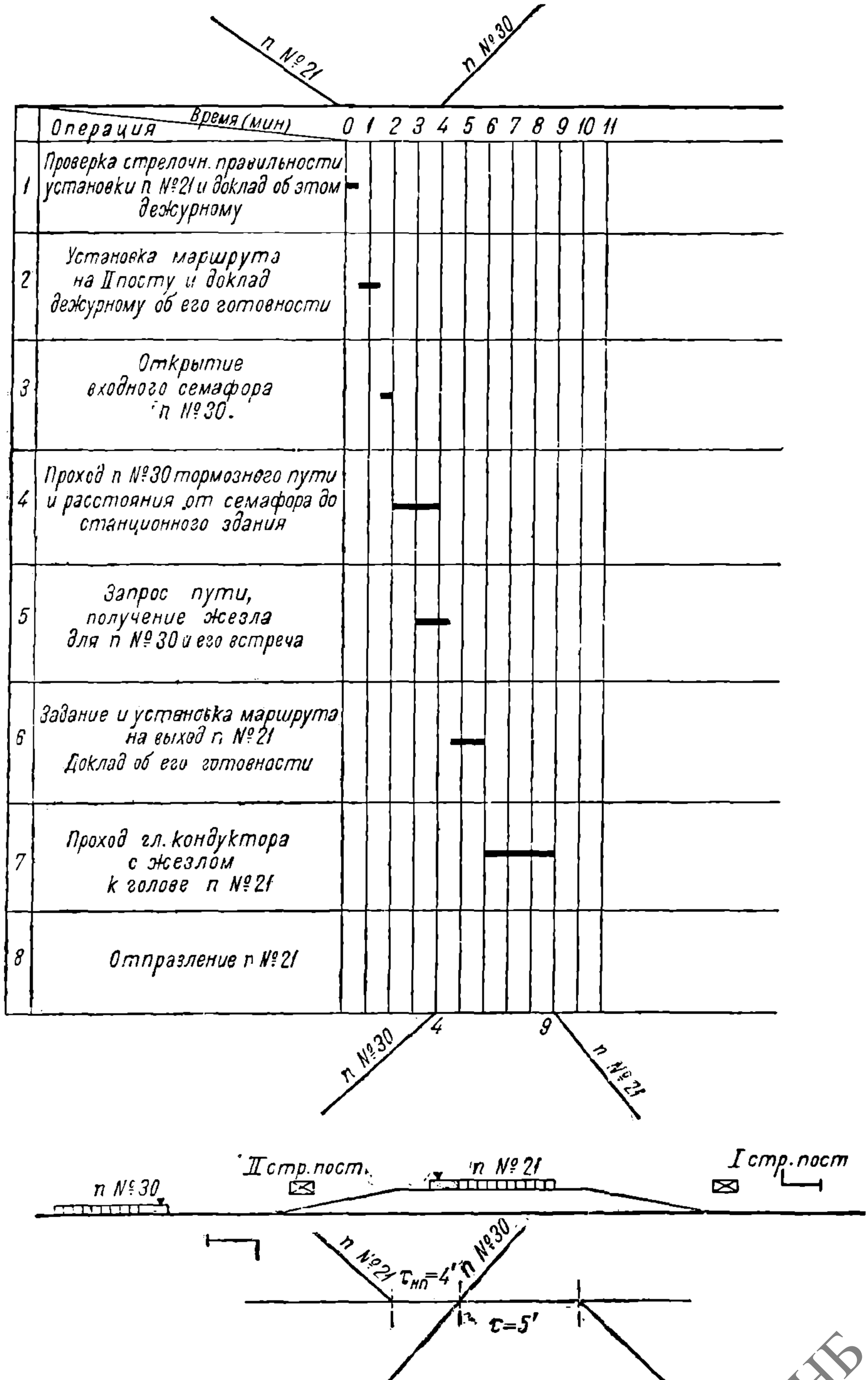
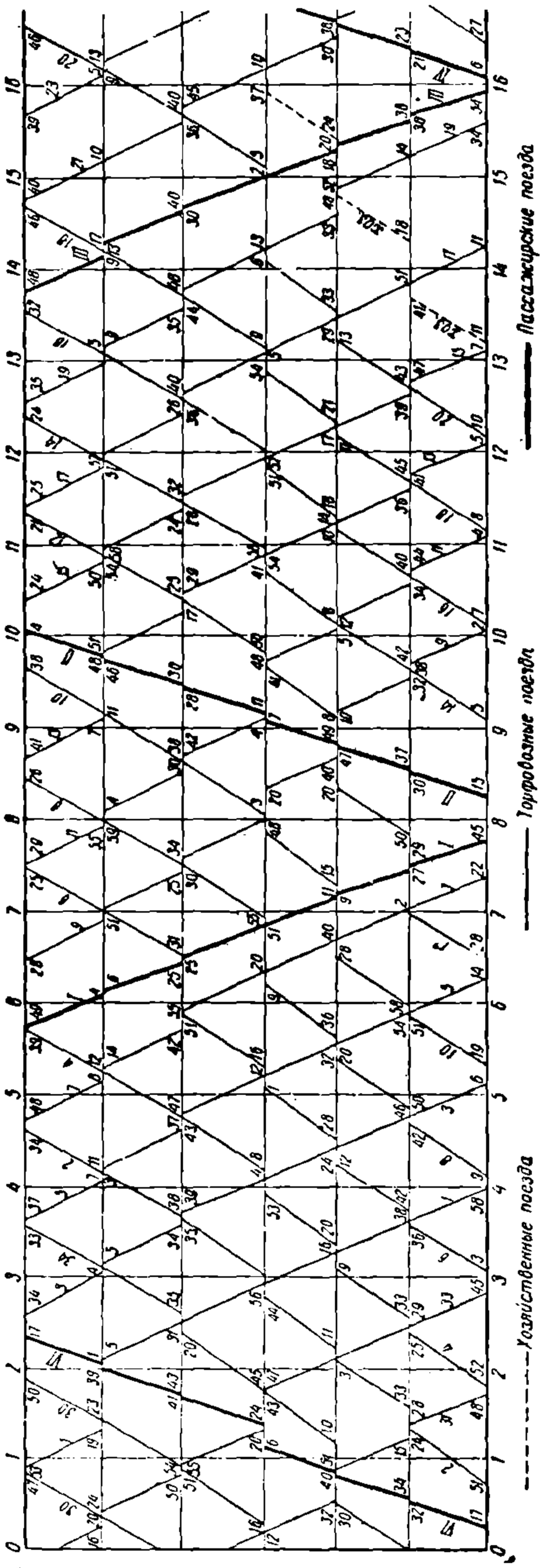


Рис. 441. Пример графического расчета интервала.

Необходимо помнить, что построенные графики движения всех видов не являются чем-то постоянным, неизменным, пределом совершенства. Наоборот, и опыт, и стахановское движение, и изменения технологического про-

НБ УДУНТ (ДИТ)



Время года	поезда	участок	5200	5506	5657	4858	5150	4970
	пасс.	I	16	16	17	15	15	15
		II	21	19	20	16	16	16
	торф	I	27	29	35	23	30	33
		II	26	26	25	20	22	20

Рис. 442. График движения на торфоразработках.

цесса вносят в него изменения, улучшения. Графики должны подвергаться анализу, критике, перестраиваться и непрерывно совершенствоваться, чем одновременно будет достигаться и совершенствование всей организации перевозок. Пересоставление графиков должно делаться по известным периодам также в зависимости от времени года и изменившихся в связи с этим условий работы и плана перевозок. Таковы, например, летние и зимние условия работы на торфяных и лесных разработках, связанные с добычей и доставкой продукции. При пересоставлении графиков должны учитываться все организационные и стахановские достижения, более удачное чередование периодов, новые, более повышенные скорости, новые сниженные нормы времени погрузки и выгрузки и т. п.

Ближайшей и чрезвычайно важной задачей транспортных цехов всех промышленных предприятий является полный переход на движение по графикам и расписаниям, так как только при подобном методе возможна правильная и наиболее целесообразная организация работы подвижного состава и всех транспортных устройств.

На рис. 443 показан график движения на разливочной стороне мартеновского цеха металлургического завода. Наверху приведена типичная схема путей, причем слева вверху под №№ *1*, *2* и *3* показаны пути разливочной площадки. Под №№ *4* и *5* показаны пути двора изложниц. Жаровня с путями *6*, *7*, *8* и *9* — парк их охлаждения; *Б* и *В* — горловины; пути №№ *10*, *11*, *12* и *13* — в стрипперном отделении и, наконец, *14* и *15* — у нагревательных колодцев.

Жирными горизонтальными линиями показана работа составов в соответственных пунктах, двойными линиями — простои их до или после подачи. Наклонные

НТБ УЛМНТ (ЛИТ)

линии обозначают движение составов. Цифры на графике — минуты. График построен при условии минимальных простоев под операциями, вызванными технологическими причинами, при 8 составах и 3 паровозах.

По графику можно проследить всю последовательность транспортных операций, движения составов и паровозов (наклонный пунктир).

На рис. 444 показан контактный маневровый график большого химического завода. В виду небольшой мощности грузового потока и его отдельных струй, а также раздробленности операций по выгрузке и погрузке, нельзя установить поездное движение. Приходится подавать на разные пункты завода по 2—5 вагонов. График построен при 3 маневровых паровозах.

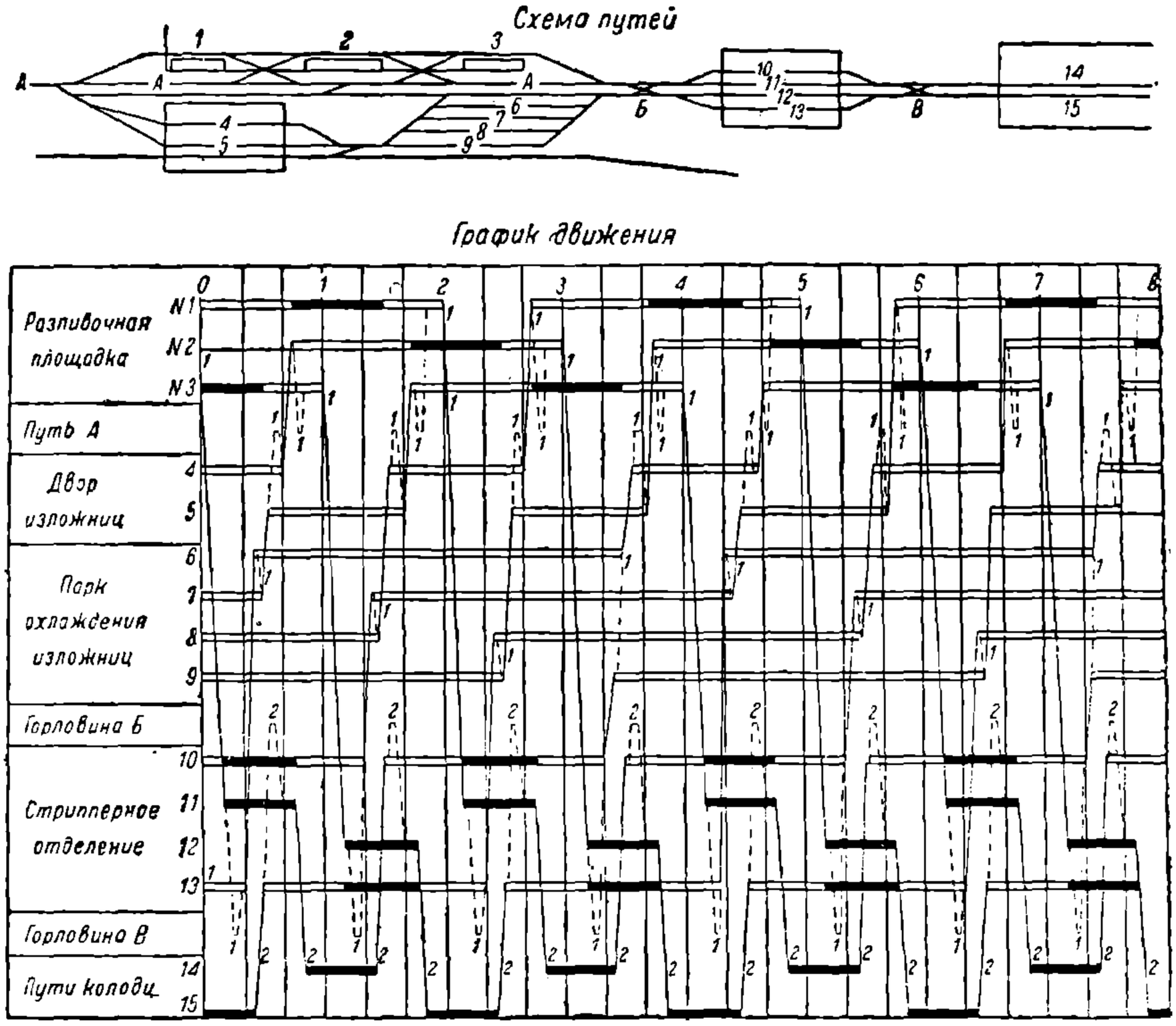


Рис. 443. Контактный график движения на разливочной стороне мартеновского цеха металлургического завода.

Слева в вертикальном столбце указаны все пункты рельсовой сети завода (пути, стрелки, склады и т. п.). График построен так, что учтены по нормам все движения паровоза, все операции с вагонами и продумана вся организация движения. На графике видно, сколько времени занимает состав каждый отдельный элемент рельсовой сети.

На рис. 445 показан контактный график движения поездов на разветвленной железнодорожной сети торфоразработок. Тут движение — исключительно поездное. Условные обозначения приведены внизу. На графике учтены погрузка составов на торфяных точках, их разгрузка на эстакаде ТЭЦ, пассажирское движение, материально-хозяйственные поезда, маневры, экипировка и оборот паровозов, и оборот составов. Внизу приведены отдельно графики оборота тех и других. Для выполнения необходимы: 3 паровоза — 1 поездной торфовозный, 1 маневровый, 1 для пассажирских составов — и 3 состава.

На рис. 446а показана схема путей угольных разработок, а на рис. 446б — контактный график поездного движения на этих угольных разработках. К станции НКПС примыкают четыре угольных ветви. К первой — через пост Центральные копи —

НБ УДУНТ (ДИТ)

шахта № *1* и на разветвлении — шахты № *2* и *3*. Ко второй — через пост Красная Гора — шахты № *4*, *5*, *6* и *7*. К третьей — через пост Монеиха — шахты № *9*, *10* и *11*. К четвертой — через пост Зименка — шахта № *8*. Соответственно этому построены пять отдельных лент графика. На шахтах показана погрузка угля, на постах — выгрузка части составов на склады. Пунктиром показан резервный пробег паровозов.

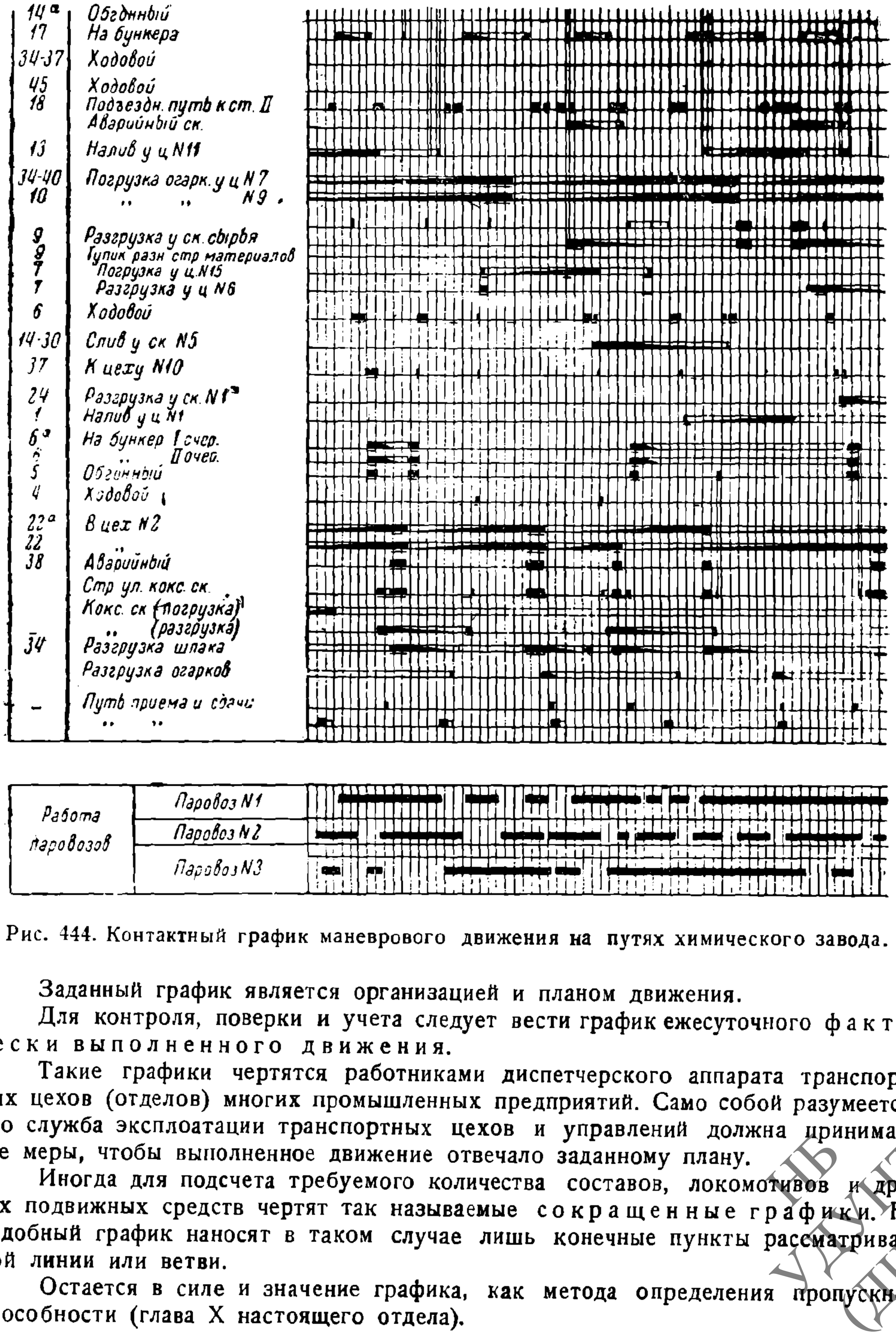


Рис. 444. Контактный график маневрового движения на путях химического завода.

Заданный график является организацией и планом движения.

Для контроля, поверки и учета следует вести график ежесуточного фактически выполненного движения.

Такие графики чертятся работниками диспетчерского аппарата транспортных цехов (отделов) многих промышленных предприятий. Само собой разумеется, что служба эксплоатации транспортных цехов и управлений должна принимать все меры, чтобы выполненное движение отвечало заданному плану.

Иногда для подсчета требуемого количества составов, локомотивов и других подвижных средств чертят так называемые сокращенные графики. На подобный график наносят в таком случае лишь конечные пункты рассматриваемой линии или ветви.

Остается в силе и значение графика, как метода определения пропускной способности (глава X настоящего отдела).

НБ УДУИТ (ДИИТ)

Остановочные пункты

Расст. | Скор. | Время хода | Экип.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

Первомайск уч.
Первомайск стр.
Первомайск раз.
Первомайск стр.
Монетная торф.
Монетная торф.
Октябрьск стр.
Октябрьск уч.
Октябрьск стр.
Пос. Еловый
Р-зд Красный
Октябрьск уч.
Р-зд Красный
Окт. посадочная
Красногвард уч.
Р-зд Красный
Окт. поселок
Пос. Бел. Бараки
Монетная торф.
Мех. эстакада

График оборота паровозов

Поездной паровоз
Маневровый "
Пассажирский

График оборота составов

Состав N 1
Состав N 2
Состав N 3

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

Условные обозначения:

- Торфовозные поезда
- Мат. хозяйств. "
- Резервные
- Автодрезины
- Пробег паров. и ваг.
- Погрузка
- Разгрузка
- Маневры
- Экипировка
- Простой
- Горячий резерв.

График движения

НБ УДУНТ (ДИТ)

Необходимо отметить, что, несмотря на требование ПТЭ и на то огромное значение, которое имеет для оборота вагонов НКПС и самих промышленных предприятий, а также локомотивов и всех транспортных устройств движение по графику, — на большинстве наших промышленных предприятий не только маневровое, но и поездное движение совершается без расписаний и графиков.

Ближайшей и чрезвычайно важной задачей транспортных цехов, отделов и управлений предприятий всех наркоматов надо считать проведение этого порядка в жизнь.

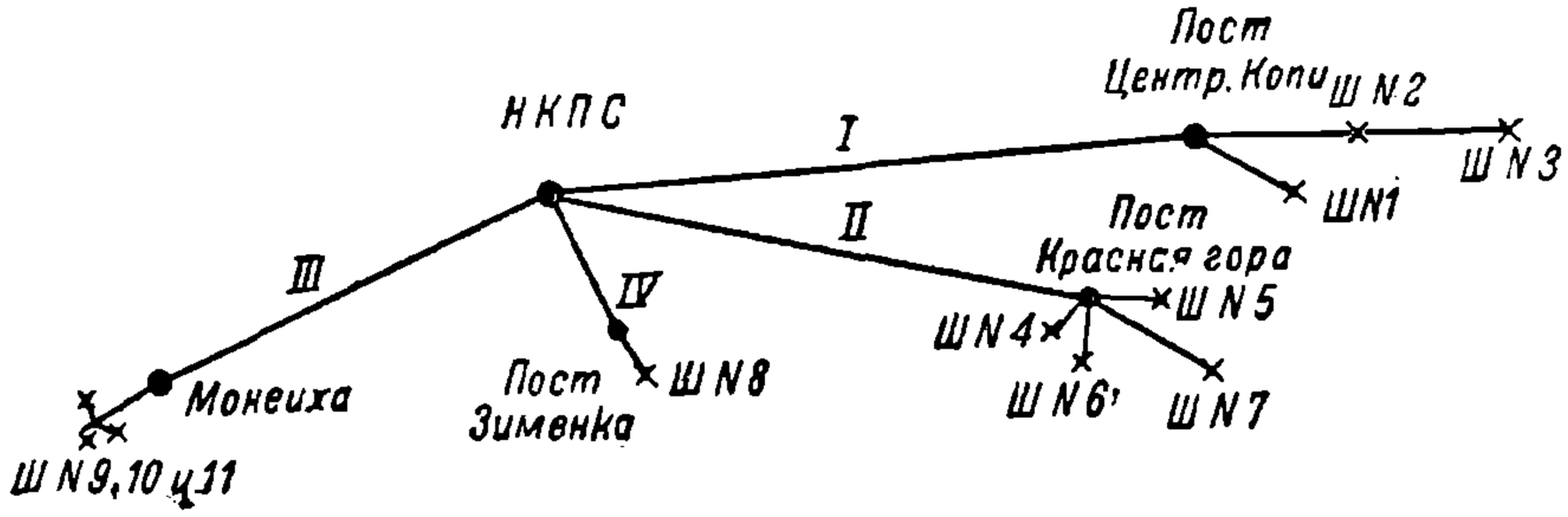


Рис. 446а. Схема путей угольных разработок.

§ 11. Измерители графика.

График является основным законом движения на промышленном транспорте и должен быть безукоризненно построен. Он должен обеспечивать наивысшую скорость и безопасность движения поездов, наилучшее использование локомотивов и вагонов, а также всех транспортных сооружений.

Различают скорости движения поездов: ходовую, техническую и участковую (коммерческую).

Ходовой (v_x) называют скорость, рассчитанную по времени чистого хода без учета на разгон и замедление.

Технической (v_m) называют скорость движения поезда без учета остановок на промежуточных пунктах, но с учетом разгона и замедления.

Участковой (коммерческой) (v_y) называют скорость на целом участке ветви, заводской площадке с учетом простоев на промежуточных пунктах.

Чтобы определить выполненную поездом техническую скорость надо разделить выполненный поездом пробег (поездо-километры) на время чистого хода поезда на участке:

$$v_m = \frac{L}{T_д} \ (км/ч).$$

Для нескольких поездов техническая скорость определяется как частное от деления общего пробега этих поездов (поездо-километры) на сумму поперегонного времени следования этих же поездов (поездо-часы):

$$v_m = \frac{\text{поездо-километры}}{\text{поездо-часы}} \ (км/ч).$$

Чтобы определить участковую (коммерческую) скорость какого-нибудь поезда на участке, надо разделить выполненный им пробег на время нахождения на участке (включая и остановки):

$$v_y = \frac{L}{T_0} \ (км/ч).$$

Участковая скорость нескольких поездов определяется как частное от деления выполнения пробегов на полную затрату времени следования этих поездов на участке (включая и остановки):

$$v_y = \frac{\text{поездо-километры}}{\text{поездо-часы}} \ (км/ч).$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

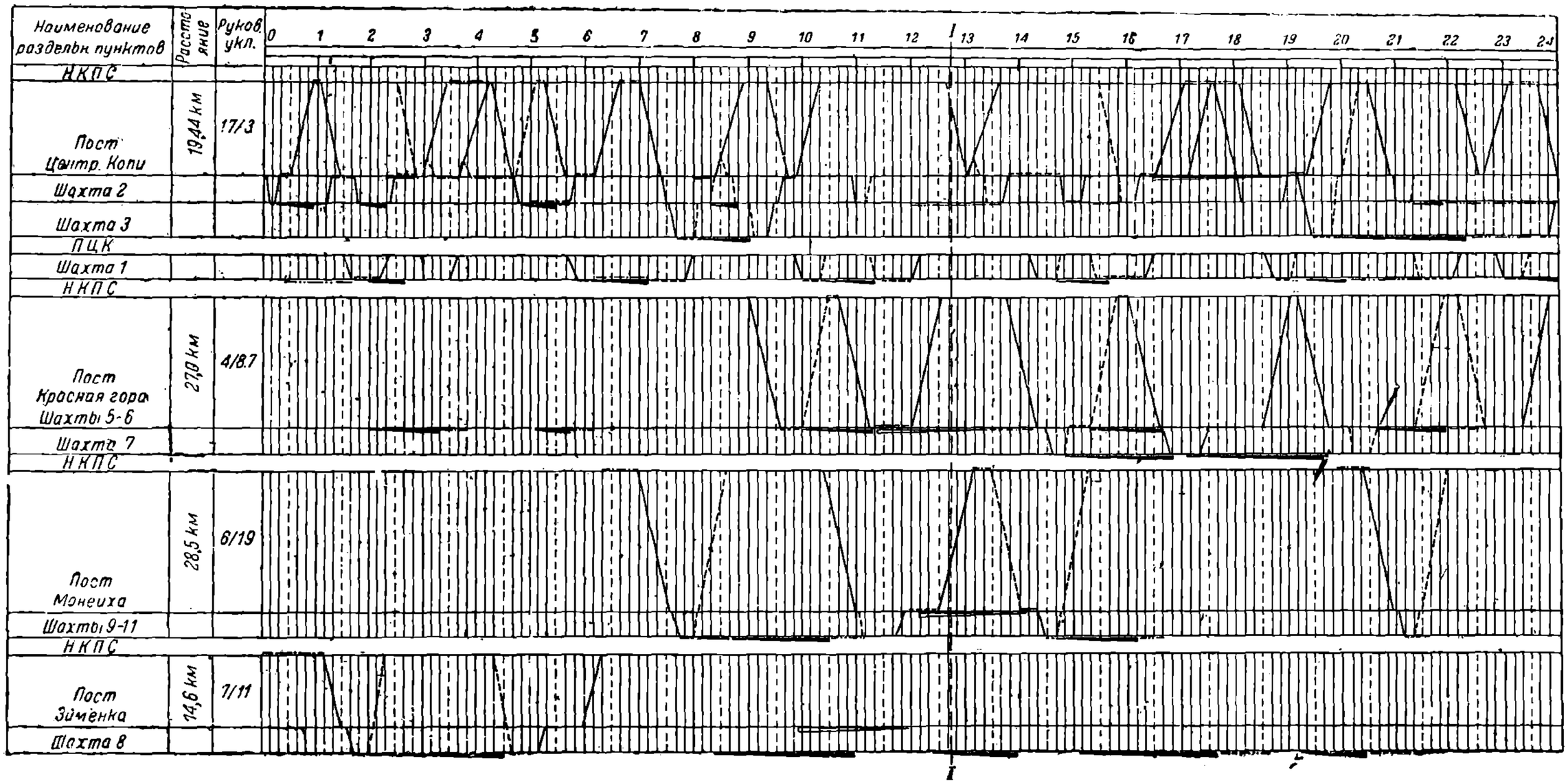


Рис. 446б. График движения на угольных разработках.

НБ УДУНТ (ДПТ)

Результаты применения стахановско-кривоносовских методов вождения поездов показывают, каких успехов можно добиться в отношении технической скорости движения поездов. Точно так же необходимо, путем снижения времени интервалов и простоев, всемерно добиваться увеличения участковой скорости.

Хорошо построенный график, хорошо выполненная организация движения поездов по ветвям и линиям, а в некоторых случаях и на заводской площадке промышленного предприятия дают возможность при высоких технических скоростях и минимальных простоях достигать большой участковой скорости.

Как увидим дальше, участковая скорость имеет огромное значение в деле использования подвижного состава, оборота локомотива и вагонов, особенно на ветвях и линиях. На это неоднократно указывал тов. Л. М. Каганович в своих приказах и выступлениях, которые целиком могут быть применены и к промышленному транспорту.

Строя графики движения поездов, несколько иначе укладывая поезда, необходимо запроектировать для каждого участка ряд вариантов графиков.

Лучшим будет тот вариант, у которого при лучшем обороте локомотивов и вагонов и той же технической скорости выше участковая скорость.

Отношение участковой скорости к технической называют коэфициентом скоростей (K_v):

$$K_v = \frac{v_y}{v_m}.$$

На качество составления графиков промышленного транспорта необходимо обратить самое серьезное внимание.

ГЛАВА IV.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЕЗДНОГО ДВИЖЕНИЯ.

§ 12. Общие положения.

В предыдущих главах мы уже рассмотрели основные методы построения грузовых и пассажирских потоков, методы планирования, применение расписания и графика движения. Остановимся теперь более подробно на вопросе организации поездного движения на транспорте различных промышленных предприятий.

Известно, что основной задачей организации перевозок является правильное использование подвижных средств и всех транспортных устройств. Известно также, что на промышленном транспорте движение может иметь характер поездного (организованными поездами) и маневрового. Первый род движения создает более удобные и легкие условия для построения графика, и, следовательно, более правильного использования подвижных средств и путевых устройств.

Мы знаем, что очень многие предприятия соединены с магистральным транспортом через одну или несколько станций ветвями примыкания (подъездные пути). Многие предприятия обладают кроме того целым рядом питающих ветвей, по которым с территории предприятия подвозят топливо, руду, сырье всякого рода и материалы.

На площадке самого предприятия имеются ветви, соединяющие заводские станции, посты, цеха, склады и другие пункты, а также парки и группы путей, имеющих разное назначение.

Все эти ветви и пути на различных предприятиях или группах предприятий бывают большего или меньшего протяжения, образуя рельсовую транспортную сеть длиной от нескольких до 300 и больше километров. Сеть эта на заводах

НБ УДУНТ (ДИТ)

(особенно металлургических, машиностроительных и медеплавильных) очень сложна и переплетена в различных уровнях.

Как уже говорилось выше, основным методом правильной организации движения должно быть выделение на каждом предприятии тех направлений, на которых по условиям грузооборота и вагонооборота возможно ввести движение по графикам. Такими направлениями могут быть ветви всякого рода, межцеховые и межпостовые связи и т. п. На этих направлениях нужно разработать точный график движения поездов, неразрывно связанный с производственными и технологическими процессами предприятия, т. е. контактный график.

Тов. Л. М. Каганович на совещании работников жел.-дор. транспорта 27 июля 1935 г. говорил: „Графики и расписания движения поездов являются важным фактором ускорения оборота паровозов и вагонов... Надо любить и уважать расписание, как знамя, как основное условие органического здорового подъема транспорта".

При разработке графика и выполнении перевозок необходимо руководствоваться указаниями, приведенными в §§ 9 и 10.

На таких ветвях и связях промышленного транспорта могут быть в обращении поезда грузовые, пассажирские и материально-хозяйственные.

Прежде всего надо установить предстоящие размеры грузового движения по каждой ветви или участку в каждом направлении.

Требуемое количество поездов можно определить, зная суточный грузовой поток в грузовом направлении (с учетом сезонности) и вес груза нетто, перевозимого одним поездом.

Если суточный грузовой поток в грузовом направлении равен $P_{сут.\ гр}$, а полезная нагрузка поезда — $Q_{н\ (нетто)}$, то размеры движения определятся:

$$N_{тр} = \frac{P_{сут.\ гр}}{Q_{н}} \text{ (поездов грузового направления).}$$

Зная n — предвиденный вагонопоток в грузовом направлении (с учетом сезонности), $Q_{бр}$ — полный вес грузового поезда (брутто — нагрузка плюс тара вагонов), p — нагрузку одного вагона и q — вес его тары, можно также определить:

$$N_{тр} = \frac{n}{\frac{Q_{бр}}{p+q}} = \frac{n\,(p+q)}{Q_{бр}} \text{ (поездов грузового направления).}$$

Мы видим, что размеры грузового движения зависят от грузопотока или вагонопотока и веса поезда. Чем выше вес поезда, тем меньше при том же грузопотоке размеры движения.

Установление наибольших веса поездов и скоростей их движения и является одним из самых важных вопросов организации движения. Огромных достижений в этом отношении достигли за последние годы стахановцы-кривоносовцы машинисты магистральных железных дорог и некоторых промышленных предприятий (Первомайск-Уголь и др.).

На заводской площадке, в зависимости от технологических условий производства, рода грузов и т. п., от требования полновесности поездов иногда приходится отступать. Это, конечно, должно быть учтено планом движения. Например, вес состава с горячим чугуном или шлаком диктуется производительностью доменной печи за один выпуск, количеством шлака и т. п. То же относится и к составам с шихтой на завалочной стороне мартеновского цеха, с изложницами — на разливочной и т. п.

В зависимости от необходимых грузовых потоков определяется и количество материально-хозяйственных поездов. Количество пассажирских поездов рассчитывается в зависимости от числа рабочих и служащих, которых необходимо перевезти к началу смен, и полезной нагрузки (населенности) пассажирского поезда.

НБ УДУНТ (ДГТ)

В обратном направлении определение количества грузовых поездов делается в зависимости от характера перевозок: либо отдельно для груженых и отдельно для порожних поездов, либо комбинированными составами (в одном поезде и груженые и порожние вагоны), что выгодно с точки зрения использования силы тяги локомотива.

Так как в связи с причинами, указанными в § 2, на магистральном и промышленном транспорте еще замечается неравномерность движения, с которой необходимо бороться, — в отдельные дни приходится либо увеличивать, либо уменьшать количество обращающихся поездов. Однако, есть некоторое количество поездов постоянного обращения. По мере необходимости должны назначаться поезда дополнительные.

На сырьевых и других ветвях количество поездов, назначаемых ежедневно в обращение, может быть точно определено производительностью сырьевой базы рудников, шахт, карьеров и т. п. На этих ветвях дополнительные поезда являются исключением.

Назначение поездов должно делаться заранее диспетчерским аппаратом или отделом перевозок службы эксплоатации транспортного цеха (отдела). Назначение постоянным поездам следует давать на период ближайших шестидневок. Дополнительные поезда должны назначаться не менее, чем за несколько часов, во всяком случае так, чтобы служба тяги успела подготовить локомотивы, а все раздельные пункты и посты знали бы о проходе дополнительного поезда.

Необходимо стремиться к тому, чтобы план перевозок и план движения поездов и составов были бы настолько правильно разработаны, чтобы не было необходимости в назначении дополнительных поездов.

При организации движения на ветвях примыкания необходимо так строить график, чтобы вагоны НКПС не простаивали при приеме и сдаче и оборачивались на путях предприятий возможно быстрее.

Прибывшие на заводскую сортировочную станцию вагоны НКПС и самого предприятия должны быть возможно скорее отправлены далее по пунктам назначения, там выгружены или нагружены и снова возвращены для дальнейших операций.

Одновременно с этим наилучшим образом должны быть использованы локомотивы, поездные и маневровые, вагоны, а также все транспортные устройства.

Если от заводской станции для части направлений не может быть построено поездное движение, — должно быть правильно организовано маневровое. Вопросы организации маневровой работы освещены в главе V.

Рассмотрим теперь, как должно быть организовано движение на главнейших видах промышленных предприятий.

Начнем с металлургических, медеплавильных и машиностроительных заводов.

Если ветви примыкания этих заводов значительной длины и грузооборот велик, то на ветви или ветвях примыкания организуют поездное движение. Если от заводской сортировочной станции нет перелома веса поездов, то после необходимого переформирования на ней, поезда пропускаются по назначению целиком уже по большей части другими локомотивами: до рудного или шихтового двора, в цеха, на соответственные склады и другие пункты, где следуют под выгрузку. Затем порожние составы возвращаются целиком или по частям на заводскую сортировочную, где опять-таки поездным порядком следуют на станцию примыкания.

Перевозки в цехах и на межцеховых связях обычно организуются маневровым порядком.

Между тем, движение на больших металлургических заводах между разливочной стороной доменного цеха и разливочными машинами, а также миксером мартеновского цеха, вполне может быть построено по принципу поездного движения или по маневровому графику. Точно так же по графику могут быть построены перевозки шихты на разливочной стороне цеха. Таким же поездным или маневровым порядком по графику может быть организовано на больших

НБ ЖГПУНТ (ДГТ)

машиностроительных заводах значительное количество межцеховых перевозок. Но даже и при такой организации на металлургических и машиностроительных заводах очень большой удельный вес будет иметь маневровая работа.

На старых, еще не реконструированных заводах, имеющих разбросанные, случайно уложенные пути, нагромождённые на площадке цеха и склады и сравнительно небольшой вагонооборот, — организовать поездное движение на межцеховых связях или даже на ветвях очень трудно, а иногда и невозможно. На подобных заводах движение может быть организовано как маневровое, причем частично по графику.

Вполне понятно, что при диференцированном движении, организованном не по графику, значительно труднее вести надзор и избежать непроизводительных простоев и пробегов локомотивов. Поэтому необходимо возможно точнее изучать все грузовые потоки, чтобы установить возможно больше направлений, где работа шла бы по графику, поездным, а, в крайности, маневровым порядком.

Таким образом на перечисленных заводах движение должно быть организовано:

1) на ветвях — по графику — поездным порядком, а если условия не позволяют, — маневровым порядком;

2) на остальных связях и участках — также по графику; где целесообразно — поездным порядком, а где и маневровым;

3) на всех остальных пунктах, где поездное или маневровое движение по графику невозможно, — как маневровая работа.

Необходимо внедрить в сознание всех работников промышленного транспорта, что чем больше направлений будет охвачено графиком поездным или маневровым, тем больше порядка будет на промышленном транспорте, тем лучше будут использованы пути, сооружения и подвижные средства.

Как было указано в § 10, организовать поездное движение на заводской площадке даже больших химических заводов, за редкими исключениями, — невозможно. Должен быть разработан маневровый график, а на ветвях установлено поездное движение.

Маневровая работа на торфоразработках весьма незначительна, и все движение должно быть организовано по графику, как поездное. Часть маневров при постановке и уборке составов под погрузку и выгрузку делается обычно поездными локомотивами. Главная масса поездов — торфовозные, которые подаются под погрузку на торфяные точки, откуда следуют до ближайшего разъезда, где поезда соединяются с прибывшими с соседних точек и уже дальше в увеличенном составе идут до места выгрузки (ТЭЦ или другие предприятия) или перегрузки на широкую колею для дальнейшего следования на магистральный транспорт.

Почти такой же является организация движения на рудничных, угольных, нерудных, лесных и других разработках. Разница лишь в том, что на некоторых из них имеется отвоз пустой снятой породы (вскрыша), которая требует значительного количества поездов, и несколько большая маневровая работа.

Большие затруднения и нарушения графика создают на некоторых видах промышленного транспорта (например — торфяном) движение мотодрезин и экстренных служебных поездов. Путем увеличения числа пассажирских поездов и упорядочения назначения мотодрезин, это вредное явление может быть изжито.

На промышленных (комбинатских) железных дорогах, соединяющих ряд предприятий, все движение должно быть, как и на ветвях, построено по принципу поездного. На каждом отдельном предприятии должно быть также по отдельным направлениям введено поездное движение и только там, где это невозможно — применено маневровое.

§ 13. Маршрутизация поездов.

Одним из мощных средств организации поездного движения является маршрутизация поездов. Ее сущность заключается в том, что составляются поезда

НБ УДУНТ (ДИТ)

определенных назначений, которые следуют без переформирования через ряд пунктов: на магистральных железных дорогах — через ряд участковых станций, на промышленном транспорте — через ряд внутризаводских постов, станций, цехов и других пунктов рельсовой сети. При этом в общем итоге достигается:

1) большая скорость передвижения грузов;

2) меньшая затрата маневровой работы;

3) лучшее использование подвижного состава — локомотивов и вагонов — и уменьшение простоя последних на пунктах, через которые проходит поезд.

Эти маршрутные (прямые) поезда бывают двух основных видов:

а) отправительские, формируемые из прямых вагонов на местах погрузки, и

б) технические, формируемые на попутных участковых или сортировочных станциях.

Если на одном пункте погрузки нельзя составить целого отправительского маршрута, то организуют ступенчатый маршрут из погруженных на станциях одного участка вагонов того же назначения.

Отправительские маршруты следуют до пункта выгрузки, где и считаются законченными. Что касается технических маршрутов, то, в зависимости от мощности, содержания вагонного потока, назначений вагонов и конфигурации рельсовой сети, они могут быть организованы между двумя соответственными техническими пунктами. В таких случаях вагоны следуют сборными или участковыми поездами до какой-нибудь большой станции, где можно сформировать маршрут, а оттуда — до станции, где состав нужно расформировать по разным направлениям. Дальше вагоны следуют другими поездами. Таким образом маршрутным поездом вагоны будут итти лишь от станции формирования до станции расформирования.

Если грузовой поток не обеспечивает формирование целого маршрутного поезда из вагонов одного назначения, то формируют групповые маршруты, в которые ставят группами вагоны 2—3 разных назначений.

Преимущества маршрутизации огромны, и ЦК ВКП(б) и Правительство в своих постановлениях по вопросам работы железнодорожного транспорта неоднократно указывали на необходимость наибольшего охвата грузового потока маршрутизацией.

Однако до сих пор грузовой поток рельсовой сети СССР недостаточно маршрутизирован, что является следствием недопонимания работниками транспорта (в частности промышленного) всего значения этого важного метода организации движения.

В отношении отправления своей продукции на магистральные железные дороги на каждом предприятии должен быть разработан согласованный с НКПС план формирования отправительских маршрутов. Такие маршруты могут быть с изделиями металлургических и других заводов, угольные, рудные, торфяные, лесные и т. п.

С другой стороны предприятия должны добиваться, чтобы доставка большей части прибывающих к ним по железным дорогам НКПС грузов выполнялась маршрутными поездами, адресованными на отдельные цеха (например, руда, уголь), склады (стройматериалы) и т. п.

При организации такой маршрутизации должны быть учтены все особенности тех промышленных предприятий, на которые адресованы маршруты. Так, например, при подаче порожних вагонов НКПС маршрутными поездами на сырьевые разработки под погрузку, должны быть учтены периоды простоя разработок, установленные для осмотра добычных приборов. Должны быть также учтены во избежание излишнего простоя вагонов НКПС на предприятиях и условия погрузки, методы погрузки, емкость бункеров и т. п.

В 1939 г. разработана специальная инструкция о маршрутизации поездов на сырьевых разработках, в которой это предусмотрено.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Развитием внешней маршрутизации промышленный транспорт будет содействовать делу улучшения работы магистрального транспорта и выполнению государственного плана погрузки, а с другой стороны и улучшению собственной работы.

Но и при внутренних перевозках на предприятиях метод маршрутизации имеет огромное значение. Преследуя те же цели, т. е. стремясь к ускорению и улучшению перевозок, к лучшему использованию подвижных средств и транспортных устройств, промышленный транспорт должен самым серьезным образом применить у себя не только внешнюю, но и внутреннюю маршрутизацию.

На сети промышленного транспорта из общего внутреннего грузового потока должны быть выделены маршрутные поезда с вагонами самого предприятия.

Пунктами, между которыми должны обращаться такие маршруты, будут: рудник или шахта — склад, цех; доменный — мартеновский цех, мартеновский — прокатный цех с проходом без переработки через внутризаводские посты, станции и т. п. При этом поезда или составы в этих замкнутых направлениях перевозят один и тот же груз в тех же специальных вагонах, крытых, или полувагонах, ковшах, платформах и т. п.

Вопрос о том, прикреплять ли при этом составы к одной и той же шахте, руднику, складу и т. п., должен быть разрешен в каждом отдельном случае расчетом.

Такие поезда с однородным грузом, передвигающиеся между пунктом нагрузки и выгрузки, иногда проходят без переработки целый ряд разъездов, внутризаводских постов и станций, пробегая десятки километров. Подобного рода маршруты можно назвать маятниковыми или вертушками.

С другой стороны, на территории промышленных предприятий всякого рода и на заводской площадке могут быть поезда или составы с грузами и группами вагонов нескольких назначений. Такие поезда могут развозить по цехам и другим пунктам различные, сравнительно небольшие партии однородных или разнородных грузов, т. е. по существу являться групповыми и сборными поездами.

Сборные поезда, как известно, предназначены для работы на промежуточных пунктах. В пределах заводской площадки сборный поезд может развозить груженые или порожние вагоны по цехам и складам. В нем могут перевозиться мелочные (т. е. небольшого веса и количества) отправки — запасные части, инструменты и т. п.

Опыт целого ряда предприятий показал, что назначение специальных сборных поездов на заводской площадке иногда очень выгодно решает задачу организации движения.

Маршруты могут быть кольцевыми или сквозными, если они движутся по кольцу или по прямой через несколько пунктов предприятия.

Кольцевое движение плавное или с угловыми заездами возможно лишь при соответственном расположении рельсовых путей промышленного предприятия. оно может иметь применение на заводской площадке, на местах разработок ит. п. Цель кольцевых маршрутов — уменьшение непроизводительных пробегов лучшее использование путевых устройств, что нужно учитывать при их организации.

Определение количества и рода поездов, назначаемых в движение на промышленном транспорте носит название плана движения.

Этим планом для всякого предприятия должны быть предусмотрены грузовые поезда:

1) маршрутные,

2) сборные,

3) материально-хозяйственные, предназначенные для перевозки, разгрузки и погрузки прямо с пути хозяйственных грузов для самого транспортного отдела (цеха) промышленного предприятия: шпал, рельсов и их скреплений, балласта, камня, телеграфных столбов и т. п.

НБ УГЛУНТ (ДИТ)

За выполнением установленных на промышленном транспорте плана поездов и маршрутизации, со стороны старших и младших работников транспортного цеха (отдела) должен быть установлен неослабный контроль, как с точки зрения выполнения Правил технической эксплоатации, так и правильного освоения грузопотока.

Подводя итоги всему сказанному, необходимо еще раз подчеркнуть, что правильная организация движения поездов требует, чтобы:

1) движение совершалось по графику, выработанному с учетом наименьшего их пробега с соблюдением всех приведенных выше указаний;

2) количество назначенных в обращение поездов строго соответствовало необходимому по плану перевозок;

3) расписание движения каждого поезда выполнялось совершенно точно;

4) вес каждого поезда, где это возможно по технологическим процессам, был возможно выше;

5) скорость движения поездов была возможно выше;

6) план движения предусматривал наибольший охват поездов для внешних и внутренних перевозок хорошо продуманной маршрутизацией;

7) за выполнением плана движения поездов и формированием их был со стороны транспортного цеха (отдела) непрерывный контроль.

ГЛАВА V.

ОРГАНИЗАЦИЯ МАНЕВРОВОЙ РАБОТЫ.

§ 14. Маневры на промышленном транспорте.

Рассмотрев организацию поездного движения, переходим к вопросу организации маневровой работы на промышленном транспорте.

Прибывающие на любое промышленное предприятие поезда могут состоять из вагонов и грузов разных назначений, т. е. следующих в различные пункты предприятия: цеха, отдельные посты и склады. Пунктами назначения могут быть не только цеха, склады и т. п., но и места выгрузки руды разных классов, угля разных марок, строительных материалов разных сортов (отдельные штабеля).

Чтобы рассортировать прибывшие поезда по разным назначениям или сформировать отправляющиеся, чтобы подать вагоны под погрузку или выгрузку, необходимо сделать особые передвижения.

Все подобные передвижения подвижного состава по рельсовым путям промышленных предприятий вне организованных поездов носят наименование м а н е в р о в.

Маневры можно делать локомотивами и иными двигателями, которые называются м а н е в р о в ы м и. Состав вагонов, с которыми производят маневры, называют м а н е в р о в ы м с о с т а в о м.

Маневры можно разделить:

а) по их назначению и

б) по роду выполнения.

По н а з н а ч е н и ю маневры можно разделить на:

1) маневры р а с ф о р м и р о в а н и я (сортировка, разборка, раскидка) прибывших поездов или составов на вагоны или группы вагонов различных назначений с распределением их по различным путям;

2) маневры ф о р м и р о в а н и я (группировка, сборка) поездов, состоящих из вагонов одного из различных назначений, с расстановкой групп вагонов в известном по условиям безопасности и другим соображениям порядке и расстановке тормозов;

3) п е р е д а т о ч н ы е — по перестановке вагонов из парка в парк, с поста на пост, с района в район, в межцеховых связях и по ветви примыкания или другим ветвям, — в тех случаях, когда движение не оформлено как поездное,

НБ УДУНТ (ДИТ)

4) подача порожних коробок или хопперов на погрузочный коксовый путь (для кокса, отправляемого по рельсовым путям);

5) подвижка нагружаемых составов (по мере погрузки отдельных вагонов);

6) подача готовых (погруженных коксом) составов на бункерную эстакаду доменного цеха (при отправке кокса по рельсовой колее);

7) подача порожних составов под коксовую мелочь и орешек;

8) подвижка нагружаемых составов по мере загрузки отдельных вагонов;

9) уборка готовых (погруженных) составов и передача их потребителям.

б) Доменный цех.

Основными маневрами на путях доменного цеха являются:

Маневры по сырью:

1) подача сырья с сортировочной станции на рудный двор;

2) расстановка и подвижка вагонов по двору к штабелям соответствующих классов руды и сортов других грузов;

3) сборка порожних;

4) подача порожних на сортировочную станцию или соответствующий внутризаводский пост;

5) подача сырья на бункерную эстакаду;

6) подвижка при разгрузке;

7) уборка порожних.

Маневры на чугуновозной стороне:

8) подача и установка порожних чугуновозных ковшей под налив;

9) подача нагруженных ковшей в сталелитейные цеха под слив;

10) подача нагруженных ковшей к разливочной машине;

11) передвижка ковшей при сливе у машины;

12) уборка порожних ковшей;

13) подача порожних платформ под нагрузку чушек у разливочной машины;

14) подвижка состава под нагрузкой;

15) подача груженого чугунными чушками состава на склад готового чугуна;

16) установка состава под кран при разгрузке чушек;

17) уборка порожних составов;

18) подача порожних для погрузки коксового отсева, скрапа и мусора;

19) передвижка состава при погрузке;

20) уборка груженых составов;

21) подача порожних под пылеуловитель для погрузки колошниковой пыли;

22) подвижка состава при погрузке;

23) подача груженых колошниковой пылью на аглофабрику или в отвал.

Маневры на шлаковой стороне:

24) подача порожних ковшей под налив горячих шлаков;

25) подача груженых горячими шлаками составов на пути грануляционных бассейнов или в отвал;

26) подача порожних составов под гранулят;

27) передвижка состава при погрузке гранулята;

28) подача груженых составов на шлако-цементный завод.

в) Мартеновский цех.

Основными маневрами на путях мартеновского цеха являются:

1) подборка вагонов в порядке расположения мест выгрузки;

2) подача и расстановка вагонов на шихтовом дворе;

3) уборка порожних;

4) подача порожних тележек с мульдами под сырье на шихтовый двор;

5) установка составов по бункерам и сортам грузов при погрузке мульд на шихтовом дворе;

НБ УДУНТ (ДИТ)

т. е. когда состав не получил права на занятие перегона выдачей путевой, жезла и т. п. и не имеет специального поездного документа (журнала, ведомости и т. п.), а следует как маневровый;

4) грузовые — по подаче груженых и порожних вагонов к местам нагрузки и выгрузки перестановке с этих фронтов, уборке с них, подаче и уборке на весы и с весов, при взвешивании и т. п.;

5) мелкие (по отцепке и прицепке) и другие, если они не подходят ни к одной из перечисленных выше категорий.

По роду выполнения маневры можно разделить на следующие виды:

1) ручной откаткой, при помощи аншпуга или других переносных приспособлений;

2) силой животных — при помощи лошадей или других животных;

3) локомотивом (паровозом, мотовозом, электровозом, тягачом или другим двигателем, передвигающимся по рельсовой колее);

4) всякого рода безрельсовыми двигателями, передвигающимися вне рельсовой колеи (трактором, тягачом, шлеппером и т. п.);

5) неподвижными механическими двигателями (кабестаном, электрошпилем, лебедкой, бесконечным канатным приводом и т. п.);

6) силой собственной тяжести вагона (маневровые горки, уклонные пути).

В общем цикле операций, составляющих перевозочный процесс, маневры являются необходимым элементом, требующим в отношении своей организации чрезвычайно внимательного и вдумчивого подхода. На маневры, особенно на промышленных предприятиях и, в частности, на металлургических и машиностроительных заводах, тратятся огромные средства.

Организация маневров должна быть так поставлена, чтобы:

1) объем ее был сведен к минимально необходимым размерам;

2) время и средства, затрачиваемые на маневры, были минимальны;

3) время продвижения вагона по путям промышленного предприятия было наименьшим.

Для получения таких результатов необходимо, чтобы вся маневровая работа каждого предприятия непрерывно и пристально изучалась. Как и при поездном движении, огромное значение в отношении улучшения маневровой работы имеет всемерное развитие стахановского движения; огромное значение имеет и правильная ее организация.

Рассмотрим теперь, какие именно основные маневры производятся на путях промышленных предприятий.

Начнем с металлургических заводов.

I. Металлургические заводы.

Прибывающий с сети НКПС или сырьевых ветвей завода вагонопоток, за исключением маршрутных поездов, следующих непосредственно под выгрузку в цеха или на склады, подвергается расформированию или переформированию. При этом может делаться расформирование, а потом формирование поездов и по технологическим признакам, когда в один состав подбирается руда одного класса или уголь одной марки, или вагоны расставляются в известном порядке в зависимости от размеров и специализации бункеров, и т. п.

Вагонооборот наших гигантов черной индустрии достигает по вагонам НКПС 2000—2500 единиц в сутки.

а) Коксо-химический завод.

На путях коксо-химического завода основными маневрами являются:

1) подача прибывшего с сети НКПС или собственных шахт угля под сортировку по маркам;

2) подача отсортированного угля под разгрузку на склад;

3) уборка освободившихся порожних;

НБ УДУНТ (ДНТ)

6) подача готовых составов к печам;
7) подача порожних ковшей под миксер;
8) подача груженых чугуном ковшей от миксера к печам;
9) подача порожних под жидкий шлак;
10) уборка загруженных шлаком составов;
11) подача тележек с изложницами под заливку стали;
12) подача груженых составов в стрипперное здание;
13) подача слитков к нагревательным колодцам прокатного цеха или на склад слитков;
14) подача порожних под погрузку изложниц;
15) подача груженых изложницами составов в парк охлаждения.

г) Прокатный цех.

Основными маневрами на путях прокатного цеха являются:

1) подача к месту выдачи готового проката или заготовки порожних для их перевозки на склад готовых изделий или в другие цеха для дальнейшей переработки;
2) подача к месту хранения готового проката или заготовки порожних вагонов НКПС для их отправки по магистральной рельсовой сети;
3) подвижка составов при погрузке на складе готовых изделий;
4) уборка в дальнейшее направление груженых прокатом составов;
5) подача порожних под обрезки, сварочный шлак и окалину;
6) уборка груженых;
7) подача и уборка валков.

д) Маневры на путях остальных цехов.

Маневры на путях остальных цехов (кузнечном, литейном, механическом и других) состоят, главным образом, в подаче под погрузку порожних, уборке и подаче груженых.

Примером таких маневров является:

1) подача порожних под погрузку валков;
2) подача груженых валками составов на пути вальцетокарной;
3) подача оттуда груженых обточенными валками вагонов в прокатный цех.

По удельному весу относительно описанных раньше — эти маневры весьма незначительны.

Как уже говорилось выше, для целого ряда предприятий очень эффективным является организация специальных круговых сборных поездов (одной пары в сутки), которые развозили бы по этим цехам груженые и порожние вагоны, выполняя там мелкую маневровую работу.

Собранные с цехов груженые и порожние вагоны НКПС, по прибытии их на заводскую сортировочную, формируются в составы, которые по ветвям и через станции примыкания следуют на магистральный транспорт.

II. Машиностроительные заводы.

Производственный режим машиностроительных заводов, а также работы их транспорта, весьма разнообразен и зависит от рода производства и грузооборота.

Поездное движение в виду сравнительно незначительной мощности грузовых потоков на этих заводах встречается гораздо реже, чем на металлургических. Зато распыленное маневровое движение на некоторых машиностроительных заводах очень значительно. Однако, в виду меньших грузовых потоков, маневры носят здесь не такой закономерный характер, как на металлургических заводах.

Если на таком заводе имеются сталелитейные и другие горячие цеха (прокатный, кузнечный), то маневры будут иметь сходство с маневрами в таких же цехах металлургического завода, только не будет миксера и связанных с ним передвижений.

Грузооборот таких заводов количественно значительно меньше, чем металлургических. В сутки он редко достигает 1600—2000 тонн, вагонооборот ваго-

НБ УДУНТ (ДНТ)

нов НКПС — 100—300, при огромном количестве пунктов погрузки и выгрузки (300—400) и различных грузов (до 600 наименований). Это указывает на необходимость делать небольшие подачи в составе нескольких вагонов (иногда 1—2) в многочисленные точки заводской сети (цеха, склады) и вызывает огромное количество простых и незначительных по работе маневров.

Для большинства машиностроительных заводов можно так характеризовать маневровую работу: большое количество передаточных маневров на небольшие расстояния и сравнительно много грузовых (в пунктах разгрузки и погрузки).

Многие машиностроительные заводы своих сортировочных станций не имеют. Маневры по расформированию и формированию поездов из вагонов НКПС производятся на станции примыкания или в парках и в горловинах путей самого завода.

III. Химические заводы.

По характеру производства химические заводы могут быть очень разнообразны. Общим для них в отношении транспорта, однако, будут:

1) незначительный, сравнительно, внешний грузооборот и вагонооборот, редко свыше 1 милл. тонн в год и 100—400 вагонов НКПС в сутки;

2) небольшое число цехов и незначительные межцеховые рельсовые перевозки, заменяемые на большинстве заводов непрерывным транспортом (транспортеры и т. п.) или канатными надземными путями;

3) незначительное сравнительно количество родов грузов, прибывающих с магистрального транспорта и отправляемых с завода;

4) незначительное, по сравнению с металлургическими и машиностроительными заводами; количество пунктов нагрузки и выгрузки (назначений до 50—60);

5) сравнительно небольшие по напряженности маневры по расформированию и формированию поездов исключительно с вагонами НКПС;

6) подачи небольшими группами по 2—5 вагонов в каждый отдельный пункт завода;

7) отсутствие возможности организации поездного движения на внутризаводском транспорте;

8) очень незначительные передаточные и небольшие грузовые маневры.

Поэтому на большинстве химических заводов маневры сравнительно просты и требуют небольших маневровых средств.

На сложных заводах подобного рода маневры значительно труднее. На этих заводах лучше всего строить работу в тех направлениях, на которых по грузовым потокам это возможно и где имеется достаточная закономерность — по графику.

Пример подобного графика приведен на рис. 444.

IV. Торфоразработки.

На торфоразработках на долю рельсового транспорта выпадает:

1) отвоз торфа от погрузных точек к пункту назначения — ТЭЦ, обслуживаемому торфохозяйством промышленному предприятию (завод, фабрика) или на вывоз по сети магистрального транспорта; если торфохозяйство оборудовано путями узкой колеи, торф должен быть подан на перегрузку в подвижной состав широкой колеи; на некоторых торфохозяйствах, обслуживающих ТЭЦ (например, Шатурское), прибывший с полей торф частично поступает на перегрузку в специальные вагоны той же колеи для удобства подачи на эстакады ТЭЦ;

2) развозка грузов, прибывших с сети НКПС и необходимых для работы торфопредприятия, его рабочих и местного населения.

На пути торфоразработок, как мы уже говорили, движение почти исключительно поездное. Только в нескольких пунктах производятся незначительные по своему объему и простые по характеру маневры.

Рассмотрим, какие маневры вызываются работой торфопредприятия, если оно обслуживается узкой колеей. Основными маневрами явятся:

НБ УДУНТ (ДИТ)

1) подача порожних составов с временных разъездов в погрузочные тупики (точки погрузки);

2) уборка с тупиков груженых торфом составов;

3) соединение на разъездах 2—3 составов в один, если к разъездам примыкают два—три погрузочных тупика и далее от разъезда поезда следуют в увеличенных составах;

4) расплетение на узловых станциях грузового потока и, следовательно, разделение поездов, если торф подается с данной станции в два или несколько пунктов потребления;

5) разборка на конечных станциях составов по роду торфа или роду вагонов (для следования на эстакады ТЭЦ или других предприятий);

6) подача под перегрузку отдельно груженых и порожних вагонов;

7) передвижка составов при перегрузке (выгружаемых и погружаемых);

8) уборка с перегрузочного пункта порожних или груженых вагонов для формирования подач под выгрузку;

9) подача груженых под выгрузку к пункту потребления;

10) уборка груженых вагонов НКПС;

11) формирование широколейных составов для отправления на магистральный транспорт;

12) формирование составов узкой колеи для следования к пунктам погрузки.

V. На других сырьевых и угольных разработках.

На открытых сырьевых и угольных разработках на долю рельсового транспорта в основном выпадает:

1) передвижка порожних составов при погрузке сырья экскаваторами;

2) откатка добытого сырья или угля с рабочих уступов по магистральным путям на обогатительную фабрику;

3) перевозка обогащенного сырья или топлива на склады, обслуживаемое предприятие (завод, ТЭЦ) или на сеть НКПС;

4) перевозка пустой породы в отвал и порожних под погрузку;

5) перевозка грузов, необходимых для самого рудника, карьера или шахт.

§ 15. Принципы организации маневровой работы на промышленном транспорте.

Поступающие для промышленных предприятий с магистрального транспорта груженые и порожние вагоны могут в зависимости от условий договора между НКПС и предприятием сдаваться на станции примыкания или в сформированных поездах или отдельными партиями. В первом случае, если вагоны прибыли в составе маршрутного поезда,— его назначением может быть лишь предприятие. Иначе говоря, все вагоны, адресованные предприятию, будут поставлены в состав без какой-либо подборки: руда разных классов будет стоять вперемежку с углем разных марок, стройматериалами и т. п. Подобный поезд потребует, разумеется, полного переформирования. Если при этом на станции примыкания имеется соответственное путевое развитие, а ветвь примыкания по своему протяжению и техническим условиям требует переформирования, то может быть поставлен вопрос, следует ли одновременно при отправлении сделать и полное (по назначениям) переформирование или же, доведя поезд до сортировочной станции предприятия, окончательно формировать его там.

Если с НКПС, как это указывалось в § 12, достигнуто соглашение, и вагоны сданы на станции примыкания в сформированном по отдельным пунктам назначения (цехам, складам) составе,—такой поезд может лишь потребовать разделения (перелом веса) и без переформирования может следовать по адресу.

Если вагоны сдаются отдельными группами (от разных поездов и разных наравлений), то опять, как и в первом случае, возникает вопрос, где их окончательно формировать.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Учитывая важность внутренней маршрутизации и во избежание повторных маневров, казалось бы, правильнее полное переформирование делать в подобных случаях на станции примыкания. Но это значило бы превращение ее в сортировочную, что связано с вопросом о путевом устройстве, маневровых локомотивах, размещении депо предприятия и т. п. Если, наоборот, переформирование будет сосредоточено на заводской сортировочной, то на станции примыкания надо иметь лишь пути для приема, сдачи и отправления поездов и небольшие маневровые средства.

Так как на нереконструированных и небольших заводах в сущности нет сортировочных станций,—вся работа по переформированию составов перенесена на отдельные группы путей, парков и стрелочные улицы, расположенные невдалеке от цехов и складов.

В зависимости от того, как решен этот вопрос, на каждом промышленном предприятии должен быть разработан маневровый план, т. е. должны быть указаны роль и удельный вес в отношении маневровой работы каждого пункта предприятия. При этом должно быть предусмотрено, какие именно маневры производятся по графику и какие категории маневров должны выполнять при заданном грузовом потоке каждый раздельный и иной пункт промышленного предприятия: станции примыкания, заводская сортировочная, внутризаводские посты, парки и т. д.

Когда разработан маневровый план промышленного предприятия, необходимо разработать маневровую инструкцию для каждого отдельного пункта, где производятся маневры.

Следует помнить, что при маневрах тратятся локомотиво- и вагоно-часы и не вырабатывается ни одного тонно-километра. Поэтому, являясь неизбежным звеном перевозочного процесса, маневры тяжелым бременем ложатся на расходы по перевозке.

Маневровая инструкция должна точно указывать, какие именно маневры на данном пункте необходимо производить, какими способами и какими именно двигателями и путевыми устройствами при этом нужно пользоваться.

Маневровая инструкция одновременно должна являться и планом работы и наставлением к ее выполнению.

Основными разделами маневровой инструкции должны быть:

1) общий порядок произодства маневров (маневры по графику и без него);

2) специализация парков и путей;

3) районирование работы и специализация маневровых локомотивов;

4) установление норм на выполнение каждой маневровой операции и указание мер к их снижению;

5) расчет потребности в маневровых локомотивах;

6) меры к повышению производительности маневров;

7) учет и анализ маневровой работы.

Задача правильной организации маневровой работы заключается в том, чтобы маневры протекали по определенному, заранее разработанному плану, правильно, в кратчайший срок, с затратой наименьшего количества всякого рода устройств, подвижных средств и штата, без всяких аварий и в полной сохранности локомотивов, вагонов и груза.

Если рассматривать маневровую работу любого локомотива, то ее можно разделить на отдельные роды передвижений:

1) движение локомотива в одиночку с переменой хода — холостой рейс; при этом локомотив делает одно движение вперед и одно назад;

2) движение маневрового состава (локомотив с вагонами) с переменой хода — маневровый рейс.

Правильное и экономичное выполнение маневровой работы возможно только тогда, когда при ее производстве затрачивается наименьшее количество маневровых движений, т. е. рейсов, и они выполнены в кратчайший срок.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Для правильного и безопасного проведения маневров необходимо, чтобы ими распоряжался один хорошо подготовленный человек, чтобы двигатель и путевое устройство отвечали предъявленным работой требованиям, и чтобы места производства маневров были в темное время суток достаточно освещены.

Анализ работы каждого промышленного предприятия показывает, что на маневры тратится очень большое количество времени, всякого рода маневровых средств и штата. Поэтому вопрос организации маневров для всего промышленного транспорта является чрезвычайно важным.

Чтобы улучшить всю организацию маневровой работы и уменьшить затраты на нее, необходимо принять все меры для развития стахановского движения на маневрах и повысить квалификацию всех маневровых бригад — составителей, сцепщиков и локомотивных бригад. На тех предприятиях, где это целесообразно, может быть полезно введение в помощь диспетчеру транспортного цеха (отдела) или района дежурных по пути. Должны быть введены единые смены.

Вся маневровая работа должна производиться по специальным маневровым нарядам (примерная форма — таблица 98 — прилагается), в которых должно быть указано:

1) какие именно маневры надо выполнить;
2) каким способом;
3) допустимая продолжительность данной маневровой работы (с учетом достижений стахановцев-составителей).

Выполнив наряд, составитель должен возвратить наряд и дать объяснение причин, если он не выполнил наряда, или если на маневры затрачено больше времени, чем это было предусмотрено.

ТАБЛИЦА 98.

(Лицевая сторона)

Наряд №.....

.....район

на $\frac{\text{постановку}}{\text{выводку}}$ вагона НКПС или предприятия

Откуда взять..... с выраб. ед.
куда поставить с расстан. ..... ед.
.....час.... мин. ....." .....мес. 193.....г.
паровоз №.... Составитель.....
время на работу..... Вагоно-килом.....

Род вагона	№ вагона	Гр./пор.	Род вагона	№ вагона	Гр./пор.	Род вагона	№ вагона	Гр./пор.

Всего.....вагонов

Диспетчер района:

(Оборотная сторона)

Паровоз № Составитель
Маневры начаты.....час.....мин.
Окончены.....час.....мин.
....."....."....."

Задачей составителя, диспетчера района и диспетчера транспортного цеха (отдела), а также всех работников промышленного транспорта, является улучшение маневровой работы и уменьшение затраты времени на их производство.

§ 16. Способы производства маневров.

Самым распространенным на промышленном транспорте способом производства маневров являются маневры при помощи локомотивов. Наибольшее применение имеют при этом паровозы. За последнее время уже начинают получать распространение и мотовозы. Кроме паровой и мотовозной тяги на небольшом числе заводов СССР начинает появляться и электрическая в виде контактно-аккумуляторных электровозов.

Маневры при помощи локомотивов можно делать о с а ж и в а н и е м (постановка до места) или т о л ч к а м и.

При последнем способе можно, отцепив нужную часть состава и разогнав локомотив, послать ее без локомотива на нужный путь. Маневры толчками значительно скорее (в $1^1/_2$ — 2 раза), но требуют принятия особых мер предосторожности, более опытных бригад, более сильного освещения путей и т. п.

В некоторых случаях применяются маневры в р у ч н у ю, особенно на узкой колее, при погрузке, выгрузке и перегрузке, прицепках и отцепках, подгонке порожних, — когда приходится иметь дело с небольшим количеством вагонов. При этом для облегчения и ускорения маневров полезно применение маневровых рычагов или аншпугов.

Меньшее распространение имеют к о н н ы е м а н е в р ы или маневры при помощи силы других животных. Они применяются на построечном транспорте, на небольших предприятиях, особенно при узкой колее.

Некоторое распространение начинают получать маневры при помощи т я г а ч е й или т р а к т о р о в, которые следуют либо по обочинам путей или по междупутью, по настилу, либо по рельсам, если имеют скаты с ребордами. Они могут тянуть за собой или толкать по несколько вагонов. Применяются также электрические а к к у м у л я т о р н ы е и к о н т а к т н о - а к к у м у л я т о р н ы е м а н е в р о в ы е т е л е ж к и.

Применение неподвижных механических двигателей для маневров не получило еще на промышленном транспорте должного распространения. Между тем, за границей они широко применяются и могут быть с успехом применимы там, где требуется постоянная передвижка составов. Например, у разливочной машины, на эстакадах, у пунктов выгрузки и погрузки, в складах и цехах и т. п.

Далее мы рассмотрим более подробно производство маневров при помощи локомотива, силы тяжести и неподвижных двигателей.

§ 17. Маневры по расформированию (сортировке) при помощи локомотива.

На промышленном транспорте маневры по расформированию (сортировке) могут производиться по следующим признакам:

1) п о н а п р а в л е н и я м (цехам, складам и постам; в последнем случае для дальнейшей сортировки);

2) п о т е х н о л о г и ч е с к и м у с л о в и я м (по классам, маркам, сортам груза и т. п.);

3) п о п у н к т а м п о д а ч и (штабель, корпус и т. п., т. е. детальная, окончательная сортировка);

4) п о р о д у в а г о н о в (для сдачи НКПС, на эстакаду доменного цеха, когда нормальные вагоны должны быть поставлены отдельно от большегрузных, и т. п.).

Г р у п п о й называется один или несколько стоящих рядом вагонов одного назначения. Сложность маневров по расформированию зависит от числа групп вагонов одного назначения в составе, который нужно расформировать.

НБ УГЛУНТ (ДИТ)

Пути подгорочного парка должны быть специализованы по назначениям.

К подготовленному составу с хвоста подходит локомотив и по сигналу распоряжающегося маневрами лица нажимает на состав; спускают его по отцепам. Роспуск должен быть равномерным и частым, чтобы маневры были сделаны возможно быстрее. Для уменьшения скорости и толчка при ударе о другой, стоящий на путях подгорочного парка вагон, под колеса подкладываются особые башмаки (рис. 448). При спуске необходимо следить за наличием башмаков для того, чтобы все спускаемые отцепы могли быть своевременно остановлены. Несвоевременная остановка при сильном толчке грозит порчей подвижного состава.

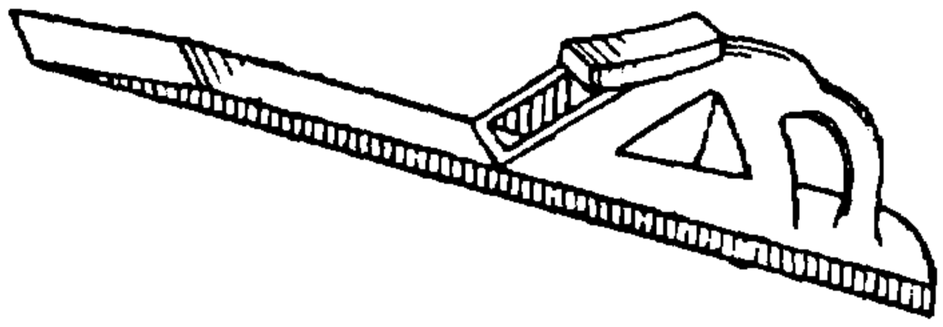


Рис. 448. Башмак.

Подвижка спущенных на подгорочные пути вагонов и уборка их делается маневровым паровозом или тягачом.

Составители-стахановцы, по почину орденоносца т. Краснова, одновременно с роспуском поездов делают их формирование на путях подгорочного парка.

Для улучшения и ускорения производства горочных маневров устанавливают:

1) сигнализацию для подачи распоряжений стрелочникам, башмачникам и машинисту локомотива (светофоры, фонари с номерами путей, радио и т. п.);

2) механизацию тормозных устройств горки (замедлители-ретàрдеры);

3) централизацию стрелочных устройств;

4) полную централизованную систему управления горочными маневрами.

На промышленном транспорте СССР горочные устройства пока большого применения еще не получили. Однако все новые большие заводы проектируются и строятся с горочными устройствами на заводских сортировочных станциях (Днепрокомбинат, Магнитогорск и другие).

Для сортировки вагонов с рудой, назначенной на заводы, расположенные у Днепропетровска, несколько лет тому назад выстроена специальная сортировочная горка на ст. Верховцево Сталинской железной дороги.

§ 19. Маневры формирования, передаточные, грузовые и мелкие при помощи локомотива.

Для отправления поездов или составов применяют маневры формирования. Так, например, на заводских сортировочных станциях производится подборка вагонов, назначенных в доменные цеха, и т. п. При этом руда, кокс, флюсы, уголь ставятся в известном порядке: по классам, маркам и т. п.

Маневры формирования состоят из двух операций: сборки раскиданных при расформировании групп для расстановки в известном, требуемом условиями работы поездов, порядке и подборки тормозов, если это необходимо.

На вилке маневры по формированию гораздо сложнее, чем на веере.

Если расформирование уже сделано, то на каждом пути веера стоят группы вагонов отдельных назначений. Подборка будет состоять в том, чтобы с каждого пути, где стоят рассортированные вагоны, брать по группе и ставить ее в требуемом порядке.

При этом можно брать группы к локомотиву и не возвращаться каждый раз на путь формирования. Это даст возможность значительно сократить продолжительность каждого рейса.

Если в формируемом составе нужно расставить тормозные вагоны, то это должно делаться для сокращения времени одновременно с расстановкой групп.

Можно считать, что для сборки состава на веере нужно по одному рейсу на группу. Продолжительность такого рейса на промышленном транспорте зависит от местных условий; ее можно принять 1,5—2 минуты, а на расстановку тормозов по 0,5—1 минуте на каждый тормоз.

Маневры грузовые, передаточные и мелкие в сущности очень просты. Необ-

НБ УГЛТУ (ЦИТ)

Расформирование можно делать на в и л к е или на в е е р е, т. е. нескольких сходящихся путях, имеющих в ы т я ж н о й п у т ь (вытяжку).

Эти маневры можно делать:

1) с хвоста всем составом;

2) с разделением состава на части;

3) с оставлением при локомотиве одного назначения;

4) комбинацией разных способов.

При расформировании с хвоста приходится тратить по одному маневровому рейсу на каждую группу. При составе свыше 25—30 нормальных вагонов выгодно делать маневры расформирования по частям с хвоста (каждые 15—20 вагонов), а если имеется часто повторяющееся назначение, то и с накапливанием его при маневровом локомотиве.

Умение составителя заключается в том, что, ознакомившись с составом в смысле расстановки в нем вагонов и назначений, он для каждого состава выбирает лучший способ работы или комбинирует их.

Время, которое требуется на промышленном транспорте для маневров локомотивом, можно подсчитывать следующим образом:

1) Сделав хронометраж работы нескольких составителей-стахановцев, определить продолжительность различных маневров при разных составах, на разных районах и, внеся в полученные данные коррективы, пользоваться этими цифрами.

2) Принять при расформировании продолжительность среднего маневрового рейса 1,5—2 минуты, а холостого 1,0—1,5 минуты. Это соответствует наблюдаемым результатам у составителей-стахановцев промышленного транспорта. Зная необходимое количество рейсов, можно примерно определить продолжительность маневров.

Надо отметить, что второй метод неточен и им можно пользоваться для грубых подсчетов.

§ 18. Маневры расформирования силой тяжести.

Для более быстрого и более экономичного расформирования поездов на станциях с большим вагонооборотом устраиваются г о р к и. Горка представляет собой путь с уклонами, размещаемый между приемным и с о р т и р о в о ч н ы м (п о д г о р о ч н ы м) парком. Схематичный план горки и других устройств показан на рис. 447.

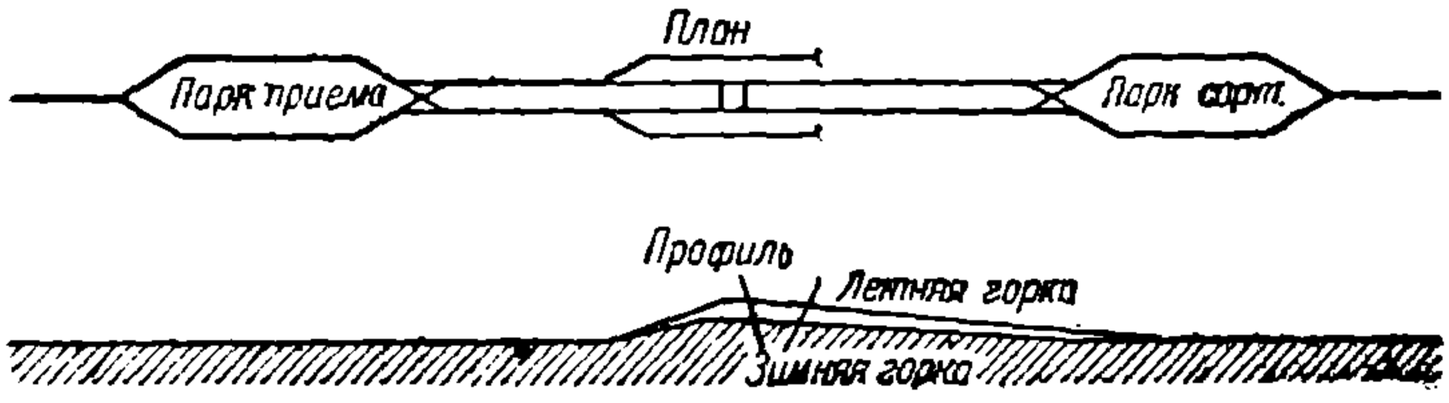


Рис. 447. Схема горочных путей.

Наибольший уклон горки (летней) обычно принимается в 18—25 тысячных, но так как в зимнее время сопротивление скатыванию вагона по горке больше, чем летом, то обычно приходится устраивать и вторую горку (зимнюю) с уклоном до 40 тысячных.

На рисунке показан приемный и сортировочный (подгорочный) парки, 2 перекрестных съезда, дающих возможность пользоваться каждой из двух горок, и 2 тупика, на которые отставляются вагоны, которых нельзя спускать с горки.

Работа по сортировке вагонов при помощи силы тяжести обычно организована следующим образом. Горка поручается ведению особого помощника начальника станции (начальника горки) или старшего составителя. Он обязан руководить работой стрелочников сортировочного (подгорочного парка), старших и младших башмачников.

Для быстрого роспуска с горки состав должен быть заранее к этому подготовлен: списан, размечен, развинчен на границах групп вагонов одного назначения, так называемых отцепов.

НБ УДУНТ (ДНТ)

Пути подгорочного парка должны быть специализованы по назначениям.

К подготовленному составу с хвоста подходит локомотив и по сигналу распоряжающегося маневрами лица нажимает на состав; спускают его по отцепам. Роспуск должен быть равномерным и частым, чтобы маневры были сделаны возможно быстрее. Для уменьшения скорости и толчка при ударе о другой, стоящий на путях подгорочного парка вагон, под колеса подкладываются особые башмаки (рис. 448). При спуске необходимо следить за наличием башмаков для того, чтобы все спускаемые отцепы могли быть своевременно остановлены. Несвоевременная остановка при сильном толчке грозит порчей подвижного состава.

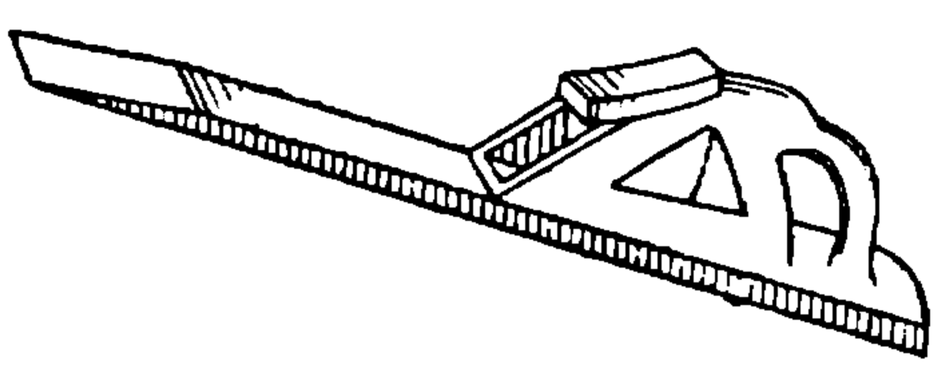


Рис. 448. Башмак.

Подвижка спущенных на подгорочные пути вагонов и уборка их делается маневровым паровозом или тягачом.

Составители-стахановцы, по почину орденоносца т. Краснова, одновременно с роспуском поездов делают их формирование на путях подгорочного парка.

Для улучшения и ускорения производства горочных маневров устанавливают:

1) сигнализацию для подачи распоряжений стрелочникам, башмачникам и машинисту локомотива (светофоры, фонари с номерами путей, радио и т. п.);

2) механизацию тормозных устройств горки (замедлители-ретàрдеры);

3) централизацию стрелочных устройств;

4) полную централизованную систему управления горочными маневрами.

На промышленном транспорте СССР горочные устройства пока большого применения еще не получили. Однако все новые большие заводы проектируются и строятся с горочными устройствами на заводских сортировочных станциях (Днепрокомбинат, Магнитогорск и другие).

Для сортировки вагонов с рудой, назначенной на заводы, расположенные у Днепропетровска, несколько лет тому назад выстроена специальная сортировочная горка на ст. Верховцево Сталинской железной дороги.

§ 19. Маневры формирования, передаточные, грузовые и мелкие при помощи локомотива.

Для отправления поездов или составов применяют маневры формирования. Так, например, на заводских сортировочных станциях производится подборка вагонов, назначенных в доменные цеха, и т. п. При этом руда, кокс, флюсы, уголь ставятся в известном порядке: по классам, маркам и т. п.

Маневры формирования состоят из двух операций: сборки раскиданных при расформировании групп для расстановки в известном, требуемом условиями работы поездов, порядке и подборки тормозов, если это необходимо.

На вилке маневры по формированию гораздо сложнее, чем на веере.

Если расформирование уже сделано, то на каждом пути веера стоят группы вагонов отдельных назначений. Подборка будет состоять в том, чтобы с каждого пути, где стоят рассортированные вагоны, брать по группе и ставить ее в требуемом порядке.

При этом можно брать группы к локомотиву и не возвращаться каждый раз на путь формирования. Это даст возможность значительно сократить продолжительность каждого рейса.

Если в формируемом составе нужно расставить тормозные вагоны, то это должно делаться для сокращения времени одновременно с расстановкой групп.

Можно считать, что для сборки состава на веере нужно по одному рейсу на группу. Продолжительность такого рейса на промышленном транспорте зависит от местных условий; ее можно принять 1,5—2 минуты, а на расстановку тормозов по 0,5—1 минуте на каждый тормоз.

Маневры грузовые, передаточные и мелкие в сущности очень просты. Необ-

РГБ УМУНТ (ДИТ)

ходимо и при их производстве стремиться сокращать количество рейсов и продолжительность каждого рейса, сберегая таким образом маневровые локомотиво-часы и вагоно-часы. В этом отношении необходимо непрерывно изучать опыт стахановцев-составителей магистрального и промышленного транспорта.

§ 20. Подсчет требуемого количества маневровых локомотивов и учет их работы. Стахановские достижения.

Подсчет требуемого количества маневровых локомотивов, работающих по графику, делается графически.

Подсчет требуемого количества остальных маневровых локомотивов лучше всего делать по затраченному локомотивами времени. Для этого нужно определить, а затем просуммировать все количество затраченных за сутки локомотиво-минут:

$$\Sigma Mt = t_{расф} + t_{форм} + t_{перед} + t_{груз} + t_{мелк} \text{[лок.-мин.]}.$$

Чтобы определить требуемое количество маневровых локомотивов ($M_{р.м}$) надо знать время работы (H) одного локомотива.

Это время равно:

$$H = 24 - T_{эк},$$

где $T_{эк}$ — время, необходимое для экипировки и смены бригад (1,5—2 часа в зависимости от рода локомотива, рода топлива и экипировочных устройств).

$$M_{р.м} = \frac{\Sigma Mt}{60\ H} = \frac{\Sigma Mt}{60\,(24 - T_{эк})}$$

Себестоимость маневровой работы на промышленных предприятиях весьма велика и достигает на отдельных заводах 15 и более рублей за один паровозо-час. Это показывает, насколько важное значение имеет вопрос организации и учета маневровой работы и контроля за правильностью и экономичностью ее выполнения.

Учет маневровой работы и вообще работы локомотива может вестись при помощи следующих данных:

1) натурного листка, который одновременно является нарядом на расформирование поезда; натурные листки ведутся на станциях примыкания и сортировочных;

2) маневровых нарядов составителю поездов;

3) маршрута локомотива, в котором отмечается время работы;

4) сведений о маневровой работе маневровых локомотивов; по этой отчетности заносится за каждые сутки общее время нахождения всех маневровых паровозов на работе (в простое, в простое без работы, под другими операциями и т. п.);

5) данных о маневровом измерителе.

Маневровый измеритель или, как его иногда неправильно называют, маневровый коэфициент выражается количеством переработанных за один маневровый локомотиво-час вагонов:

$$K_м = \frac{n_м}{\Sigma MT}\left[\frac{\text{ваг}}{\text{час}}\right],$$

где $n_м$ — количество фактически переработанных на маневрах вагонов,

ΣMT — количество затраченных на это локомотиво-часов.

$n_м = n_{приб} + n_{отпр}$ вагонов, которые подверглись маневровой переработке.

Если один и тот же локомотив перерабатывает на маневрах вагоны НКПС и предприятия, то:

$$n_м = n_{приб.\ НКПС} + n_{отпр.\ НКПС} + n_{погр.\ и\ под.\ ваг.\ предпр} + n_{убранн.\ пор}$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

Разработанной Главным транспортным управлением б. НКТП инструкцией о порядке и методах определения и учета измерителей работы локомотивов и методе расчета потребного количества локомотивов и вагонов, маневровый измеритель предложено подсчитывать в особых учетно-тоннажных единицах. Для этого все вагоны, переработанные на маневрах, разделяются на 3 группы:

а) вагоны подъемной силы до 25 тонн, которые принимаются за единицу;

б) вагоны подъемной силы от 26 до 40 тонн, принимаемые за две единицы;

в) вагоны до 50 и свыше тонн, принимаемые за три единицы.

Этот метод учета делает маневровый измеритель несколько точнее.

Все же по своей сущности маневровый измеритель не может служить для выражения абсолютной успешности маневровой работы. Параметры, входящие в него ($n_м$ и ΣMT), могут очень резко колебаться в зависимости от разных причин и давать в итоге неправильные значения $K_м$.

Оценка работы каждого отдельного маневрового локомотива дает совершенно неправильные выводы. Точно так же подсчет маневрового измерителя для предприятия в целом не дает возможности установить, где и по какой причине работа неудовлетворительна. Гораздо правильнее этот измеритель вести по отдельным районам промышленного предприятия или, еще лучше, по отдельным станциям или внутризаводским постам. Но и в этом случае маневровый измеритель может служить лишь для приблизительной оценки успешности работы, с сопоставлением результатов с данными по другим показателям.

Колебание измерителя по отдельным суткам может сигнализировать либо неравномерность движения, либо плохую организацию маневровой работы, либо то и другое, взятое вместе. Поэтому на учет и анализ этого измерителя и входящих в него данных необходимо обращать большое внимание.

Контроль за маневровой работой должен вестись по отчетным данным и путем наблюдений на местах.

По отчетным данным контроль ведется в конторе диспетчера службы эксплоатации (движения) или в бюро перевозок.

Живой контроль лежит на обязанности старших работников службы эксплоатации (движения), дежурных по станциям, постам и районам.

Особенное внимание необходимо обращать на непроизводительные простои составов и паровозов.

Для изучения дефектов маневровой работы крайне желательно проведение обследований в натуре работы маневровых локомотивов промышленных предприятий. Эта область промышленного транспорта еще очень мало изучена.

Со времени зарождения стахановско-кривоносовского движения на магистральных железных дорогах сделано очень много в отношении улучшения и сокращения продолжительности маневров.

В 1935 году составитель ст. Ясиноватая, тов. М. М. Кожухарь, в числе первых движенцев-кривоносовцев прорвал старые предельческие установки и показал, как нужно быстро формировать поезда. Сущность его метода заключается прежде всего в правильном планировании и организации работы маневровой бригады, т. е. составителей, сцепщиков и машинистов маневровых локомотивов. По его методу нужно начинать формирование поездов, не ожидая накопления на целый состав, нужно руководить одновременной работой 2—3 маневровых локомотивов и, поддерживая связь с диспетчером, все время быть в курсе подхода поездов и наличия в них нужных назначений.

Основные правила его работы можно формулировать вкратце:

1) никогда не работать вслепую и давать всем сотрудникам четкий план маневров;

2) не ждать, пока на путях накопятся вагоны на целый состав;

3) пользоваться для маневров каждым свободным путем;

4) держать постоянную связь с диспетчером;

5) зорко следить за соблюдением ПТЭ.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Составитель ст. Дебальцево, тов. К. С. Краснов, тоже в 1935 г. разработал новый метод работы на горках с формированием поездов в процессе роспуска с горки. Сущность его метода заключается в одновременном при спуске подборе вагонов с таким расчетом, чтобы на специализованных путях подбирались уже сформированные составы с подобранными тормозами. При этом в специализации путей подгорочного парка предусматривается по два пути для каждого назначения. На одном — подбирается формируемый состав, на другом — спускают излишние тормозные порожние и легковесные вагоны. Впрочем, второй путь для каждого назначения не всегда обязателен, но тогда нужен один дополнительный путь, на который спускают излишние вагоны нескольких назначений.

При применении метода тов. Краснова следует помнить следующие его указания:

1) специализация путей в подгорочном парке должна способствовать совмещению рассортирования с формированием;

2) заблаговременно составлять план каждого распускаемого поезда, доводя этот план до сведения каждого сотрудника маневров;

3) уведомлять своевременно дежурного по горке о выводке вагонов с путей подгорочного парка;

4) при вступлении на работу записывать и проверять порядок расстановки вагонов в подгорочном парке.

Метод тов. Краснова может быть с успехом применен и на станциях без горок.

Составитель ст. Лосиноостровская, тов. А. И. Пузанов, предложил метод сквозной комплексной бригады, при котором работники разных служб, работающие на путях различных парков одной станции, входят в отдельную бригаду и обрабатывают вагоны каждого поезда с момента их прибытия до момента отправления с данной станции.

В бригаду входят: стрелочники парков приема, отправления и сортировки, списчики, разметчики, вагонные слесари, технические агенты и осмотрщики, скрутчики, кондукторские бригады, принимающие поезд, и, наконец, паровозные бригады маневровых паровозов, составители и сцепщики.

Вся бригада работает под общим руководством одного опытного составителя, который заблаговременно составляет план ее работы и доводит его до сведения отдельных сотрудников. Бригада объединена одним стремлением: при полном соблюдении ПТЭ возможно лучше обработать и возможно скорее отправить прибывшие вагоны, сократив до минимума время их пребывания на станции.

Почин орденоносцев-составителей тт. Кожухаря, Краснова, Древаля, Пузанова, Солдатенко, Соколова и многих других дал возможность установить сочетание их методов и новый порядок, процессы и нормы маневровой работы. Ниже приведены основные данные.

а) Основные данные по станциям без горок.

1) Должен быть разработан хорошо продуманный точный план всей предстоящей маневровой работы.

2) Расформирование и формирование поездов производится сквозной комплексной бригадой во главе с составителем (составители, сцепщики, сцепщики-скрутчики, осмотрщики вагонов, слесари, паровозные бригады, стрелочники, списчики и другие). Вся бригада должна быть осведомлена о плане предстоящей маневровой работы.

3) Наряды передаются составителям по телефону.

4) Расформирование и формирование по возможности совмещаются. Формирование делается частями по мере расформирования.

5) Технический осмотр и ремонт совмещаются со временем накопления вагонов и делаются на тех же путях.

6) Сцепка и скрутка делаются во время маневров.

7) Скорость маневров увеличивается: а) при передвижении по свободным путям — до 40 *км/час*, б) при движении вагонами вперед по свободному пути

НБ УДУНТ (ДИТ)

и по стрелкам — до 25 *км/час*, в) при движении с вагонами, занятыми людьми или опасными грузами, — до 10 *км/час*.

8) Маневры делаются толчками, где и когда это безопасно по условиям места и времени.

б) *Основные данные по станциям с горками.*

1) Должен быть разработан точный план маневров.

2) Вводится комплексность бригад.

3) Натурный листок составляется на подходных станциях и по прибытии поезда на станцию немедленно пересылается горочному составителю специальным рассыльным или передается по телефону.

4) Для наиболее мощных струй вагонов выделяется по два пути.

5) Одновременно с роспуском с горки производится и формирование распускаемого состава по частям.

6) Роспуск вагонов на пути основного назначения делается так, чтобы, накапливаясь, они были расставлены, как это требуется ПТЭ и планом формирования. Все остальные вагоны спускаются на запасный путь.

7) Одновременно с роспуском делается списывание и осмотр для отправления.

Опыт стахановцев-составителей и других передовых работников станций магистральных железных дорог показал, что на сложные операции с поездами в 60—70 груженых вагонов необходимо:

1) списывание состава — 8—10 мин.;
2) разметка натурного листа — 5 — 7 мин.;
3) размеловка поезда — 10 — 12 мин.;
4) подбор документов и подсчет веса поезда — 10 мин.;
5) прием поезда кондукторской бригадой — 20 — 25 мин.;
6) расформирование (локомотивом) — 30 — 35 мин.;
7) роспуск (с горки) — 6 — 15 мин.;
8) формирование — 10 — 35 мин.;
9) операции отправления — 20 — 25 мин.

Эти нормы могут быть применены и на промышленном транспорте до того времени, когда на нем будут разработаны свои.

§ 21. Маневры при помощи неподвижных механических двигателей.

К числу неподвижных маневровых устройств, которыми с успехом можно производить маневры на промышленном транспорте, следует отнести:

а) кабестаны (электрошпили);
б) тяговые лебедки всякого рода;
в) бесконечные канатные приводы.

Рассмотрим каждый из них отдельно.

а) *Кабестаны* (*электрошпили*).

Кабестан представляет собой вертикальный ворот (шпиль), установленный на металлическом, обычно чугунном ящике, укладываемом на бетонном основании. Внутри ящика помещается электрический мотор, от которого посредством зубчатой фрикционной или червячной передачи приводится в движение ось приводного барабана. Ящик должен быть водонепроницаем.

Для пуска кабестана в ход на верхней плите его коробки, находящейся в уровень с поверхностью земли, имеется пусковой контакт.

Ток по уложенному в земле кабелю подается в кабестан с центральной электрической станции.

Чтобы пустить кабестан в действие, или, наоборот, застопорить действующий, надо ногой нажать пусковую кнопку — контакт. В некоторых системах вместо кнопки устроен торцевой ключ. Включение и выключение происходит через реостат двигателя.

НБ УДУНТ (ДНТ)

При помощи кабестана вагоны можно подтягивать вперед и назад, как это показано на рис. 449 и 450. Для этого применяют специальные поворотные ролики. На чертежах кабестан обозначен буквой *К*, вагон — *В*, а ролик — *Р*.

Чтобы передвинуть вагон или группу вагонов, надо имеющимся у троса крюком или петлей прицепить вагоны, а затем намотать трос на барабан кабестана и пустить его в ход.



Рис. 449. Схема движения к кабестану.

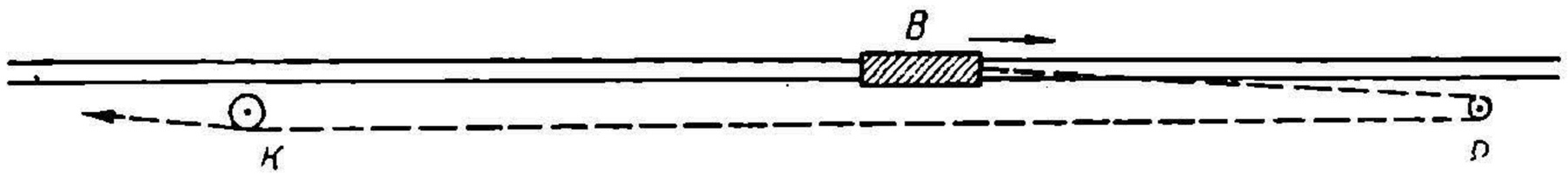


Рис. 450. Схема движения от кабестана.

Для подтягивания вагонов применяют пеньковый или стальной витой и гибкий канат, один конец которого снабжен крюком или петлей. Для большей эластичности сцепления крюк иногда снабжают пружиной. Другой конец каната обвивают в несколько витков на барабан кабестана и оттягивают рукою. Когда кабестан пущен в ход, сила сцепления каната с поверхностью барабана дает возможность передвигать отдельные вагоны, или группы вагонов и целые составы. Сматывающийся с кабестана канат складывается в круг (бухта).

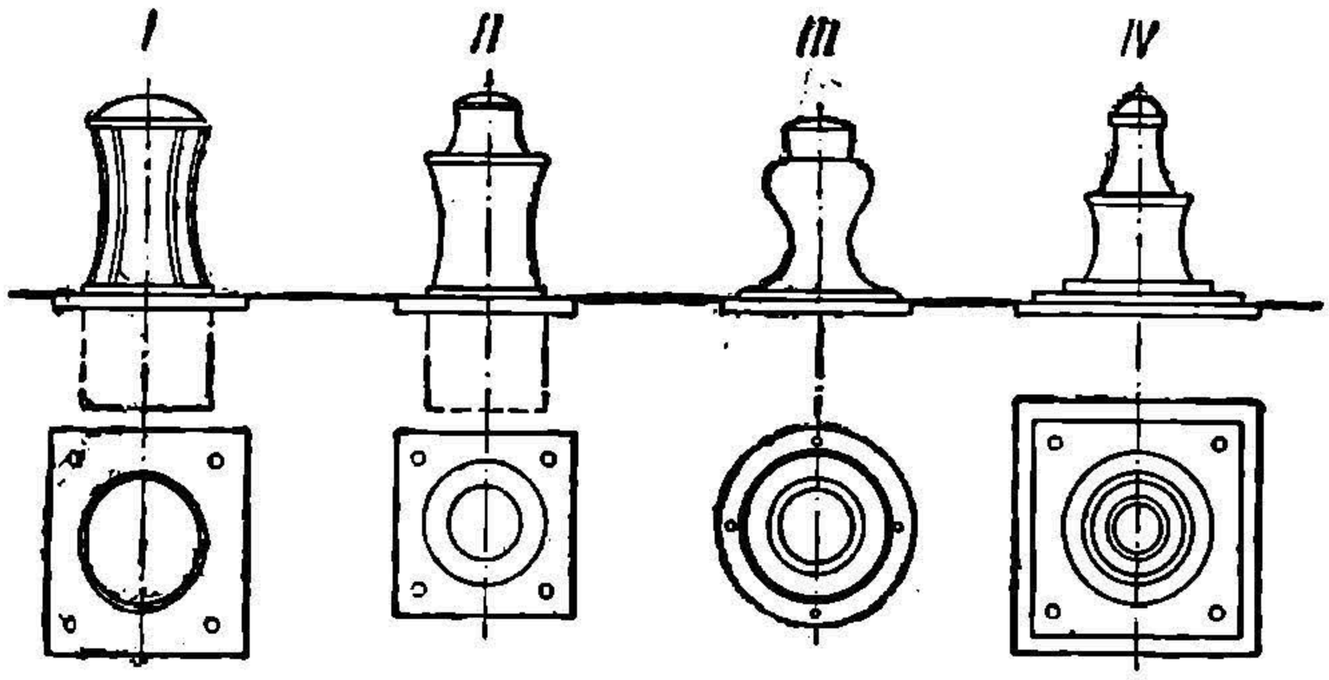


Рис. 451. Схема наиболее применяемых типов кабестанов.

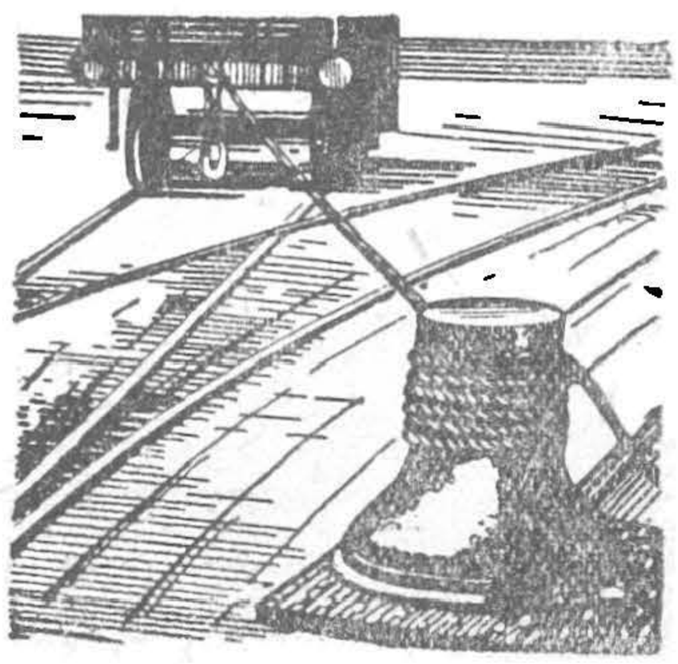


Рис. 452. Работа кабестана.

Средняя скорость, передаваемая кабестаном тросу или канату, — около 0,75—0,9 *м* в секунду. Радиус действия — 50—150 *м*. Мощность электродвигателя, в зависимости от поставленных кабестану требований на тяговое усилие, колеблется от трех до тридцати лошадиных сил. Тяговое усилие достигает 300—5000 и выше килограммов. Благодаря этому, в зависимости от профиля рельсового пути, кабестаном можно передвигать по несколько груженых вагонов, а в отдельных случаях и целые составы.

Кабестаны по своему устройству очень различны. Имеются кабестаны с одним и двумя барабанами различного диаметра, насаженными на одну ось. Кабестан с барабанами различного диаметра при постоянной скорости вращения оси дает, следовательно, тросу или канату различную скорость. Кабестаны приводятся в движение паром, электрической энергией, сжатым воздухом или двигателем внутреннего сгорания. Есть кабестаны гидро-электрические и ручные. Наиболее

НЕ УЧЕБНИК ДЛЯ ВУЗОВ

распространены кабестаны с электроприводом. На рис. 451 показаны схемы наиболее применяемых типов кабестанов, из которых первый с одним, а остальные с двумя барабанами. На рис. 452 показана работа кабестана.

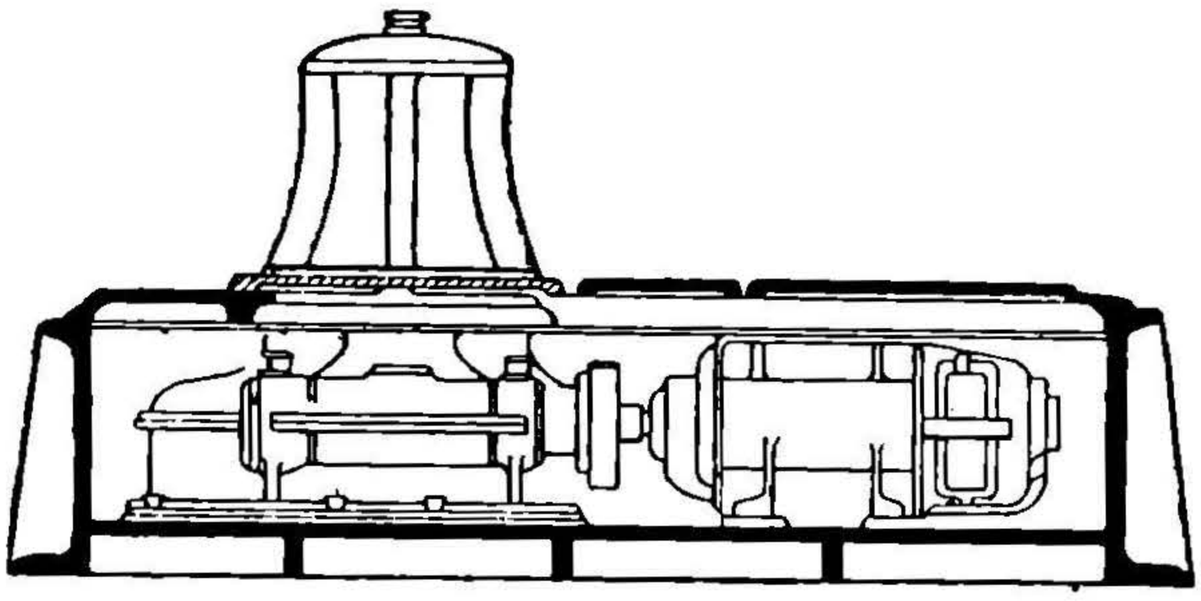


Рис. 453. Кабестан завода „Динамо".

На рис. 453 показан кабестан зав. „Динамо" в Москве, на рис. 454, 455 — швейцарской фирмы Белля, на рис. 456 и 457 — других иностранных фирм. В первом мотор помещен в специальном ящике, в остальных — внутри барабана, что очень упрощает и удешевляет всю конструкцию.

В таблице 99 приведены данные о кабестанах зав. „Динамо", которые применяются на узкоколейном и ширококолейном промышленном транспорте.

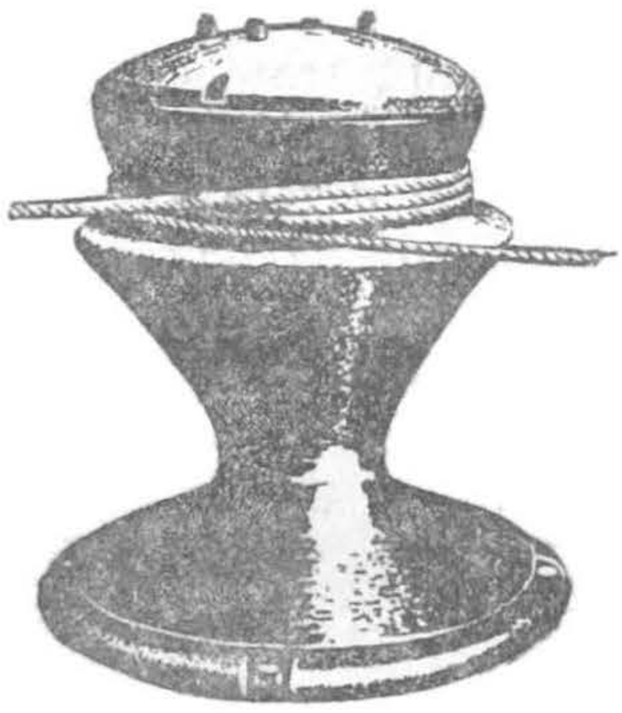


Рис. 454. Кабестан Белля.

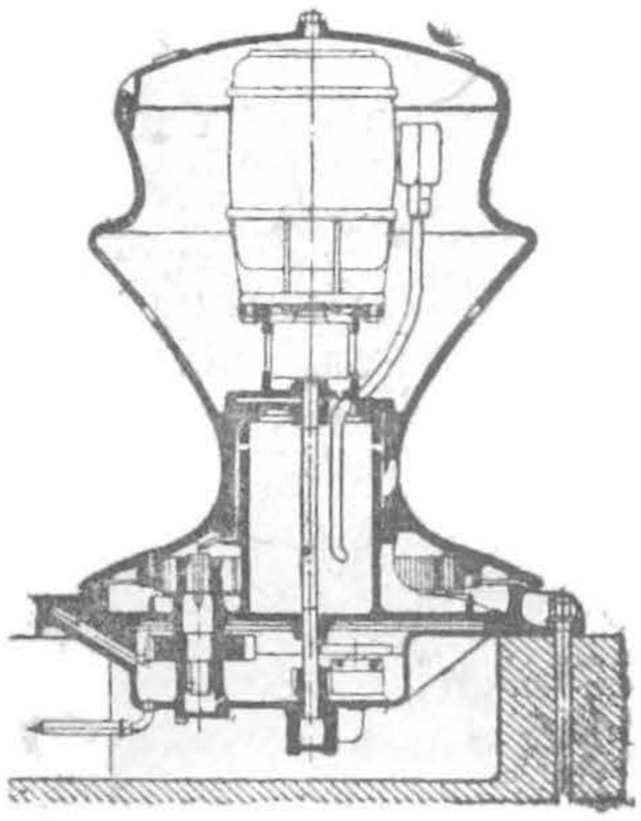


Рис. 455. Кабестан Белля.

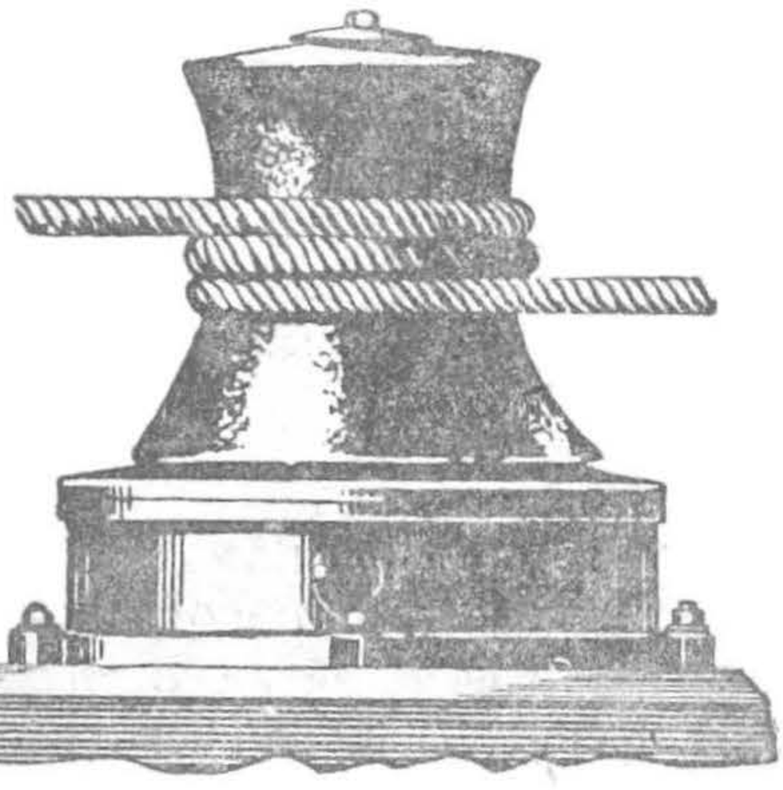


Рис. 456. Кабестан с одним барабаном.

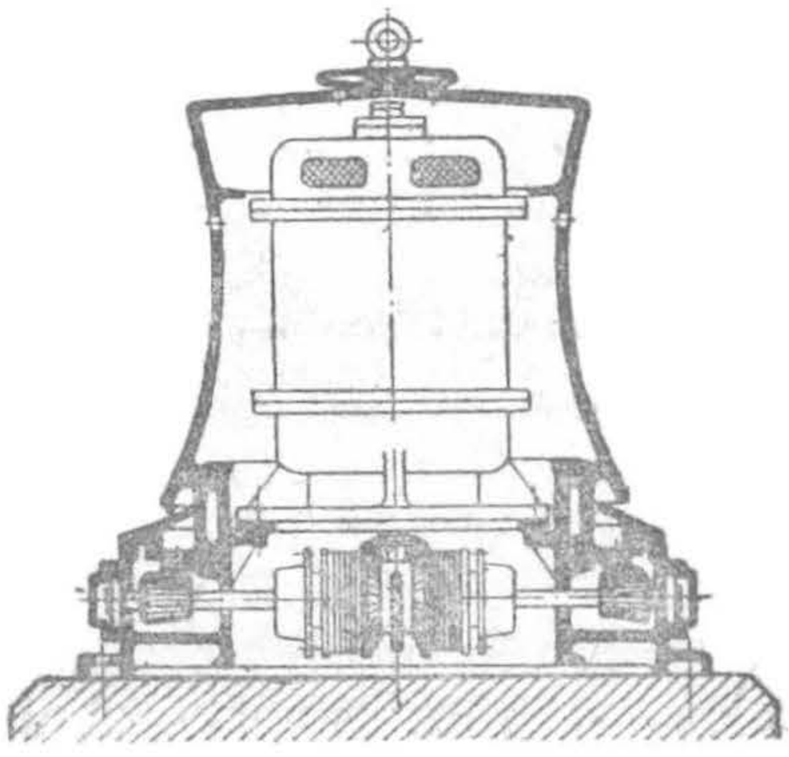


Рис. 457. Кабестан с одним барабаном.

б) Тяговые лебедки.

Типы лебедок, так же как и кабестановые, очень многочисленны.

Как и кабестаны, лебедки бывают электрические, паровые, с двигателями внутреннего сгорания и работающие сжатым воздухом. На промышленном транспорте больше всего применяются электрические лебедки.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Принцип действия лебедок и кабестанов в сущности очень похож. Разница лишь в том, что лебедки имеют большую мощность, допускают гораздо более длинные канаты, а вследствие этого и больший радиус действия. Кроме того они удобнее на путях с подъемом. Как это показано на рис. 458, лебедки устанавливают в специальном приводном ящике или даже здании. Для направления, поддержания и поворота каната применяют различного рода вертикальные и горизонтальные ролики, образцы которых приведены на рис. 459.

ТАБЛИЦА 99.
Кабестаны зав. „Динамо".

Характеристика	Узкая колея	Широкая колея
Напряжение (V)	220/380	220/380
Число оборотов (в мин.)	920	960
Мощность (лош. сил)	11	15
Сила тяги (*кг*)	1750	2500
Радиус действия (*м*)	75	150
Диаметр троса (*мм*)	16	22

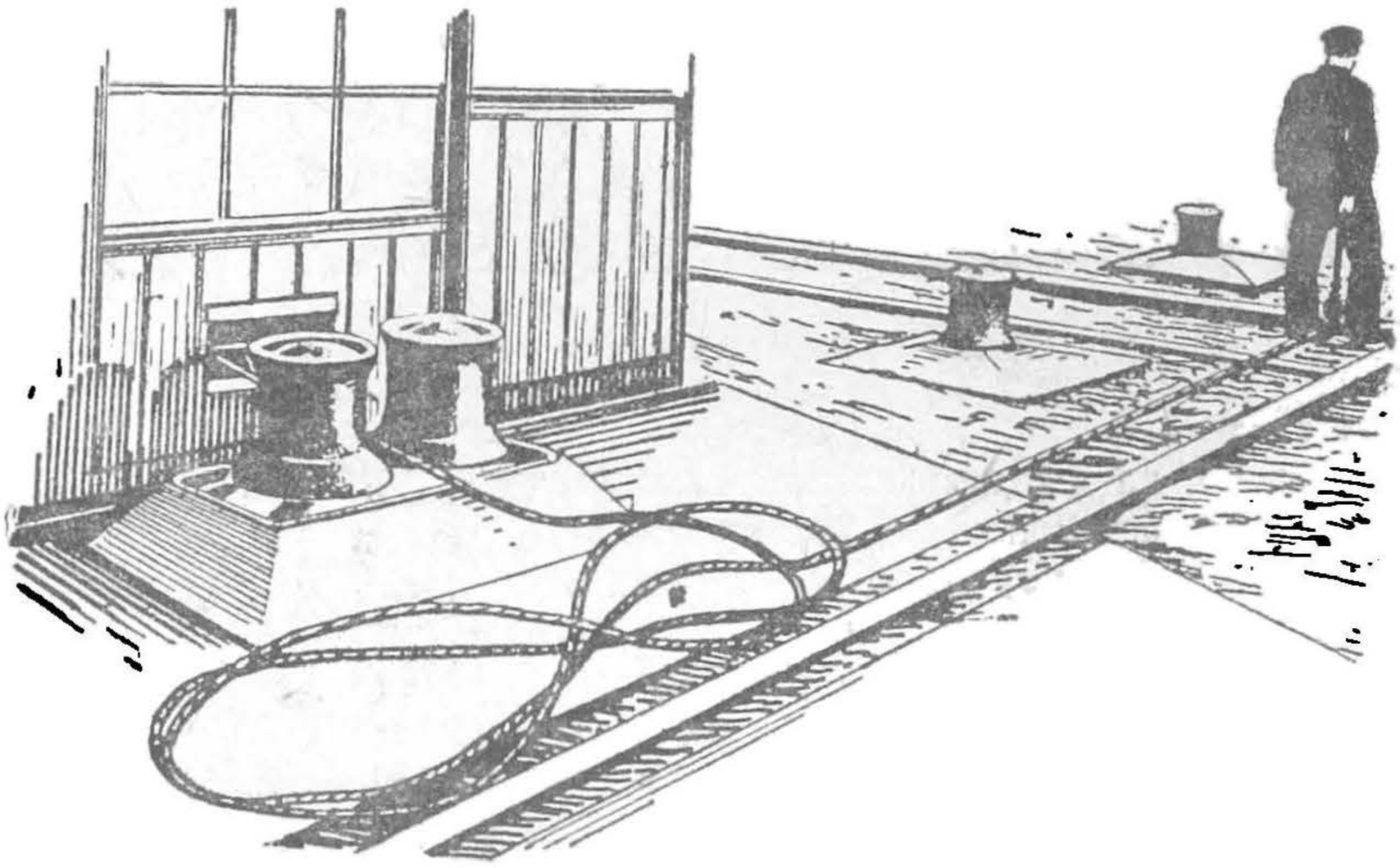


Рис. 458. Тяговая лебедка.

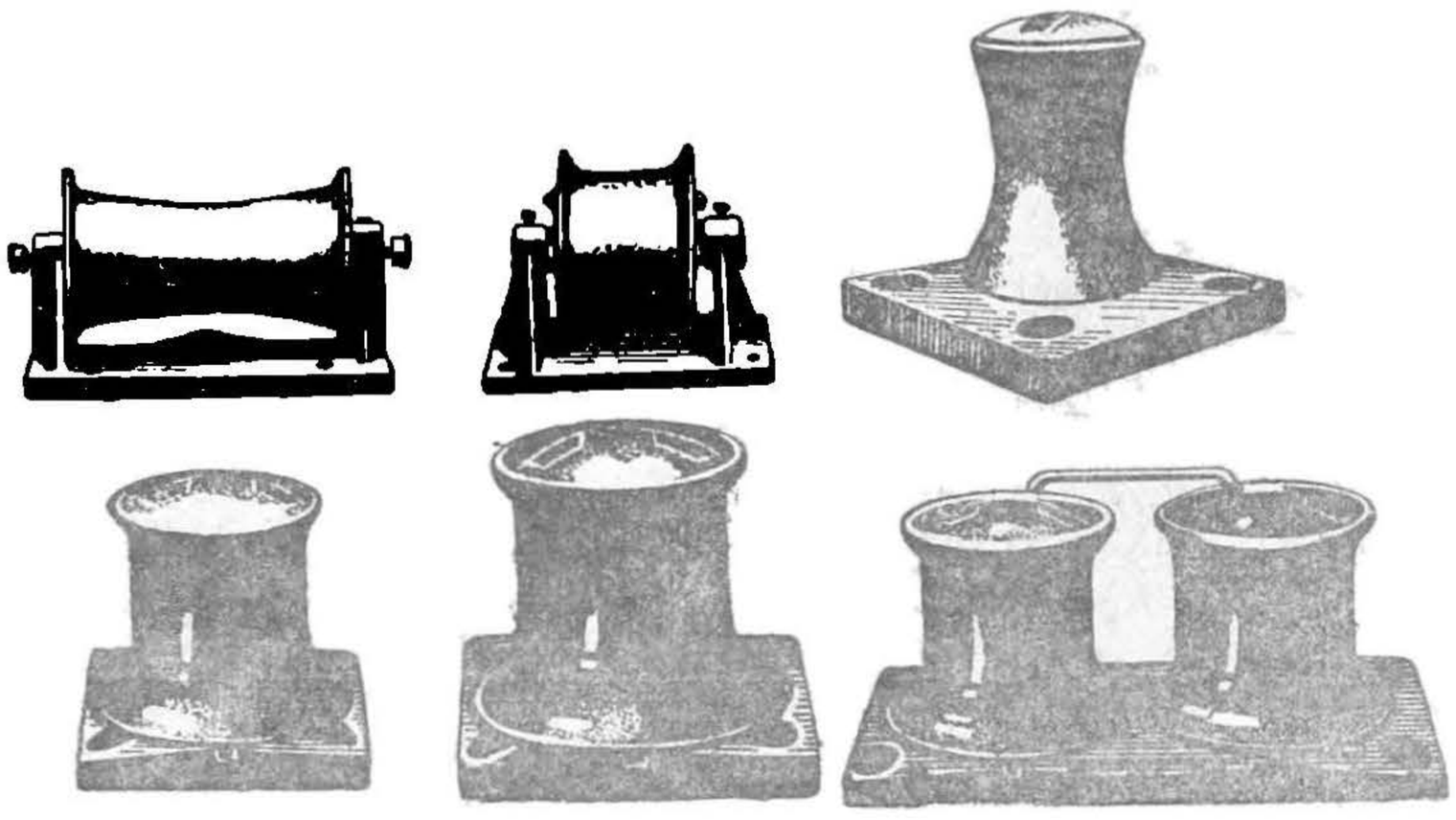


Рис. 459. Ролики.

Стальной витой трос на одном конце имеет крюк или петлю, которая служит для сцепления с вагонами. На рис. 460 показана работа такой лебедки.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Подобные установки могут быть применены для подтаскивания или оттаскивания вагонов или даже целых составов, для вращения маневровых поворотных кругов, передвижения траверзных тележек и т. п.

Основными частями всякой маневровой лебедки являются (см. схему рис. 461):

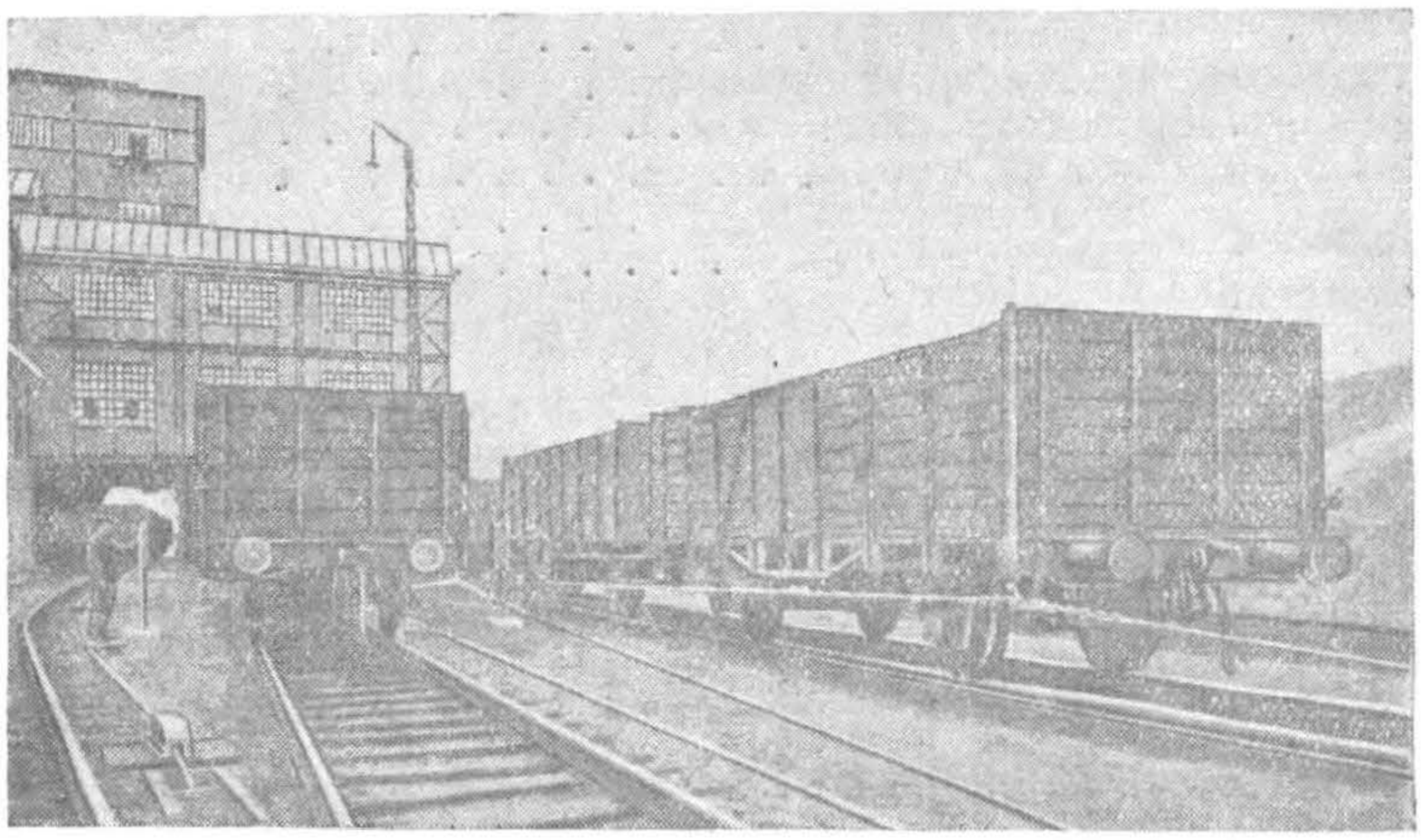


Рис. 460. Работа тяговой лебедки.

1) двигатель *а*;
2) барабан *б*, на который наматывается канат;
3) ленточный фрикционный тормоз *в*;
4) регулирующее устройство *г*, позволяющее правильно наматывать и сматывать канат;
5) контроллер *д* или другого рода пусковой прибор.

Преимуществом маневровых лебедок перед кабестанами на промышленном транспорте является их значительно больший радиус действия. Некоторые авторы считают, что длина каната лебедки может достигать 400—600 *м*, обслуживая в поперечнике площадь до 0,4—0,6 *км*.

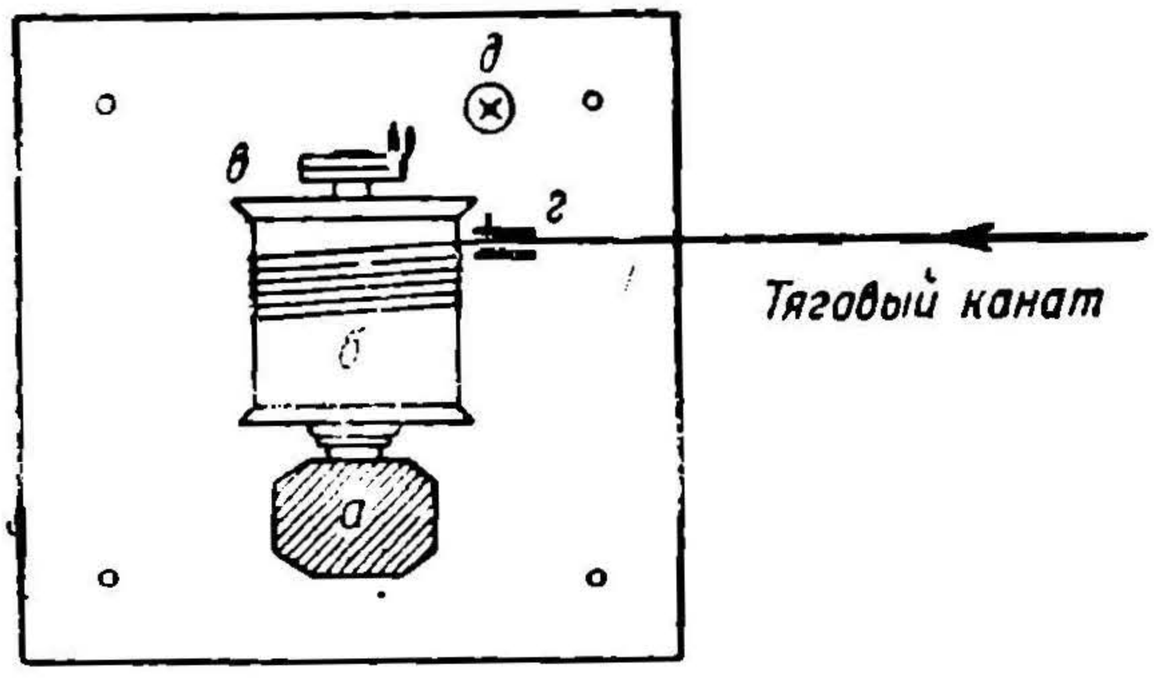


Рис. 461. Схема тяговой маневровой лебедки.

Недостатками маневровых лебедок являются их сложность и дороговизна, а также необходимость установки шкивов и роликов, что загромождает площадку предприятия.

Скорость движения каната лебедок достигает в некоторых типах до 60 — 90 *м* в минуту, а тяговое усилие — 5000—7000 *кг* и более. Это дает возможность передвигать состав в 10—12 и более нормальных груженых вагонов или соответственное по весу число большегрузных вагонов.

Лебедки бывают с одним барабаном и двумя, дающими возможность развивать две скорости каната.

При наматывании или разматывании тягового каната на барабан и с барабана лебедки возможно смещение ее витков, и потому применяют специальное подвижное регулирующее приспособление, которое направляет канат и укладывает его витки на барабан. В разных конструкциях эти приспособления несколько отличаются друг от друга и бывают довольно сложными. Однако, даже при наличии подобных регуляторов, работа барабана может быть при износе каната

НБ УГЛТУ (ЦИТ)

несколько нарушена. Чтобы избежать этого, голландская фирма Гекель предложила систему поворотного барабана лебедки, имеющего вращение около вертикальной оси. Это дает возможность при работе лебедки ставить барабан под некоторым углом к канату и регулировать таким образом ход витков каната.

в) Бесконечные канатные приводы.

Разновидностью маневровых лебедок и их техническим развитием являются бесконечные канатные приводы или, вернее, приводы с бесконечным канатом. Такие приводы состоят из бесконечного тягового каната, мощной лебедки, приводящей его в движение, машинного здания, в котором помещается лебедка, и натяжного вантового приспособления (компенсатора), поддерживающего постоянное натяжение тягового каната. Бесконечные приводы дают возможность одновременно делать передвижку вагонов в любом месте своего района действия.

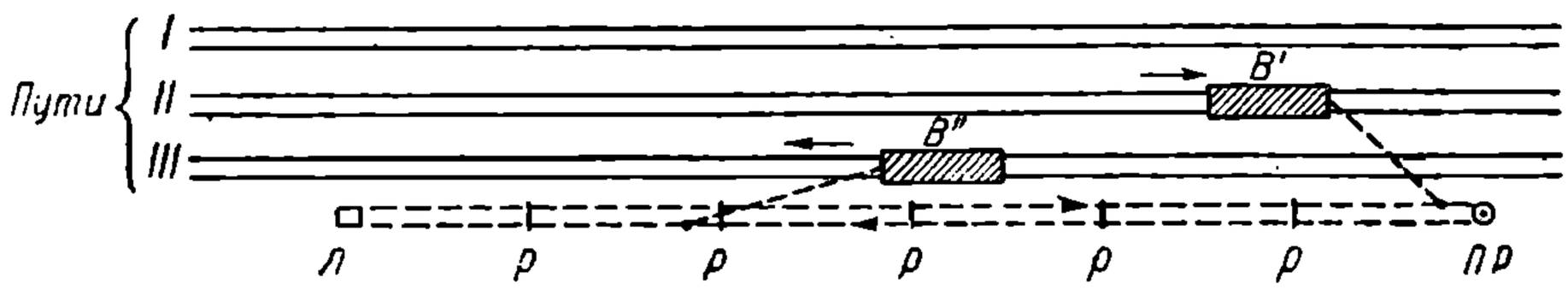


Рис. 462. Схема бесконечного привода.

Обычно они устраиваются вдоль ряда параллельных путей, расположенных у складов, сараев, пакгаузов и т. п., словом, в тех местах рельсовой сети, где имеются постоянные и повторяемые грузовые или передаточные маневры. На магистральном железнодорожном транспорте они могут устраиваться у горба сортировочных горок для надвигания распускаемого состава и на товарных дворах.

Схема бесконечного привода показана на рис. 462. От лебедки *Л*, через ряд направляющих поддерживающих шкивов роликов *Р* и поворотный ролик *ПР* идет тяговый бесконечный канат. Чтобы передвинуть вагон, надо на его сцепной крюк накинуть упряжной канат. Сцепление делается крюком или петлей каната, другой конец которого с помощью зажимного устройства схватывается с тяговым канатом бесконечного привода. На рисунке видно, как одним и тем же приводом вагоны *B'* двигаются в одну сторону, а *B''* — в другую.

Зажим состоит из захвата с рукояткой и жолобом, куда закладывается канат бесконечного привода, поворотного рычага с зубчатым сектором и клина с зубчаткой. Последний петлей соединен с упряжным канатом. Захватив канат, поворотным рычагом зажимают его клином и сцепление готово (рис. 463).

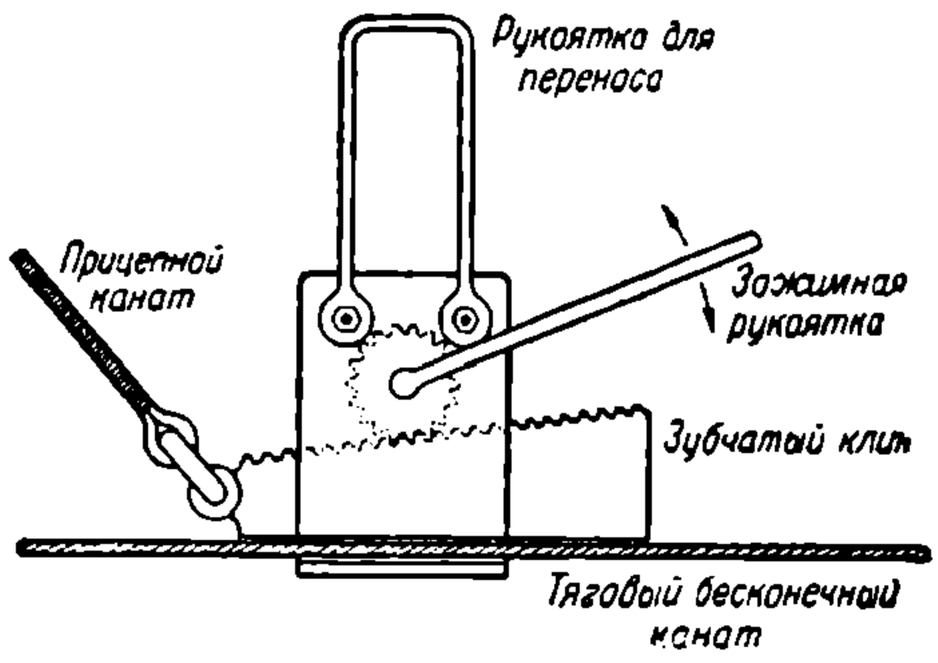


Рис. 463. Схема зажима бесконечного привода.

На рис. 464 показана работа бесконечного привода. Им могут быть обслужены два соседних пути, прилегающих к складским помещениям. На плане видно поворотное и натяжное устройство бесконечного каната.

Большим преимуществом бесконечных приводов является возможность одновременного производства маневров на разных местах рельсовых путей, у которых проходит привод.

Недостатком является возможность использования привода лишь на путях прилегающих к нему, дороговизна всего устройства, загромождение территории шкивами, роликами и т. п. В этом отношении надо отметить бо́льшую гибкость маневровых лебедок, которые, в свою очередь, имеют больший радиус действия

НБ УИИТ (ИИТ)

чем кабестаны. Однако последние, в особенности типа, указанного на рис. 454 и 455, могут по своей простоте, дешевизне и удобству иметь наибольшее применение на промышленном транспорте.

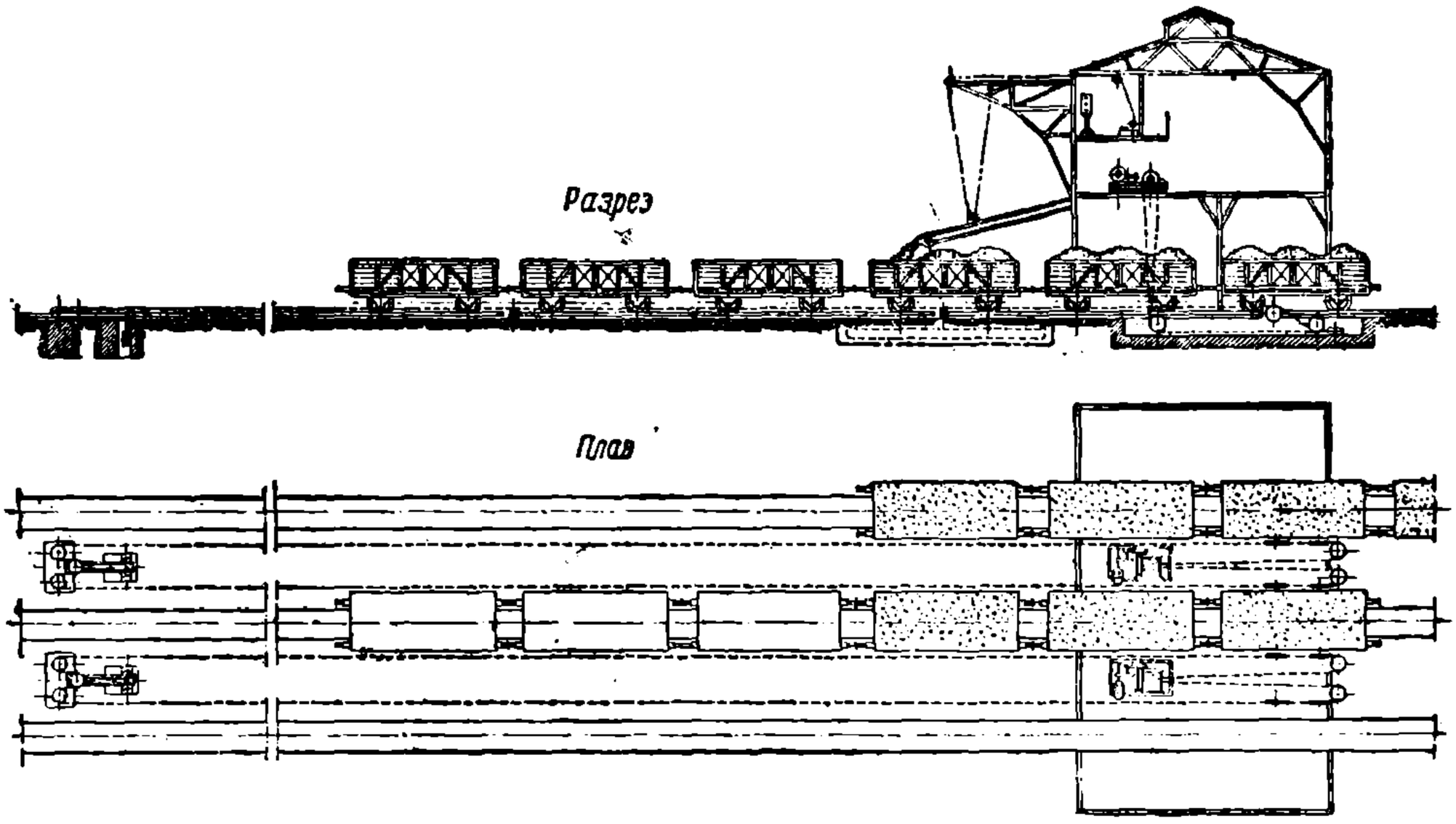


Рис. 464. Схема работы бесконечного привода.

Если сделать подсчет полной стоимости (с учетом амортизации) одного часа работы на промышленном транспорте различного рода маневровых средств, то получим следующие довольно близкие к практическим данные:

паровозо-час	17,00 руб.
мотовозо-час	13,00 „
электровозо-час	9,00—12,00 „
бесконечный привод	9,50 „
тяговая лебедка	7,50 „
кабестан (на 400 *м*)	6,90 „
кабестан (на 150 *м*)	6,60 „

Так как не только стоимость часа маневровой работы, но и капиталовложения весьма различны, то вопрос о применении неподвижных механических двигателей на промышленном транспорте имеет огромное значение. Ведь стоимость паровоза $48^{у}$—92 тыс. рублей, тогда как бесконечный привод стоит 20 тыс. рублей, тяговая лебедка — 12—15 тыс., а кабестан наших заводов с монтажом на месте может стоить не более 7—8 тыс. рублей.

Рассмотрев в § 14 основные маневровые передвижения на целом ряде промышленных предприятий, проанализируем теперь, какие из этих маневров могут производиться локомотивами, а какие более целесообразно производить механическими двигателями.

Прежде всего приведем основные положения, которыми при этим будут руководствоваться:

1) Применение паровой тяги надо считать невыгодным на тех пунктах промышленно-транспортной рельсовой сети, на которых:

а) маневры состоят из ряда небольших передвижений и ряда значительных простоев, вызываемых характером работы (например, у разливочной машины, на путях выдачи кокса, у пылеуловителей, на путях выдачи агломерата, на складах, когда поочередно вагоны того же состава устанавливаются под кран, экскаватор, и затем после погрузки груженые вагоны проталкиваются вперед и т. п.);

б) путь пробега передвигаемых при маневрах составов невелик;

в) количество и вес передвигаемых вагонов незначительны;

г) скорость, с которой передвигаются вагоны, может быть невелика.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Невыгодность эта вызывается тем, что, сжигая топливо, паровоз иногда больше простаивает, чем движется.

2) Применение локомотивов других видов (электровоза, дизель-электровоза, мотовоза) будет в подобных случаях значительно дешевле, но все же потребует больших капиталовложений.

3) Наиболее рентабельны при таких условиях механические двигатели: кабестаны, лебедки или бесконечные приводы.

4) Окончательный выбор того или иного маневрового локомотива или механического двигателя должен быть сделан после соответственного технико-экономического расчета.

Добавим еще, что вес брутто передвигаемых механическими двигателями составов может быть доведен на небольшом подъеме до 250—300 тонн. В большинстве случаев для маневровых передвижений на промышленном транспорте такой вес вполне достаточен.

Из приведенных выше положений следует, что:

1) Маневры по расформированию и формированию, требующие значительных скоростей, тягового усилия и большого количества разнообразных по количеству передвигаемых вагонов и расположению путей рейсов, производить механическими двигателями — нерационально. Эти маневры требуют локомотивной тяги. Вопрос о применении тех или иных локомотивов (паровой, электрической или иной тяги или серий) в каждом отдельном случае подлежит особому рассмотрению.

2) Все маневры, имеющие характер передаточных и производящиеся со значительными пробегами (500 и более метров), также выгоднее делать при посредстве локомотивной тяги.

Применение при подобных маневрах механических двигателей вызывало бы необходимость сложных устройств, большого протяжения тяговых канатов и незначительную скорость передвижения вагонов.

В отдельных случаях применение механических двигателей при передаточных маневрах на более короткие расстояния может быть вполне выгодным, если оно оправдано теоретически и практически.

3) При грузовых маневрах, особенно при передвижении составов, стоящих под погрузочно-разгрузочными операциями, применение механических двигателей может быть вполне рационально. Организация их работы весьма проста.

Как видно из перечисленных маневровых передвижений на различного рода промышленных предприятиях (стр. 501—505), нерационально применять локомотивную тягу и выгоднее производить маневры механическими двигателями в целом ряде пунктов промышленного транспорта.

Для больших заводов установка механических двигателей взамен применения локомотивов в тех пунктах, где последнее нерационально, может дать экономию в 2—3 маневровых локомотива за сутки и сберечь сотни тысяч рублей народных денег.

На промышленных предприятиях СССР действуют всего лишь 3—4 бесконечные привода, лебедки имеют весьма незначительное применение, а кабестанов почти совсем нет.

ГЛАВА VI.

ОРГАНИЗАЦИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК НА ПРОМЫШЛЕННОМ ТРАНСПОРТЕ.

§ 22. Организация пассажирского движения.

На современных больших металлургических и медеплавильных заводах, торфоразработках и других промышленных предприятиях, наряду с грузовыми, необходимо организовать и пассажирские перевозки.

Такие перевозки могут возникать для соединения заводов одного комбината, поселков и соцгородов с заводами и разработками и, наконец, для развозки рабо-

НБ УДУНТ (ОШТ)

чих по заводской площадке. На внешнезаводских и комбинатских путях промышленному транспорту кроме своих рабочих приходится иногда перевозить и других граждан.

Перевозки могут осуществляться рельсовым (пассажирские поезда, трамвай, автомотриссы) или безрельсовым (автобус) путем.

Основными этапами организации пассажирского движения являются:

1) определение потребности в перевозках: выяснение источников движения и людских потоков;

2) составление плана перевозок;

3) выбор рода механизированного транспорта;

4) подсчет требуемого количества локомотивов, вагонов и бригад обслуживающего персонала;

5) составление порядка и плана движения поездов и назначение их в постоянное обращение;

6) учет выполненных перевозок.

Потребность в пассажирских перевозках устанавливается, исходя из размеров штата, количества смен и требования сырьевых баз, цехов и складов промышленных предприятий с учетом расположения их по отношению рабочих поселков и неравномерности по сменам и часам.

Основным методом организации перевозок является разработка расписаний и графиков с увязкой пассажирского и грузового движения.

§ 23. Особые перевозки.

На транспорте металлургических заводов имеют место всякого рода специальные перевозки, требующие особой организации и особого внимания. Такими являются перевозки: жидкого чугуна, жидкой стали, горячих шлаков, газовых балонов, нефтяных грузов и других. На сырьевых базах встречаются перевозки взрывчатых веществ.

На всех видах промышленного транспорта, особенно на сырьевых базах, распространены перевозки подсобных хозяйственных грузов, необходимых для работы самого транспортного цеха (отдела). Такими грузами являются: шпалы, рельсы, их скрепления, телеграфные столбы, стрелочные переводы, вагонные скаты, запасные части всякого рода, инструменты, балласт, строительный материал и т. п.

Все эти перевозки в общем подчиняются всем тем основным принципам, которые были изложены выше. Однако, принимая во внимание опасность, вызываемую некоторыми из них, и необходимость полной и точной увязки с технологическими процессами (слив горячего металла или выпуск горячих шлаков), необходимо разрабатывать точный план движения поездов и составлять контактные графики оборота локомотивов и составов. Так как под горячий металл и горячие шлаки применяются специальные чугуновозные, сталевозные или шлаковозные ковши, то за их оборотом следует иметь особенное наблюдение.

По отношению служебных грузов необходимо точно так же, как и по остальным грузам, составление плана перевозок и плана движения. Все случайные, непредвиденные планом перевозки должны совершаться по специальным нарядам районных диспетчеров или диспетчера транспортного цеха (отдела). Эти перевозки, если они не экстренного (аварийного) характера, нужно выполнять сборными поездами или передавать на безрельсовый транспорт. Экстренные перевозки приходится выполнять специальными поездами или автотранспортом.

К особым перевозкам следует отнести передвижения по рельсовым путям подвижных кранов всякого рода. При их перебросках из цеха в цех или из склада в склад следует избегать встречных пробегов однородных кранов. Для лучшей их эксплоатации необходимо, чтобы все подвижные краны находились также

в) колитранспортного цеха, а передвижения совершались лишь по нарядам

г) скоростетчеров или диспетчера транспортного цеха (отдела).

ЦБ УДМТ (ДГТ)

§ 24. Перевозки в контейнерах.

Одним из видов специальных перевозок являются перевозки в контейнерах.

Контейнер представляет собой металлический или деревянный, обитый металлом, закрытый или открытый ящик со сплошными стенками, либо со стенками в виде клеток, с дверьми, открывающимися верхом или дном. Контейнер в буквальном переводе с английского значит „содержащий". Величина контейнера зависит от рода и объема груза, условий перевозки и т. п. Размеры контейнеров так рассчитаны, чтобы они при нагрузке по высоте не выходили за пределы габарита подвижного состава и чтобы удобно и точно размещались на площадке грузовика и кузова вагона или платформы.

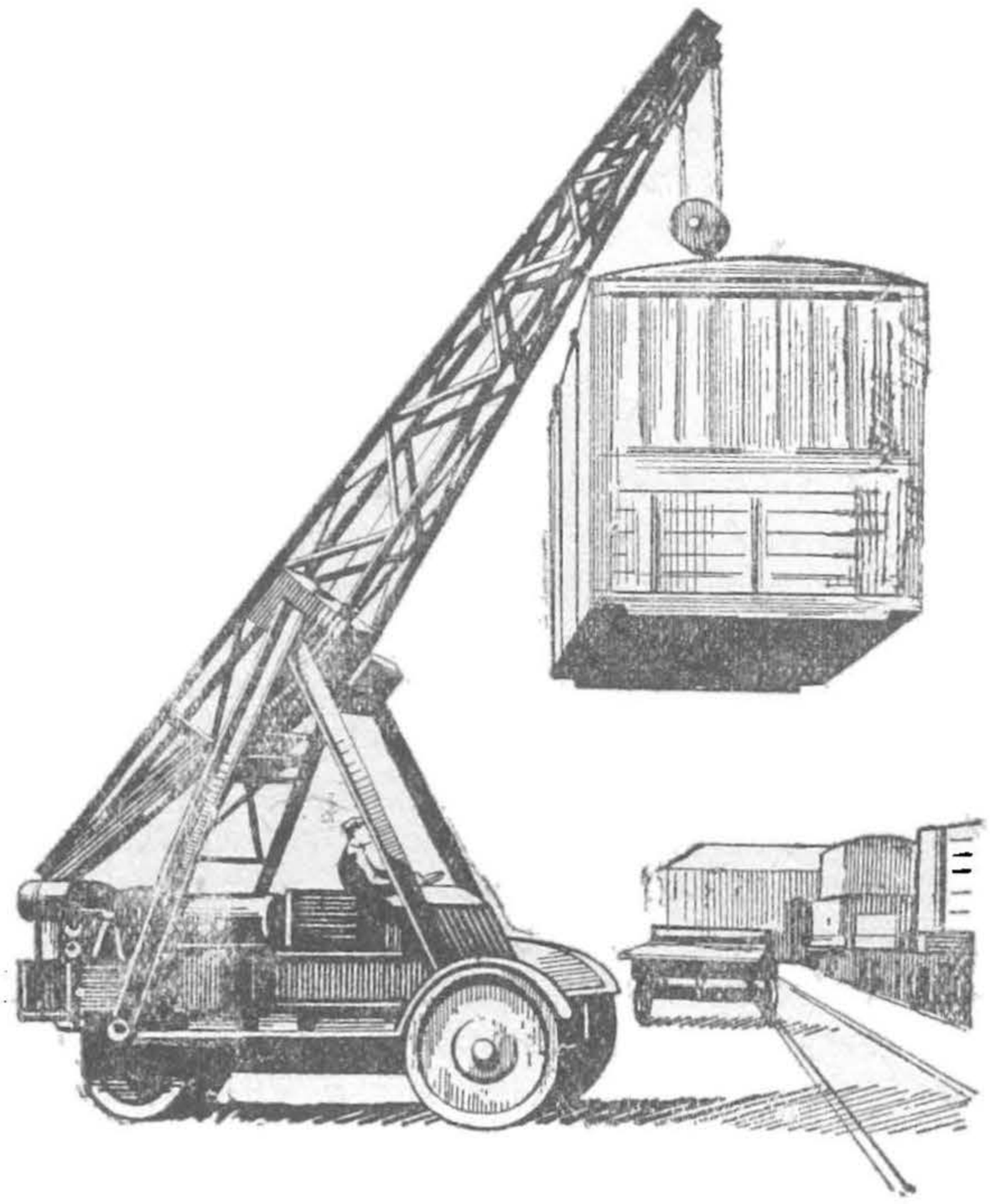


Рис. 465. Контейнер.

Контейнер облегчает нагрузку и выгрузку, сокращает простой подвижного состава под этими операциями и, следовательно, сокращает время его оборота. При контейнерах возможно производить перевозку на различных видах транспорта, избегая штучных перегрузок и перевалок.

При перевозке в контейнерах не нужно иметь обычной тары. Груз укладывается непосредственно в контейнер. При помощи крана он ставится на телегу или грузовик и с них переносится в вагон или судно, а оттуда — опять на телегу или грузовик (рис. 465 и 466). При этом не нужно расходовать тары, сокращается время погрузки, перегрузки и выгрузки, не надо делать проверки груза счетом мест или весом, уменьшаются простои всех видов подвижного состава и создается возможность доставки грузов от склада отправителя непосредственно на склад получателя. Отрицательной стороной применения контейнеров является: увеличение в некоторых случаях общей тары (например, при перевозках навалочных грузов) и необходимость обратной доставки порожней тары, если нет возможности организовать обратную перевозку других грузов в тех же контейнерах.

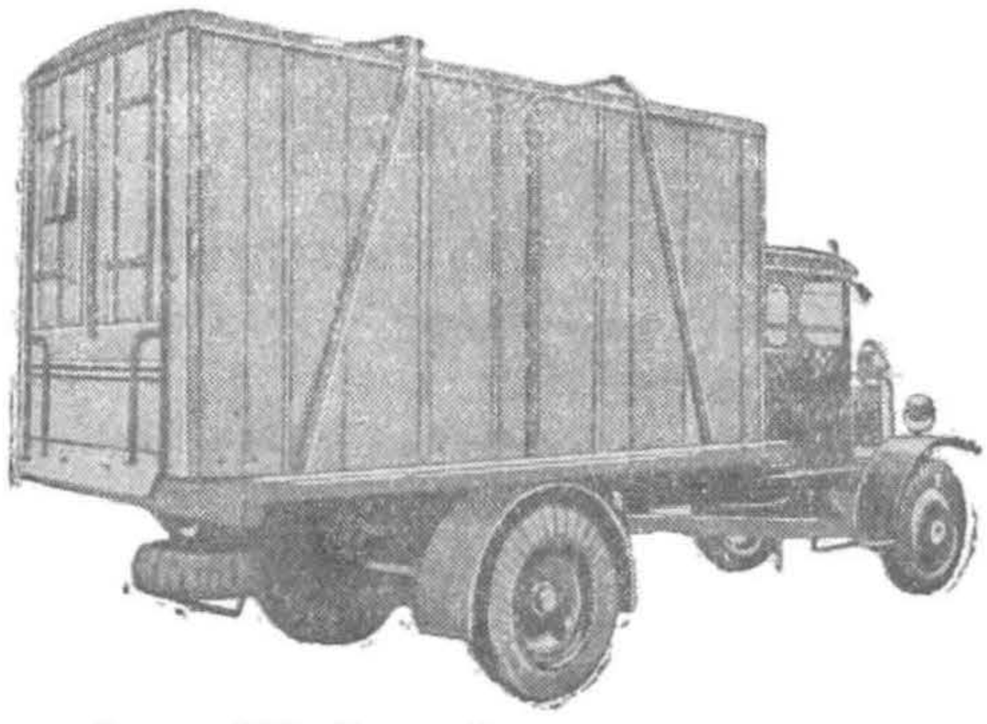


Рис. 466. Контейнер на грузовике.

Перевозки в контейнерах впервые появились в Англии в конце империалистической войны и оттуда перешли в США и Германию. С 1931 года они производятся и у нас по нескольким направлениям движения железных дорог НКПС.

Наши контейнеры изготовляются весом брутто 1,25 *т*, 2,5 *т* и 5 *т*. На длинной железнодорожной платформе наших контейнеров весом в 1 *т* умещается 20, весом в 2,5 — 8. В США они достигают веса брутто 8 *т*, в Англии — несколько меньше. Самый распространенный тип контейнеров в 4—4,5 *т*. Собственный вес

НБ УДУНТ (ДГТ)

контейнера зависит от его конструкции и колеблется в пределах от 10 до 20% веса брутто.

В контейнерах перевозят мелочные грузы всякого рода, полуфабрикаты, строительные материалы, кирпич, известь, цемент, песок, а также дрова и уголь.

Контейнеры могут иметь огромное распространение не только для прямых перевозок (с магистрального транспорта на промышленный транспорт), но и внутри самого промышленного предприятия. Одной из ближайших тем научного исследования должна быть разработка таких типов дешевых и легких контейнеров, которые могли бы служить для перевозки всякого рода сыпучих, легковесных и мелочных грузов на промышленном транспорте.

ГЛАВА VII.

РАБОТА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА.

§ 25. Локомотивный и вагонный парки.

Подвижной состав промышленных предприятий широкой и узкой колеи можно разделить на л о к о м о т и в н ы й и в а г о н н ы й.

К л о к о м о т и в н о м у (самодвижущемуся) парку следует отнести: паровозы, мотовозы, дизель-электровозы, электровозы с централизованной подачей энергии и контактно-аккумуляторные; к в а г о н н о м у — крытые, платформы, цистерны и другие прицепные средства всякого рода широкой и узкой колеи.

На некоторых промышленных предприятиях работает парк локомотивов и вагонов НКПС, а также и свой собственный. Примером таких предприятий являются металлургические, машиностроительные, медеплавильные, химические и другие заводы со сложными технологическими процессами.

На эти заводы сырье может прибывать с магистральных железных дорог в вагонах НКПС. От станции примыкания они могут следовать либо локомотивом НКПС, либо локомотивом предприятия. По прибытии на завод эти вагоны подаются в цеха и склады локомотивами предприятия. Для межцеховых перевозок на заводах имеется парк собственных вагонов и локомотивов разных типов.

Некоторые небольшие с неполным циклом процессов химические и другие заводы своего рельсового подвижного состава не имеют, а обслуживаются локомотивами и вагонами НКПС.

В исключительных случаях на промышленный транспорт с импортным грузом могут прибывать и вагоны соседних капиталистических государств, следующие в прямом международном сообщении.

Некоторые теплоэнергоцентрали (ТЭЦ), работающие на своем топливе, непосредственного примыкания к магистральному железнодорожному транспорту не имеют и работают только на своем подвижном составе.

Необходимо принимать все меры к тому, чтобы подвижной состав был правильно использован, не простаивал бесцельно и оборачивался быстрее.

Все требования и указания, которые будут излагаться дальше и касаться вопросов эксплоатации подвижного состава, целиком и полностью относятся ко всем видам подвижных средств как самих предприятий, так и НКПС.

Подвижной состав, приписанный к отдельному предприятию, является его и н в е н т а р н ы м п а р к о м.

Если инвентарный парк какого-либо предприятия недостаточен, или, наоборот, слишком велик, то распоряжением наркомата с одного завода на другой может быть перекомандировано некоторое количество локомотивов или вагонов. Тогда находящийся на предприятии н а л и ч н ы й п а р к может быть больше или меньше инвентарного.

В наличном парке каждого промышленного предприятия могут быть:

НБ УГЛТУ (ДГТ)

а) локомотивы и вагоны вполне исправные, находящиеся в распоряжении службы эксплоатации;

б) подвижные средства, находящиеся в ремонте;

в) подвижные средства, поставленные распоряжением заводоуправления или наркомата в запас.

Задачей службы эксплоатации (движения) является правильное использование рабочего парка. Под этим углом зрения мы и будем рассматривать его работу.

§ 26. Оборот, пробеги и простои локомотивов.

По роду производственных операций, работу локомотивов на промышленных предприятиях можно разделить на два вида:

1) поездную (линейную) и

2) маневровую.

В зависимости от технологических процессов промышленного предприятия, грузооборота, а также протяженности его рельсовой сети и других причин, организация работы локомотивов может быть построена различно:

а) локомотивы не специализируются, а совершают все перевозки, которые нужны в данный момент: то возят поезда, то выполняют маневры (на небольших предприятиях);

б) локомотивы прикреплены к определенным районам предприятия, в пределах которых возят составы и делают маневры;

в) локомотивы специализированы по отдельным промышленным станциям и внутризаводским постам исключительно для маневровой работы. В таких случаях для межцеховых или межстанционных перевозок выделяются специальные локомотивы, находящиеся в распоряжении диспетчера транспортного цеха (отдела).

Итак, локомотивы могут быть совершенно не специализированы, частично специализированы и целиком специализированы.

В первом случае распоряжение локомотивами должно быть сосредоточено в транспортном цехе. Во втором — в районе, а в третьем — по месту работы.

Специализация их может быть сделана:

1) по роду работы (поездное движение, маневровое) и

2) по месту работы (станция, пост, район).

На некоторых предприятиях (например металлургических заводах), транспортный цех (отдел) по распоряжению дирекции передает в ведение других цехов для внутри- и межцеховых перевозок маневровые локомотивы, которые выпадают из его поля зрения и иногда весьма плохо используются.

Мы считаем, что все межцеховые перевозки должны выполняться транспортными органами предприятия, все локомотивы должны быть в их ведении и никаких прикрепленных по другим цехам локомотивов не должно быть, за исключением тех, которые выполняют неразрывно связанные с технологическим процессом внутрицеховые перевозки.

При линейном движении локомотива по ветвям (подъездным путям) от промышленного предприятия он следует с поездом или в одиночку до пункта примыкания или в другие места вне заводской площадки. Взяв оттуда состав, он возвращается на предприятие.

Таким образом, чтобы выполнить перевозку, локомотиву необходимо сделать два пробега: от пункта его постоянного нахождения на промышленном предприятии до пункта примыкания и обратно.

Работу локомотива при линейном пробеге можно представить сокращенным графиком, как это показано на рис. 467.

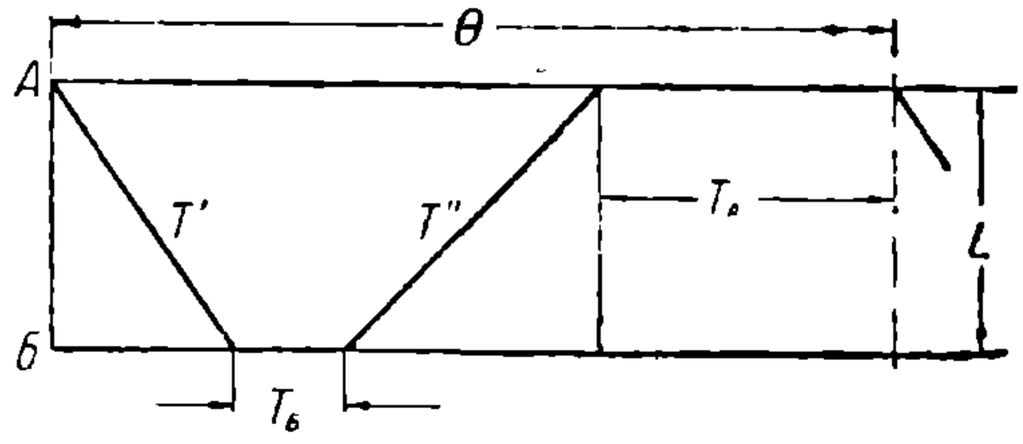
Здесь T' — время пробега локомотива в одну сторону, T'' — в обратную сторону, T_A — работа на промышленном предприятии, $T_Б$ — работа на пункте оборота.

НБ УДУНТ (ДГТ)

Полный оборот θ локомотива равен:

$$\theta = T' + T'' + T_A + T_Б.$$

Время пробега локомотива зависит от той участковой скорости, с которой совершается пробег между конечными пунктами. Назовем участковую скорость одного направления v_y', другого v_y'', а расстояние между пунктами пробега — L.



а

Рис. 467. Сокращенный график оборота локомотива.

В зависимости от условий профиля и плана, в разных направлениях движения эта скорость может быть различна.

Тогда:

$$T' = \frac{L}{v_y'},$$

$$T'' = \frac{L}{v_y''}.$$

Если рассматривать среднюю участковую скорость в обоих направлениях, то

$$\theta = \frac{2L}{v_y} + T_A + T_Б.$$

При движении локомотивов с поездами и в одиночку (резервом) в пределах заводской площадки, их оборот в каждом отдельном случае можно также представить как время двух пробегов и работы в пунктах нагрузки и выгрузки. Пробеги в этом случае могут быть очень непродолжительны.

Если обозначить время работы в этих пунктах соответственно $t_н$ и $t_в$, а расстояние между ними l, то:

$$\theta = \frac{2l}{v} + t_н + t_в.$$

Мы видим, что выражения аналогичны. При линейном движении всегда будем иметь для времени оборота два пробега и два промежутка времени в пунктах нагрузки и выгрузки. Разница будет лишь в продолжительности тех и других.

Из выведенных выше выражений оборота локомотива видно, что он зависит:

1) от участковой скорости: чем она выше, тем время оборота меньше;

2) от времени работы в пунктах оборота, разгрузки и погрузки.

Для правильного использования локомотива необходимо, чтобы число и время пробегов и работы в этих пунктах были наименьшими. В зависимости от размера грузовых потоков в обоих направлениях линейного движения, очень часто в порожнем направлении приходится возвращать локомотивы резервом.

В некоторых случаях одиночные пробеги локомотивов неизбежны и целесообразны. Их принято называть вспомогательными. Но одиночный пробег сам по себе является непроизводительным, так как при затрате локомотиво-километров не вырабатывается тонно-километров. Поэтому одной из главнейших задач службы эксплоатации (движения) является борьба за уменьшение одиночных пробегов локомотивов и особенно в грузовом направлении.

Следует помнить, что посылка одиночного локомотива в грузовом направлении всегда вызывает такой же одиночный пробег в обратном направлении, т. е. двойной непроизводительный пробег. Нужно бороться и с одиночными пробегами при маневрах.

Необходимо вести борьбу и с простоями локомотивов, которые вызываются:

1) длительной экипировкой, т. е. снабжением (набором воды, топлива, песка, чисткой топки и т. п.);

2) ожиданием наряда (распоряжения);

3) ожиданием погрузки или выгрузки, если локомотив обращается с одним и тем же составом;

НБ УДУНТ (ДИТ)

4) маневрами, связанными со способом нагрузки и выгрузки, когда приходится передвигать составы по фронту нагрузки и выгрузки (на эстакады, под налив и т. п.);

5) условиями движения — в тех случаях, когда простой вызван невозможностью ухода локомотива в виду того, что путь следования занят другим составом и т. п.

§ 27. Подсчет требуемого для движения количества локомотивов.

Правильное выполнение перевозок, целесообразное использование локомотивов и вагонов возможно лишь тогда, когда перевозки выполняются по определенному плану и количество подвижных средств строго соответствует потребности.

Руководству эксплоатацией (движения) и тяги транспортного цеха промышленного предприятия нужно уметь точно подсчитать, какое количество подвижного состава требуется для выполнения заданных перевозок.

Подсчет требуемого количества локомотивов нужно делать графически — по графикам движения поездов, составов и маневровым.

В тех же случаях, когда график еще не разработан (например при проектировании транспорта), подсчет может быть сделан аналитически — по обороту, затраченным локомотиво-часам или пробегам.

Подсчет по графикам всегда будет точнее, так как график учитывает все условия движения, чего при аналитическом подсчете сделать нельзя.

а) Графический подсчет.

Подсчитать этим методом требуемое для перевозки количество локомотивов можно или проследив по графику оборот каждого локомотива, или построив

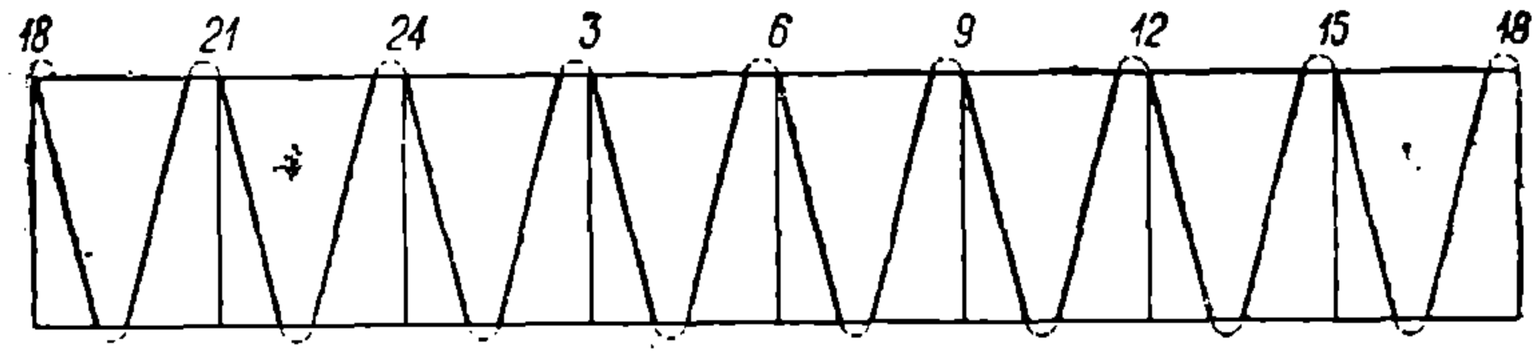


Рис. 468. График оборота локомотивов.

в каждом направлении соответствующие сокращенные графики движения. Построить их можно, зная все условия производственной работы и транспорта данного промышленного предприятия.

Допустим, что между двумя цехами *А* и *Б* в сутки обращается семь пар поездов, сокращенный график движения которых представлен на рис. 468. Рассматривая этот график, мы видим, что если промежуток между прибытием и отправлением в каждом из цехов достаточен для поворота, обгона и маневров локомотиза, то необходимо иметь один локомотив.

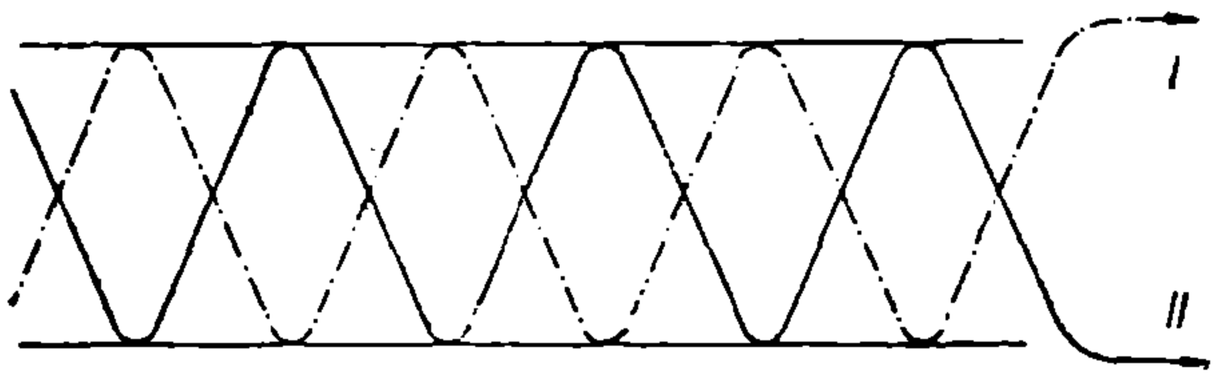


Рис. 469. График оборота локомотивов.

Если график будет иметь вид по рис. 469 — понадобится не один, а два локомотива, и т. д.

б) Подсчет по обороту.

Рассматривая рис. 467, видим, что локомотив за время полного своего оборота обслуживает одну пару поездов. Таким образом, если на тяговом плече находится в движении *N* пар поездов, потребуется локомотивов:

$$M_p = \frac{\theta N}{T} = KN,$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

где T — период времени эксплоатационной работы (24, 16,14 и т. п. часов);

$K = \frac{\theta}{T}$ — коэфициент потребности локомотивов на 1 пару поездов.

Если работа трехсменная и движение совершается в течение 24 часов, то $K = \frac{\theta}{24}$.

Если работа двухсменная — 16 часов, то $K = \frac{\theta}{16}$.

По обороту очень удобно считать локомотивы в линейном движении. При этом способе необходимо учесть и те локомотивы, которые будут находиться под экипировкой, или делать расчет, вводя в него и время на экипировку.

Тогда:

$$M_p = \frac{\theta N}{T - T_{эк}}.$$

в) Подсчет по затраченным локомотиво-часам.

При этом способе нужно подсчитать все затраченные на пробеги и простои локомотиво-часы (ΣMT). Зная, сколько фактически за сутки работал в распоряжении службы эксплоатации в среднем каждый локомотив, можно определить рабочий парк, разделив затраченные локомотиво-часы на норму его полезной суточной работы (H). Для каждого промышленного предприятия, в зависимости от типа локомотивов, условий работы, условий экипировки ($T_{эк}$) — эта норма, равная $T - T_{эк}$, будет несколько отлична ($2 - 2^1/_2$ часа).

Количество рабочих локомотивов определится:

$$M_p = \frac{\Sigma MT}{H} = \frac{\Sigma MT}{T - T_{эк}}.$$

Циркуляром Транспортного управления НКТП № 1218/а от 7/VIII 1934 г. для очень приближенных подсчетов предложена формула, дающая решение в зависимости от грузооборота и числа переработанных вагонов.

Если известны: внешний и внутренний годовые грузообороты промышленного предприятия, средняя нагрузка груженого вагона $P_{гр}$, коэфициент сезонности K_c, норма работы локомотива H и количество перерабатываемых на маневрах за один маневровый локомотиво-час вагонов (маневровый измеритель) $= K_м$, то

$$M_p = \frac{P_{внешн} K_c}{365 \cdot P_{гр} H K_м}$$

и

$$M_p = \frac{P_{внутр} K_c}{365 \cdot P_{гр} H K_м},$$

где 365 — число дней в году.

При этом предполагается, что внешний грузооборот перерабатывается локомотивами одной серии, а внутренний — другой.

Если на предприятии работает несколько серий или видов локомотивов, то для каждой серии или каждого вида нужно брать обрабатываемый им грузооборот и соответственные данные.

г) Подсчет по пробегу.

Зная грузовые потоки и суточный план перевозок какого-либо промышленного предприятия, можно подсчитать все количество пробегов локомотивов, которое необходимо для выполнения данного плана. Само собой разумеется, что пробеги нужно подсчитать во всех направлениях движения как производительные, так и вспомогательные.

Если эти пробеги подсчитаны и равны ΣMS, то нужно знать, какого размера достигает в среднем за сутки пробег каждого рабочего локомотива (средне-суточный его пробег).

НВ УДУНТ (ДИТ)

Измеритель средне-суточного пробега одного рабочего локомотива (S_0) можно получить, если все пробеги локомотива за сутки разделить на число рабочих локомотивов, т. е. разделить локомотиво-километры на число рабочих единиц:

$$S_0 = \frac{\Sigma MS}{M_p} \text{ (км в сутки).}$$

Зная по данным учета цифру S_0 или взяв ее по заданной норме, можно определить необходимый рабочий парк:

$$M_p = \frac{\Sigma MS}{S_0} \text{ (каждой серии).}$$

Этот способ удобен для быстрых и ориентировочных подсчетов, в особенности при проектировании.

Результаты подсчета требуемого количества локомотивов следует свести в таблицу:

Наименование участка или пункта	Длина участка *км*	Размеры движения (пар поездов, подач за сутки)	Род и серия локомотива	Время работы локомотива	Количество затраченных *лок-часов*	Пробег *лок-км*	Время экипировки за сутки	Потреб. количество локомотивов M_p	Примечания

Рассматривая приведенные методы расчета требуемого размера локомотивного парка, мы видим, что M_p зависит от условий движения (графика), времени оборота или затраченных локомотиво-часов, или пробегов, т. е. также от времени оборота.

Так как основным требованием правильной эксплоатации является совершение возможно большего количества перевозок при наименьшей затрате подвижного состава, — нужно отметить, что чем меньше время оборота, тем меньше потребуется локомотивов и вагонов для заданной перевозки.

Задачей каждого промышленного транспортника является, следовательно, уменьшение времени оборота локомотивов и вагонов.

Необходимо добиваться:

1) увеличения участковой скорости; для этого необходимо, чтобы движение совершалось планомерно и точно по контактным графикам, составленным с учетом всех особенностей производства;

2) такой организации (контактные графики) работы локомотивов, чтобы не было излишних их пробегов, как в грузовом направлении с грузом, так и в одиночку (резервом);

3) возможно большего уменьшения их простоев в депо под экипировкой, а также в пунктах нагрузки и выгрузки;

4) уменьшения количества локомотивов всех родов, находящихся под ремонтом, и доведения локомотивного парка до наилучшего технического состояния.

Целиком и полностью относятся к промышленному транспорту слова тов. Л. М. Кагановича: „Локомотив — основная двигательная сила железнодорожного транспорта. Если правильно организовать использование паровозов, то это явится могучим рычагом перестройки транспорта, упорядочения всего железнодорожного хозяйства. В плохом использовании паровозов наглядно отражаются

УГЛТУ НТБ (СПТ)

все недостатки в организации движения поездов, в организации всей работы железнодорожного транспорта“ [1].

§ 28. Оборот, пробеги и простои вагонов.

На промышленных предприятиях могут работать или вагоны НКПС, или вагоны самого промышленного предприятия (широкой и узкой колеи), или и те и другие. Иногда вагоны промышленных предприятий выходят на магистральные железные дороги.

Ознакомимся с оборотом вагонов НКПС, а затем перейдем и к вагонам внутреннего парка. Допустим, что на станцию примыкания прибыло несколько вагонов НКПС с грузом, адресованным промышленному предприятию. После того как они сданы работниками магистральных железных дорог и приняты работниками транспортного цеха (отдела) предприятия, вагоны переходят на учет и под ответственность последнего. Форма ведомости (таблица 100) приводится ниже.

Все время, которое каждый вагон НКПС тратит на пробег по ветви примыкания, маневры, разгрузку и возвращение порожним или вновь загруженным, включая и время обратной сдачи на железную дорогу, называется его о б о р о т о м на предприятии. Следовательно, оборот — это время, которое выражается либо в часах, либо в сутках.

У каждого вагона НКПС на предприятии может быть различное время оборота. Например, если вагон был лишь под выгрузкой — время оборота будет сравнительно непродолжительно. Если после разгрузки вагон подали под погрузку продукции предприятия (д в о й н а я о п е р а ц и я), — время его оборота будет, конечно, больше, чем в первом случае.

Оборот вагона НКПС на промышленном предприятии (металлургический завод) можно представить в виде следующего у п р о щ е н н о г о г р а ф и к а о б о р о т а (рис. 470). Жирные линии — операции. Над ними в кружке — номер операции. Под жирной линией — продолжительность операции по местным условиям. Все время оборота — 7 часов.

Операции с вагоном:

1) составление поезда на станции примыкания;
2) пробег по ветви примыкания;
3) маневры на заводской сортировочной станции;
4) подача под выгрузку;
5) выгрузка;
6) уборка порожнего вагона;
7) маневры на сортировочной;
8) пробег по ветви примыкания;
9) сдача железной дороге (на станции примыкания).

Если после разгрузки вагон был подан под нагрузку чугунных болванок (двойная операция), то его оборот можно представить другим, еще более упрощенным графиком (рис. 471).

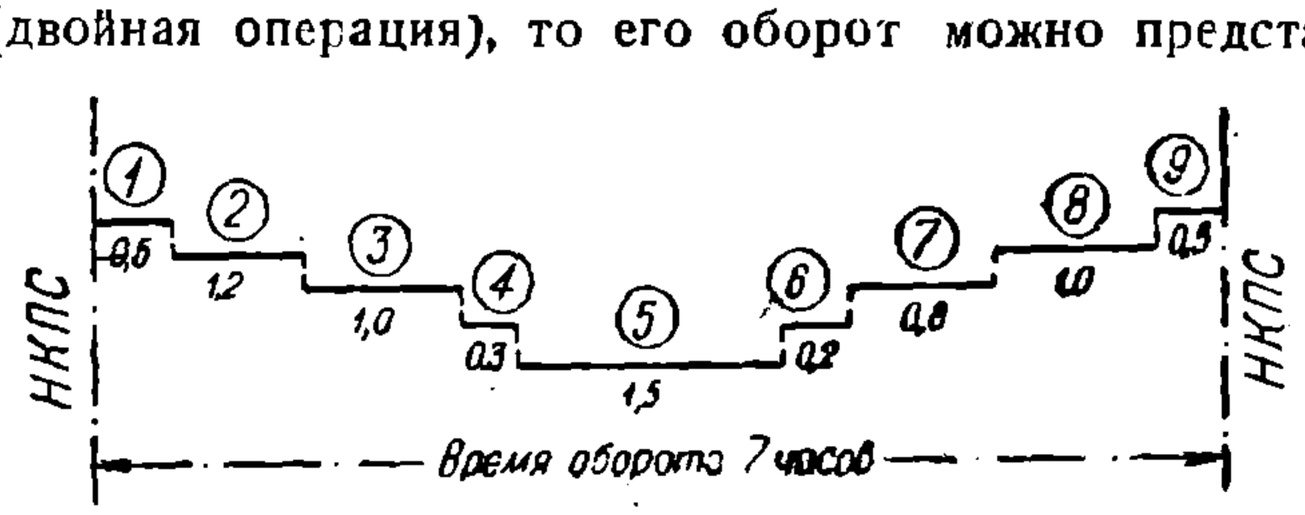


Рис. 470. График оборота вагонов НКПС.

На этом графике все операции по пробегу и маневрам до подачи под разгрузку просуммированы (операция *1*). Маневры по уборке порожнего и подаче под нагрузку тоже просуммированы (операция *3*). Маневры по уборке погруженного вагона и пробегам и простоям его до момента сдачи на железную дорогу НКПС показаны вместе (операция *5*). Операция *2* — выгрузка, *4* — погрузка.

[1] Из речи тов. Л. М. Кагановича на совещании работников жел.-дор. транспорта 27 июля 1935 г.

НВ УДУНТ (ДИТ)

ТАБЛИЦА 100.

Ведомость приема и сдачи вагонов НКПС под $\frac{\text{погрузку}}{\text{выгрузку}}$

за „.....“ число..... мес. 193 г.

№№ вагонов			Род груза	Место назначения	Вес	Время приема от дороги	Время передачи в завод	Время постановки под погр. или.-выгр	Подпись десятника погр.-разгр. бюро	Время окончания погр. или выгрузки	Время передачи дороге	Общий простой	Маневры	Простои по вине погр.-разгр. служ.	Простои по вине цеха	Причины задержки
крытые	платформы	цистерны				ч. м.	ч. м.	ч. м.		ч. м.		ч. м.	ч. м.	ч. м.	ч. м.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	

Мы видим, что оборот вагона в том и другом случае состоял из пробегов и простоев под операциями. Пробеги совершались то в поездах (составах, передачах), то на маневрах. Пробеги были и в груженом, и в порожнем состоянии.

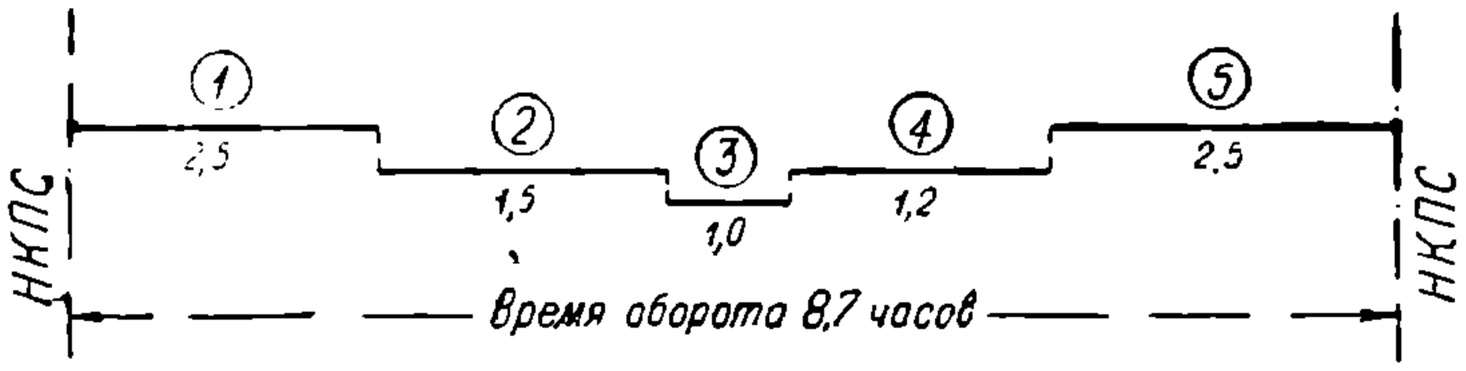


Рис. 471. График оборота вагонов НКПС.

На рис. 472 показан технологический процесс обработки вагонов НКПС на северной части Сталиногорской промышленной железной дороги: ст. Северная, Химкомбинат и Сталиногорск 2. На графике видна вся последовательность и продолжительность операций, а также работа паровозов.

Рассмотрим теперь оборот вагона, принадлежащего самому предприятию. Движение такого вагона может быть замкнутым (по замкнутому району, участку, кругу), между двумя определенными пунктами (движение ковша с расплавленным чугуном между доменным и мартеновским цехом, платформы со стальными болванками между сталелитейным и прокатным цехом и т. п.).

Движение может быть и незамкнутым. Например, обыкновенная платформа, погруженная холодными болванками в мартеновском цехе, может следовать до прокатного цеха, разгрузившись там и приняв груз скрапа, отправиться на скрапный двор, выгрузившись там — отправиться порожней на склад топлива, а погрузившись там — в доменный цех и т. п.

Оборотом вагона предприятия принято считать время, протекающее с момента подачи его под погрузку до следующей подачи также под погрузку в любом месте сети предприятия.

Мы видим, что в зависимости от рода груза, характера перевозки и целого ряда других причин, время оборота для каждого вагона (НКПС и предприятия) может быть различно.

Подобно тому, как это было сделано по отношению локомотива, время оборота вагона НКПС на предприятии с одним примыканием можно выразить следующим образом, просуммировав затраты на все пробеги и работу на разных пунктах рельсовой сети:

$$\vartheta_{НКПС} = \frac{2l}{v_у} + t_{пр} + t_{сорт} + t_н + t_в,$$

где l — полное расстояние пробега от пункта приема до места выгрузки или погрузки;

$t_{пр}$ — работа в пункте примыкания;

$t_{сорт}$ — работа на сортировочной и внутристанционных постах;

$t_н + t_в = t_{нв}$ — работа в пункте погрузки и выгрузки.

Если вагон НКПС следует на предприятие и обратно по разным ветвям примыкания, т. е., если имеется два пункта примыкания, то:

$$\vartheta_{НКПС} = \frac{l'}{v_у'} + \frac{l''}{v_у''} + t_{пр} + t_{сорт} + t_{нв}{}^1.$$

В тех случаях, когда вагон предприятия делает разные пробеги груженым и порожним, время его оборота будет:

$$\vartheta = \frac{l'}{v_у'} + \frac{l''}{v_у''} + t_{нв}.$$

---

[1] Если вагон НКПС имеет две операции, т. е. и выгрузку и погрузку, то $t_{нв}$ — сумма обеих работ, а l должно учитывать и переподачу вагона.

НБ УДУНТ (ДИТ)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ОБРАБОТКИ ВАГОНОВ НКПС НА СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ СТАЛИНОГОРСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ (по данным ВНИИПТ).

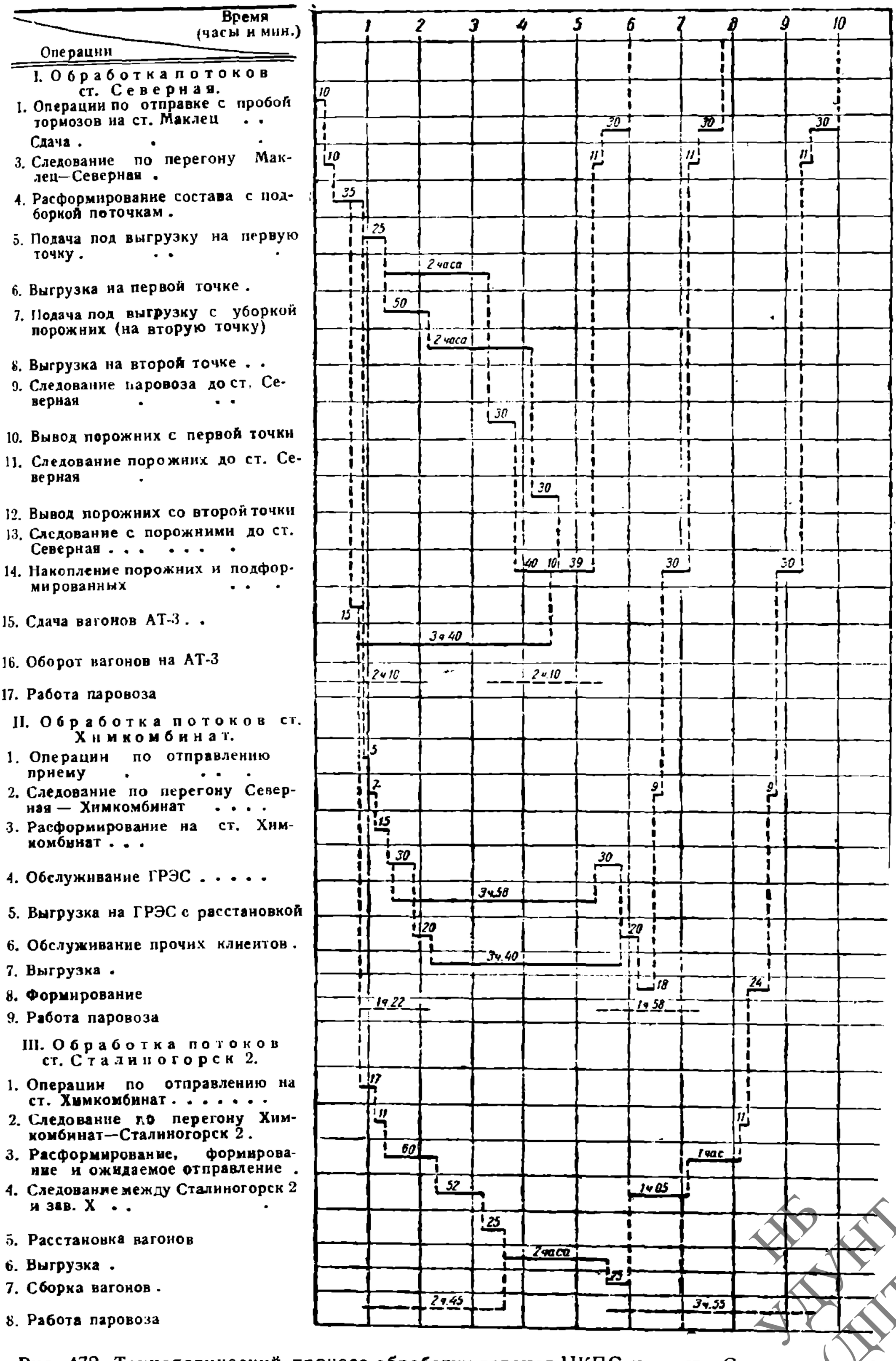


Рис. 472. Технологический процесс обработки вагонов НКПС на части Сталиногорской железной дороги.

НБ УГУНТ (ОПТ)

Если движение маятниковое, замкнутое между двумя пунктами, то:

$$\vartheta = \frac{2l}{v_y} + t_{нв}.$$

Время оборота обычно выражается в часах или сутках.

Зная время оборота, легко подсчитать необходимый для перевозки рабочий парк.

Пусть между двумя пунктами *А* и *Б* промышленного предприятия обращается некоторое количество подвижного состава. Пунктом погрузки является *А*, пунктом выгрузки — *Б* (рис. 473).

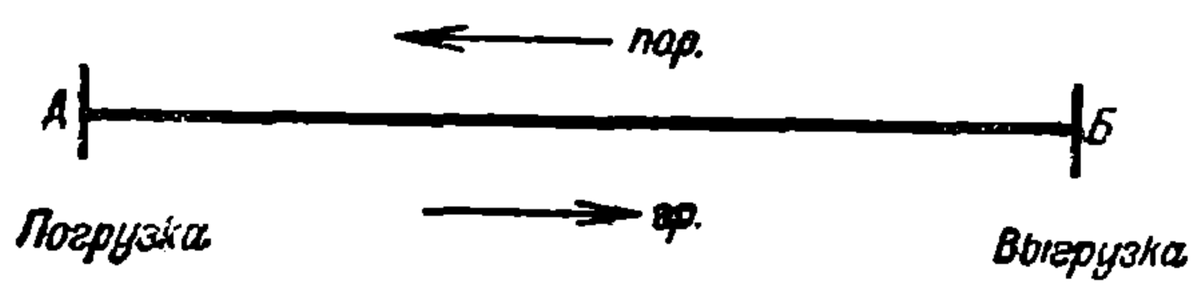


Рис. 473. Схема оборота составов между двумя пунктами рельсовой сети промышленного предприятия.

Порожний состав движется от *А* к *Б*, там выгружается и затем порожним возвращается к *А*, где основа нагружается.

Если время оборота от *А* к *Б* и от *Б* к *А* — одни сутки, а погрузка за сутки — 200 вагонов, то понятно, что потребуется иметь рабочий парк, равный 200 единицам; если полный оборот будет равен 2 суткам, — при такой же работе потребуется 400 единиц; при обороте в 0,5 суток — 100 единиц и т. д. Отсюда можно сделать вывод, что требуемый рабочий парк вагонов (n_p) равен:

$$n_p = u\vartheta,$$

где u — количество погруженных составов или вагонов, а

ϑ — оборот, отнесенный к одной и той же единице времени (сутки, час).

Так как время оборота нескольких отдельных вагонов или состава в общем случае различно, то можно определить средний оборот вагонов или составов в пределах отдельного района завода, заводской площадки или всего промышленного предприятия.

Анализируя формулы оборота, видим, что он зависит от пробегов и работы на пунктах нагрузки и выгрузки.

Выполнение государственного плана на перевозки, а следовательно, и выполнение народнохозяйственного плана, с ним неразрывно связанного, возможно лишь при правильном использовании всех подвижных средств. ЦК ВКП(б) и Правительство в своих директивах и приказах народного комиссара путей сообщения тов. Л. М. Кагановича (№ 100/ц и № 183/ц 1935 г., № 231/ц 1938 г. и др.), и народного комиссара тяжелой промышленности (№ 12 от 13 января 1938 г. и № 20 от 21 января того же года) указывают меры снижения времени оборота вагонов НКПС вообще, и в частности на промышленном транспорте.

В приказе № 12 от 13 января 1938 г. народный комиссар тяжелой промышленности Л. М. Каганович указывал что директора заводов, комбинатов и управляющие трестами не уделяют достаточного внимания работе железнодорожных цехов своих предприятий; что наиболее отсталые командиры промышленного транспорта сутяжничают с командирами магистрального транспорта; что графики движения проводятся формально; что вагоны НКПС выталкиваются на станции примыкания неорганизованно, процессы погрузки и выгрузки протекают медленно, круглосуточная работа по погрузке и выгрузке не везде организована, разгрузка ведется небрежно, заваливая пути, что задерживает выводку порожних, фронты погрузки и выгрузки не освещены, простои очень велики, время оборота резко превышает установленные нормы.

Основная причина всех этих непорядков — отсутствие элементарной организации в работе транспортных цехов и полное отсутствие оперативной борьбы за улучшение оборота локомотивов и вагонов.

НБ УДУНТ (ДИТ)

К 1 марта 1938 г. Л. М. Каганович приказал снизить время оборота вагонов НКПС на всех предприятиях на 15%, для чего:

а) установить жесткие нормы по обработке вагонов;

б) организовать информацию об их подходе;

в) совместить операцию по приему вагонов от НКПС с подготовкой к расформированию (составление натурного листка и размеловка);

г) обеспечить своевременно засылку передаточных (поездных) паровозов предприятия для приема составов на станции примыкания;

д) распространить опыт сортировочной станции Азовстали на станции других предприятий, частично отправляя отдельные подачи, не ожидая расформирования всего состава;

е) совместить операции по приему вагонов на заводских станциях с операциями по сдаче вагонов дорогам НКПС;

ж) при сдвоенных операциях технический осмотр производить на путях погрузки или выгрузки и ликвидировать простои вагонов в ожидании последующих операций;

з) закрепить районы работы маневровых паровозов за постоянными паровозными бригадами;

и) организовать небольшие промежуточные склады у вагонных весов для регулирования веса вагонов (перегрузы и недогрузы);

к) произвести очистку путей;

л) отделы по погрузке и выгрузке передать в ведение транспортных цехов.

Приказом № 20 от 21 января 1938 г. Л. М. Каганович указывал:

а) снизить время оборота вагонов НКПС не менее, чем на 10% по сравнению с нормами 1937 г.;

б) снизить оборот вагона внутреннего парка не менее, чем на 15%;

в) увеличить маневровый измеритель на 15%;

г) снизить себестоимость перевозок не менее, чем на 10%.

В отношении пробегов вагонов необходимо бороться:

1) с излишними пробегами и

2) с пробегами порожних вагонов в грузовом направлении, так как каждый такой пробег вызывает и обратный порожний пробег.

Однако могут быть случаи, когда в грузовом направлении необходимо послать порожние вагоны специального назначения. Например, на завод прибывает сырье и топливо в большегрузных вагонах НКПС, а часть продукции завода в такие вагоны нельзя грузить. Естественно, что в грузовом направлении со станции примыкания придется подавать порожние обыкновенные крытые вагоны. От завода к станции примыкания в общем порожнем направлении эти вагоны пойдут груженными. Следовательно, для них двойного порожнего пробега не будет. Подобные пробеги можно назвать специальными порожними пробегами.

Хотя при этом и не будет вызвано двойных порожних (непроизводительных) пробегов, но получится увеличение порожнего пробега вообще и ухудшение оборота. Это в свою очередь вызовет излишние пробеги локомотивов и повышение себестоимости перевозок. Поэтому необходимо стремиться так организовать перевозки, чтобы под погрузку продукции промышленных предприятий можно было полностью или большей частью использовать освобождающийся из-под выгрузки порожняк. Тогда не придется подавать порожних на предприятие.

Время $t_{пр}$, $t_{н}$, $t_{в}$, $t_{нв}$ может быть больше или меньше, в зависимости от организации работы. Кроме того времени, которое необходимо на производство самой работы (прием, выгрузка, нагрузка, взвешивание), оно может быть продолжительнее в виду излишних простоев.

Чем бы ни был вызван простой вагона, при этом затрачиваются вагоно-часы и не вырабатывается ни одного тонно-километра. Поэтому необходимо вести постоянную борьбу с теми простоями вагонов, которые вызываются оформлением приема на станции примыкания или сдачи на магистральный транспорт,

НБ УЖТ (ДИИТ)

в ожидании распоряжения или оформления перевозки в пределах рельсовых путей промышленного предприятия и пр. Уменьшения подобного простоя можно достичь правильной организацией приема и сдачи и своевременным оформлением наряда на внутренние перевозки.

Совершенно недопустимы простои, которые часто наблюдаются на разных пунктах рельсовых путей промышленных предприятий и которые вызываются несвоевременным приступом к следующей необходимой операции. Это — простои сформированных составов в ожидании отправления, простои до приступа к маневрам, до выгрузки или нагрузки. Такие недопустимые простои продолжаются от нескольких минут до нескольких часов. Они могут быть вызваны несоблюдением плана перевозок, плохой организацией движения, излишним количеством вагонов в рабочем парке, слабой организацией учета работы вагона и т. п.

Нормы на разгрузку и погрузку вагонов НКПС даются НКПС. Однако фактический простой под погрузкой и выгрузкой в зависимости от организации этих операций на некоторых предприятиях весьма продолжителен. Наблюдения в натуре над разгрузкой и выгрузкой на целом ряде станций магистрального транспорта, на складах и в цехах промышленных предприятий показали, что продолжительность выгрузки вручную из двухосного вагона колеблется от 15 минут до 1,5—2 часов, в зависимости от рода и упаковки груза, квалификации, числа работающих и метода и организации разгрузки. Продолжительность погрузки зависит от тех же причин и колеблется от 20 мин. до 2—2,5 часа. Есть, конечно, неудобные грузы (тяжеловесные, длинномерные и т. п.), продолжительность выгрузки и нагрузки которых несколько больше (киркование смерзшейся руды или угля и т. п.). Жидкие растительные и минеральные масла (подсолнечное, льняное и другие) в большие морозы густеют и для выкачки требуют продолжительного разогревания цистерны.

Выгрузка с эстакад или из саморазгружающихся вагонов (хопперы, думпкары и другие) в бункеры цехов, а также при помощи специальных механических приспособлений (кранов, плугов и т. п.), во много раз сокращает простой подвижного состава и должна получить на промышленных предприятиях широкое применение. При правильно устроенной механизации простой целого состава под выгрузкой или нагрузкой может быть сведен к нескольким минутам. Огромное значение механизации погрузочно-разгрузочных работ и развития стахановского движения на них неоднократно указывалось НКТП и НКПС.

На тех промышленных предприятиях, где еще слабо проведена механизация и разгрузочно-погрузочные работы ведутся вручную, необходимо заранее подготовлять нужную рабочую силу в достаточном количестве и соответственной квалификации. При этом для единства командования совершенно необходимо, чтобы погрузочно-разгрузочные органы были подчинены транспортному цеху (отделу), а не были выделены в самостоятельный орган, как это было еще недавно на некоторых наших предприятиях. Вообще, на выгрузочно-погрузочные операции должно быть обращено самое серьезное внимание.

Огромное значение имеет достаточное протяжение фронтов выгрузки и нагрузки, а также правильная организация перевески вагонов на вагонных весах.

Учитывая все отрицательное значение простоя вагонов, вызванного операцией взвешивания, следует не допускать:

1) взвешивания малоценных грузов, если нет сомнений в их целости;

2) взвешивания грузов, имеющих установленный штучный вес или носящих графарет о весе;

3) взвешивания порожних вагонов, имеющих надпись о таре;

4) взвешивания грузов, вес которых можно установить по обмеру (объему).

Следует делать перевеску только, если груз носит следы хищения, убыли и т. п., и есть сомнение в его целости.

Операция взвешивания может производиться следующими способами:

а) с расцепкой каждого вагона на весах;

б) без расцепки, но с остановкой и

в) на ходу.

НБ УДУНТ (ДИТ)

При первом методе на один вагон уходит 2—3 и более минут, в особенности зимой, когда вагоны при ручной сцепке трудно расцепить и затем сцепить; при втором—1—1,5 минуты, и при третьем—0,3—0,5 минут и меньше. Состав в 40—50 вагонов можно взвесить в 10—15 минут. При этом получается вполне достаточная точность.

Очень хорошо разрешает вопрос устройство автоматических весов.

Правильная организация движения, повышение квалификации и труддисциплины работников промышленного транспорта, широкое развитие стахановского метода, соцсоревнования и хозрасчета повышают использование подвижного состава.

Задача каждого эксплоатационника-промтранспортника, начиная от стрелочника и кончая начальником транспортного цеха, собрать, учесть и применить весь опыт и достижения, которые дали передовики-стахановцы промышленного и магистрального железнодорожного транспорта.

За последние годы для улучшения оборота вагонов НКПС на предприятиях принят ряд мер, в том числе:

1) введена заблаговременная информация о подходе вагонов с сети НКПС в адрес предприятия, что дает возможность работникам промышленного транспорта подготовиться к работе с ними;

2) вагоны НКПС подходят в маршрутных поездах и подобранные в группы по согласованию с предприятием, что уменьшает количество, время маневров и оборота вагонов;

3) прием, разборка документов и разметка прибывающих вагонов НКПС делается на станции примыкания, что имеет огромное значение для уменьшения простоя перед расформированием;

4) вагоны НКПС подаются, если возможно, непосредственно к пунктам выгрузки, что сокращает время их оборота;

5) прием загруженных на предприятии вагонов НКПС делается работниками магистральных железных дорог на самом предприятии, что сокращает простой вагонов на станции примыкания.

Сокращено также время пробегов, маневров и бесполезных простоев вагонов самих предприятий. Однако сделано еще очень мало, и работникам промтранспортных органов еще многое нужно сделать в этом направлении, руководствуясь указаниями приказов НКТП №№ 12 и 20 и успехами стахановского движения.

§ 29. Подсчет требуемого для движения вагонного парка предприятия.

Вагонный грузовой парк каждого предприятия зависит от следующих основных данных:

1) грузооборота и отдельных струй грузовых потоков межцеховых и других внутренних перевозок (по ветвям, между постами и т. д.);

2) рода груза и соответственных эксплоатационных свойств вагонов;

3) организации движения;

4) времени, требуемого на пробеги, и

5) норм на нагрузку и выгрузку.

Точно так же, как и по локомотивам, подсчет требуемого для движения парка вагонов в поездном и маневровом движении, когда оно совершается по поездному или маневровому графику, следует делать графически, по числу необходимого для обращения числа составов. При этом, если на графике уложены поезда, состоящие из различного рода вагонов, это, конечно, следует принять в расчет. Дробное число составов из вагонов каждого рода округляется в сторону повышения, что дает рабочий парк составов. При подсчете следует еще раз проверить насколько правильно построен оборот каждого состава и, если возможно внести в график соответственные улучшения, — сделать это.

В тех случаях, когда приходится вести подсчет требуемого рабочего парк составов или вагонов при отсутствии графика (при проектировании, в тех на

НБ УДУНТ (ДНТ)

правлениях, на которых движение совершается маневровым порядком), — подсчет делается аналитически: а) по обороту и б) по пробегу.

а) Подсчет по обороту.

Сущность способа подсчета по обороту уже изложена выше (стр. 534).

Если нужно аналитически подсчитать требуемый парк вагонов всего промышленного предприятия, это нужно сделать следующим образом:

1) сперва проанализировать всю работу промышленного предприятия и выяснить, между какими пунктами совершается движение;

2) по каждому направлению движения подсчитать количество поездов, составов или передач и время оборота состава;

3) если время оборота состава непродолжительно, выяснить, в каких направлениях те же составы могут быть еще использованы и иметь это при подсчете в виду;

4) подсчитать количество составов одного типа, сложить и затем округлить до полного числа.

Для ориентировочных подсчетов потребности вагонов внутреннего вагонного парка, можно воспользоваться формулой, предложенной Транспортным управлением б. НКТП (циркуляр 128/а от 7 августа 1934 г.):

$$n_p = \frac{P_{внутр} K_c^{\vartheta}}{365 \cdot p_{гр}},$$

где ϑ — выраженный в сутках средний оборот — принимается в зависимости от местных условий (в сутках).

Если применяются вагоны различного рода, то подсчет следует делать отдельно, по соответственным грузообороту и остальным данным.

Для подсчета требуемого числа составов вертушек, предназначенных для работы между двумя определенными пунктами (болото — ТЭЦ, шахта — склад угля и т. п.), можно применять следующую формулу:

$$n_p = \frac{P_{сут} \vartheta}{p_{гр}},$$

где $\vartheta = \frac{1}{24}\left[\frac{l_{гр}}{v_{уч.\,гр}} + \frac{l_{пор}}{v_{уч.\,пор}} + t_н + t_к\right]$; в этой формуле средняя дальность пробега груза $l_{гр} = \frac{\text{пробеги всех грузов за сутки}}{\text{число перевезенных грузов}} \left(\frac{тонно\text{-}км}{тонны}\right)$; $l_{пор}$ — в зависимости от местных условий.

б) Подсчет по пробегу.

Если по плану перевозок известен необходимый за сутки пробег всех однородных единиц подвижного состава (Σns), зная s_0, — среднесуточный пробег каждой такой единицы, — можно подсчитать требуемое количество необходимого рабочего парка:

$$n_p = \frac{\Sigma ns}{s_0}.$$

Чтобы определить, каков именно среднесуточный пробег вагона на любом предприятии (при проектировании берут примерно такое же, уже действующее предприятие), — делят все выполненные пробеги за сутки (вагоно-километры) на количество участвовавших в этих перевозках вагонов:

$$s_0 = \frac{\Sigma ns}{n_p} = \frac{ваг\text{-}км}{ваг}\ (км).$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

В полученный результат вносят известные коррективы.

Само собой разумеется, что подсчет составов или вагонов нельзя вести оторванно от обслуживающих их локомотивов.

Результаты подсчета лучше свести в таблицу 101:

ТАБЛИЦА 101.

Наименование груза	Пункт погрузки	Назначение	Дальность пробега	Суточный грузооборот $P_{сут}$	Род вагона	Подъемная сила вагона m	Количество погруженных за сутки вагонов ( ) или составов	Оборот (в сутки) ϑ	Потребн. рабочий парк (вагонов)

Зная требуемый рабочий парк вагонов, зная количество находящихся по плану в ремонте, можно подсчитать необходимый наличный парк отдельно по родам или в сумме:

$$n_н = n_р + n_{рем}.$$

ГЛАВА VIII.

КОНТРОЛЬ, УЧЕТ И АНАЛИЗ РАБОТЫ ПОДВИЖНЫХ СРЕДСТВ.

§ 30. Контроль и учет.

Из того, что было сказано в предыдущих главах должно быть ясно, какое важное значение для правильного использования подвижного состава имеют их оборот, пробеги и простои. В первую очередь поэтому необходимо самым строгим образом контролировать работу поездов, а также локомотивов и вагонов.

Контроль работы подвижного состава может осуществляться тремя методами:

1) живым, непрерывным наблюдением старших работников служб эксплоатации (движения) и тяги транспортного цеха;

2) при помощи установленных документов и форм отчетности;

3) наблюдениями и обследованиями в натуре, производимыми периодически.

По роду объектов основной контроль может осуществляться в отдельности по: а) поездам, б) локомотивам, в) вагонам, г) грузовой работе, д) маршрутизации, е) пассажирским перевозкам.

На тех участках и линиях промышленного транспорта, где имеется поездное движение, должны быть введены поездные журналы (маршруты), сопровождающие каждый поезд.

В поездном журнале должны быть указаны: номер поезда, номер и род локомотива, фамилии всех входящих в состав работников поездной бригады, номера вагонов, груженых и порожних отдельно, обстоятельства движения поезда и изменения его состава. Все эти данные необходимы для учета работы подвижного состава и бригад.

НБ УГЛТУ (ДГТ)

Настольными документами, фиксирующими работу поездов, служат станционный или постовой журнал движения и журнал или график диспетчера, в который заносятся все данные о составе, движении и работе поездов на раздельных пунктах.

В тех случаях, когда необходимо выяснить какие-либо данные, которые обычно не учитываются, производятся наблюдения в натуре или делаются более длительные обследования.

Для этого применяются хронометраж, наблюдение и запись фактического прохождения учитываемых процессов (фактический график работы). Эти данные позволяют выяснить все дефекты работы.

Отбросив излишние затраты времени и приняв во внимание результаты стахановских достижений, устанавливают стандартные нормы и стандартный график производства обследованной работы. Нормы эти имеют временный характер и к уменьшению их следует стремиться всеми мерами.

Метод наблюдения в натуре очень хорош и обычно дает полезные результаты, но требует соответственных поправок, известного времени и затраты средств. Результаты его необходимо периодически проверять и вносить исправления на основании полученных стахановцами достижений.

Что касается живого непрерывного наблюдения старших работников промышленного транспорта, то этот метод контроля должен применяться во всех случаях и притом непрерывно. Ни самый точный учет, ни периодические обследования не смогут без этого дать хорошего результата. Такой контроль должен, конечно, сопровождаться инструктированием всех исполнителей, старших и младших работников.

Особенное внимание необходимо обращать на время оборота вагонов НКПС в пределах промышленных предприятий. Как известно, несмотря на целый ряд указаний Партии и Правительства, до сих пор вагоны НКПС простаивают на многих предприятиях сверх установленной нормы. Перепростой вагонов НКПС на сети промышленных предприятий влечет за собой увеличение времени их оборота, а следовательно, бо́льшую потребность в рабочем парке и недовыполнение плана перевозок.

§ 31. Измерители и их анализ.

Для учета работы и ее нормирования служат измерители и показатели, характеризующие количественно и качественно производительность работы промышленного транспорта. Продукцией его являются перевозки для деятельности предприятия, удовлетворения нужд окрестного населения и нужд самого транспортного цеха (отдела): а) перевозки предприятия, б) коммерческие перевозки и в) хозяйственно-транспортные перевозки.

Система измерителей на промышленном транспорте должна охватывать:

1) выполнение планов перевозок;
2) скорости перемещения грузов и пассажиров;
3) использование подвижного состава (в том числе и кранов);
4) производительность труда;
5) себестоимость перевозок.

Для транспорта всякого рода промышленных предприятий основными будут следующие измерители:

А. По грузам:

1) грузооборот (по родам грузов) в тоннах (по прибытию и отправлению);
2) выполненные тонно-километры;
3) коэфициент сезонности.

Б. По пассажирам:

1) пассажирооборот (по прибытию и отправлению);
2) пассажиро-километры;
3) средняя населенность одного пассажирского вагона (количество пассажиров);

НБ УДУНТ (ДИТ)

4) коэфициент сезонности.

В. По локомотивам (отдельно паровозов по сериям, отдельно электровозов и мотовозов):

1) количество локомотивов, находившихся в эксплоатации за наблюдаемый период (сутки);

2) суточный пробег локомотивов (в поездах, локомотиво-километров);

3) количество отработанных локомотиво-часов (общее за период, простои по разным причинам);

4) маневровый измеритель по всему предприятию или лучше по отдельным его районам.

Г. По вагонам НКПС:

1) количество прибывших (отдельно груженых и порожних по родам);

2) количество погруженных (по родам, в двухосном исчислении);

3) время оборота (в часах на предприятии) с момента приема по момент сдачи: а) установленное и б) фактическое;

4) время перепростоя (вагоно-часов);

5) время досрочной сдачи (вагоно-часов);

6) время среднего простоя под нагрузкой и выгрузкой по родам вагонов: а) установленное (при одной или двух операциях) и б) фактическое (при одной или двух операциях);

7) Время, затрачиваемое на маневровую работу с вагонами НКПС (по расформированию, подаче, уборке и т. п.): а) установленное и б) фактическое.

Д. По вагонам предприятия (отдельно по родам и ширине колеи):

1) количество вагонов в распоряжении эксплоатации (рабочий парк);

2) количество погруженных вагонов;

3) время среднего оборота вагонов (в часах): а) установленное и б) фактическое;

4) среднее время нахождения вагонов под погрузочно-разгрузочными операциями: а) установленное и б) фактическое.

Е. По подвижным кранам (отдельно по родам и ширине колеи):

1) количество кранов, бывших в распоряжении службы эксплоатации (рабочий парк);

2) количество отработанных часов (общее и отдельно простои по разным причинам): а) установленное и б) фактическое;

3) количество переработанных тонн груза по родам: а) установленное и б) фактическое;

4) выработка на 1 час работы крана (тонн).

Ж. По разгрузочно-погрузочным операциям (вручную):

1) время выгрузки 1 тонны, в зависимости от рода вагона для главнейших грузов при различных условиях (без откатки, с откаткой на столько-то метров, со штабелевкой и в бункеры): а) установленное и б) фактическое;

2) время погрузки при тех же условиях: а) установленное и б) фактическое;

3) производительность (тонн/час) одного работника.

Задачей всех измерителей является не только учет, но и нормирование отдельных операций.

Так как ни один из измерителей не является самодовлеющим, а каждый влияет на другой и находится в зависимости от целого ряда других, необходимо не только выводить показатели измерителей, но и анализировать их, чтобы устанавливать не только факт их изменения, но и причины этого изменения, а также меры их улучшения.

Обследование целого ряда предприятий показало, что на них нет еще общей формы учета и внутренней отчетности по эксплоатационной работе транспортного цеха (отдела). Каждое предприятие имеет свою собственную форму, причем на некоторых не учитывают данных, которые совершенно необходимы. На некоторых не подсчитывается маневровый измеритель, на других нет данных о достижениях стахановского движения и т. п. Необходимо разработать и ввести единую общую форму полного учета эксплоатационной работы для транспортных предприя-

НБ УГЛТУ (ДПТ)

НКТП СССР
(Трест, объединение)
Предприятие
Станция примыкания

ТАБЛИЦА 102.

Форма № 2.

Главное транспортное управление.

ВЕДОМОСТЬ

работы двигателей и вагонов (рабочего парка)

за месяц 193.... г.

На основании постановления СНК СССР 20/IX-34 г. № 2199 утверждено постановлением ЦУНХУ Госплана СССР от 16/XII-37 г. № 543.

Высылается в адреса и сроки, указанные в перечне отчетности.

Количество	Работа двигателей		Маневровый измеритель работы двиг.		Работа собствен. вагонного парка в 2-осном исчислен.					Работа вагонов НКПС в 2-осном исчислении								Работа поездов товарного движения				Штрафные суммы за прост., подлежащ. уплате жел. дор. НКПС на конец месяца	Суммы, причит. к получен. от жел. дор. НКПС за досрочный возврат вагонов на конец месяца	Всего погружено тонн в вагоны внутризаводск. трансп. и НКПС (10—13)	Из них механизиров. способом	Число аварий
	в единицах	в часах	по плану	фактически	рабоч. парка	Средний оборот в часах		Погружено вагонов		Прибыло		Убыло		Средний простой вагонов в час		Перепростой по вине		средний пробег паровоза в км в сутки	вес поезда в грузов. направлен.	Скорость км в час						
						задано	выполнено	по плану	факт.	груженых	порожних	груженых	порожних	по дог.	фактич.	транспортных цехов	клиентуры			технич.	коммерч.					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
I. Работа вывозных локомотивов (поездная)																										
1624	2	44	—	—	—	—	—	—	—	15	185	198	2	—	—	—	—	140	490	28	20	—		—	—	—
II. Работа локомотивов на общих маневрах																										
3	66	5	4,7	300	2,5	3,0	120	100	15	185	198	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
III. Работа локомотивов, выделенных для внутризаводских специальных перевозок (чугуна, шлака и болванок)																										
5	111	1,8	1,9	—	3,12	3,17	200	210	—	—	—	—	—	—	—	—	—	37	236,6	—	—	—	—	—	—	—
IV. Работа локомотивов с пассажирскими поездами																										
2	12	60	60	—	2	2	72	—	50	—	33	—	—	—	—	—	—	60	144	24	20	—	—	—	—	—

Дата отправления:

Директор завода:
Управляющий трестом:
Начальник транспортного цеха:

НБ УДУНТ (ДИТ)

тий всех родов. Необходимо разработать и ввести в жизнь общую инструкцию по хозрасчету и подсчету себестоимости перевозки. Все это вполне возможно и совершенно необходимо.

Инструкцией по заполнению и представлению форм периодической оперативно-статистической отчетности по железным дорогам, водному и автодорожному транспорту предприятий (утверждена ЦУНХУ Госплана СССР 16 декабря 1937 г.) Главным транспортным управлением б. НКТП установлена форма № 2 (бланк прилагается, см. табл. 102) отчетности. Эта форма дает возможность Главному транспортному управлению наркомата вести оперативное руководство транспортными цехами (отделами) предприятий, но недостаточна для самих предприятий.

ГЛАВА IX.

ОРГАНИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫМ ТРАНСПОРТОМ.

§ 32. Общие положения.

Основными требованиями, которые необходимо предъявлять к правильно организованному управлению, являются:

1) простота, ясность и четкость административной схемы;

2) обеспечение полного единоначалия;

3) отсутствие параллельности функций различных ее органов;

4) возможно меньшее количество посредствующих и передающих органов (малостепенность схемы);

5) возможность непосредственного руководства и близкой связи между руководителями и исполнителями;

6) обеспечение правильного хозрасчета.

Промышленным транспортом руководит транспортный цех (отдел, часть) или транспортное управление промышленного предприятия (на больших предприятиях). Этот административный орган распадается на несколько главных служб или отделов: эксплоатации (движения) пути, тяги, и отделы или части: плановый отдел, контору, бухгалтерию, административно-хозяйственную часть и др.

Структура различного рода промышленных предприятий может несколько отличаться. Однако она сохраняет приведенные выше общие черты.

На больших предприятиях вместо одной службы тяги организуют отдельные — локомотивную и вагонную, вместо службы пути — службу пути и службу СЦБ (сигнализации, централизации и блокировки).

Службы имеют центральный и линейный аппараты. Центральным аппаратом являются отдельные части или группы управления, и линейным — районы, депо, мастерские, посты, станции, дистанции и околодки пути, дистанции и околодки СЦБ и другие пункты.

Служба эксплоатации (движения) должна объединять: аппарат центрального командования перевозками, их оформление (экспедиции) и погрузочно-разгрузочные работы.

Служба эксплоатации (движения) распоряжается исправным подвижным составом, в том числе и железнодорожными кранами.

Служба пути ведает ремонтом и содержанием путей и искусственных сооружений, а также вопросами сигнализации, централизации и блокировки, если для этого не организована особая служба СЦБ.

Служба тяги ведает содержанием и ремонтом подвижного состава (локомотивов, вагонов и железнодорожных кранов). Для этого она имеет депо мастерские и экипировочные устройства.

Транспортный цех (отдел, управление) должен поддерживать тесную взаимную связь со всеми цехами и частями предприятия. Он должен обеспечивать себе

НБ УДУиТ (ДНТ)

необходимым квалифицированным штатом, так как „кадры решают все“, как указал тов. Сталин. Приказом № 20 от 21 января 1938 г. народный комиссар тяжелой промышленности тов. Л. М. Каганович установил, что на 136 важнейших промышленных предприятиях НКТП за работой транспорта непосредственно наблюдают директор, управляющий трестом и начальник Главного транспортного управления НКТП. Начальники транспортных цехов (отделов и управлений) утверждаются народным комиссаром по представлению начальника Главного транспортного управления НКТП совместно с начальником соответственного Главного управления.

Этим еще раз подчеркивается то важное значение, какое придается транспорту промышленных предприятий.

На остальных предприятиях транспортные органы подчинены главным инженерам или техническим директорам.

Транспортными цехами всех предприятий отдельных наркоматов руководит Главное транспортное управление каждого наркомата.

§ 33. Схемы административного деления для транспорта разных промышленных предприятий.

Рассмотрим примерные схемы административного деления нескольких различных промышленных предприятий.

На небольшом по грузообороту и путевому устройству предприятии схема может иметь вид, приведенный на рис. 474. У начальника транспортного цеха (отдела) кроме трех технических служб имеется контора, которая охватывает и личный стол, и спецстол, и делопроизводство и бухгалтерию, а также плановая, техническая и материально-хозяйственная группы.

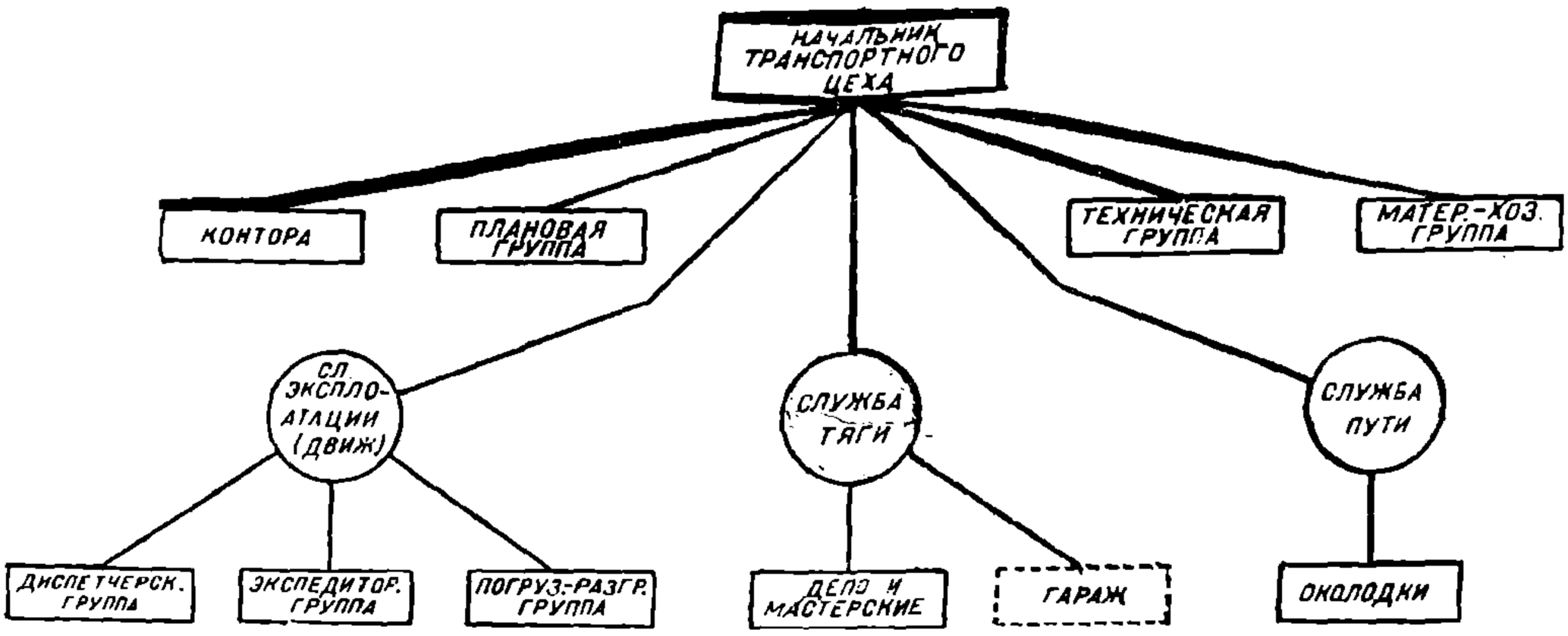


Рис. 474. Схема административного устройства транспортного цеха небольшого завода.

Начальник службы эксплоатации (движения) является первым заместителем начальника цеха, начальник службы тяги — вторым, пути — третьим. Так как районов, станций и постов на таком предприятии обычно нет, то линейными органами являются депо, ведающие всем подвижным составом, и околодки пути, ведающие всеми путями (рельсовыми и безрельсовыми).

Начальник службы тяги является одновременно и начальником депо, а начальник службы пути — старшим дорожным мастером.

Заместителем начальника службы эксплоатации (движения) является диспетчер службы.

Если имеется автотранспорт, то гараж в техническом отношении подчинен начальнику службы тяги, а в отношении перевозок — начальнику службы эксплоатации (движения).

На рис. 475 показано административное деление среднего предприятия. На этой схеме более развиты и центральные, и линейные органы. Могут быть

НБ МГУДТ (МИИТ)

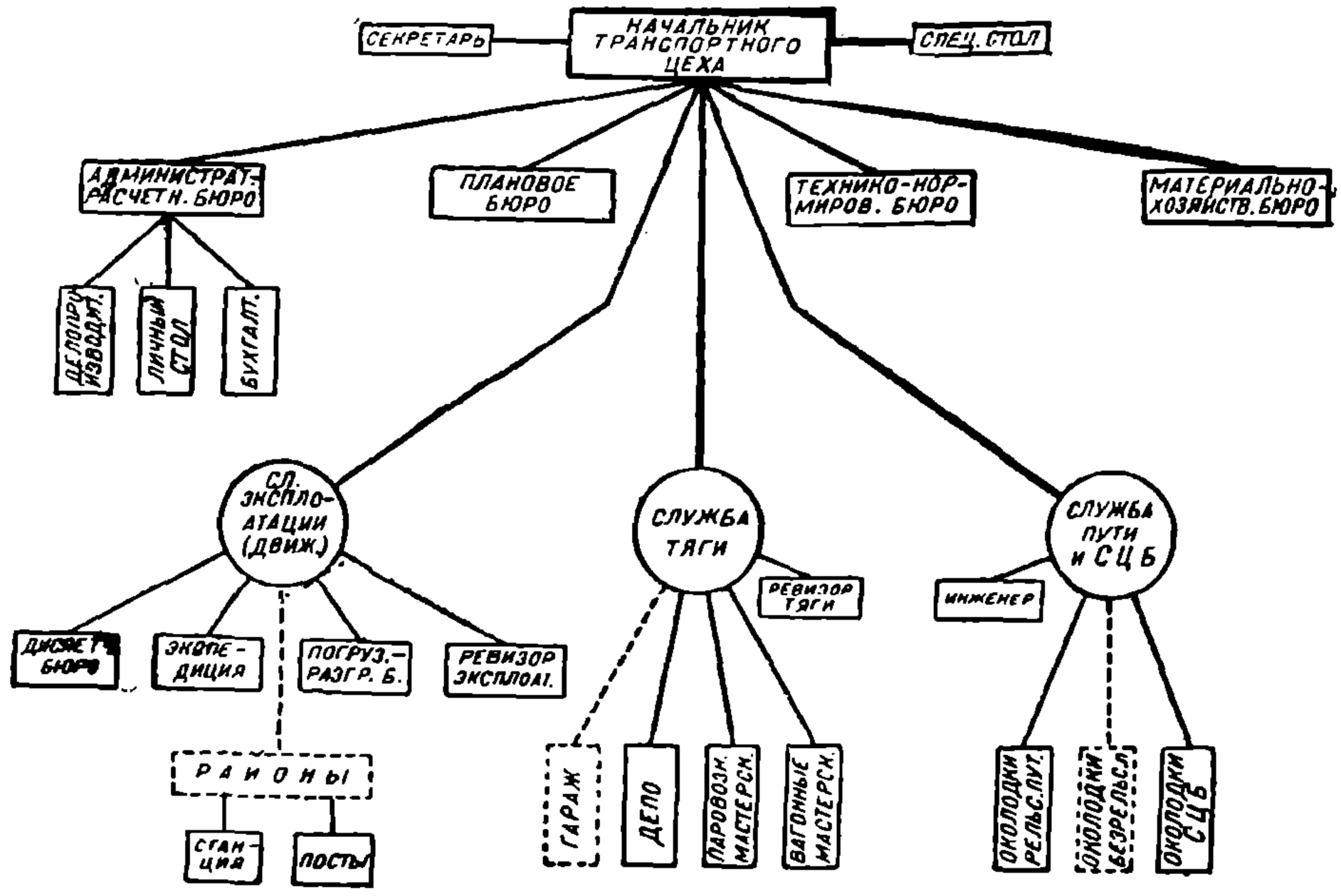


Рис. 475. Схема административного устройства транспортного цеха среднего завода.

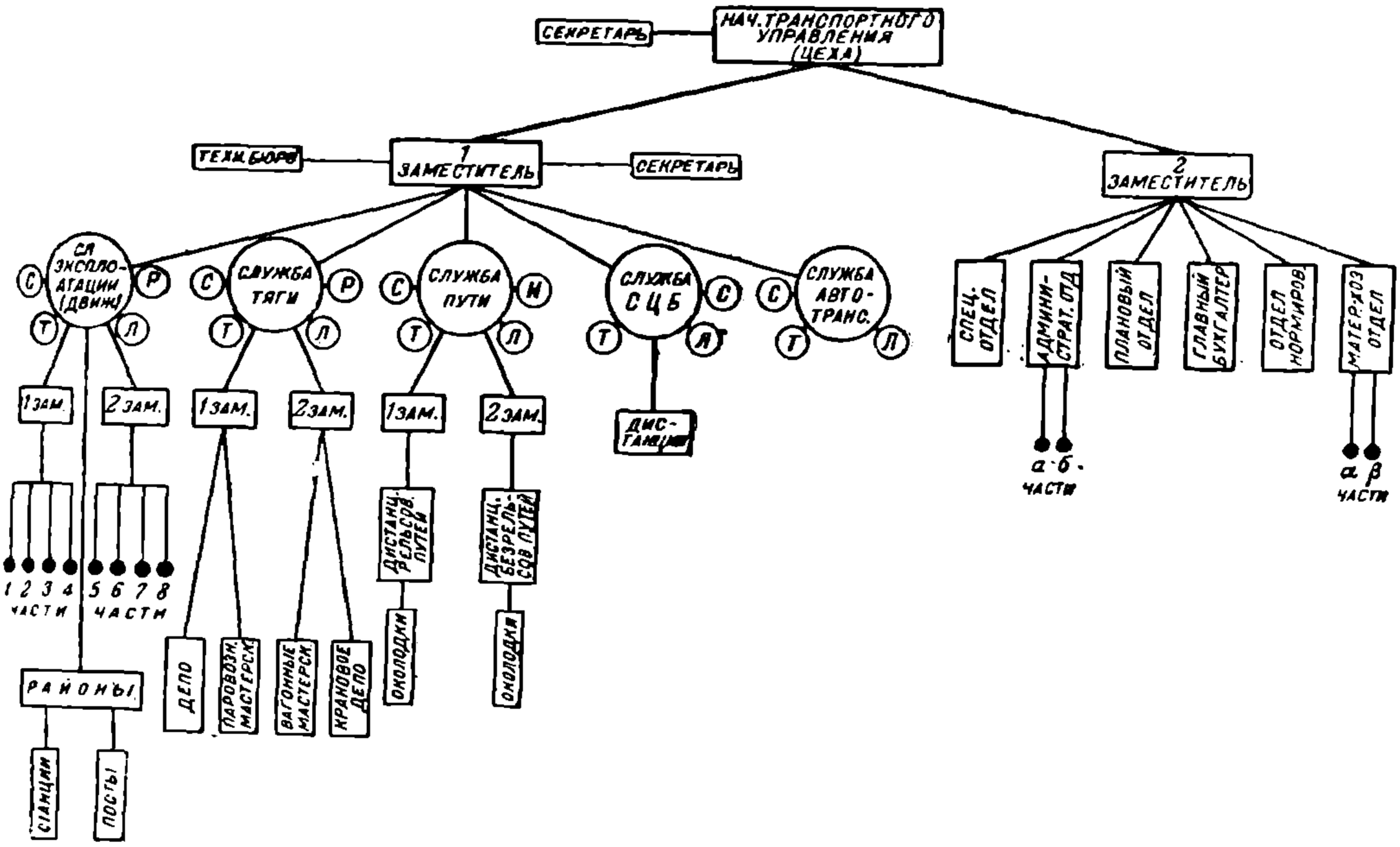


Рис. 476. Схема административного устройства транспортного цеха большого завода.

Условные обозначения:

С — секретарь; *Т* — техническое бюро; *Л* — личный стол; *Р* — ревизор; *И* — инженер пути.

Части:

1 — диспетчерская; *2* — учета и отчетности; *3* — организации перевозок; *4* — безопасности; *5* — экспедиционная; *6* — кондукторских бригад; *7* — погрузочно-разгрузочная; *8* — связи; *а* — кадров; *б* — канцелярия; *α* — материальные кладовые; β — хозяйственные склады.

НБ УИИТ (ДИИТ)

организованы районы, паровозные мастерские отделены от вагонных. Службы усилены инженерно-техническими силами (ревизор тяги или машинист-наставник, инженер службы пути).

На рис. 476 показана схема большого промышленного предприятия, где транспортный орган назван Управлением. Здесь введены заместители начальника транспортного управления, автотранспорт выделен в отдельную службу и схема значительно изменена в сторону усиления всех органов управления.

§ 34. Центральное командование перевозками.

Командование производством может вестись из центра (централизованно) или на местах (в цехах — децентрализованно).

Первая система дает возможность из рук сравнительно менее квалифицированных работников передать командование в руки более квалифицированных, точнее вести согласование и регулирование производства, а также учет выполненной работы и анализ ее исполнения.

На промышленном транспорте командование перевозками точно так же может вестись централизованно или децентрализованно.

В первом случае требуется очень ограниченный по количеству штат высококвалифицированных работников, во втором — много работников низшей квалификации. Вполне понятно, что в первом случае и результаты лучше.

Центральное командование перевозками заключается в том, что в составе службы эксплоатации (движения) транспортного цеха организуется непрерывное дежурство специальных работников — диспетчеров (распределителей). От них и вся система получила наименование диспетчерской.

Один из диспетчеров, наиболее квалифицированный, назначается старшим диспетчером. В отношении командования перевозками он делается как бы заместителем начальника службы эксплоатации.

На небольших предприятиях диспетчер транспортного цеха командует всеми перевозками, дает дополнительные наряды, распоряжается маневрами и т. п.

На предприятиях, где имеются станции или посты, свои распоряжения диспетчер передает дежурным по этим пунктам.

На предприятиях, где введены районы, организуются и районные диспетчерские бюро. В таких случаях система становится трехстепенной: диспетчер транспортного цеха, диспетчер района, диспетчер пункта (если такие диспетчеры есть) или дежурный по посту или станции.

Основа работы диспетчерской системы — сменно-суточный план, о котором было говорено в § 7 (глава I настоящего отдела). После разработки в плановом органе транспортного цеха, месячный план поступает в диспетчерский орган, который разверстывает его по суткам и сменам. Не позже, чем накануне дня выполнения плана, цеха-потребители имеют право сделать заявку об его изменении. Старший диспетчер может внести эти коррективы или их отвергнуть. Он следит за тем, чтобы план был выполнен правильно. При диспетчерском бюро должно быть организовано наблюдение за порядком выполнения плана и его анализом.

Каждый диспетчер, являясь командиром своей единой смены, обязан спаять ее в единый рабочий коллектив. Он должен обеспечивать выполнение и перевыполнение заданного плана перевозок на основе графиков движения, при помощи четких заданий каждому исполнителю. Все его распоряжения должны обеспечивать полную безопасность движения и быть основаны на ПТЭ, дополнениях к ним и местных распоряжениях. Он обязан создавать все условия для развития и способствовать применению стахановских методов в работе промышленного транспорта.

Диспетчер транспортного цеха (отдела, управления), обязан:

1) обеспечивать общую согласованность в работе железнодорожного транспорта предприятия с дорогой примыкания;

2) получать согласно действующему соглашению заблаговременную информацию о подходах, о времени ожидания поступления передач, о распределении их составов по роду вагонов и грузов;

НБ УДУНТ (ДИТ)

3) на основе этой информации и на основе разметки работника отдела снабжения указывать, какому цеху и на какие пути подавать вагоны, устанавливать порядок и сроки обработки поступающих вагонов, номера внутризаводских передач для их продвижения, и давать конкретные задания районным диспетчерам, если они имеются;

4) иметь постоянное наблюдение за всеми процессами продвижения и обработки вагонов парка НКПС и за своевременной сдачей порожняка;

5) обеспечивать подачу вагонов НКПС под погрузку на внешнюю сеть согласно заданному плану и сдачу их на дорогу примыкания в установленные сроки с выполнением обязательств по отправительской маршрутизации и групповой подборке вагонов;

6) устанавливать на смену оперативный план обеспечения заданной внутренней погрузки, обработки и продвижения погруженных вагонов определенными номерами внутренних передач;

7) наблюдать за выполнением этого плана, давая руководящие указания районным диспетчерам;

8) вести учет выполнения по периодам смен погрузки отдельно на сеть дорог НКПС и отдельно по внутризаводским перевозкам;

9) осуществлять общее руководство использованием маневровых и вывозных локомотивов и оперативно корректировать их распределение;

10) вести графики выполненного движения по внутренним маршрутам, непосредственно обслуживающим основные производственные цеха, принимая меры к соблюдению расписаний;

11) вести сводную балансовую ведомость почасового наличия вагонов, отдельно парка НКПС и отдельно парка предприятия по каждому диспетчерскому району и по всему предприятию в целом. При увеличении количества вагонов устанавливать причины и принимать меры к более успешному дальнейшему их продвижению;

12) выводить измерители за смену по каждому диспетчерскому району и по всему предприятию в целом: а) средней затраты времени на операции с вагонами парка НКПС, на каждый возвращенный на дорогу вагон и на каждую произведенную грузовую операцию, б) среднего времени оборота вагона парка предприятия;

13) вести учет распределения железнодорожных кранов по месту их работы и обеспечивать пропуск их по путям согласно необходимости перемещения их для работы на другом месте.

При наличии оператора ведение учетных данных и вывод измерителей возлагается на последнего.

Диспетчер имеет право:

а) давать приказы по оперативной работе подчиненным ему, согласно действующей схеме диспетчерского управления, работникам и

б) самостоятельно сноситься с теми работниками других отделов железнодорожного цеха, других цехов и дороги примыкания, с которыми, согласно действующей схеме диспетчерского управления, он согласовывает свою работу.

Он несет ответственность:

1) за выполнение плановых заданий на смену;

2) за реальность и правильность составленных сменных рабочих планов;

3) за осуществление надзора за выполнением этих планов, за выполнение заданных измерителей и норм технологического процесса транспорта;

4) за своевременное, правильное и четкое разрешение вопросов, возникающих в процессе работы;

5) за допущение укрывательства дефектов в работе;

6) за полное использование предоставленных ему прав;

7) за точное выполнение в своих действиях и распоряжениях требований ПТЭ и действующих распоряжений по обеспечению безопасности движения.

НБ УЛУНТ (ДИТ)

Для возможности выполнения возложенных на нее задач, диспетчерская система должна быть снабжена хорошей связью. Эта связь, в зависимости

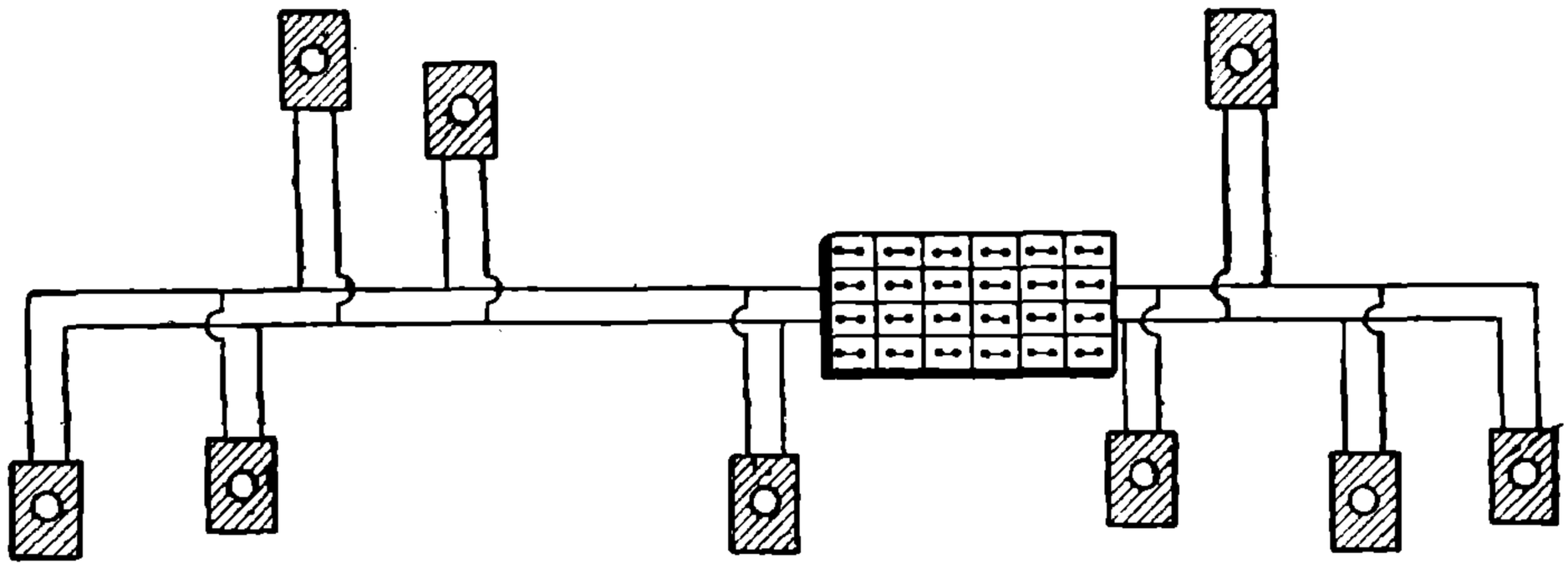


Рис. 477. Схема соединения абонентных установок.

от размеров перевозок, может быть осуществлена либо по существующей телефонной связи предприятия, либо по специальной диспетчерской связи (второе, конечно, удобнее); последняя, если пункты, с которыми диспетчер должен соединиться, расположены по одной или нескольким прямым линиям, разрабатывается как абонентная (селекторная, избирательная) система (рис. 477).

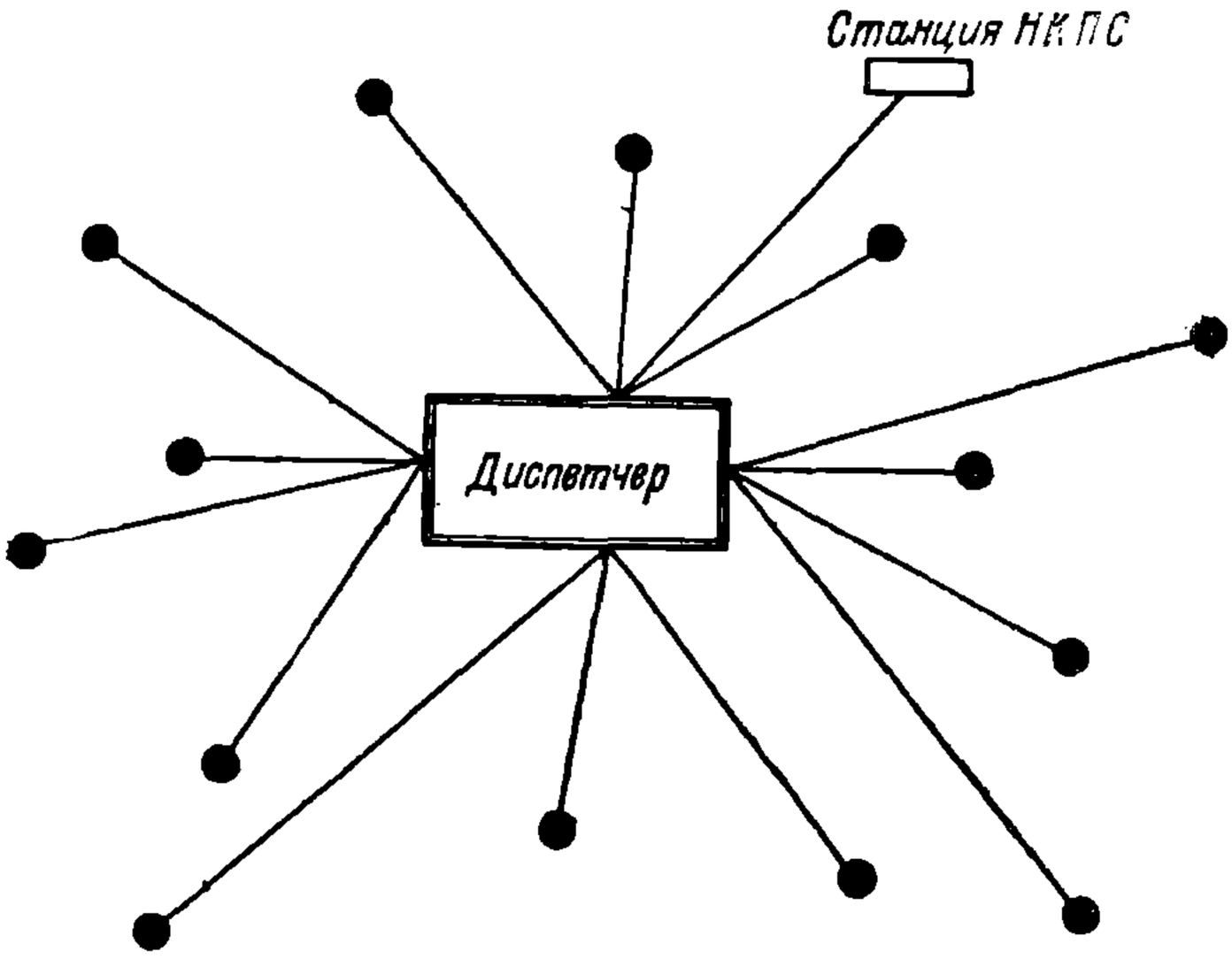


Рис. 478. Схема радиального расположения телефонных пунктов.

Если пункты вызова расположены как паукообразная сеть, радиально, — с нахождением диспетчера примерно в центре, — обычно избирается коммутаторная система (рис. 478 и 479), если количество точек это позволяет.

У селекторной системы имелось преимущество — удобство циркулярных вызовов, когда диспетчер может одновременно вызывать и давать распоряжения по всем точкам. Но в последних типах коммутаторных установок („Красная заря“) такие вызовы также возможны. Количество абонентов в этих коммутаторах не свыше 30—40.

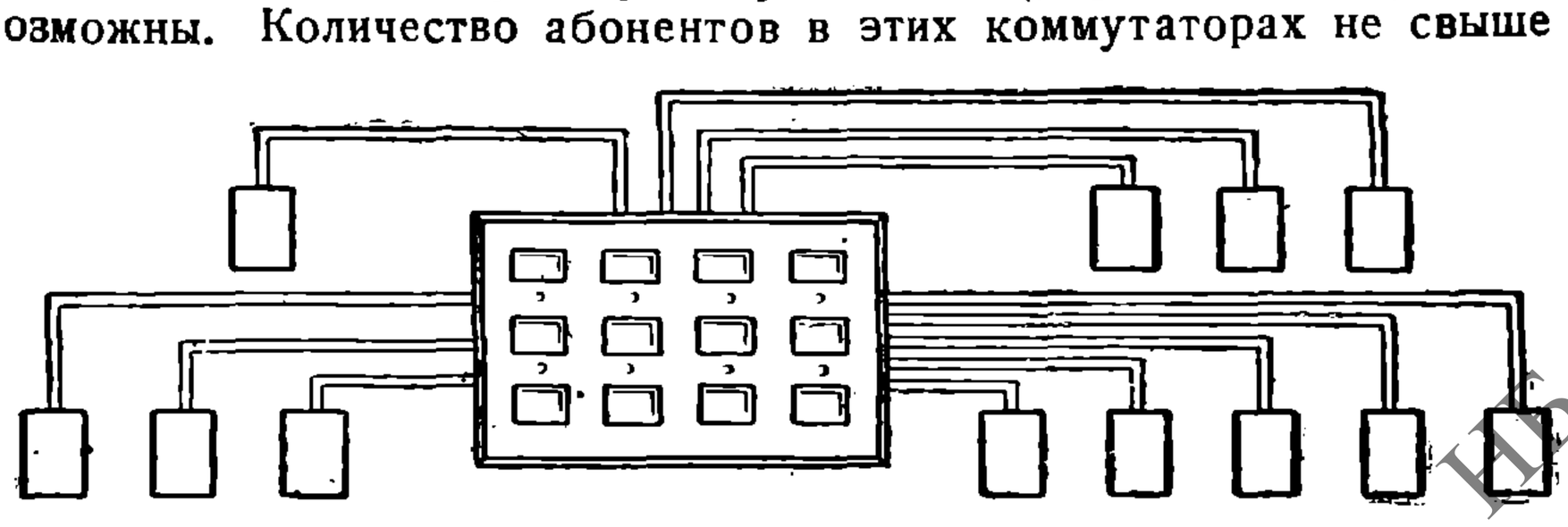


Рис. 479. Схема соединения коммутаторных установок.

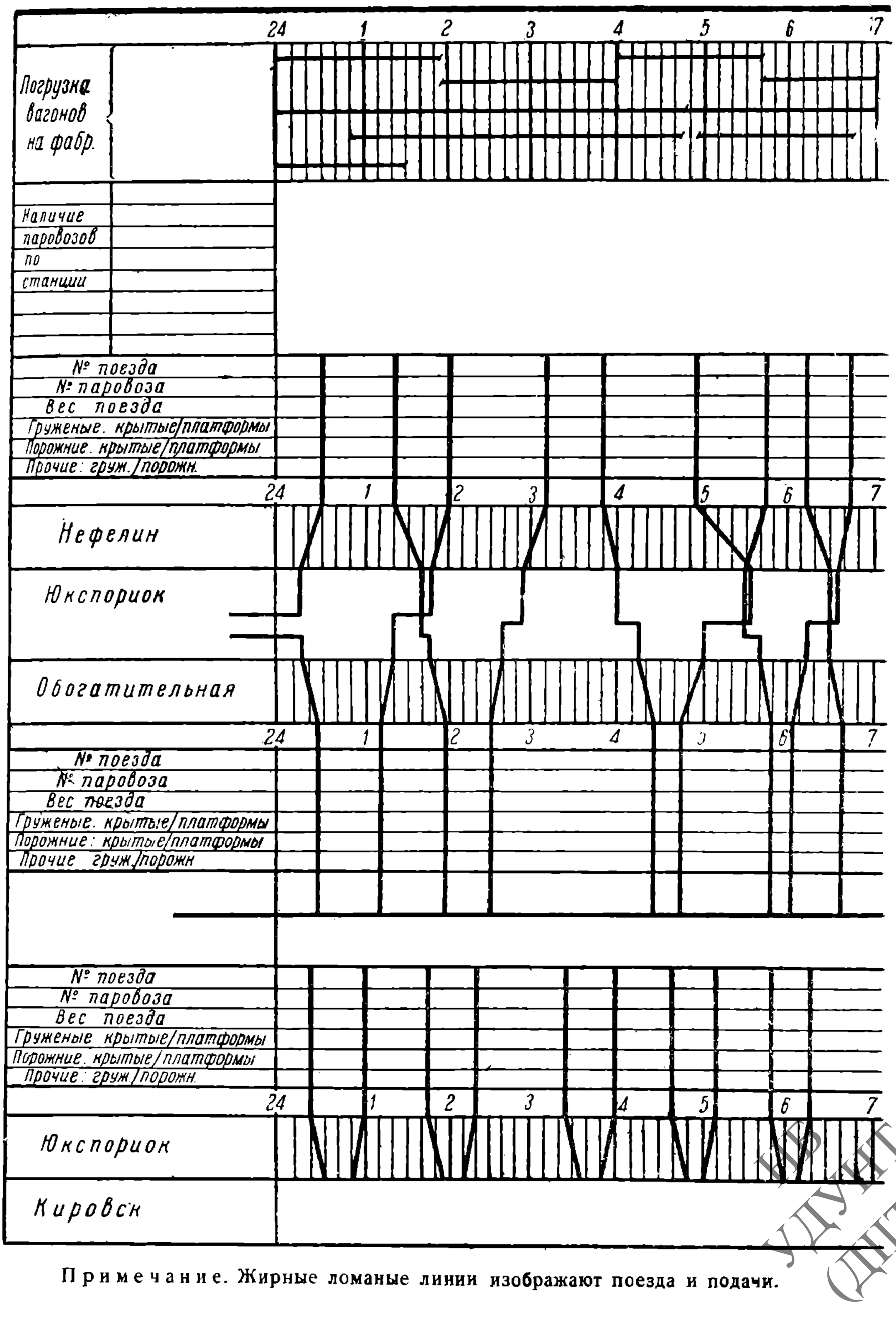
Для переговоров диспетчера с другими работниками, получающими от него распоряжения и указания, устанавливаются на местах:

ИЗ УДУНТ (ДИТ)

ТАБЛИЦА 103.

Лицевая сторона

График исполненного движения поездов на ветке треста———————



Примечание. Жирные ломаные линии изображают поезда и подачи.

НТБ УДУИТ (ДИТ)

Оборотная сторона

Выполнение ответственного плана за _____ 193__ года

Руда на бункер					Руда на эстакаду					Руда на вывоз														
													На север				На юг							
Затребовано	Подано	Погружено	Богатой	Бедной	Затребовано	Подано	Погружено	Богатой	Бедной	Затребовано	Подано	Погружено				Всего	Затребовано	Подано	Погружено					Всего

Затребовано ____ Утверждено ____ Подано ____ Погружено ____

Перевезено _____

Выгружено _____

Остаток на 24 час. гружен. бункерских

На ст. . . .

„ „ Обогатит. . . . .

Всего _____

Простой вагонов по станциям ветки

По ст. . . коммерческих под погрузкой .

под выгрузкой .

в ожидании подачи

„ „ бункерских под погрузкой . .

„ Обогатительная — бункерских под выгрузкой . . . . . .

„ Обогатительная — бункерских в ожидании выгрузки . . . . . .

„ Обогатительная — коммерческих под погрузкой . . . . .

„ Обогатительная — коммерческих под выгрузкой . . . . .

„ Обогатительная — коммерческих под погрузкой . .

„ Обогатительная — коммерческих под выгрузкой .

Простой по вине	
упр. ж.-д. ветки	клиентуры
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Примечание

За _____ 193__ г.

Дежурили диспетчеры и ситуаторы:

С 24 ч. до 8 _____

С 8 ч. до 16 _____

С 16 ч. до 24 _____

НБ УДУНТ (ДИИТ)

Выгрузка бункерских составов																	В ожидании подачи вагонов				
Время подачи под выгрузку	Количество вагонов	Время окончания выгрузки	Затраченное время	Всего	Время подачи под погрузку	Количество вагонов	Время окончания выгрузки	Время, затраченное под выгрузку		Всего	Время подачи под погрузку	Количество вагонов	Время окончания выгрузки	Затраченное время	Всего	Время прибытия вагонов	Количество вагонов	Время подачи под выгрузку	Время простоя	Количество вагонов и вагоно/час.

Переход вагонов НКПС

	На 24 часа												на 12 часов
	крытых		платформ		пульманов		ледников		цистерн		Всего		
	груж.	пор.	груж.	пор.	груж.	пор.	груж.	пор.	груж.	пор.			
Сдано													В подходе поезда
Принято													
Долг													
С простоем													
Досрочно													
В срок													

Наличие вагонов на станциях по направлениям (на ст., взятых на особый учет)

Станция направления	Своего парка								Парка НКПС									
	крытых		платформ		прочих		всего		полувагонов		платформ		прочих		больных		всего	
	груж.	пор.	груж.	пор.	груж.	пор.	груж.	пор.	груж.	пор.	груж.	пор.	груж.	пор.	груж.	пор.	груж.	пор.

Причины опозданий поездов

НБ УДУНТ (ДИТ)

а) телефонные аппараты;

б) штепсельные розетки для переносных аппаратов (для переговоров с составителями или другими лицами, работающими на путях) или

в) поисковая сигнализация — для вызова диспетчером таких работников к аппарату.

Для учета и контроля выполняемой работы, диспетчер транспортного цеха, а иногда и районные обязаны вести **график или ведомость исполненного движения** (см. табл. 103), в котором отмечается, как выполнена работа по перевозкам. Этот график должен рассматриваться и анализироваться. Он дает возможность сделать подсчет целого ряда измерителей.

У такого графика имеется ряд преимуществ перед другими способами фиксации:

1) возможность непрерывного и диференцированного наблюдения за работой каждого поезда, состава, локомотива, отдельных групп или одиночных вагонов;

2) простота и быстрота записей;

3) вполне точная на каждый момент фиксация, дающая возможность последующей проверки и анализа.

Другого рода способы, как маневровые столы, доски, карточки и т. п., в этом отношении гораздо менее удобны и требуют постоянной проверки.

Кроме этого графика диспетчеры системы обязаны вести **книгу нарядов и приказов**. Дающий наряд или приказ диспетчер, а также принимающий распоряжение обязаны его зафиксировать в этой книге. Все переговоры должны вестись кратко, с исчерпывающей точностью.

Диспетчерские помещения и рабочие места диспетчера должны быть обособлены, вполне соответствовать их напряженной работе (подходящая мебель, отсутствие шума, изолированность и т. п.) и снабжены необходимым инвентарем.

На транспорте целого ряда промышленных предприятий СССР центральное командование дало возможность достигнуть значительных успехов.

Центральное командование перевозками на промышленном транспорте может быть организовано и одновременно и разновременно с диспетчированием производства. Первое, конечно, лучше.

ГЛАВА X.

ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ.

§ 35. Понятие о пропускной способности.

Рассмотрим генплан рельсовых путей какого-либо промышленного предприятия. Пусть это завод металлургический или машиностроительный. Как известно, у него могут быть большего или меньшего размера ветви примыкания и сырьевые, целая переплетенная рельсовая сеть путей широкой и узкой колеи. Пусть для него определены и грузооборот и грузовые потоки. Необходимо знать, пропустят ли все путевые устройства предприятия эти грузовые потоки. Точно также необходимо знать, насколько подготовлены к освоению грузовых потоков ветви, посты, станции, районы, склады и остальные элементы каждого существующего промышленного предприятия.

То наибольшее количество перевозок, которое может быть выполнено за единицу времени на каждом отдельном элементе рельсовой сети промышленного предприятия, называют **пропускной способностью** данного элемента.

Обычно на промышленном транспорте пропускную способность определяют за сутки. Однако, в моменты резких максимумов движения, ее можно определять и за час. Пропускная способность может быть выражена в парах поездов, в поездах, в вагонах и в тоннах. Например, если за сутки по ветви примыкания можно пропустить 10 пар, а в поезде в среднем по 50 грузовых вагонов, то пропускная способность будет 500 вагонов каждого направления. Если при этом вес одного

НБ УГЛУНТ (ДГТ)

вагона брутто в среднем равен 25 тоннам, то пропускная способность брутто будет 12 500 тонн каждого направления.

На промышленном транспорте приходится иметь дело с пропускной способностью отдельных путей, перегонов, ветвей, линий, горловин, стрелок, постов, станций, депо, фронтов различного рода погрузки и выгрузки и т. д.

Вопрос о пропускной способности отдельных путей, стрелок, горловины, парков, внутризаводских постов и станций, а также фронтов погрузки и выгрузки был рассмотрен в отделе II настоящей книги. Здесь будем рассматривать лишь вопросы пропускной способности перегона, ветвей и линий промышленного транспорта, а также совмещенных путей широкой и узкой колеи.

Следует, однако, указать, что вопросы пропускной способности перегонов и линий тесно увязаны с пропускной способностью раздельных пунктов и других устройств промышленного транспорта, и следует пропускную способность рассматривать комплексно.

Существуют два метода определения пропускной способности:

1) графический и

2) аналитический.

График не только служит основным методом организации движения, но и дает возможность определить пропускную способность каждого перегона. Для этого надо на сетку нанести при заданных условиях наибольшее возможное количество поездов. При этом определится и требуемое количество подвижного состава, и скорость продвижения поездов. Подобный график называют максимальным. Он должен быть контактным, как все графики промышленного транспорта.

Недостаток графического метода — его сложность и трудоемкость.

Аналитический метод проще, и, хотя он менее точен, чем графический, им часто приходится пользоваться, особенно при проектировании.

§ 36. Определение пропускной способности рельсовых перегонов и линий при параллельном движении.

а) При парном движении.

Рассмотрим какую-либо рельсовую однопутную ветвь *АД* (рис. 480), расположенную у промышленного предприятия. Пусть это будет ветвь примыкания или сырьевая, или соединительная ветвь между двумя цехами, складами и т. п. Точки *А*, *Б*, *В*, *Г* и *Д* являются раздельными пунктами (разъезды, станции, посты и т. п.), делящими линию *АД* на отдельные отрезки — перегоны.

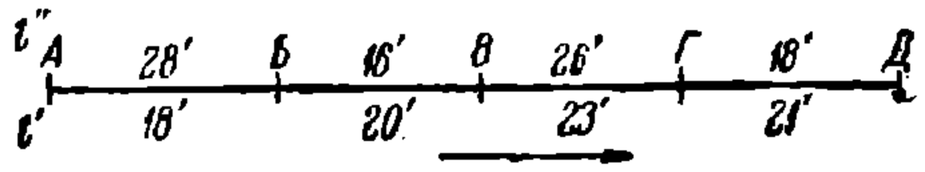


Рис. 480. Схема однопутной ветви.

Назовем время хода поезда в одном направлении t', а в обратном — t''. Так как каждый однопутный перегон может быть попеременно занят поездами различных направлений, то мерилом пропускной способности однопутного перегона обычно принимают пару поездов, т. е. два поезда противоположных направлений.

Если интервал скрещения — τ_c, а неодновременного прибытия — $\tau_{нп}$, то все время, затрачиваемое парой поездов, с учетом интервалов, выразится:

$$T_n = t' + t'' + \tau_c + \tau_{нп}.$$

Это время обычно называют периодом графика.

Для упрощенных расчетов τ_c принимают равным $\tau_{нп}$ и тогда:

$$T_n = t' + t'' + 2\tau.$$

Если обозначить пропускную способность какого-нибудь перегона N, то для него получим:

$$N = \frac{24 \times 60}{T_n} = \frac{1440}{T_n} = \frac{1440}{t' + t'' + \tau_c + \tau_{нп}} \text{ пар поездов.}$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

Пропускная способность целого участка должна быть определена по перегону с наименьшей пропускной способностью, т. е. по тому перегону, на котором T_n является наиболее продолжительным. Такой перегон называется самым трудным или максимальным.

На нашем участке (рис. 480) самым трудным является перегон *ВГ*, по которому и следует определять пропускную способность всего участка.

На двупутных перегонах и линиях движение совершается независимо в каждом отдельном направлении. Скрещения поездов могут происходить и на раздельных пунктах и на перегонах. Все поезда одного направления, как правило, следуют по одному и тому же пути. Поэтому расчет пропускной способности следует вести отдельно в каждом направлении движения.

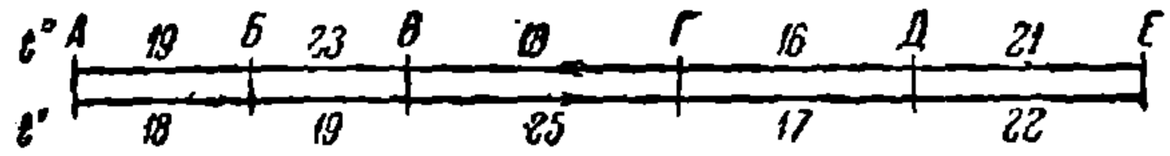


Рис. 481. Схема двупутной ветви с 5 перегонами.

Если движение правопутное, как почти на всех железных дорогах СССР и на всех промышленных предприятиях, его можно изобразить стрелками, как показано на рис. 481.

Начнем с нечетного направления от *А* к *Е*. Чтобы определить N', надо найти самый трудный перегон. Таким является *ВГ*, на котором поезд следует $t' = 25$ мин.

Период графика будет:

$$T'_n = t' + \tau'_n,$$

где τ'_n — интервал попутных поездов и

$$T''_n = t'' + \tau''_n.$$

Обычно:

$$\tau'_n = \tau''_n.$$

Тогда:

$$N' = \frac{1440}{t' + \tau} \quad \text{и} \quad N'' = \frac{1440}{t'' + \tau}.$$

На пропускную способность участка могут иногда повлиять стоянки поездов по техническим надобностям, когда ограничивающим оказывается не максимальный, а один из прилегающих к пункту стоянки перегонов. На промышленном транспорте это может быть в исключительных случаях на ветвях и линиях большого протяжения.

б) При остальных видах движения.

При других видах параллельного движения (непарном, пачечном) расчет пропускной способности делается по такому же методу, в зависимости от периода, и может быть в общем виде выражен:

$$N = \frac{1440 \cdot K}{T_n},$$

где K — количество поездов или пар поездов в периоде.

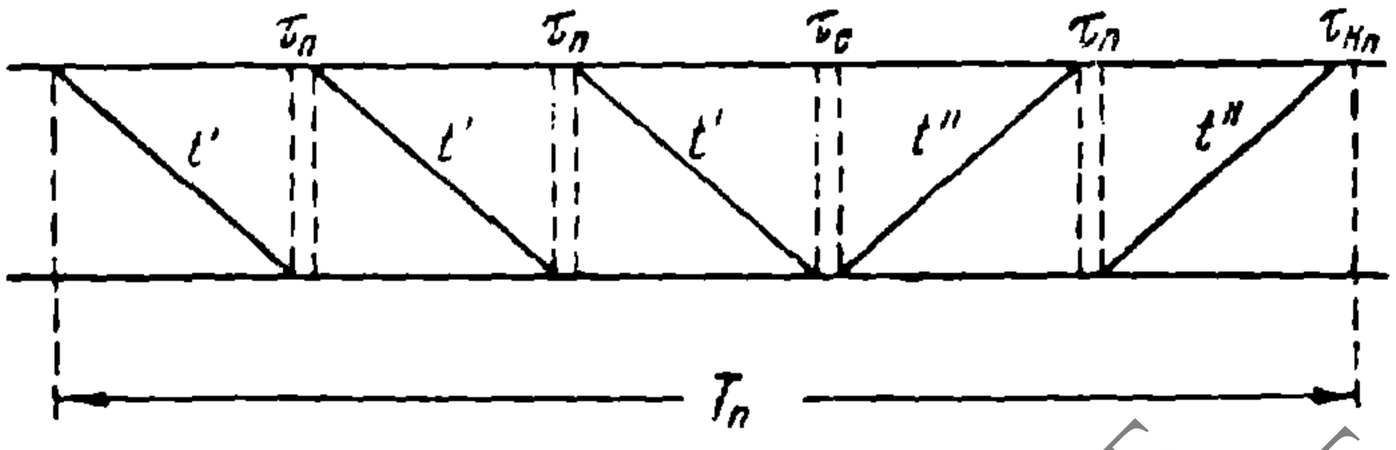


Рис. 481а. График непарного движения.

Если, например, мы рассматриваем непарный график с соотношением числа нечетных и четных поездов, как 3 : 2 (рис. 481а), то

$$T_n = 3t' + 2t'' + \tau_c + \tau_{нп} + 3\tau_n,$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

где обозначения прежние, а

$$N' = \frac{1440 \cdot 3}{T_n}; \quad N'' = \frac{1440 \cdot 2}{T_n}.$$

При пакетном однопутном движении (при блокировке) и двух поездах в пакете (рис. 481б):

$$T_n = t' + t'' + l' + l'' + \tau_c + \tau_{нп},$$

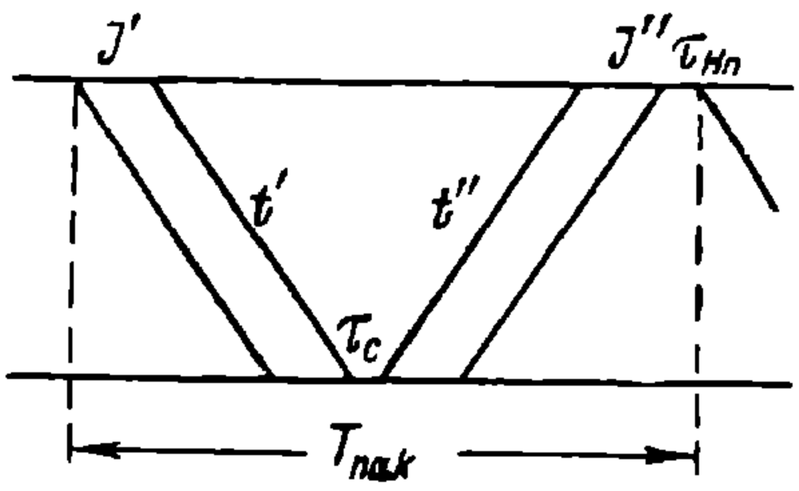


Рис. 481б. График пакетного движения.

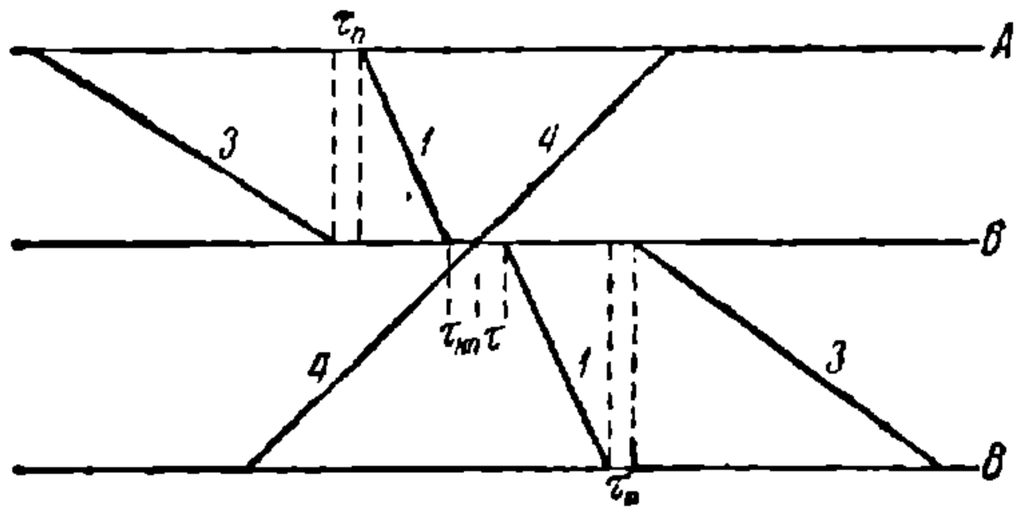


Рис. 482. Типы обгонов и скрещений на непараллельном графике.

где l' и l'' — интервалы между поездами, а

$$N = \frac{1440 \cdot 2}{T_n}.$$

При двупутном пакетном графике (при блокировке):

$$N' = \frac{1440}{l'} \quad \text{и} \quad N'' = \frac{1440}{l''}.$$

§ 37. Определение пропускной способности рельсовых перегонов и линий при непараллельном движении.

Рассмотрим теперь, как определить пропускную способность на участке, ветви или линии промышленного транспорта при непараллельном движении. Такое движение на рельсовых путях промышленных предприятий встречается весьма часто. На торфяных, рудничных, угольных и иных сырьевых разработках обычно имеется значительное пассажирское движение для доставки рабочих к месту работы и оттуда в период смен. Эти поезда следуют с более высокими скоростями, чем грузовые.

На заводских ветвях иногда также бывает организовано пассажирское движение. На заводских площадках имеются поезда со специальными грузами, требующими более высокой или, наоборот, более низкой скорости. Вообще можно сказать, что движение на заводских площадках за редкими исключениями происходит с разными скоростями.

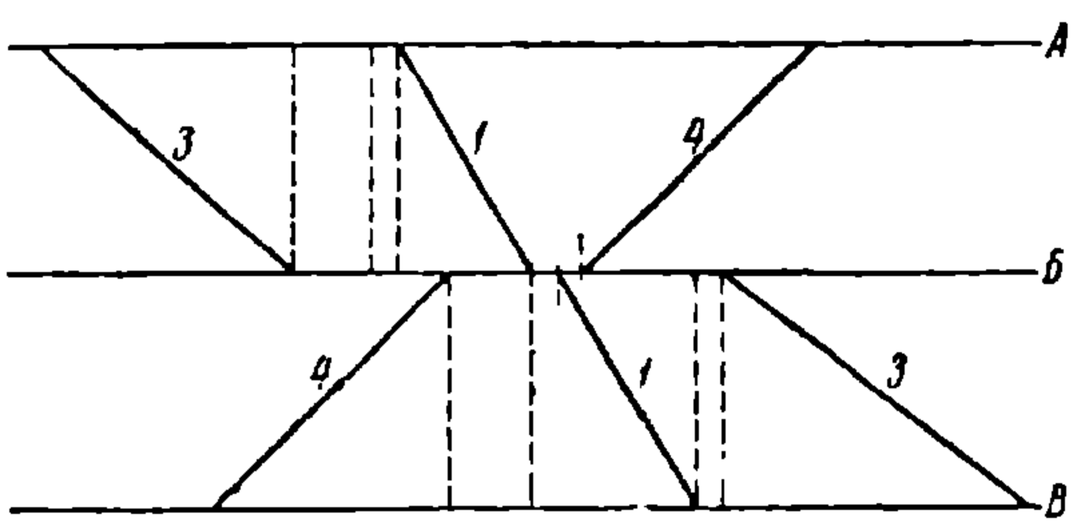


Рис. 483. Типы обгонов и скрещений на непараллельном графике.

При непараллельном движении определение пропускной способности должно делаться графическим методом, построением максимального контактного графика, как это было указано в § 35 для параллельного движения. При этом прежде всего на график надо нанести все поезда более высокой скорости и те, которые по технологическим и организационным причинам надо отправлять в определенные часы суток. Такими, например, являются поезда пассажирские и со специфическим грузом (жидкий чугун, жидкая сталь, горячие шлаки и т. п., которые должны быть отправлены после каждого слива). Поезда, перевозящие рабочих, должны быть точно приурочены к сменам предприятий.

При построении непараллельного графика однопутного участка обычны

НВ УЭУНТ (ДИТ)

обгоны поездами более высокой скорости или срочными обыкновенных. Типы обгонов и скрещений показаны на рис. 482 и 483. Обгоняющие поезда задерживают обгоняемые, т. е. снимают или вытесняют с графика ряд поездов второй группы, т. е. обыкновенные грузовые (рис. 484). На рисунке видно, что вытеснены поезда № 7 и № 8.

На график двупутного участка в этом отношении будут влиять только обгоны

Так как съем или вытеснение зависит от целого ряда условий, различных на каждом участке (расположение более скорых или срочных поездов, остановки и прочее), то аналитически его нельзя подсчитать. Только график дает эту возможность. Поэтому для определения пропускной способности при непараллельно движении необходимо строить максимальный график. Всякие другие методы совершенно неточны.

После построения графика можно определить величину съема, который выражается разницей между пропускной способностью при параллельном движении и количеством поездов (меньшей скорости), проложенных на непараллельном графике. Если $N_п$ — пропускная способность при параллельном графике, а $N_н$ - пропускная способность, выраженная числом грузовых поездов или пар при непараллельном движении, то съем равен:

$$N_п - N_н.$$

Коэфициентом съема называют съем, падающий на один поезд более высокой скорости или срочный. Пусть число таких поездов за сутки — $N_в$.

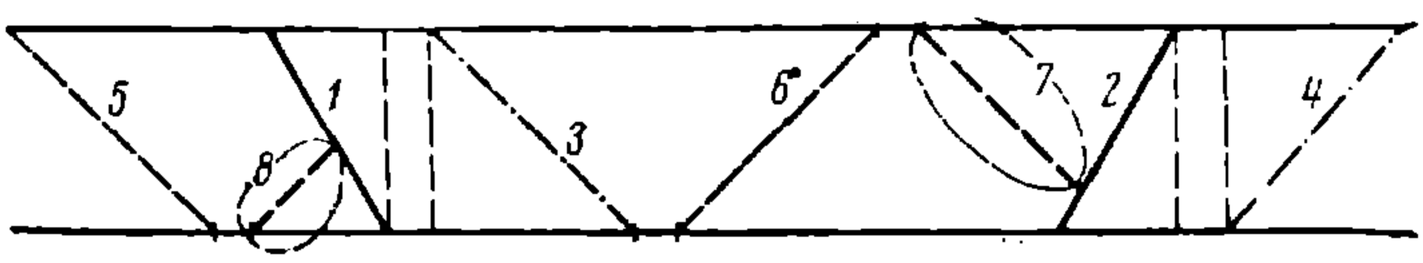


Рис. 484. Вытеснение при непараллельном графике.

В таком случае коэфициент съема выразится:

$$\varepsilon = \frac{N_п - N_н}{N_в}.$$

Если нужно подсчитать потребную пропускную способность какого-нибудь участка или ветви промышленного транспорта при непараллельном движении, это можно сделать приближенно, аналитически, зная требуемое количество грузовых поездов обыкновенной скорости (по грузовым потокам) и требуемое количество поездов более высокой скорости и срочных (вытесняющих), а также задавшись коэфициентом съема.

На промышленном транспорте для приближенных расчетов его принимают 1,0—1,2.

Если необходимое количество грузовых поездов (обыкновенной скорости) $N_{гр}$ а поездов более высокой скорости $N_в$, то при параллельном движении надо было бы иметь $N_п = N_в + \varepsilon N_{гр}$ поездов или соответственно пар.

Пользуясь этим методом, не строя графика, можно определить, какой длины при заданных скоростях должен быть максимальный перегон, или проверить, достаточна ли пропускная способность данного участка при непараллельном движении.

§ 38. Пропускная способность совмещенных путей.

На транспорте торфопредприятий, на рудничных и угольных разработках, а также на некоторых частях заводской площадки для пропуска по одному и тому же рельсовому участку подвижного состава широкой и узкой колеи устраивают совмещенные (объединенные) пути. Обычно — это участки небольшого протяжения, на которых укладывается внутри широкой колеи дополнительный третий рельс (рис. 485).

На участке совмещенных путей можно поочередно пропускать поезда и той и другой колеи. Вполне понятно, что чем больше будет проходить по участку AB поездов широкой колеи, тем меньше можно будет пропустить поездов узкой, и наоборот. В виду этого, пропускная способность участка совмещенных путей

НБ КГТУНП (ЦНТ)

соответственно зависит от количества поездов широкой и узкой колеи, которые по грузовому потоку, условиям производства и движения требуется пропустить.

Допустим, что время занятия (период графика) совмещенного участка одним поездом или парой поездов широкой колеи будет $T_ш$, а узкой — $T_у$.

Если по участку *АБ* следовали бы только поезда широкой колеи, то:

$N_ш = \frac{1440}{T_ш}$ соответственно поездов или пар поездов.

С другой стороны, если тот же участок был бы занят лишь поездами узкой колеи, то:

$$N_у = \frac{1440}{T_у}.$$

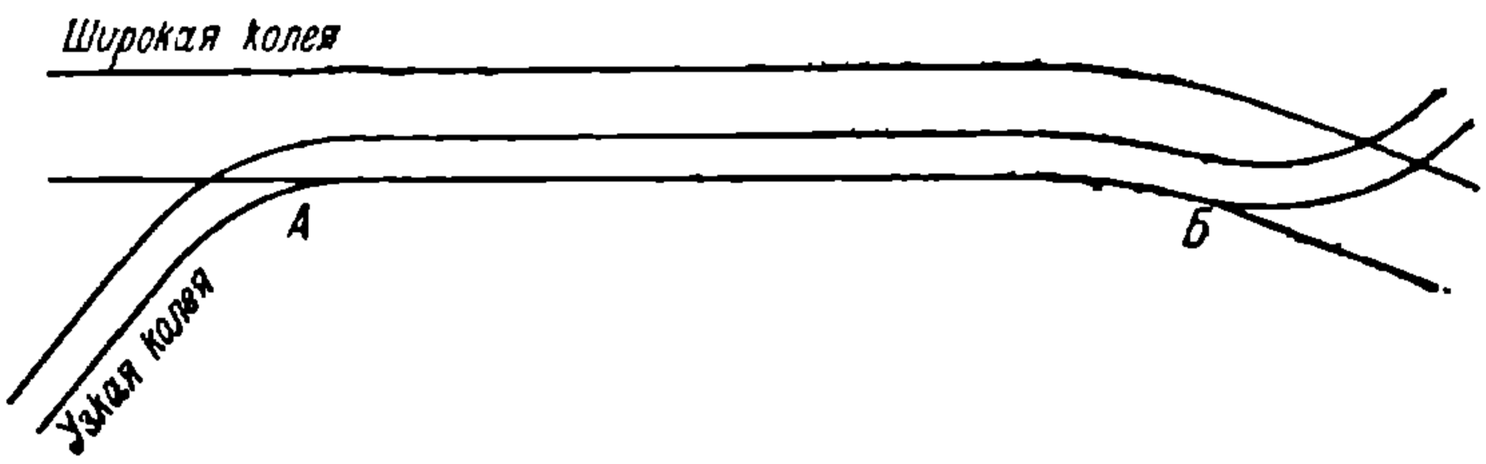


Рис. 485. Схема совмещенных путей.

Если поездов широкой колеи надо по условиям промышленного предприятия пропускать r раза больше, чем узкой, то период совмещенного обращения будет:

$$T_c = rT_ш + T_у,$$

пропускная способность при совмещенном движении:

$$N_c = \frac{1440}{T_c} \text{ (периодов) или } \frac{1440 \cdot K}{T_c} \text{ (поездов)},$$

де $K = K_ш + K_у$ — число поездов широкой и узкой колеи в периоде.

Если, например, $T_ш = 10$ мин., а $T_у = 12$ мин., то $N_c = \frac{1440}{3 \cdot 10 + 12} = 34$ периода,

ли $34 \cdot 3 = 102$ поезда или пары широкой колеи и 34 поезда и пары широкой узкой колеи, а всего $N_c = 136$ поездов каждого направления или соответственно пар и той и другой колеи.

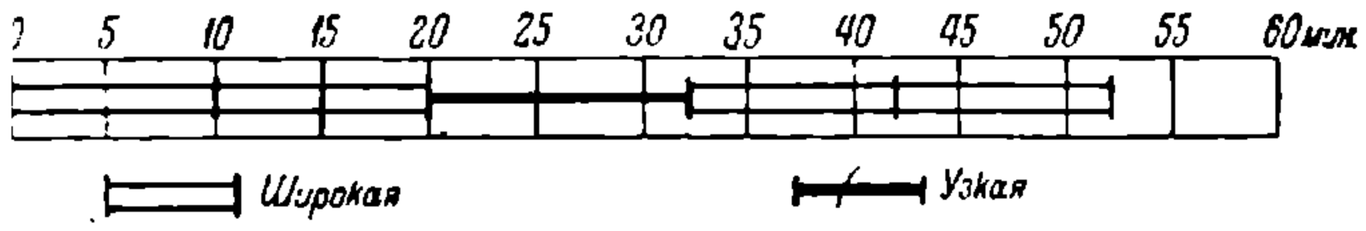


Рис. 486. График пропускной способности совмещенных путей.

При иных соотношениях получим, конечно, другие результаты. Соотношения можно установить по грузовому потоку каждой колеи.

Пропускную способность совмещенных путей можно определить и графически.

Построим пятиминутную сетку графика того же участка *АБ* за час, несколько часов, за сутки (рис. 486). Допустим, что нам известно требуемое за этот промежуток времени количество поездов широкой колеи и расписание их прохода по участку *АБ*. Нанесем в выбранном масштабе на начерченную сетку время $T_ш$, обозначив его двумя жирными линиями. Оставшиеся на графике после их укладки белые поля дадут возможность уложить и известное количество поездов узкой колеи ($T_у$),[1] связанных контактно.

§ 39. Методы развития пропускной способности.

Если применение и развитие стахановско-кривоносовских методов и принятые меры регулирования все же не дают возможности освоить предъявляемый производством грузовой и пассажирский поток, то приходится поднять вопрос

[1] Одна жирная линия.

НБ УДУНТ (ДИТ)

об увеличении пропускной способности. К разрешению его следует подходит весьма осторожно: методов усиления очень много и каждый из них следует применять только в соответственных случаях. Одни очень просты, легко и быстро приводятся в исполнение, не требуя почти никаких затрат и давая известный эффект. Другие более эффективны, но требуют бо́льших затрат, большего времени для своего выполнения. Третьи, наконец, требуют большего времени и очень значительных затрат, но дают наибольшие результаты.

Выбор того или иного метода усиления пропускной способности зависит от целого ряда факторов экономического и технического характера. В каждом отдельном случае один способ может дать большие или меньшие результаты. Могут быть даже случаи, когда неправильно выбранный или неправильно примененный метод увеличения пропускной способности вызовет ее уменьшение. Для того чтобы остановиться на каком-либо из них, необходимо установить требуемые потоками размеры пропускной способности. Затем последовательно подсчитывать результаты, получаемые при применении тех или иных мероприятий, и те капиталовложения и эксплоатационные расходы, которые вызывает каждое из них. Сопоставление полученных результатов и даст возможность определить наиболее экономичный вариант.

Все существующие методы усиления пропускной способности рельсовых путей промышленных предприятий можно разбить на следующие две основные группы:

1) методы организационно-технические, не требующие значительных затрат и большого количества времени для своего проведения;

2) методы реконструктивные, требующие капиталовложений и большего времени для проведения.

Организационно-технические методы можно также разделить на две подгруппы:

а) влияющие на работу локомотива и поезда и

б) влияющие на порядок движения.

Методы реконструктивные, требующие капиталовложений, в свою очередь, можно разбить на две категории:

а) относящиеся к усилению подвижного состава и

б) относящиеся к изменению неподвижных устройств.

§ 40. Организационно-технические методы увеличения пропускной способности.

К первой группе этих методов должны быть отнесены:

1) Широкое использование и внедрение на промышленном транспорте всех стахановско-кривоносовских способов увеличения технических и коммерческих скоростей, веса поезда, повышения сцепления ведущих колес с рельсами при помощи лучшего использования песка, повышение форсировки котла паровозов и шунтировки при электротяге, лучшее использование профиля участка и силы тяжести поезда, уменьшение интервалов и простоев поездов и т. п.

Огромное значение имеет развивающееся на транспорте промышленных предприятий движение за повышение веса поездов, что может дать большие результаты на ветвях и линиях сырьевых и других разработок и заводских ветвях.

2) Применение такого рода мероприятий, которые изменяют порядок движения поездов, например — введение параллельного участка взамен непараллельного, введение непарного графика, отправление вслед и т. п.

Рассмотрим эти мероприятия.

На линиях промышленных предприятий и заводских площадках движение бывает чаще всего непараллельным. Для увеличения пропускной способности может в некоторых случаях помочь установление движения всех поездов с одной скоростью, т. е. применение параллельного графика.

При этом, как это установлено основными правилами движения, на перегоне одновременно находится только один поезд, и поезда разграничены между собой пространством, т. е. целым перегоном.

НТБ УДУНТ (ДИТ)

При соблюдении правил, ограждающих безопасность движения, в целях увеличения пропускной способности можно допустить отправление в с л е д, т. е. разграничением поездов временем.

Метод этот заключается в том, что на перегонах с благоприятным профилем, где нет резких переломов профиля и кривых, глубоких выемок и т. п., в с в е т л о е в р е м я разрешается вслед за одним поездом отправлять на тот же перегон через 10 минут другой поезд того же направления.

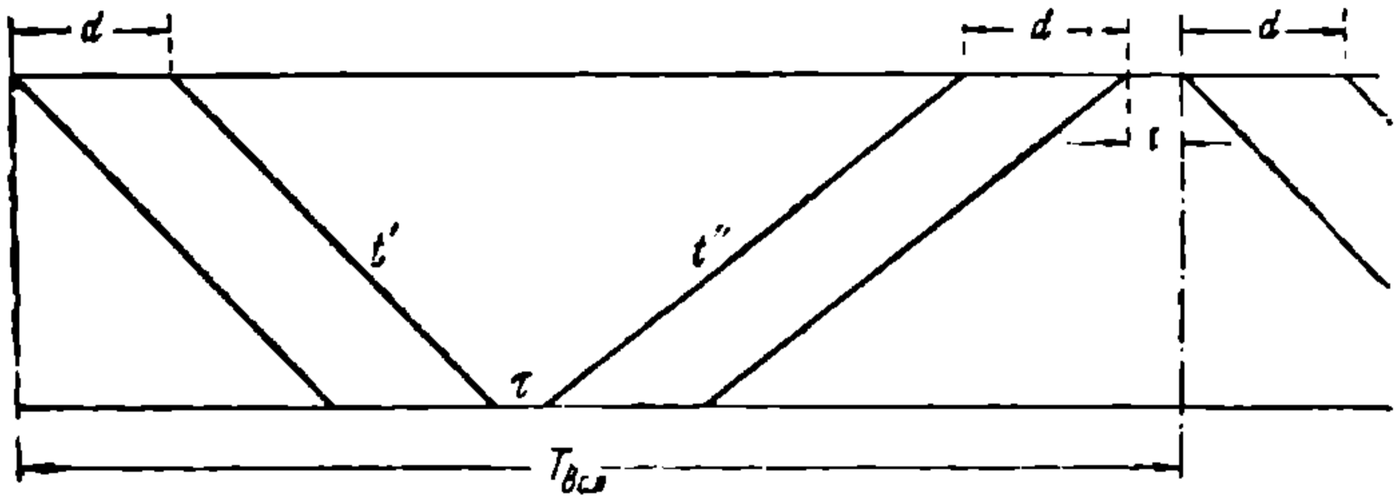


Рис. 487. Параллельный график с отправлением вслед на однопутном участке.

Отправлять вслед можно лишь такой поезд, скорость которого равна или меньше скорости поезда, идущего впереди. Вслед можно отправлять только один поезд. Абсолютно запрещено отправлять вслед поезда, перевозящие людей или взрывчатые вещества, при движении вагонами вперед, во время тумана, метели и если первому поезду предстоит остановка на перегоне.

Определить пропускную способность при отправлении вслед можно следующим образом. На рис. 487 изображен трудный перегон однопутной ветви, на котором расположен парный график движения поездов вслед. Как уже говорилось, отправлять вслед можно лишь в светлое время. Допустим, что в данной местности в рассматриваемый период времени можно для этого располагать 16 часами.

Из чертежа видно, что при отправлении вслед на однопутном участке период обращения поездов будет:

$$T_{всл} = 2d + t' + t'' + 2\tau,$$

а пропускная способность (за 16 часов):

$$N_{всл} = \frac{16 \times 60}{T_{всл}}.$$

На двупутном перегоне получим соответственно (рис. 488):

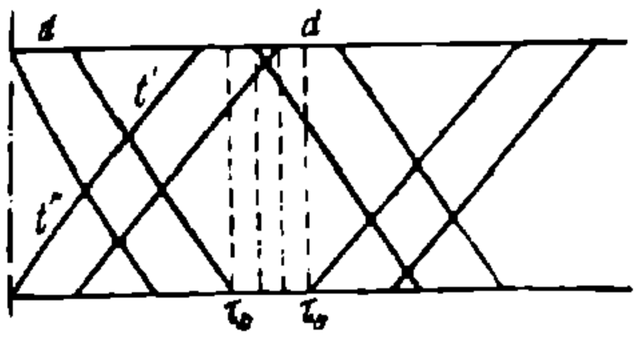


Рис. 488. Двупутный график с отправлением вслед.

$$T'_{всл} = d + t' + \tau_n,$$

$$T''_{всл} = d + t'' + \tau_n,$$

а

$$N'_{всл} = \frac{16 \times 60}{T'_{всл}} \quad \text{и} \quad N''_{всл} = \frac{16 \times 16}{T''_{всл}}$$

Подставив числовые данные и сравнив с обыкновенным графиком за такой же период времени, можно убедиться, что метод отправления вслед дает значительное увеличение пропускной способности.

Отправление вслед может, конечно, быть применено не только при параллельном, но и при непараллельном графике, и на отдельных наиболее затрудненных перегонах. На торфоразработках оно имеет значительное применение (рис. 489).

При отправлении вслед должны быть приняты особые меры предосторожности (выдача предупреждений, оповестительная сигнализация поездов и т. п.).

НВ УДУНТ (ДИТ)

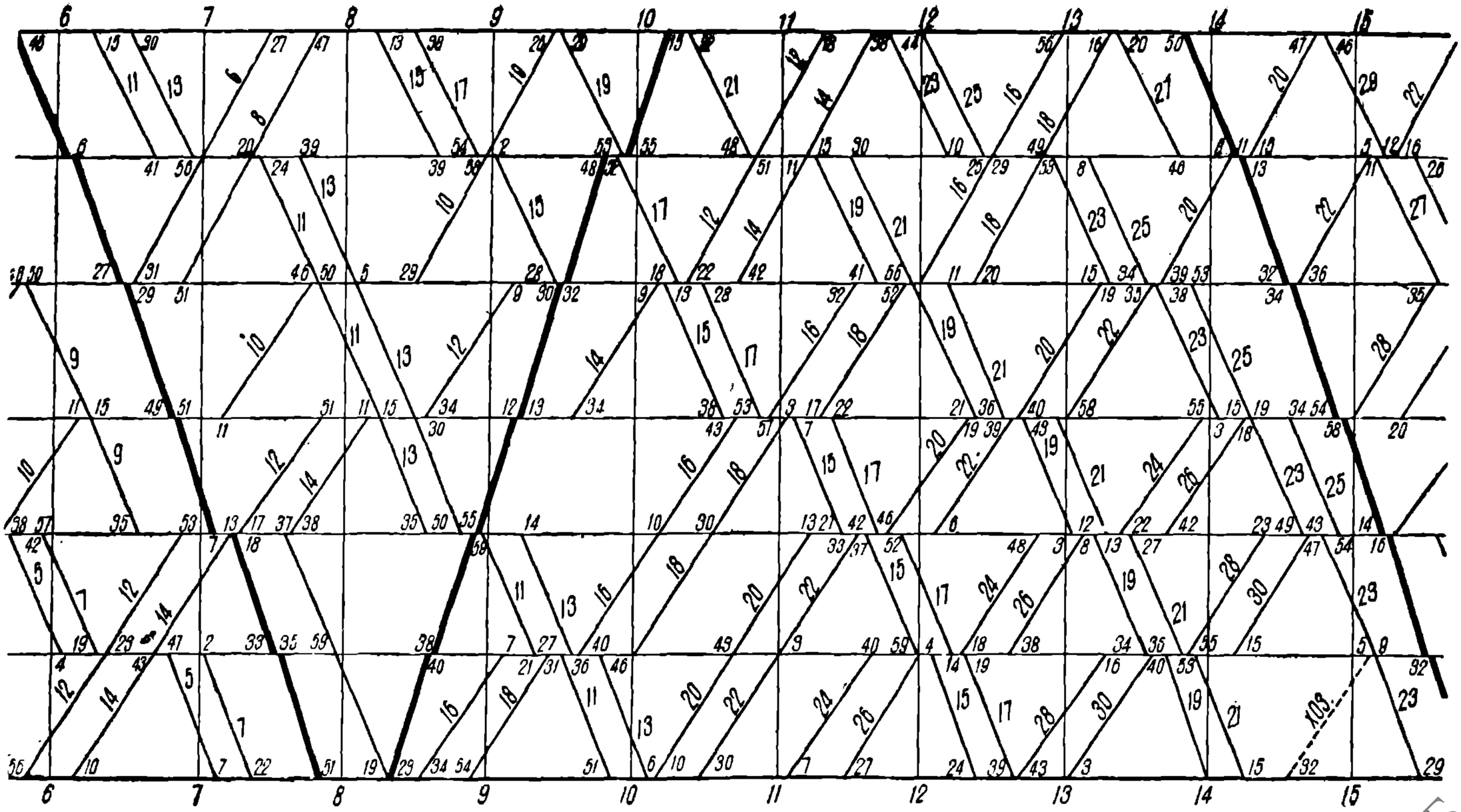


Рис. 489. Непараллельный график на однопутном участке с отправлением вслед.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Для увеличения пропускной способности в грузовом направлении можно строить графики непарными или непарными с отправлением вслед (рис. 490 и 491). Следует однако заметить, что на промышленном транспорте непарность графика допускается в исключительных случаях.

Наконец, в тех случаях, когда необходимо в самый короткий промежуток временно увеличить пропускную способность какого-либо участка промышленного транспорта, где движение совершается маневровым порядком, можно применить так называемый **караванный**[1], т. е. односторонний, с разграничением времени график, когда в нужные периоды подачи отправляются только в одном направлении.

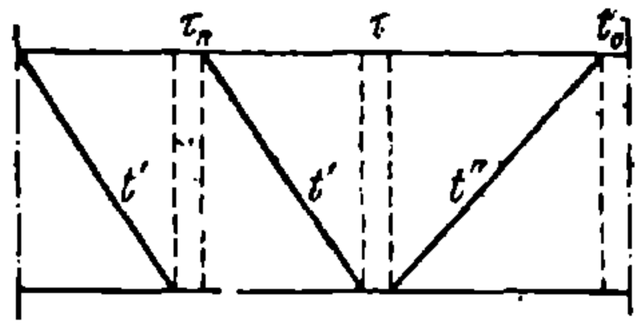


Рис. 490. Непарный параллельный график.

Допустим, например, что на завод нужно экстренно перебросить большое количество руды, угля и т. п. материалов, или, наоборот, надо гнать на рудники или в шахты большое количество порожних вагонов, платформ и т. п. Если начать выпуск подач одного направления каждые d мин. (рис. 492), то $N_{кар} = \frac{1440}{d}$ подач одного направления за сутки.

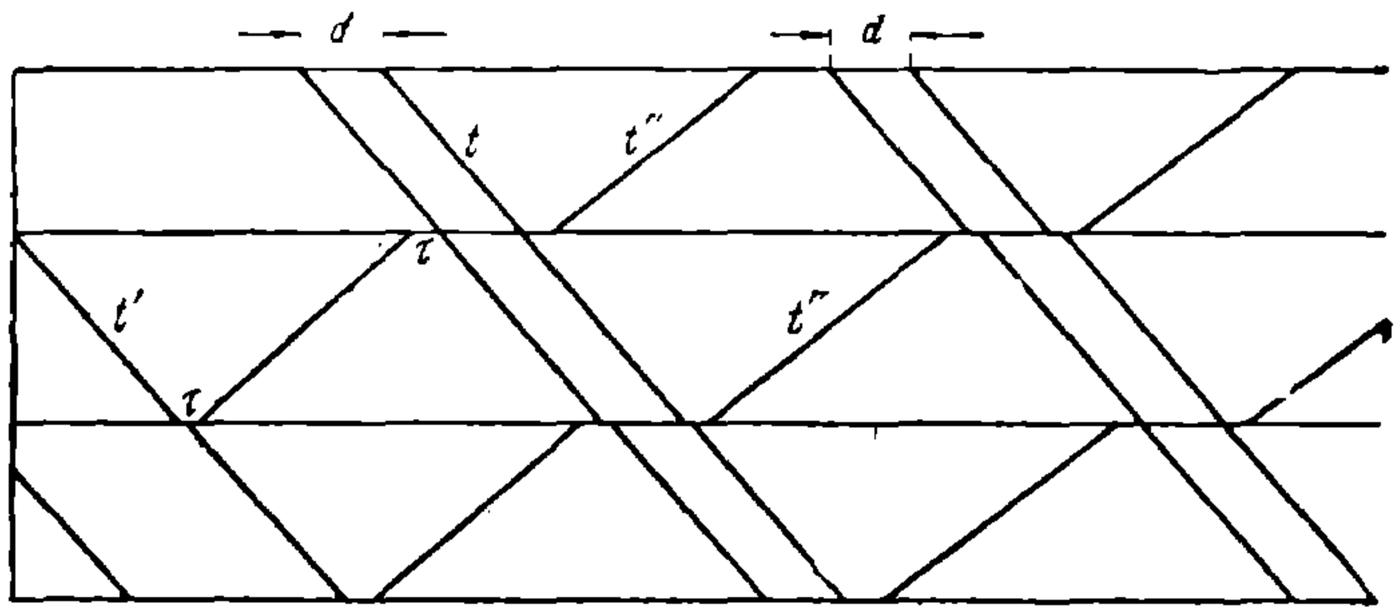


Рис. 491. Непарный параллельный график с отправлением вслед.

При этом огромном увеличении пропускной способности мы получим, однако, значительное падение участковой скорости.

Применение этого метода требует, конечно, весьма квалифицированных локомотивных бригад и принятия особых мер ограждения безопасности. На целом ряде ветвей промышленного транспорта, при небольшом протяжении и небольшой скорости, пакетное (без применения блокировки) и караванное движение (в виде исключения) могут иметь применение.

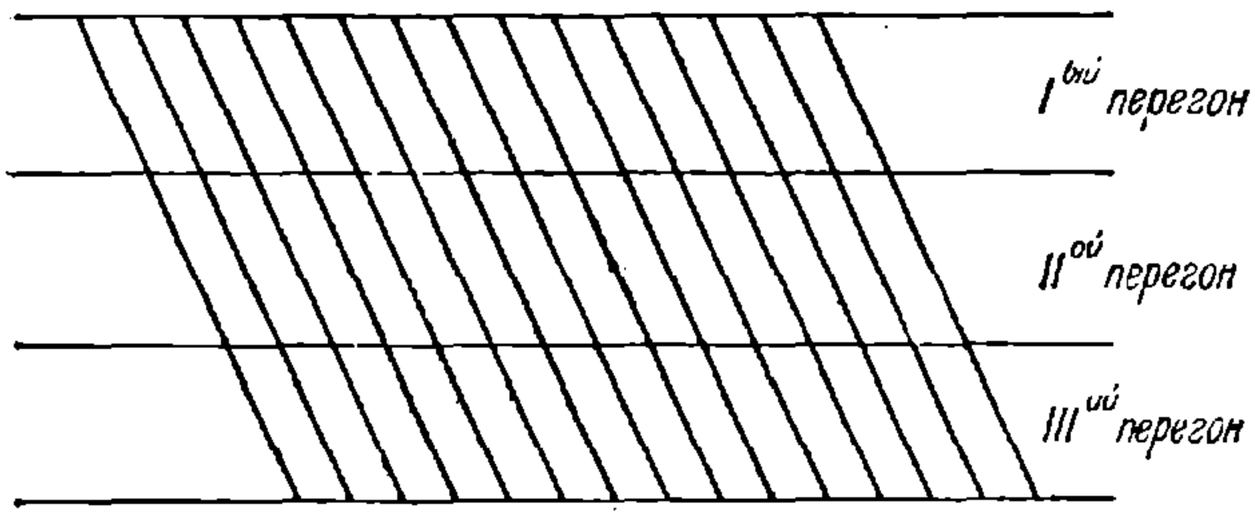


Рис. 492. Караванный график.

Для увеличения пропускной способности двупутного перегона можно пользоваться отправлением **вслед** (рис. 488) или обоими путями этого перегона для отправления поездов одного направления. Последний метод носит название отправления **по двум путям в одном направлении**. Он может применяться периодически, по мере надобности.

На двупутных участках промышленных предприятий в том же порядке, как и на однопутных, может применяться и **караванный график**. В таком случае движение целого ряда подач идет по обоим путям только в одном направлении, что удваивает пропускную способность за данный период.

Таким образом для увеличения пропускной способности рельсовых путей линий промышленного транспорта могут быть применены следующие организационные методы, влияющие на порядок движения:

[1] Терминология автора.

НБ УДУТ (ДИИТ)

На однопутных	На двупутных
1) Переход от непараллельного графика к параллельному.	1) Переход от непараллельного график к параллельному.
2) Применение отправления вслед.	2) Применение отправления вслед.
3) Применение непарного графика.	3) Периодическое отправление поездов одного направления по обоим путям.
4) Применение непарного графика с отправлением вслед.	4) Применение караванного графика (как исключение).
5) Применение караванного графика (как исключение).	

§ 41. Методы увеличения пропускной способности, относящиеся к усилению подвижных средств.

Результаты стахановского движения показывают, что в руках машиниста-кривоносовца локомотив дает значительно больший вес и скорость поезда. Заменяя слабые локомотивы более мощными, можно достичь при дальнейшем развитии стахановских методов еще бо́льших результатов и большей пропускной способности.

Замена одних локомотивов другими может быть сделана распоряжением объединения или наркомата о переброске локомотивов с одного промышленного предприятия на другое.

На целом ряде промышленных предприятий СССР и капиталистических стран этот метод получил значительное применение. И заводы и сырьевые базы стремятся переходить в некоторых направлениях движения к более мощным локомотивам или к другим более эффективным видам тяги. Большие результаты дает и м о д е р н и з а ц и я (техническое омоложение) локомотивов.

В целом ряде случаев, когда переход к более мощным локомотивам почему-либо временно невозможен, применяют д в о й н у ю т я г у или п о д т а л к и в а н и е.

Двойная тяга дает возможность увеличить скорость движения и увеличить вес поезда. И в том, и в другом случае достигается увеличение пропускной способности. Однако, с точки зрения использования двойная тяга имеет недостатки: излишний пробег одного локомотива на легких перегонах ветви, необходимость удлиненных путей на раздельных пунктах, трудность согласования работы двух локомотивов, влияние на упряжные приборы. Все эти недостатки отпадают, если двойная тяга применяется систематически и методически, и работники промышленного транспорта ее освоят.

В некоторых случаях более применимо и выгодно подталкивание, которое заключается в том, что второй локомотив (т о л к а ч) не ставится рядом с ведущим, как при двойной тяге, а подталкивает поезд, помогая ведущему локомотиву в необходимых местах. Во избежание могущего произойти разрыва поезда, подталкивающий локомотив к составу не прицепляется.

Подталкивание часто применяется при подаче больших составов на эстакады рудного двора металлургических заводов, на торфоразработках, на постоянных путях при больших подъемах и составах, на ветвях к тепло-электроцентрали при электрической тяге и на сырьевых разработках, когда на больших подъемах ставится подталкивающий электровоз.

Широкое строительство б о л ь ш е г р у з н ы х в а г о н о в, в в е д е н и е а в т о с ц е п к и и а в т о т о р м о з о в, увеличивая полезный вес поезда и безопасность движения, увеличивают и пропускную способность.

НЕ УДУЕТ (ДИТ)

§ 42. Методы увеличения пропускной способности, относящиеся к изменению неподвижных устройств.

Если указанные в предыдущих двух пунктах методы увеличения пропускной способности не могут быть применены или не дают достаточных результатов, то следует перейти к рассмотрению методов третьей группы — изменения неподвижных устройств.

Рассмотрение этих методов идет в следующей последовательности: от более простых и дешевых — к более сложным, более эффективным, но требующим больших затрат.

Первый из таких методов — замена действующих средств связи более совершенными. Этим достигается уменьшение интервала и, следовательно, увеличение пропускной способности. Кроме того, повышается и ограждение безопасности движения.

Затем, чтобы уменьшить время t' и t'' и увеличить пропускную способность, на однопутных и двупутных перегонах можно открыть телефонные пропускные посты. Разделив таким образом каждый перегон на два или несколько новых перегонов, получим для каждого из них меньшее время хода, а следовательно, и бóльшую пропускную способность. При этом, для того чтобы избежать простоя поездов на посту в ожидании освобождения перегона предыдущим поездом, необходимо по возможности новые перегоны делать идентичными, т. е. одинаковыми по времени хода поездов.

Открытие пропускных путевых постов особенно широко применяется на торфовозных и иных сырьевых ветвях промышленного транспорта при значительном движении, а также на ветвях примыкания заводов. При этом получается пачечный график движения.

В тех случаях, когда открытие путевых постов не дает достаточных результатов, на однопутных участках открывают разъезды. На двупутных — обгонные пункты. Те и другие требуют соответственного путевого оборудования.

Для устройства разъездов и обгонных пунктов необходимо подходящее место на профиле линии — горизонтальный участок или уклон (подъем) не более 0,002—0,003. Протяжение этой площадки должно соответствовать длине обращающихся составов.

В зависимости от ряда условий, открытие на перегоне слишком большого числа разъездов или обгонных пунктов повлечет за собой снижение технической скорости, что в итоге может не только не увеличить, но даже снизить пропускную способность. Кроме того, увеличение числа разъездов и обгонных пунктов может вызвать снижение коммерческой скорости.

Во многих случаях рекомендуется применение разъезда американского типа с раздвинутыми путями (рис. 493).



Рис. 493. Американский разъезд.

Такие разъезды при надлежащих мерах предосторожности допускают скрещение поездов однопутной линии на ходу и сокращают длину перегонов.

Отрицательные их свойства — необходимость длинных площадок, что не всегда имеется на профиле, и большие земляные работы.

На некоторых участках, где это технически более выгодно, вместо открытия дополнительных разъездов можно с успехом применять укладку удлиненных путей.

На рис. 494 изображен разъезд *А* и пунктиром показан удлиненный путь *БВ*. У выходной стрелки установлен особый пост *Д* для пропуска поездов. Благодаря наличию этого поста, перегон между станцией *Г* и разъездом *А* разделен на

НБ УДУНТ (ДИТ)

два отдельных перегона: от семафора станции *Г* до нового семафора у поста Д и от этого семафора до семафора *Б*. Благодаря этому время следования поездов сократится, а на перегоне с удлиненным путем может быть установлено двупутное движение, как это показано на чертеже стрелками.

Укладка таких удлиненных путей может быть широко применена на торфовозных и других линиях с большим движением.

Дальнейшим методом увеличения пропускной способности является укладка второго пути на протяжении ряда более трудных перегонов При этом возможно, что получится чередование однопутных и двупутных перегонов, так как второй путь будет сложен лишь на некоторых перегонах.

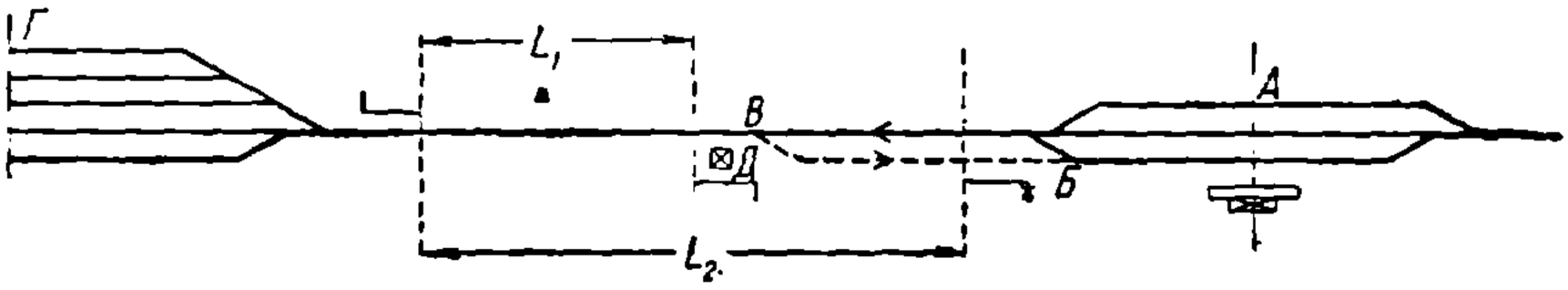


Рис. 494. Удлинение станционных путей.

При усилении пропускной способности линии открытием путевых постов разъездов, обгонных пунктов и удлиненных путей, необходима проверка пропускной способности других перегонов того же участка.

После усиления самого трудного перегона пропускную способность всей линии или участка надо будет определять по другому перегону, пропускная способность которого является меньшей. Усилив этот перегон, надо переходить к следующему, являющемуся теперь наиболее трудным и т. д.

Следующей мерой увеличения пропускной способности является укладка второго пути на целом участке или линии. В тех случаях, когда на участке имеются крутые подъемы, применяют смягчение профиля.

Эти меры требуют значительных расходов и больших работ.

Так как на время хода поездов влияет и качество верхнего строения (рельсов, шпал, балласта), то увеличения пропускной способности можно достичь и усилением верхнего строения.

Дальнейшей мерой увеличения пропускной способности на промышленном транспорте является введение электрической тяги.

Она широко применяется на подземном и наземном транспорте рудников, шахт и других сырьевых баз. На металлургических и машиностроительных заводах электрическая тяга завоевывает прочное положение (Магнитогорский, Нижне-Тагильский и другие заводы), как в пределах заводской площадки, так и на ветвях всякого рода.

При электрической тяге в большинстве случаев отпадает необходимость смягчения профиля. Наоборот, она может иметь большое значение при сосредоточенных крутых и резких переломах профиля. При электрической тяге значительно повышается скорость движения, уменьшается время хода поездов по перегону, и, следовательно, увеличивается пропускная способность.

Еще на XV партсъезде ВКП(б) было отмечено огромное значение электрификации железных дорог СССР.

После XV съезда Партия и Правительство в своих постановлениях неоднократно давали руководящие указания о мерах дальнейшего внедрения электрической тяги.

Применение блок-системы является чрезвычайно мощным средством увеличения пропускной способности. Имеется две основных блок-системы: полуавтоматическая и автоматическая (автоблокировка).

При первой — на станциях устанавливаются специальные блок-аппараты и не только входные, но и выходные семафоры, а межстанционный перегон делится блок-постами на отдельные блок-участки. Каждый блок-пост оборудован зданием поста с необходимой блок-аппаратурой и двумя (по отдельным направлениям)

НВ УДУНТ (ДИТ)

проходными семафорами. Отправление поезда может быть сделано лишь по открытому выходному или проходному семафору. Все семафоры, за исключением входных на станциях, связаны электро-механической зависимостью с соответственными блок-аппаратами. Сигналист станционного или промежуточного блок-поста может только тогда открыть свой выходной или проходной семафор, когда перегон или блок-участок, на который должен быть отправлен поезд, свободен, о чем электро-механически известит его сигналист блок-поста или станции, куда следует поезд.

На однопутных участках, оборудованных полуавтоматической блокировкой, между выходными семафором и аппаратурой станции, ограничивающей с одной стороны межстанционный перегон, и аппаратурой и выходным на тот же перегон семафором станции другого конца перегона, — в ограждение безопасности движения и одновременного выпуска поездов с двух сторон, — устанавливается электро-механическая зависимость. Благодаря этой зависимости, по взаимному соглашению обеих станций, может быть открыт лишь один из двух выходных (на один перегон) семафоров. Другой семафор, на все время нахождения поездов того же направления на этом межстанционном перегоне, заперт (заблокирован) в закрытом положении.

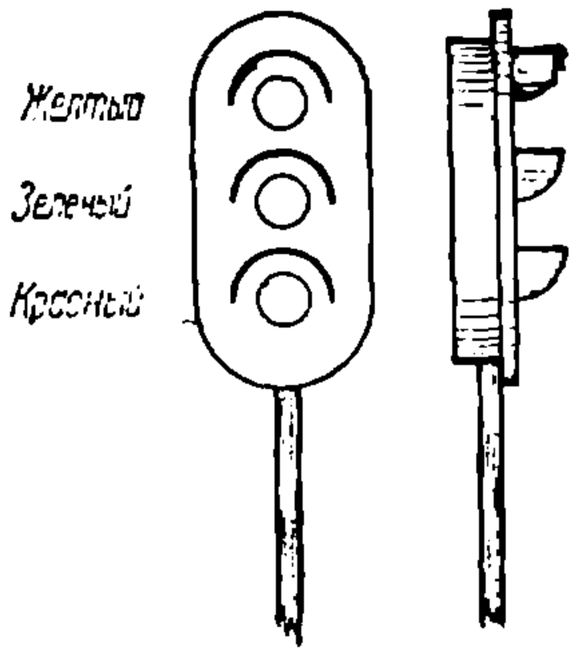


Рис. 495. Схема светофора.

При автоматической блокировке станции взамен семафоров оборудованы входными и выходными светофорами. На межстанционных перегонах взамен блок-постов устанавливаются проходные светофоры, автоматически меняющие свои огни в зависимости от положения поездов на блок-участках.

Основными огнями светофоров являются: желтый, зеленый и красный (рис. 495).

Желтый на входном светофоре дает право въезда на станцию по главному пути с пониженной скоростью. На выходных и проходных светофорах он соответственно разрешает выход и проход, а также говорит: „Тише, свободен только один блок-участок".

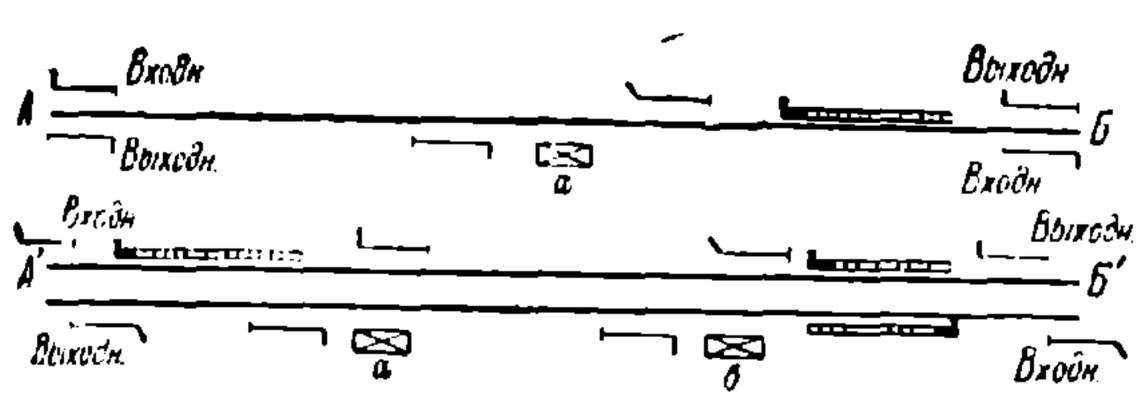


Рис. 496. Схема расположения полуавтоматической блокировки.

Зеленый огонь выходного и проходного светофоров разрешает выход на перегон и движение с установленной скоростью. Он говорит, что впереди свободны не менее двух блок-участков. Зеленый — на входном светофоре разрешает безостановочный проход станции по главному пути.

Красный огонь входного и выходного светофора запрещает вход и выход поездов, а на проходном — требует остановки, не проезжая сигнала.

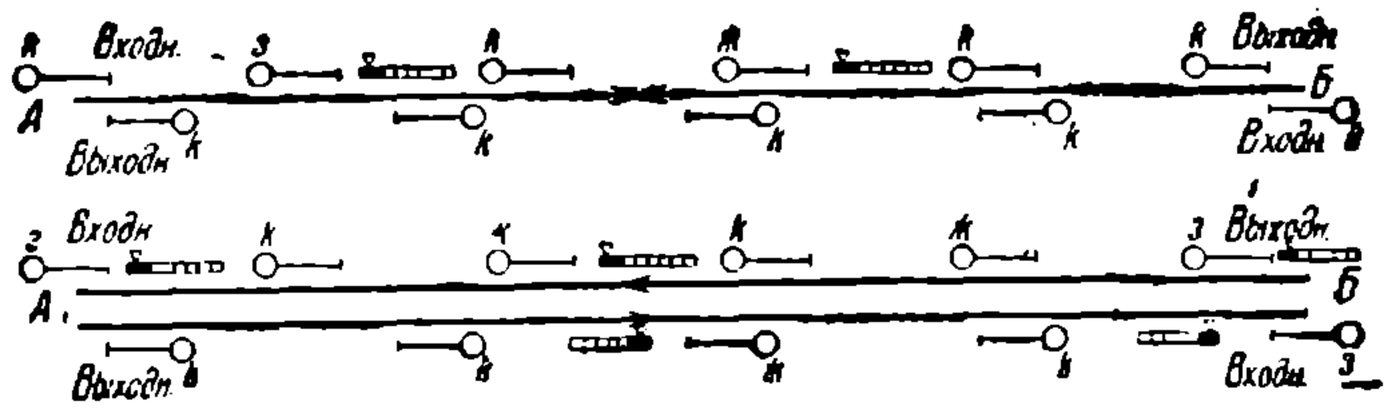


Рис. 497. Схема расположения автоблокировки.

Значение путевой блокировки (полуавтоматической и автоматической) в отношении пропускной способности и ограждения безопасности — огромно. Особые преимущества имеет автоблокировка, которая автоматически, благодаря наличию рельсовых электрических цепей, сигнализирует о нахождении на блок-участке оторвавшихся вагонов, порче пути и т. п.

В отношении эксплоатации автоблокировка гораздо проще, чем полуавтоматическая, требует значительно меньшего штата и капиталовложений, и т. п.

НБ УДУНТ (ДНТУ)

Если при автоблокировке поезда следуют под зеленый огонь, то попутные поезда разделены друг от друга не менее, чем двумя блок-участками. Если они следуют под желтый огонь, — одним. Длина каждого блок-перегона зависит от разных условий и колеблется от 250 до 2000 *м*. В зависимости от профиля блок-перегона и всех условий движения, интервал между поездами может быть различен. Во всяком случае при этом получается пакетное движение. Число поездов в каждом пакете зависит от тех причин, которые были указаны выше, т. е. длины блок-перегонов, их числа и времени хода поездов на каждом из них.

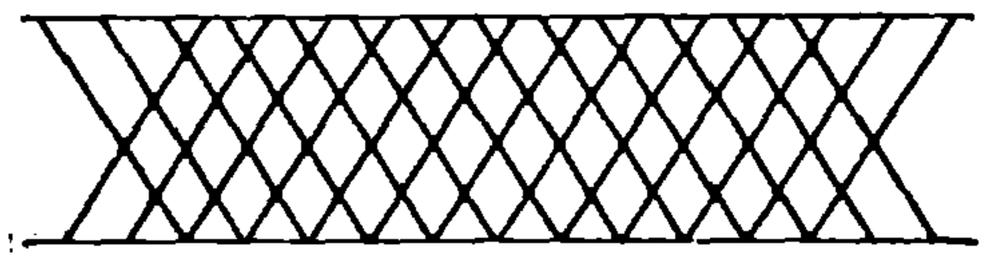


Рис. 498. Пакетный график на двупутном участке при автоблокировке.

При блокировке движение может быть парным или непарным, параллельным или непараллельным.

На рис. 496 и 497 показаны схемы полуавтоматической и автоматической блокировки на однопутном и двупутном перегоне. Буквами *а* и *б* обозначены путевые блок-посты. Буквами *к*, *ж* и *з* на светофорах обозначены соответственно огни красный, желтый и зеленый.

На рис. 496 показан график при полуавтоматической блок-системе и двух поездах в пакете на однопутном участке, а на рис. 498 график при автоблокировке на двупутном.

С огромным развитием в III пятилетке производительности заводов черной металлургии, угольных и сырьевых разработок, на промышленном транспорте придется переходить и к автоблокировке и др. методам увеличения пропускной способности.

ГЛАВА XI.

ЭКСПЕДИТОРСКИЕ ОПЕРАЦИИ. ОФОРМЛЕНИЕ ПЕРЕВОЗОК.

§ 43. Экспедиция.

Каждый перевозимый по промышленным железным дорогам груз должен быть соответственно принят, подготовлен к отправлению, оформлен для перевозки и затем сдан получателю грузов. Весь цикл этих операций совершается на промышленном транспорте специальным экспедиторским аппаратом.

В зависимости от рода промышленного предприятия и его грузооборота экспедиторские операции могут быть более или менее значительными. Так, например, на заводах, имеющих большой внешний и внутренний грузооборот, работа экспедиции будет значительно больше, чем на торфоразработках; на последних оформление внутренних перевозок делается при помощи поездных документов работниками движения.

Соответственно роду операций экспедиционные работы и аппарат можно разделить на внешние и внутренние.

При внешних перевозках экспедиция выполняет и оформляет прием прибывших на предприятие вагонов и грузов, оформляет их передвижение по промышленным железнодорожным путям и сдает их цехам-получателям или складам. При отправлении продукции предприятия, экспедиция принимает груз от цеха или склада, подготовляет к погрузке, оформляет перевозку по внутризаводским путям и по магистральному транспорту, и затем сдает груз и вагоны работникам последнего или городским потребителям. В зависимости от этого внешняя экспедиция может делиться на экспедицию по прибытию и экспедицию по отправлению.

На некоторых промышленных предприятиях на внешнюю экспедицию возложены лишь операции по приему и сдаче вагонов НКПС, а все дальнейшее оформление последних передано внутренней экспедиции.

Все операции по приему и оформлению грузов и перевозок, совершающихся в пределах промышленного транспорта и в подвижном составе предприятий, возложены на внутреннюю экспедицию. Участниками транспортного процесса здесь являются:

НБ УГЛТУ (ДНТ)

1) цех или склад (отправитель груза);
2) служба эксплоатации (движения) — перевозчик;
3) цех или склад (получатель);
4) экспедитор, оформляющий приемо-сдаточные операции.

Точное оформление и учет совершаемых перевозок необходимы, и без них не может существовать правильный хозрасчет.

В круг обязанностей работников экспедиции входит:

а) руководство работами по погрузке и разгрузке;

б) наблюдение за тем, чтобы подаваемые под погрузку вагоны были очищены, а в случае необходимости — снабжены брезентами для укрытия;

в) наблюдение за тем, чтобы работники транспортного цеха (отдела, управления) при перевозках обращались аккуратно с грузами;

г) своевременное документальное оформление приема и сдачи грузов;

д) наблюдение за соблюдением при погрузке, перевозке и разгрузке правил по технике безопасности;

е) предупреждение и устранение всех задержек, которые могут возникнуть при приеме, перевозке и сдаче грузов.

При отправлении готовой продукции промышленного предприятия на магистральный транспорт, участниками транспортного процесса являются:

1) отдел сбыта (отправитель) или по его указанию цех или склад;
2) служба эксплоатации (движения) — перевозчик;
3) экспедитор (оформление перевозок и сдачи);
4) магистральный транспорт (приемщик).

Аппарат внутренней и внешней экспедиции либо входит в состав транспортного цеха (отдела, управления), либо представляет собой самостоятельный орган, подчиненный коммерческому директору.

Мы считаем, что, в интересах правильной организации всего транспортного процесса, первое более целесообразно.

§ 44. Оформление перевозок.

На магистральных железных дорогах основным перевозочным документом является накладная, заполняемая отправителем груза.

На промышленном транспорте, в особенности заводском, — в отношении перевозок очень сложном, — необходимо каждую перевозку оформлять соответственным образом.

Подобный грузовой документ должен быть простым, но в нем должны иметь отражение все операции, произведенные при перевозке грузов. Должно быть указано: какой груз, откуда и куда следовал, кто был отправителем и получателем.

Такой документ называется заявкой-накладной (таблица 104).

Заявка-накладная пишется в трех экземплярах под копирку: первый экземпляр — заявка-накладная, второй экземпляр — талон к ней, и третий экземпляр — корешок к ней.

При заполнении этой заявки-накладной все данные должны быть подтверждены подписями цеховых экспедиторов и работников промышленного транспорта.

На местах (складах, цехах, внутризаводских станциях и постах, районах) необходимо вести грузовые книги (по прибытию и отправлению), а также книги по погрузке и выгрузке, характеризующие работу по этим операциям (номера вагонов, род груза, время подачи под погрузку или выгрузку, время фактического приступа к ним, продолжительность, способ работ и количество затраченной рабочей силы).

§ 45. Взаимоотношения с магистральным транспортом.

Огромное значение в отношении правильной организации перевозок имеет установление правильных взаимоотношений между промышленным и магистральным транспортом. На основании утвержденных и действующих ныне „Правил на

НБ УГУНТ (ДИТ)

ТАБЛИЦА 104. *Лицевая сторона*

В Транспортный цех. От ..... Цеха / Склад
Наименование заявителя

По перевозочному заказу № .....

ЗАЯВКА-НАКЛАДНАЯ № ..... 193...

Порожняк ..... к ...час. ... „ ... " ... 193...
Количество и вид перевозочн. средств

В ..... цех / склад на путь № ..... под погрузку кран. / ручн. средствами тр. цех / цеха отп

Подавать к 11 час. накануне дня совершения перевозки

ПОДАТ

Наименование груза	Катег.	№ пр. заказа	Данные: Кол.	Данные: Вес	Вес по данн. тр. цеха	Стоимость единицы	Сумма	Примечание

Груженые с перев. / без перев. под выгрузку кран. / ручн. средств тр. цеха / цех. получ. в ..... цех / склад

Согласовано с цехом-получателем ..... на ..... путь

„ ..... " 193 ... г. ... часов *Экспедитор цеха* .....

Для выполнения: № по книге заявок .....

В ..... район „ ..... " ..... 193 г. в смену ..... очередь .....

Ст. диспетчер ..... *Планировщик*

Сдал заявку к выполн.

„ ..... " 193 ... г. ... ч. ... м

Деж. ... *района*

Оборотная сторона

Перев.-средства №№	Перев.-средства Тип	Откуда взять порожняк	Перев. средства №№	Перев. средства Тип	Откуда взять порожняк

	Время произв. операций: Час.	Мин.	Принял	Сдал
Порожняк Паровоз №				
1. Поставлен под погрузку				
2. Окончен погрузкой				
3. Простой по вине трансп. цеха / цеха отправл.				
Груженые Паровоз №				
1. Убраны из-под погрузки				
2. Поставлены под выгрузку				
3. Окончены выгрузкой				
4. Простой по вине трансп. цеха / цеха получат.				

Наименование произведенной работы	Дальность возки (в метрах)	Количество	Стоимость перевозки: Ст. единицы Руб.	Коп.	Сумма Руб.	Коп.	Примечание
Перевезено груза		тонн.-кл.					
Погр.-разгр. работы		тн.					
Простой		час.					
			Итого				

Оператор .....

Бухгалтер транспортного цеха .....

НБ УДУНТ (ДИТ)

эксплоатацию подъездных путей“ (ветви примыкания), эти взаимоотношения должны базироваться на специальных договорах, в основном предусматривающих:

1) порядок содержания и ремонта подъездного пути, а также надзор за его исправностью;

2) порядок распределения расходов на предусмотренные договором работы;

3) порядок и размер приема, подачи, уборки и сдачи грузов и вагонов НКПС (график движения);

4) порядок и место их оформления;

5) маневровую работу и вопросы маршрутизации поездов;

6) установленную норму времени погрузки и выгрузки (по разным грузам и родам подвижного состава);

7) установленную норму оборота вагонов НКПС на промышленном предприятии (по разным грузам и родам подвижного состава);

8) срок действия договора и порядок его изменения;

9) всякого рода другие местные вопросы.

ГЛАВА XII.

ОРГАНИЗАЦИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ.

§ 46. Основные положения.

Обеспечение безопасности движения на путях предприятий является первой и важнейшей задачей транспортного цеха (отдела, управления) и, в частности, службы эксплоатации (движения). Еще весной 1935 г., говоря об авариях вагонов НКПС, тов. Л. М. Каганович указывал, что они калечатся на подъездных путях промышленных предприятий. Необходимо стремиться к тому, чтобы совершенно изжить крушения и аварии, которые портят локомотивы, вагоны, пути и другие сооружения, грузы и вызывают перепростой вагонов НКПС и другого подвижного состава, а иногда и несчастия с людьми.

С 1 октября 1936 г. на магистральном железнодорожном транспорте введены разработанные под непосредственным руководством наркома путей сообщения Л. М. Кагановича „Правила технической эксплоатации“.

„... Правила технической эксплоатации определяют систему организации движения поездов, содержание железнодорожных устройств и порядок работы железных дорог и работников железнодорожного транспорта.

Правила технической эксплоатации железных дорог устанавливают размеры, нормы и качественные требования по постройке и содержанию железнодорожных сооружений, пути, мостов, сигнальных устройств, подвижного состава, оборудования и механизмов.

Правила технической эксплоатации устанавливают порядок движения поездов по графику, приема и отправления поездов, следования их по перегонам и пользования сигналами.

Точное и беспрекословное выполнение настоящих правил технической эксплоатации, в особенности порядка ограждения работ, освещения и соблюдения сигналов, содержания подвижного состава и пути в исправном состоянии, организации правильного приема и отправления поездов обеспечит безопасное, безаварийное железнодорожное движение“ [1].

Эти правила являются основным законом каждого железнодорожника. С 1 января 1937 г. они введены и на транспорте промышленных предприятий с некоторыми дополнениями и изменениями, вызываемыми спецификой работы промышленного транспорта (приказ НКТП от 7 декабря 1936 г. № 1926). Так как на предприятиях тяжелой промышленности имеется большое количество узкоколей-

[1] См. Введение к ПТЭ, изд. 1936 г., стр., 9 и 10.

НБ УДУТ (ДИТ)

ных путей, имеющих свои особенности, — в 1938 г. Главным транспортным управлением НКТП разработаны и введены в действие Правила технической эксплоатации на железнодорожных путях узкой колеи НКТП.

Неразрывно связаны с ПТЭ и вытекают из них: 1) инструкция по движению поездов на железных дорогах СССР (изд. 1938 г.) и 2) инструкция по сигнализации на железных дорогах (изд. 1938 г.).

Правила технической эксплоатации требуют, чтобы пути и подвижной состав находились в таком состоянии, чтобы движение было безопасно. Для этого они должны правильно содержаться, периодически осматриваться и ремонтироваться.

Поезда должны быть так составлены, чтобы движение было безопасно. В состав должны быть поставлены только технически годные вагоны.

Запрещается ставить в поезда:

1) вагоны технически неисправные, угрожающие безопасности движения;

2) груженые вагоны с неравномерной осадкой рессор сверх установленных допусков;

3) вагоны, имевшие сход с рельсов или бывшие в поездах, потерпевших крушение или аварии, впредь до осмотра их и признания годными для движения;

4) вагоны, не имеющие трафарета о производстве установленных видов ремонта, за исключением вагонов, следующих с заводов по особым документам — как груз на своих осях;

5) платформы с грузом, выступающим за пределы буферных стаканов и очертаний габарита, если о следовании таких платформ не будет дано особых указаний;

6) платформы, соединенные более двух под общим грузом, если они не приспособлены к такой перевозке;

7) вагоны, оборудованные ручными тормозами и загруженные взрывчатыми и отравляющими веществами, за исключением грузов, предусмотренных особым списком, рассылаемым по дорогам.

Автотормоза вагонов, загруженных взрывчатыми веществами, должны быть выключены.

Запрещается ставить в пассажирские поезда:

1) вагоны со взрывчатыми, отравляющими, боевыми, самовозгорающимися, легкогорючими, едкими и зловонными грузами;

2) вагоны с просроченными против установленных сроков периодическим ремонтом, осмотром тормозов и ревизией букс;

3) электровагоны, имеющие перепробег против установленных норм, если не имеется соответствующей отсрочки.

Все поезда должны быть не менее принятой весовой нормы для установленного графика движения. Длина не должна быть больше длины приемо-отправочных, разъездных и обгоночных путей на участке обращения данного поезда. При необходимости пропуска длинносоставных поездов, — однако не свыше полезной длины двух станционных путей, — это может быть сделано по распоряжению начальника промышленной дороги (транспортного цеха) с одновременным установлением точного порядка такого пропуска.

В товарных поездах (кроме сборных, хозяйственных и передаточных), составленных из разных (двух-, трех- и четырехосных) вагонов, запрещается ставить четырехосные вагоны в хвост поезда (в последней трети).

В порожних составах подборка вагонов по количеству осей не требуется. Если поезд полностью снабжен автосцепкой, подборки вагонов по количеству осей и весу не требуется. Если поезд составляется из груженых и порожних вагонов, то порожние трехосные и двухосные вагоны весом брутто менее 12 *т* ставятся в хвосте поезда одной группой.

Для пересылки больных вагонов существуют определенные правила. Такие вагоны можно ставить в поезд, если их ходовые части вполне исправны, а болен только кузов. В таком случае они пересылаются в хвосте товарных поездов — не более 6 осей за последним тормозным вагоном.

НГУ УКУНГ (ДГТ)

Расстановка вагонов в поезде, например вагонов со взрывчатыми веществами, с легкогорючими, опасными грузами, предусматривается специальными инструкциями и требует точного выполнения, иначе движение такого поезда может быть опасным.

В поездах, следующих на автотормозах, тормозные вагоны должны размещаться так, чтобы количество осей с пролетными трубками в одной группе было:

1) вслед за локомотивом — не более 12;

2) между автотормозными вагонами — не более 16; в хвосте поезда перед последним автотормозным вагоном — не более 6 осей.

В поездах, составленных из груженых и порожних вагонов, в порожней части не должно быть больше включенных тормозов, чем в первой.

В поездах, следующих целиком или частично на ручных тормозах, размещение последних должно быть равномерно. Чрезвычайно важным с точки зрения безопасного следования поезда по перегону является расчет требуемого количества тормозов и порядок сцепления поездов.

В ПТЭ приведены специальные таблицы, дающие возможность в зависимости от веса, скорости поезда и уклона подсчитать количество тормозов, необходимое для остановки поезда на установленной длине торможения.

При слабой ручной винтовой стяжке, которая еще существует на промышленном транспорте, чрезвычайно важно наблюдать, как сцеплен поезд.

При сцеплении товарных вагонов необходимо свинчивать рабочую стяжку до соприкосновения буферных тарелок. Сцепление должно быть двойным. Сцепление автосцепки с винтовой на маневрах производится стяжкой, зацепляемой за ухо автосцепки.

Ни один поезд не может быть отправлен на перегон без ведома и приказания лица, распоряжающегося данным перегоном. При наличии связи между раздельными пунктами, таким лицом является дежурный по пункту отправления. На однопутных участках он должен предварительно получить согласие дежурного по соседнему пункту; на двупутных — он предварительно должен получить уведомление о прибытии на соседний пункт последнего, отправленного перед этим по тому же направлению поезда.

Отправление нужно так оформить, чтобы бригада поезда была убеждена, что выход на перегон действительно разрешен. Это выполняется различными способами. Способ сношений по телеграфу уже несколько устарел и на промышленном транспорте не применяется. Более прост способ движения по телефонным сношениям. При первом — сношения станций оформляются телеграфно и главному кондуктору и машинисту выдается путевая телеграмма или записка, дающая право отправляться на перегон; при втором — дается путевая телефонограмма. Гораздо лучше и безопаснее электрожезловая система, которую применяют на однопутных участках. Еще безопаснее и совершеннее автоблокировка, о которой уже говорилось выше.

На ряде торфопредприятий и других сырьевых разработок (рудники, карьеры всякого рода) до сих пор иногда применяется непредусмотренный Правилами технической эксплоатации способ командования движением поездов. При этом способе на ряде раздельных пунктов нет дежурных по пунктам, нет жезловой или иной системы ограждения безопасности движения поездов по перегонам. Все командование сосредоточено в руках дежурного диспетчера района или всего транспорта. Без его распоряжения ни один поезд не может выйти на перегон. Распоряжения эти передаются по телефону диспетчером непосредственно дежурному по линейному пункту (станции, посту, разъезду и др.) или стрелочнику, где нет дежурных по пунктам. При этом поезду не выдается каких-либо путевых или разрешений, а по сигналу стрелочника или дежурного по станции он отправляется на перегон. При этом способе линейные (раздельные) пункты часто не ограждаются сигналами. Впрочем, на целом ряде предприятий при этом же способе установлена сложная сеть входных, выходных и проходных светофоров упрощенной конструкции (например, Шатура, Запорожсталь и другие).

НБ МГУДТ (ДТ)

Мы считаем, что в целом ряде случаев, особенно на узкоколейных путях при сравнительно незначительных скоростях, вполне возможно допустить централизованное командование движением поездов на целом ряде перегонов и участков. Однако этот вопрос, имеющий серьезное значение с точки зрения безопасности движения, должен быть соответственно разработан и оформлен.

Огромное значение имеет весь порядок подготовки станций к приему поезда. Поэтому для каждого раздельного пункта внутризаводского пути, разъезда или станции разрабатываются так называемые технико-распорядительные акты и весь порядок приема поездов. В этих актах должны быть указаны: распределение путей, нормальное положение стрелок, какие из них должны быть заперты, у кого хранятся ключи. Кроме того, в акте указываются все те данные, которые могут иметь важное значение при приеме поездов.

К технико-распорядительному акту для ориентировки у работников промышленного транспорта должен быть приложен схематический план путей данного раздельного пункта, подходы к нему, место расположения входных сигналов и т. п.

§ 47. Борьба с крушениями, авариями и нарушениями ПТЭ.

Тов. Л. М. Каганович на совещании работников ж.-д. транспорта (1—9 апреля 1935 г.) говорил:

„Большинство работников транспорта считает, что крушения — явление совершенно неизбежное. Вот против таких настроений и направлено острие приказа о борьбе с крушениями. Чтобы успешно повести миллионы железнодорожников на борьбу с крушениями, нужно, чтобы основные кадры — командиры — были уверены в победе!"

Необходимо, чтобы и на промышленном транспорте велась энергичная борьба с авариями. Для этого необходимо, чтобы дирекция промышленных предприятий и транспортные цеха (отделы, управления) приняли целый ряд мер:

1) внедрили в сознание работников недопустимость крушений, аварий всякого рода и случаев нарушения ПТЭ;

2) изучили и обобщили опыт работы передовых стахановцев;

3) подняли квалификацию работников промышленного транспорта путем проведения лекций, открытия курсов переподготовки и т. п.;

4) открыли при транспортных цехах (отделах) учебно-методические кабинеты, оборудованные всякого рода макетами, приборами, чертежами и т. п., на которых можно было бы изучать вопросы безопасности движения и эксплоатации вообще;

5) провели гостехэкзамен;

6) снабдили недостающими сигналами и сигнальными принадлежностями как путевые устройства, так и работников промышленного транспорта;

7) разработали недостающие должностные инструкции;

8) вели непрерывный контроль за выполнением ПТЭ и инструктаж;

9) вели строгий учет, расследование и анализ всех случаев нарушений ПТЭ.

Приказом Главного транспортного управления НКТП от 5/VII 1938 г. № 485а установлен порядок производства проверочных испытаний работников железнодорожного транспорта предприятий тяжелой промышленности. Введены:

1) первоначальные испытания; 2) проверочные при перемещении на более высокую должность; 3) периодические (не реже 1 раза в год) в период несения службы.

Требуется знание ПТЭ, инструкций по движению поездов, по сигнализации, соответственно текущего содержания путей, подвижного состава, устройств СЦБ и всех относящихся положений и приказов.

Испытаниям подвергаются работники: 1) непосредственно обслуживающие движение; 2) руководящие движением; 3) обеспечивающие полную исправность пути, подвижного состава и всех устройств, связанных с движением.

Главным транспортным управлением разработана подробная инструкция о порядке расследования, учета и анализа крушений, аварий и брака в работе

НБ УДУНТ (ДНТ)

на промышленном транспорте, согласованная с приказом Прокурора СССР № 912 от 1 августа 1938 г. и с НКПС.

Все случаи нарушения ПТЭ и безопасности движения на промышленном транспорте инструкция делит на брак в работе, аварии и крушения.

Браком в работе она считает все случаи нарушения ПТЭ и неправильные действия работников промышленного транспорта, вызвавшие ухудшение его работы.

Авариями она считает столкновения и сходы, сопровождаемые повреждениями подвижного состава, требующими заводского ремонта, или если при этом пострадали люди (без потери трудоспособности), или был перерыв движения до 6 часов. Все еще более тяжелые случаи столкновений и сходов относятся к числу крушений.

Все серьезные случаи брака должны быть расследованы начальниками соответственных служб, а при их отсутствии — начальником транспортного цеха (отдела, управления) с привлечением ревизоров движения или инспекторов НКПС по безопасности. Прочие случаи брака — соответственными старшими работниками транспортного цеха (отдела, управления) — ревизором движения, начальником депо, дистанции, а когда затронуты работники разных служб — комиссионно.

Инструкцией указан порядок донесения о происшедшем случае брака, аварии и крушения. Немедленно ставится в известность о происшедшем дежурный по станции или внутризаводскому посту или районный диспетчер, которые должны немедленно же поставить в известность диспетчера транспортного цеха (отдела, управления), а последний — начальника службы, начальника своего цеха (отдела, управления), прокурора, органы НКВД и диспетчера предприятия. Ставится в известность директор предприятия, а в более серьезных случаях — управляющий трестом, начальник главка и даже нарком.

В необходимых случаях на место аварии должен быть не позднее 30 минут направлен восстановительный поезд с нужным штатом рабочей силы, инструментами и материалами.

На месте должны быть выяснены все обстоятельства, причины и следствия аварии или крушения, и приняты меры к их ликвидации.

Донесения делаются по телефону и, кроме того, в указанных инструкциями случаях — по телеграфу и письменно; составляются по установленной форме служебные рапорты (при браке), акты (при аварии и крушении). Расследование должно быть закончено не позднее двух суток с момента аварии или крушения.

Учет случаев брака, аварий и крушений должен вестись начальниками служб по указанным инструкцией градации и форме.

К актам и рапортам должны быть приложены: а) акты предварительного обследования; б) чертежи — профиль и план места брака, аварии или крушения; в) эскизы с указанием размеров поврежденных частей пути; г) технические акты на поврежденный подвижной состав; д) ведомость состава поезда (вес, порядок расстановки, количество и род тормозов и т. п.); е) показания свидетелей; ж) выписки из трудовых списков и характеристики причастных лиц.

Все предприятия должны представлять в установленном инструкцией порядке отчетность о случаях брака, аварий и крушений на промышленном транспорте по месяцам и за год по следующим графам: 1) место крушения или аварии; 2) столкновения (пассажирские поезда, грузовые или маневровые составы); 3) сходы; 4) повреждения (людей, локомотивов, вагонов); 5) перерыв движения; 6) причины: а) по вине работников промышленного транспорта и б) прочие причины; 7) убытки; 8) примечания.

Необходимо, чтобы ни один случай, хотя бы самого незначительного брака, и, разумеется, аварии и крушений не проходил без учета, расследования, выяснения причин и виновных, самого внимательного анализа и, наконец, установления мероприятий, которые дали бы возможность изжить на промышленном транспорте всякие нарушения ПТЭ. Необходимо добиться, чтобы промышленный транспорт работал безаварийно и безукоризненно и являлся бы действительно продолжением производственного процесса.

НБ УДУНТ (ДГТ)

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1.

Временные нормы для расчета путевого развития заводских сортировочных станций.

(Утверждено Начальником Главного транспортного управления НКТП 16 марта 1938 г.)

Таблица времени стоянки поезда на приемных путях заводской станции.

Характеристика работы поезда	$T_{ст}$ в мин.	Примечания
А. Для сортирующихся поездов.		
I. Приемо-сдаточные операции на станции примыкания:		
а) Подготовка состава к разборке, разметка натурного листа и меловая разметка поезда (происходит на приемо-сдаточных путях станции примыкания)	7	
б) На приемных путях происходит меловая разметка по натурному листу (размеченному на станции примыкания)	15	
в) На заводских станциях применяется списывание состава, разметка натурного листа и меловая разметка поезда . .	25	
II. Приемо-сдаточные операции на заводской станции:		
а) Технический осмотр производится нормальными бригадами	30	
б) Технический осмотр производится укрупненными бригадами .	25	
Б. Для поездов, отправляемых по частям непосредственно с путей приемного парка.		
. Приемо-сдаточные операции на заводских станциях: $20 + (n - 1)\, t_{инт}$		$t_{инт}$ определяется согласно указаниям, приведенным в курсе, n — число частей, на которое делится поезд.
I. Приемо-сдаточные операции на станции примыкания: $7 + (n - 1)\, t_{инт}$		
Для сортирующихся поездов, при подаче их на вытяжку по частям.		
Приемо-сдаточные операции на станциях примыкания: $7 + t_{сорт} \frac{n-1}{n}$		$t_{сорт}$ определяется согласно указаниям курса, n — числ частей, на которое делится сортируемый поезд.
Приемо-сдаточные операции на заводской линии: $20 + t_{сорт} \frac{n-1}{n}$		

НБ УДУНТ (ДИТ)

Таблица времени стоянки поезда на отправочных путях заводской станции.

Характеристика поезда и работы	Мин.	Примечания
А. Для поездов без накопления на отправочных путях.		
I. Приемо-сдаточные операции на станции примыкания:		
а) Для поездов, не подвергающихся на станции формированию или перестановкам . .	20	
б) То же, но с формированием по ПТЭ для отправительских маршрутов .	45	
в) То же, что и в пункте „а", но с перевеской, без занятия отправочного пути при перевеске . .	10 + 15	10-минутное занятие пути до взвешивания, 15-минутное — после взвешивания.
г) То же, что и в пункте „б", но с занятием отправочного пути при взвешивании (на состав из 60 вагонов) .	85	
д) То же, что и в пункте „в", но с формированием по ПТЭ .	40	
е) То же, что и в пункте „г", но с формированием по ПТЭ .	100	

При уменьшении числа вагонов в составе нормы по пп. „г", „д" и „е" уменьшаются из расчета по одной минуте на разницу между 60 вагонами и фактической величиной состава.

II. Приемо-сдаточные операции на заводской станции:		
1) Для перечисленных выше случаев по пунктам „а", „б", „в" и „д" данные выше нормы для каждого из указанных случаев увеличиваются на . .	10	
2) Для случаев, указанных в пунктах „г" и „е", нормы остаются теми же, что и без приемо-сдаточных операций.		
Б. При наличии накопления на отправочных путях.		
I. Приемо-отправочные операции на станции примыкания:		
а) Для поездов без взвешивания $0{,}3m + t_{доп}$.		m — здесь число вагонов в поезде, $t_{доп}$ — определится так же, как и для приемного парка при отправлении поезда, по частям непосредственно с путей приемного парка.
б) То же со взвешиванием $10 + 0{,}5m + t_{доп}$.		
II. Приемо-сдаточные операции на заводской станции:		
а) Для поездов без взвешивания $0{,}5m + t_{доп}$.		
б) То же со взвешиванием $10 + 0{,}5m + t_{доп}$.		
В. При наличии накопления на специально выставочных путях.		
Для поездов всех категорий	15	

НБ УДУНТ (ДИТ)

Приложение 2

Технологический процесс работы сортировочных, участковых и грузовых станций

Введение.

Предложенный типовой технологический процесс разработан по материалам бригад Центрального эксплоатационного управления НКПС и дорог, работавших на станциях (в соответствии с распоряжением Народного комиссара путей сообщения № 19 от 7/I 1936 г.) с учетом изменений и дополнений, внесенных на Отраслевом совещании эксплоатационников и Советом при наркоме.

Применительно к особенностям станций нормы на отдельные операции могут быть изменены, но с тем, чтобы общая продолжительность обработки поезда не превышала типовых норм.

I. Сортировочные безгорочные станции.

Сортировочные безгорочные станции подразделяются на два основных типа:

1) станции с большими размерами местной работы и

2) станции с незначительными размерами местной работы.

Для сортировочных безгорочных станций основным является процесс обработка транзитных вагонов, применительно к чему и составлено данное описание технологического процесса.

Работа же с местными вагонами изложена в разделе о грузовых станциях.

Технологический процесс работы станции.

А. Транзитные поезда.

Порядок производства операций с транзитными поездами без переработки показан на графике 1.

ГРАФИК 1.

Время в минута

№ по пор.	Операции	0	10	20
1	Проход к поезду списчика, технического осмотрщика, автоматчика, кондукторской бригады			
2	Технический осмотр и ремонт вагонов			20
3	Прием поезда кондукторской бригадой		15	
4	Проверка состава списчиком		10	
5	Прием документов главным кондуктором			5
6	Проба автотормозов			10
7	Проход главного кондуктора к поезду и отправление			5
	Общая продолжительность обработки поезда			25

Транзитные поезда с переменой направления следования (перемена хвоста на голову).

Последовательность и параллельность производства отдельных операций по обработке такого поезда показаны на графике 1а.

ГРАФИК 1а.

(Время в минутах

№ по пор.	Операции	0	10	20	30	40
1	Проход к поезду технического осмотрщика, автоматчика и списчика					
2	Технический осмотр		20			
3	Проверка, списывание состава и возвращение списчика в контору			20		
4	Маневры по переформированию			15		
5	Прием поезда кондукторской бригадой			15		
6	Пересоставление натурного листка и документов о пломбировании				2	
7	Проход главного кондуктора и прием документов				5	
8	Проба автотормозов				10	
9	Оформление отправления и отправление				5	
	Общая продолжительность обработки поезда			35		

НБ УЖТ (ДИТ)

При увеличении затраты времени на маневры по переформированию до 25 мин. общая продолжительность обработки поезда соответственно увеличивается до 45 мин.

Транзитные поезда с переломом веса.

Маневры по добавлению или уменьшению веса укладываются в 10—15 мин. Общая продолжительность обработки такого поезда укладывается в 30 мин.

Б. Групповые поезда.

Последовательность и параллельность производства операций по обработке группового поезда показаны в графике 2.

ГРАФИК 2.

Время в минутах

№ по пор.	Операции	0	10	20	30
1	Проход к поезду технического осмотрщика, автосцепщика и списчика				
2	Технический осмотр и ремонт		20		
3	Проверка состава списчиком		10		
4	Маневры по отцепке и прицепке групп			15	
5	Прием поезда кондукторской бригадой			15	
6	Проход в техническую контору и прием документов главным кондуктором				5
7	Проба автотормозов				10
8	Проход к поезду главного кондуктора и отправление				5
	Общая продолжительность обработки поезда			35	

Если отцепляемые от группового поезда вагоны расположены в двух местах, то время на маневры по отцепке и прицепке новой группы вагонов взамен отцепляемой увеличивается до 20 мин. В соответствии с этим общая продолжительность обработки группового поезда для данного случая увеличивается до 40 мин.

В. Перерабатываемые поезда.

а) Операции по прибытию.

Порядок и продолжительность операций с поездами по прибытию показаны на графике 3.

ГРАФИК 3.

Время в минутах

№ пор.	Операции	0	10	20	30	40
1	Проход к поезду технического осмотрщика, автосцепщика и списчика					
2	Технический осмотр состава		15			
3	Проверка состава и меловая разметка		10			
4	Подготовка состава к расформированию		10			
5	Расформирование состава				30	
	Время от прибытия до начала расформирования		10			
	Время от прибытия до расформирования				40	

Если требуется переставить прибывший для расформирования поезд из парка прибытия в парк сортировки, то ко времени, требуемому для расформирования, добавляется:

а) при последовательном расположении парков . 5 мин.
с общей продолжительностью расформирования . до 35 „
б) при параллельном расположении парков . . . 10 „
с общей продолжительностью расформирования . до 40 „

УДУТ ИБ (ДИТ)

Каждая станция, учитывая местные условия и применяемые стахановские методы работы, разрабатывает таблицу для определения времени на расформирование в зависимости от количества вагонов и количества групп в составе применительно к образцу таблицы 1.

ТАБЛИЦА 1 (образец).

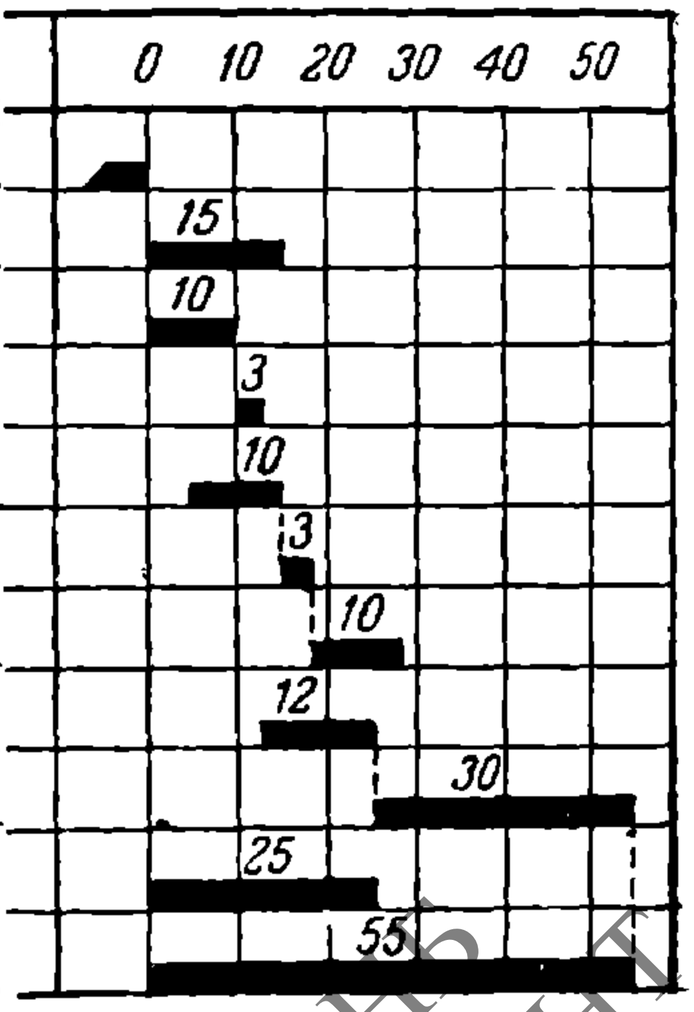
Количество вагонов	Количество групп														
	5—6	6—8	9—10	10—12	13—14	15—16	17—18	19—20	21—22	23—24	25—26	27—28	29—30	31—32	33—34
	Время в минутах														
20—25	12	15	17	20	21	24	27	29	31	33	35	—	—	—	—
26—30	13	16	18	21	23	25	28	30	32	34	36	39	41	—	—
31—35	15	18	20	23	25	28	30	32	34	36	38	40	42	45	46
36—40	16	19	22	24	26	29	31	33	35	37	39	41	43	46	47
41—45	17	20	23	25	27	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48
46—50	18	21	24	26	28	31	33	35	37	39	41	43	45	47	49
51—55	20	22	25	27	29	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50
56—60	21	24	27	29	31	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52
61—65	23	25	28	30	32	35	37	39	41	43	45	47	49	51	53
66—70	24	27	30	32	34	37	39	41	43	45	47	49	51	53	55

Порядок обработки сборных поездов по прибытию показан на графике 4.

ГРАФИК 4.

Время в минутах

№ по пор.	Операции
1	Проход к поезду: технического конторщика, автоматчика, технического осмотрщика
2	Технический осмотр
3	Списывание и коммерческий прием
4	Возвращение списчика в контору
5	Разметка натурного листа
6	Проход разметчика к составу
7	Меловая разметка состава
8	Раскрутка состава
9	Расформирование состава
	Время от прибытия до начала расформирования
	Время от прибытия до окончания расформирования



б) Операции по отправлению.

Последовательность и параллельность операций по обработке отправляемых поездов показаны на графике 5.

НБ УДУНТ (ДИТ)

ГРАФИК 5.

Время в минутах

№ по пор.	Операции	0	10	20
1	Формирование поезда	25		
2	Технический осмотр, ремонт вагонов и автотормозов	30		
3	Списывание состава и возвращение списчика в контору	13		
4	Заканчивание натурного листка	10		
5	Прием состава кондукторской бригадой	15		
6	Скручивание состава	20		
7	Проход главного кондуктора в техническую контору и прием документов	5		
8	Проба автотормозов	10		
9	Проход главного кондуктора к поезду и отправление	5		
	Время от окончания формирования до отправления	20		

Г. Маневровая работа.

1. Для правильной организации маневровой работы пути станции должны быть специализированы согласно установленному для станции плану формирования поездов. Однако специализация путей должна быть оперативно-подвижной, и, в зависимости от процесса работы, пути должны быть использованы для разных назначений по указанию диспетчера или старшего помощника начальника станции.

Действующая специализация станционных путей должна быть пересмотрена с учетом плана формирования групповых и маршрутных поездов с тем, чтобы ряд путей, занимаемых под местные нужды станции: вагоны под выгрузку, сортировку, бездокументные, задержанные и пр. (при небольшом количестве вагонов), был освобожден посредством совмещения и использован для рассортировки транзитных вагонов.

2. Маневровые паровозы должны быть прикреплены к определенным, специализированным маневровым районам в зависимости от характера выполняемой работы и от путевого развития станции (расположение вытяжек и парков).

3. Для более успешной маневровой работы и совмещения осмотра и ремонта вагонов с периодом накопления вся работа по расформированию и формированию поездов производится комплексной бригадой во главе с составителем в следующем составе: 1) составитель поездов, 2) первый сцепщик, 3) второй сцепщик-скрутчик, 4) башмачник, 5) осмотрщик вагонов с бригадой слесарей, 6) паровозная бригада, 7) стрелочники, 8) списчик.

В комплексную бригаду на некоторых станциях могут быть включены весовщик и рабочие по исправлению коммерческих неисправностей.

4. Задание на расформирование и формирование поездов передается составителю станционным диспетчером по телефону непосредственно или через дежурного по путям. Составитель, получив задание на формирование поезда, дает каждому работнику соответствующее распоряжение. Распоряжение дается составителем с таким расчетом, чтобы все подготовительные работы по формированию были закончены в срок, обеспечивающий своевременное начало формирования.

5. Перед началом расформирования поезда оба сцепщика, руководствуясь разметкой, производят разъединение автотормозных рукавов и снимают вторые стяжки в местах расцепки состава при маневрах. После взятия первой части состава первый сцепщик отправляется для производства маневров, а второй продолжает подготовку остальной части состава к расформированию.

6. Расформирование состава с вытяжки производится, как правило, толчками, за исключением вагонов с взрывчатым грузом, с живностью и пр., не допускающих маневров толчком. Остановка толкаемых вагонов на сортировочных путях производится башмачником, включенным в комплексную бригаду. Производство маневров толчками в два раза ускоряет работу по сравнению с маневрами осаживанием.

7. Работа по расформированию составов должна совмещаться с одновременным формированием поездов или отдельных групп. Вагоны разбрасываются на сортировочные пути не только с учетом их специализации, но и с учетом составления правильно подобранных автотормозных звеньев на каждом специализированном пути. Для этой цели вагоны с автотормозами и пролетными трубками при расформировании состава должны выбрасываться на каждый сортировочный путь в порядке, соответствующем правилам формирования

НБ МИИТ (ДИТ)

поезда. Лишние вагоны с автотормозами и пролетными трубками, легковесные вагоны, которые должны быть поставлены в хвост поезда, временно ставятся на концы соседних сортировочных путей. В результате все вагоны, стоящие на сортировочных путях, представляют готовые группы, подобранные согласно правилам формирования, и для составления поезда требуется только соединение групп.

8. Работающий в комплексной бригаде второй сцепщик-скрутчик при расформировании составов находится на сортировочных путях и производит сцепку и свинчивание вагонов, выбрасываемых на пути специализации, чем устраняется необходимость в производстве этой операции перед отправлением поезда.

9. Технический осмотр и ремонт совмещаются с временем накопления вагонов и производятся на сортировочных путях. Технический осмотр производит осмотрщик вагонов, включенный в комплексную бригаду и получающий от составителя указания о том, на каком пути в зависимости от плана формирования поездов должен производиться осмотр вагонов. В том случае, если при осмотре на путях специализации обнаружен вагон, требующий ремонта с подачей в вагоноремонтный пункт, осмотрщик немедленно информирует об этом составителя и накладывает красочный трафарет.

10. Бригада слесарей производит ремонт вагонов на сортировочных путях по указанию осмотрщика комплексной бригады. Для безопасности производства ремонта ремонтируемая группа вагонов с обеих сторон ограждается тормозными башмаками на расстоянии не менее 20 *м* от крайних вагонов.

При перенесении технического осмотра и ремонта на пути сортировки устраняется необходимость производства ремонта вагонов по прибытии и после сформирования поезда перед его отправлением.

11. При совмещении расформирования составов с одновременным формированием окончательное составление поезда производится путем перестановки групп с путей специализации на путь, на котором находится одна из групп; с этого пути затем производится отправление поезда.

Формирование сборных поездов заключается в подборке вагонов группами по станциям участка, на который следует сборный поезд.

II. Сортировочные горочные станции.

Типы горочных станций.

Сортировочные станции характеризуются следующими операциями:

1) пропуск поездов, не требующих переработки, и поездов, требующих незначительной переработки;

2) переработка большей части прибывших вагонов в новые поезда иного направления или более дальнего назначения без повторной переработки по пути дальнейшего следования;

3) смена локомотивов и поездных бригад;

4) пересортировка на сортировочной платформе груза, отправленного мелкими отправками;

5) производство грузовых операций.

Для выполнения работы с вагонами сортировочная горочная станция должна иметь комплект устройств, состоящий (максимально) из следующих элементов:

а) парк приема;

б) горка;

в) сортировочный парк, вытяжки формирования (при последовательном расположении парков отправления вытяжками являются отправочные пути);

г) парк отправления.

В зависимости от расположения парков, составляющих сортировочный комплект, сортировочные станции можно разделить на следующие типы:

1) станции с последовательным расположением парков, т. е. когда сначала следует парк приема, затем горка и сортировочный парк и дальше парк отправления;

2) станции с параллельно расположенными парками, т. е. когда все три парка — приема, сортировки и отправления — расположены параллельно один к другому;

3) станции с комбинированным расположением парков, на которых приемный и подгорочный парки расположены последовательно, а отправочный — параллельно подгорочному, или подгорочный и отправочный — последовательно, а приемный — параллельно.

Кроме этого, по количеству комплектов сортировочных устройств сортировочные станции подразделяются на односторонние (с одним комплектом) и двухсторонние (с двумя комплектами).

НБ УИЖТ (ЭИТ)

Технологический процесс работы станции.

А. Транзитные поезда.

Транзитные поезда без переработки.

Порядок производства операций с транзитными поездами без переработки показан на графике 6.

ГРАФИК 6.

Время в минутах

№ по пор.	Операции	0	10	20
1	Проход к поезду списчика, технического осмотрщика, автоматчика, кондукторской бригады	5		
2	Технический осмотр и ремонт вагонов		20	
3	Прием поезда кондукторской бригадой		15	
4	Проверка состава списчиком		10	
5	Прием документов главным кондуктором			5
6	Проба автотормозов			10
7	Проход главного кондуктора к поезду и отправление			5
	Общая продолжительность обработки поезда			25

Транзитные поезда с переменой направления следования (перемена хвоста на голову).

Общая продолжительность обработки такого поезда не должна превышать 35—45 мин.

Последовательность и параллельность производства отдельных операций по обработке такого поезда показаны на графике 7.

ГРАФИК 7.

Время в минутах

№ по пор.	Операции	0	10	20	30
1	Проход к поезду технического осмотрщика, автоматчика, списчика	5			
2	Технический осмотр		20		
3	Проверка, списывание состава и возвращение списчика в техническую контору		20		
4	Маневры по переформированию		15		
5	Прием поезда кондукторской бригадой		15		
6	Пересоставление натурного листа и документов о пломбировании			7	
7	Проход главного кондуктора в техническую контору и прием документов			5	
8	Проба автотормозов				10
9	Проход к поезду главного кондуктора и отправление				5
	Общая продолжительность обработки поезда		35		

Транзитные поезда с переломом веса.

Маневры по добавлению или уменьшению веса укладываются в 10—15 мин.

Общая продолжительность обработки такого поезда укладывается в 30 мин.

Б. Групповые поезда.

Прибывающие на сортировочную станцию групповые поезда можно подразделить на следующие категории:

1) поезда, которые после отцепки группы вагонов и замены их другими вагонами (до полного состава) соответственного назначения могут быть отправлены дальше, т. е. требующие незначительной маневровой работы по отцепке и пополнению состава;

2) поезда, состоящие из групп, подлежащих распылению; эти поезда поступают в разборку.

НБ УГЛТ (ДГТ)

Последовательность и параллельность производства операций по обработке группового поезда показаны на графике 7а.

ГРАФИК 7а.

Время в минутах

№ по пор.	Операции	0	10	20	30
1	Проход к поезду технического осмотрщика, автоматчика, списчика				
2	Технический осмотр и ремонт		20		
3	Проверка состава списчиком		10		
4	Маневры по отцепке и прицепке групп			15	
5	Прием поезда кондукторской бригадой			15	
6	Проход главного кондуктора в техническую контору и прием документов				5
7	Проба автотормозов				10
8	Проход к поезду главного кондуктора и отправление				5
	Общая продолжительность обработки поезда			35	

В. Перерабатываемые поезда.

Порядок производства операций обработки поездов по прибытию показан на графике 8.

ГРАФИК 8.

Время в минутах

№ по пор.	Операции	0	10	20
1	Проход к поезду списчика, технического осмотрщика, автоматчиков и раскрутчиков			
2	Технический осмотр состава		15	
3	Списывание, прием состава и меловая разметка		10	
4	Подготовка состава к роспуску (раскрутка)		10	
5	Надвигание и роспуск состава с горки			15
	Время от прибытия поезда до надвигания		15	
	Время от прибытия поезда до окончания расформирования			30

Сборные поезда.

Последовательность и параллельность производства операций показаны на графике 9.

ГРАФИК 9.

Время в минутах

№ по пор.	Операции	0	10	20	30	40
1	Проход к поезду технического осмотрщика, автоматчика					
2	Технический осмотр состава		15			
3	Списывание и коммерческий прием состава		10			
4	Возвращение списчика в контору			3		
5	Разметка натурного листка			5		
6	Проход разметчика к составу			3		
7	Меловая разметка состава				12	
8	Надвигание и роспуск состава с горки				15	
	Время от прибытия поезда до окончания роспуска				40	

НБ УИИТ (ДИТ)

Г. Роспуск составов с горки.

Подготовка состава к роспуску.

Роспуском руководит дежурный по горке. Для ускорения роспуска сцепщики приступают к подготовке (раскрутке) стяжек во время стоянки поезда в парке прибытия. В парке прибытия должны быть отпущены автотормоза.

Горочный паровоз со сцепщиком засылается под состав заблаговременно, чтобы не задержать надвигания. Сигнал о надвигании состава (зеленый огонь горочного светофора) на горку подается дежурным по горке или составителем.

Технический осмотр должен быть закончен через 10—15 мин. после прибытия поезда.

Роспуск состава.

Надвигание начинается по сигналу горочного светофора. Скорость надвигания регулируется дежурным по горке или составителем при помощи горочного светофора или радио.

На надвигание состава до горба горки затрачивается от 2 до 4 мин. (в зависимости от удаленности горки от приемного парка).

При параллельном же расположении приемного парка по отношению к подгорочному кроме надвига, требуется еще вытащить состав на горочную вытяжку. Продолжительность этой операции зависит от расположения парков, и на нее затрачивается до 10 мин.

Продолжительность роспуска зависит от профиля горки, серии горочного паровоза, преобладающего характера грузопотока (груженые вагоны, порожняк) и другого, и поэтому устанавливается в зависимости от местных условий, исходя из приведенного ниже времени на роспуск.

На немеханизированных горках на роспуск состава из 60—75 вагонов затрачивается при 10—15 отцепах (в составе) от 6 до 9 мин., при 15—25 отцепах в составе — от 9 до 15 мин.

Осаживание вагонов на подгорочных путях.

На станциях, где по условиям габарита возможно применение тракторов-тягачей, следует, вместо осаживания паровозами, перейти на осаживание вагонов тягачами, так как оно может производиться параллельно с роспуском. При невозможности использования тягачей целесообразно применять мотовозы для осаживания вагонов.

Д. Накопление и групповая подборка.

С связи с переходом в основном на формирование групповых поездов должна быть пересмотрена специализация путей подгорочного парка в целях выделения путей для обеспечения формирования групп.

Особенное внимание при пересмотре специализации подгорочных путей должно быть обращено на пути, выделенные для вагонов: больных, под выгрузку, сортировку, перегруз, бездокументные и другие с тем, чтобы путем совмещения нескольких из перечисленных назначений на одном пути освободить несколько путей.

Угловые потоки.

Для уменьшения времени нахождения на станции вагонов углового потока, имеющих обычно на двухсторонних станциях переработку на обеих горках, следует возможно чаще переводить эти вагоны из одной системы парков (прибытия угловых вагонов на данную станцию) в другую, из которой они должны быть отправлены до станции назначения. Вагоны углового потока, которые должны быть распущены со второй горки, следует при перестановке сразу выставлять в предгорочный парк второй системы.

Е. Формирование поездов.

Формирование поездов через горку.

Основным методом формирования на горочных станциях является метод т. Краснова, при котором одновременно с роспуском составов с горки производится и формирование поездов.

Формирование с использованием горки как вытяжки.

Новый технологический процесс обработки вагонов на горках дает возможность на многих горочных станциях использовать свободное от роспуска время для формирования поездов через горку, что значительно ускоряет процесс формирования.

В первую очередь должно быть перенесено на горку формирование сборных поездов, работа с которыми на вытяжках занимает много времени. На формирование сборного поезда через горку затрачивается не больше 45 мин.

Кроме этого, формирование поездов может производиться одновременно с двух концов, т. е. на вытяжке и с горки.

Формирование поездов в горловине выходного конца подгорочного парка.

Для выполнения этих работ организуется комплексная бригада (подчиненная станционному диспетчеру), состоящая из следующих работников: 1) составителя поездов — руководителя бригады, 2) списчика, 3) сцепщика, 4) паровозной бригады, 5) осмотрщика вагонов, 6) башмачника (по местным условиям), 7) стрелочников.

НБ УЭУНТ (ДИТ)

На некоторых станциях в комплексную бригаду по формированию поездов могут быть включены: автоматчик, весовщик и рабочие по устранению коммерческих неисправностей.

Во время формирования вагоны, не подлежащие постановке в поезд (т. е. с техническим и коммерческим браком), должны оставляться на специализированном пути.

Станции формируют поезда: а) одногруппные, б) двухгруппные и в) многогруппные — из трех и более групп.

Продолжительность формирования поездов разных категорий приводится в помещенной ниже теблице:

№ по пор.	Категория поездов	Количество вагонов в составе	Продолжительность формирования мин.	Примечания
1	Одногруппный поезд .	75	до 35	
2	Двухгруппный поезд .	75	„ 45	
3	Многогруппный поезд	75	„ 55	

Указанные поезда формируются без предварительной подборки тормозных звеньев. В том случае, если группы подобраны (метод т. Краснова), на соединение их затрачивается 10—20 мин.

Ж. Организация ремонта вагонов в подгорочном парке.

Для сокращения простоя вагонов на станции целесообразно организовать ремонт вагонов в подгорочном парке, используя для этого время нахождения вагонов под накоплением.

Одновременно с предъявлением вагонов к ремонту составитель сообщает дежурному по горке номер пути, на котором будет производиться ремонт, для ограждения ремонтируемых вагонов.

Это ограждение производится следующим образом. Башмачник принимает последний отцеп на два башмака с расчетом, чтобы он остановился на некотором расстоянии от основной группы вагонов, подлежащих ремонту.

С обеих сторон ремонтируемые вагоны ограждаются красными сигналами.

3. Операции по отправлению поездов.

Для сокращения времени на операции по отправлению следует организовать отправление поездов непосредственно из сортировочного парка на тех станциях, где по условиям работы это возможно. При такой организации работы уменьшается загрузка горловины (на станциях с параллельным расположением отправочных парков).

При организации ремонта вагонов на подгорочных путях в отправочном парке производится только поверочный технический осмотр с затратой времени не более 15 мин. на поезд и общим простоем под операциями отправления до 25 мин.

Обработка поездов по отправлению.

1-й вариант — при производстве ремонта в подгорочном парке.

Последовательность и параллельность производства операций приводится на графике 10.

ГРАФИК 10.

Время в минутах

№ по пор.	Операции	0	10	20
1	Проход к поезду технических осмотрщиков, автоматчиков, кондукторской бригады			
2	Проверочный технический осмотр состава		15	
3	Возвращение списчика в техническую контору, составление натурного листа и документов о пломбировании		15	
4	Прием поезда кондукторской бригадой		15	
5	Проход главного кондуктора в техническую контору и прием документов			5
6	Проба автотормозов			10
7	Проход к поезду главного кондуктора и отправление			5
	Общая продолжительность обработки поезда		25	

НЕТ ТУЛЬСКОГО ГПИ

2-й вариант — при производстве ремонта в парке отправления.

Последовательность и порядок производства операций по обработке поезда приведены на графике 11.

ГРАФИК 11.

Время в минутах

№ по пор.	Операции	0	10	20	30
1	Проход к поезду технических осмотрщиков, автоматчиков, скрутчиков	5			
2	Технический осмотр, ремонт вагонов и автотормозов			30	
3	Окончательное списывание состава		10		
4	Возвращение списчика в контору, составление натурного листа и документов о пломбировании			15	
5	Прием поезда кондукторской бригадой			15	
6	Скручивание состава			20	
7	Проход главного кондуктора в контору и прием документов				5
8	Проба автотормозов				10
9	Приход к поезду главного кондуктора и отправление				5
	Общее время на обработку состава в парке отправления			35	

И. Организация работы на сортировочной платформе.

Сортировка мелочных грузов должна производиться строго по плану.

Этот план должен предусматривать объединение мелочных грузов одного назначения в отдельном вагоне до места выгрузки или объединение грузов разных назначений в одном вагоне, который по пути следования будет подвергнут новой сортировке возможно дальше от станции первой сортировки.

При этом во всех случаях вагоны должны получить на станции сортировки максимальную нагрузку на ось.

К. Организация местной работы на сортировочных станциях.

Местная работа является частью технологического процесса и заключается в:

1) обслуживании подачей и уборкой пунктов погрузки и выгрузки на самой станции или примыкающих ветвях;

2) обслуживании вагоноремонтных пунктов и др.

Для ускорения прохождения вагонов по станции местная работа должна производиться по графику, применительно к условиям работы отдельных пунктов обслуживания.

График работы паровоза должен быть построен таким образом, чтобы вагоны под выгрузку подавались не позже 1—2 час. после прибытия, а после окончания грузовых операций выводились без всякой задержки.

Время нахождения местного вагона на станции должно быть расчленено на следующие элементы:

1) от прибытия до подачи к месту погрузки или выгрузки;
2) под операциями (погрузка, выгрузка);
3) от момента окончания операций до выводки;
4) от выводки после погрузки или выгрузки до отправления.

Примечание. Более подробно организация работы с местными вагонами изложена в разделе „Грузовые станции".

НБ УДУНТ (ДИТ)

Л. Технические нормы на обработку поездов.

№ по пор.	Поезда, операции	Станции	
		горочные (в мин.)	безгорочные (в мин.)
1	Транзитные поезда	25	25
2	Транзитные с переломом веса	30	30
3	Транзитные с переменой направления следования	35—45	35—45
4	Групповые поезда:		
	а) отцепка одной группы с прицепкой пополнения взамен отцепленных вагонов	35	35
	б) отцепка двух групп с прицепкой пополнения взамен отцепленных вагонов	40	40
5	Перерабатываемые поезда:		
	а) операции по прибытию (кроме сборных) .	10—15	10
	б) операции по прибытию (сборных поездов) . .	25	25
	в) расформирование с одновременным формированием	—	30—40
	г) роспуск состава с горки	6—15	—
6	Накопление	до 180	до 180
7	Формирование:		
	а) соединение групп .	10—20	10—20
	б) одногруппный поезд	до 35	до 35
	в) двухгруппный поезд	„ 45	„ 45
	г) многогруппный поезд .	„ 55	„ 55
8	Операции по отправлению (поезда своего формирования) . .	от 25 до 35	20

III. Участковые станции.

Участковые станции характеризуются следующими операциями:

а) смена локомотива, кондукторских бригад и технический осмотр поездов;

б) формирование (как правило) сборных и участковых поездов;

в) пропуск транзитных поездов без переработки;

г) пропуск групповых поездов без переработки или с отцепкой и прицепкой отдельных групп;

д) производство грузовых работ.

Участковые станции могут не иметь некоторых из перечисленных операций.

По объему, характеру и техническому вооружению участковые станции подразделяются на следующие три основных типа:

1. Станции, имеющие два основных направления. Путевое развитие этих станций состоит из одного парка в 6—12 путей.

2. Станции, работающие на три направления (узловые, но не имеющие специальных парков). Путевое развитие этих станций обычно состоит из 1—2 парков. Работа характеризуется наличием угловых грузопотоков.

3. Узловые участковые станции, работающие на четыре и более направлений, имеющие специальные парки, и по объему, характеру своей работы и техническому вооружению приближающиеся к сортировочным станциям. Эти станции обычно имеют несколько парков, специализированных для различных работ, 2—3 маневровых паровоза и большую сортировочную работу.

Технологический процесс работы станции.

На основании изучения работы ряда участковых станций и обсуждения материалов по технологическому процессу отраслевым совещанием эксплоатационников разработан следующий технологический процесс работы с отдельными категориями поездов.

НБ УДУНТ (ДНТ)

А. Транзитные поезда.

Технологический процесс обработки транзитных поездов на участковых станциях состоит из ряда параллельных операций, производимых с ними работниками разных служб.

Из них главные три:

I) смена кондукторских бригад;

II) смена локомотивов;

III) технический осмотр и опробование автотормозов. Эти три операции должны производиться параллельно.

Порядок производства операций с транзитными поездами для всех трех типов станций показан на графике 12.

ГРАФИК 12.

Время в минутах

№ по пор.	Операции	0 5 10 15 20	норм
1	Прием поезда кондукторской бригадой	15	15
2	Прием документов	6	6
3	Оформление отправления и проход к поезду	4	4
4	Технический осмотр	20	20
5	Проба автотормозов	10	10
	Общая стоянка	25	25

Б. Групповые поезда.

Последовательность и продолжительность отдельных операций показаны на графике 13.

ГРАФИК 13.

Время в минутах

№ по пор.	Операции	0 10 20 30 40	норм
1	Проход к поезду технического осмотрщика, списчика и т. д.		
2	Проверка состава списчиком	10	10
3	Технический осмотр	20	20
4	Маневры по отцепке-прицепке	15	15
5	Приход кондукторской бригады	15	15
6	Прием документов главным кондуктором	5	5
7	Оформление отправления и проход к поезду	5	5
8	Проба автотормозов	10	10
	Общая стоянка	35	35

В. Перерабатываемые поезда.

Транзитные вагоны с переработкой прибывают на большинство участковых станций, главным образом, со сборными поездами. Работа с составом, прибывающим в разборку, слагается из тех же операций, что и на сортировочных станциях: 1) операции по прибытию, 2) расформирование, 3) формирование, 4) операции по отправлению.

НБ УГУНТ (ДГТ)

Операции по прибытию.

Порядок обработки участковых поездов по прибытию показан на графике 14.

ГРАФИК 14.

Время в минутах

№ по пор.	Операции	СБОРНЫХ ПОЕЗДОВ 0 5 10 15 20	НОРМ.	УЧАСТКОВЫХ ПОЕЗДОВ 0 5 10	НОРМ.
1	Списывание состава	8	8		
2	Проход списчика в техническую контору	2	2		
3	Разметка натурного листа	5	5		
4	Проход списчика к составу	2	2		
5	Меловая разметка	8	8	15	15
6	Технический осмотр	20	20	15	15
7	Проба автотормозов	6	6	6	6
	Итого	25	25	15	15

асформирование.

На участковых станциях первого типа (где нет углового потока) расформирование заключается в отцепке от поезда вагонов на станции ближайшего участка и в выкидке вагонов себе под выгрузку. Обычно это составляет 6—8 рейсов паровоза.

На станциях с угловым потоком прибавляется 5—7 рейсов для выборки угловых вагонов.

Наблюдения показали, что время, затрачиваемое на расформирование состава, обычно составляет 25—30 мин.

Время рейсов, зависящее от количества вагонов в рейсе, колеблется от 1 до 3 мин.

Типовой технологический процесс участковых станций всех 3 типов построен с расчетом затраты времени на расформирование в 30 мин.

Формирование.

Для участковых станций, имеющих обычно 1—2 маневровых паровоза, наиболее рациональным методом производства маневровой работы является метод одновременного расформирования и формирования поездов.

При установлении такого порядка обработки поездов на участковых станциях график движения должен быть построен таким образом, чтобы расформируемые поезда не прибывали на станцию одновременно.

Поезда должны быть наложены на график по возможности равномерно в течение суток, с таким расчетом, чтобы не требовалось одновременного расформирования или формирования нескольких поездов разных направлений. Одновременно с окончанием разметки состава конторщиком составитель знакомится с предстоящей работой, поручив в это время сцепщику подъехать к обрабатываемому составу с вагонами своей прицепки.

Вагоны, прибывшие на станцию под выгрузку, составитель отбивает на отдельный путь. Одновременно, если позволяют условия, он раскидывает на отдельные пути группы вагонов по станциям назначения.

Раскидав таким образом вагоны, составитель соединяет подобранные группы вагонов в географическом порядке расположения станций на участке, расставляя при этом ручные и автотормоза, наблюдая за подходом буферных центров и т. д.

Технологический процесс для участковых станций всех трех типов построен с затратой времени на формирование в 35 мин. при среднем составе 60—70 вагонов.

Операции отправления.

Операции по подготовке поезда к отправлению должны максимально совмещаться с процессом формирования состава.

Порядок операций по отправлению и затрата времени на них показаны на графике 15.

НБ УДУНТ (ДИТ)

ГРАФИК 15.

Время в минутах

№ по пор.	Операции	0 5 10 15 20	норм.
1	Списывание состава	5	5
2	Подбор документов и подсчет веса	10	10
3	Прием поезда кондукторской бригадой	10	10
4	Проход главного кондуктора и прием документов	7	7
5	Проход главного кондуктора к составу	3	3
6	Технический осмотр	20	20
7	Проба автотормозов	10	10
	Итого	20	20

После отправления поезда технический конторщик или оператор по оставшемуся экземпляру передает полное содержание натурного листа на соседнюю участковую или сортировочную станцию по телеграфу или телефону.

Нормы на обработку транзитного вагона с переработкой показаны на графике 16.

ГРАФИК 16.

Время в часах

№ по пор.	Операции	0 1 2	норм.
1	Операции прибытия	25	0,25
2-3	Расформирование Формирование	1,05	1,05
4	Операции отправления	0,20	0,20
	Итого без накопления	1,50	1,50

Накопление.

На участковых станциях I типа время накопления может быть равным нулю, если график составлен так, что состав прибывшего поезда (сборного или участкового) отправляется далее по графику также сборного или участкового поезда со стоянкой, равной времени, необходимому на производство технических операций (операции прибытия, расформирования, формирования и операции отправления).

На станциях II и III типа, имеющих угловые потоки, некоторое время вагон будет стоять в ожидании до первого сборного (группового) поезда.

Время накопления на участковых станциях не должно превышать: 1) для станций I типа (неузловые) — 1 ч. 10 м.; 2) для станций II типа (узловые) — 1 ч. 40 м.; 3) для станций III типа (узловые с тремя и более направлениями) — 2 ч. 10 м.

С учетом накопления график затраты времени на обработку транзитных вагонов с переработкой для станций II типа будет иметь вид, показанный на графике 17.

ГРАФИК 17.

Время в часах

№ по пор.	Операции	0 1 2 3	норм.
1	Операции прибытия	25	
2	Расформирование	30	
3	Накопление	140	
4	Формирование	35	
5	Операции отправления	20	
	Общая затрата времени	330	

Г. Работа с местными вагонами.

Затрата времени на обработку вагона под грузовой операцией расчленяется на следующие составные элементы:

1) операции прибытия (до расформирования),
2) расформирование,

НБ УДУНТ (ДПТ)

3) подача к фронтам погрузки и выгрузки,
4) грузовая операция (погрузка и выгрузка),
5) выводка вагонов,
6) формирование,
7) операции по отправлению.

Порядок обработки вагонов под одной грузовой операцией показан на графике 18.

ГРАФИК 18.

Время в часах

№ по пор.	Операции	0	1	2	3	4	5	6	Норм.
1	Операции прибытия	25							0,25
2	Расформирование		30						0,30
3	Подача			60					1,00
4	Грузовая операция				120				2,00
5	Выводка					60			1,00
6	Формирование						35		0,25
7	Операции отправления							20	0,20
	Итого без накопления				550				5,50

Д. Технические нормы.

Технические нормы на обработку поездов для участковых станций.

Операции	Нормы для ст. I типа до	Нормы для ст. II типа до	Нормы для ст. III типа до
Списывание состава . . .	8 мин.	10 мин.	10 мин.
Разметка натурного листа .	5	6	6
Меловая разметка поезда . .	10	11	12
Подбор документов и подсчет веса поезда	10	10	10
Прием поезда кондукторской бригадой .	20	25	25
Расформирование	30	30	30
Формирование .	35	35	35
Операции прибытия:			
а) сборных поездов	25	25	25
б) участковых „	15	15	15
Операции отправления	20	20	20
Под грузовой операцией	2 ч. —	2 ч. —	2 ч. —
Обобщенные нормы.			
Обработка транзитных поездов	25	25	25
„ групповых „	35	35	35
Транзит с переработкой без накопления	1 ч. 50	1 ч. 50	1 ч. 50
То же с накоплением . .	3 „ —	3 „ 30	4 „ —
Под грузовой операцией:			
а) без накопления .	5 „ 50	5 „ 50	5 „ 50
б) с накоплением	7 „ —	7 „ 30	8 „ —

IV. Грузовые станции.

Технологический процесс работы грузовых станций.

А. Характеристика грузовых станций.

Основной характеристикой грузовых станций является значительный объем погрузочно-выгрузочных операций; транзитные вагоны проходят через такие станции преимущественно в организованных поездах без всякой работы, и лишь небольшое количество поступает в переработку в групповых и сборных поездах.

По характеру работы и преимущественному значению погрузочных или выгрузочных операций в общей работе грузовые станции разделяются на четыре основных типа:

I. Погрузочные, имеющие погрузку свыше 100 вагонов в сутки с незначительной выгрузкой. К таким станциям, главным образом, относятся станции, обслуживающие погрузку массовых грузов — угля, руды, флюсов, леса, строительных материалов, а также станции налива.

II. Выгрузочные, имеющие выгрузку свыше 100 вагонов в сутки с незначительной погрузкой. К таким станциям относятся станции, прилегающие к портам и заводам.

НБ УДУНТ (ДИТ)

III. Погрузочно-выгрузочные, имеющие погрузку свыше 100 вагонов в сутки и большую выгрузку или выгрузку свыше 100 вагонов и значительную погрузку. К таким станциям преимущественно относятся станции, обслуживающие заводы и крупные населенные пункты.

IV. Прочие грузовые станции с меньшим объемом погрузочно-выгрузочных операций.

Грузовые станции первого и второго типа производят свои операции главным образом на подъездных путях необщего пользования.

Для станций первых трех типов вагоны под погрузку и выгрузку прибывают обычно отдельными поездами (маршрутами) и в меньшей степени группами в участковых и групповых поездах.

Вагоны своей погрузки и порожние после выгрузки эти станции отправляют также преимущественно отдельными поездами своего формирования.

Б. Планирование и диспетчерское командование внутристанционной работы.

Командование внутристанционной работой на грузовых станциях осуществляется:

а) на станциях, имеющих диспетчерское командование, — станционным диспетчером;

б) на станциях без диспетчерского командования — дежурным по станции;

в) на станциях с диспетчерским командованием, имеющих большую сортировочную работу по переработке транзитных вагонов и большую грузовую работу свыше 500 вагонов (погрузка-выгрузка) с преимущественной работой на территории станции, назначаются специальные грузовые диспетчеры, которые командуют исключительно подачей и уборкой вагонов к местам погрузки и выгрузки, планированием грузовой работы и контролем за ее выполнением.

В. Технические нормы.

Нормы затраты времени на отдельные операции с поездами

а) На операции по прибытию порожних составов (с вагоноремонтным пунктом и без него).

ГРАФИК 19.

Операции по прибытию порожнего состава (крупная погрузочная станция).

Время в минутах

№ по пор.	Операции	НА СТАНЦИЯХ С ВРП	НА СТАНЦИЯХ БЕЗ ВРП
1	Технический осмотр и ремонт	30	20
2	Списывание поезда по прибытию	10	10
3	Выкидка больных и подбор местных	15 15	20
	Всего	45	30

б) На операции по прибытию груженых составов.

ГРАФИК 20.

Операции по прибытию груженых составов в 60 вагонов (при наличии предварительной разметки натурного листа).

Время в минутах

№ по пор.	Операции	0 10 20 30 40 50 60
1	Проход ДСД в техническую контору	3
2	Технический осмотр	20
3	Коммерческий осмотр	10
4	Проверка разметки натурного листа и разборка документов	10
5	Проход технического конторщика к составу	3
6	Проверка меловой разметки с натурным листом	12
7	Раскрутка состава	12
8	Расформирование	45
	Итого по прибытию	65

НБ УИИТ (ДИТ)

ГРАФИК 21.

Операции по прибытию груженых составов в 60 вагонов (при отсутствии предварительной разметки натурного листа).

Время в минутах

№ по пор.	Операции	0 10 20 30 40 50 60 70
1	Проход ДСД в техническую контору	3
2	Технический осмотр	20
3	Разметка натурного листа и проверка документов	12
4	Проход технического конторщика к составу	3
5	Меловая разметка	12
6	Раскрутка состава	12
	Расформирование	24 45
	Итого по прибытию	69

в) По маневровой работе. Норма на операцию по расформированию состава в 50—60 вагонов установлена в 40—45 мин.

Перестановка состава в другой парк или на подъездной путь: техническая норма на эту операцию устанавливается в 20 мин. на состав в 60—65 вагонов.

Подача и уборка вагонов с погрузочно-выгрузочных пунктов: техническая норма устанавливается в 90 мин.

г) По грузовым операциям.

ГРАФИК 22.

Продолжительность нахождения вагонов под местными операциями (одна операция).

Время в часах

№ по пор.	Операции	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
1	Операции по прибытию	24
2	Расформирование	45
3	Ожидание подачи	30
4	Подача к пунктам погрузки-выгрузки	65
5	Грузовая операция	120
6	Уборка	65
7	Накопление для формирования	60
8	Формирование	35
9	Операции по отправлению	30
	Всего	8,0 часов

УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР (ЦПТ)

Для сдвоенных грузовых операций (погрузка и выгрузка в один и тот же вагон), если погрузка и выгрузка производятся в разных пунктах станций, нахождение вагонов под местными операциями (сдвоенными) увеличивается на время, затрачиваемое на перестановку вагона с пункта выгрузки на пункт погрузки и вторую грузовую операцию.

ГРАФИК 23.

Продолжительность нахождения вагонов под местными операциями по элементам (при сдвоенных операциях).

Время в часах

№ по пор.	Операции	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
1	Операции по прибытию	24
2	Расформирование	45
3	Ожидание подачи на погрузочно-выгрузочные пункты	30
4	Подача	65
5	Выгрузка	120
6	Перестановка к пункту погрузки	90
7	Погрузка	120
8	Уборка	65
9	Накопление	60
10	Формирование	35
11	Операции по отправлению	30
	Всего	11,5 часа

д) По отправлению.

ГРАФИК 24.

Операции по отправлению груженых составов (60—65 вагонов).

Время в минутах

№ по пор.	Операции	0 5 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60 65
1	Формирование	35
2	Технический осмотр	20
3	Списывание и коммерческий осмотр	10
4	Проход технического конторщика в техническую контору	3
5	Подборка документов, подсчет веса и оформление натурного листа	12
6	Прием состава кондукторской бригадой	15
7	Прием документов главным кондуктором и оформление маршрута	6
8	Прицеп паровоза и опробование автотормоз.	10
9	Проход главного кондуктора к составу и отправление	4
	Итого по отправлению	65 минут

НТБ УЖТ (ДИИТ)

ГРАФИК 25.

Операции по отправлению порожнего 100-вагонного состава.

Время в минутах

№ по пор.	Операции	0 10 20 30 40 50 60 70 80
1	Формирование	35
2	Технический осмотр	20
3	Списывание	12
4	Проход технического конторщика в техническую контору	3
5	Оформление натурного листа	11
6	Прием состава на путях кондукторской бригадой	15
7	Оформление маршрута ДСД	5
8	Опробование тормозов	10
9	Проход ДСД к составу и отправление	4
	Итого по отправлению	30

Г. Погрузочно-выгрузочные станции с небольшим объемом работы.

К этой категории относится большинство промежуточных, так называемых коммерческих станций, операции по нагрузке или выгрузке на которых производятся с вагонами, прибывающими со сборными или участковыми групповыми поездами.

На многих станциях этого типа погрузочно-выгрузочная работа имеет сезонный характер (овощи, хлеб, хлопок).

Время работы сборного поезда нормируется графиком движения поездов.

Если затрата времени для маневровой работы превышает для каждого из сборных поездов один час, то такая станция должна быть отнесена к числу станций, обеспечиваемых для маневровой работы мотовозами.

Норма времени под операциями *нагрузка* или *выгрузка* — 2 часа.

Общая норма времени определяется в зависимости от графика движения сборных поездов.

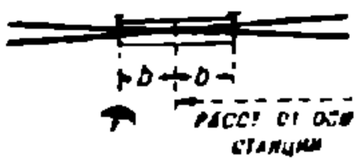
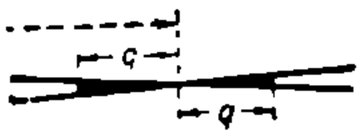
По основным массовым грузам сроки нахождения вагонов под выгрузкой были доведены:

№ по пор.	Наименование грузов	Достигнутые сроки в мин.	Примечания
1	Грузы в мешках и кулях	60	
2	Упаковочно-штучные и кипные грузы (в ящиках, кипах и тюках)	50	
3	Бачковые и катные грузы	50	
4	Сборный груз . . .	50	
5	Хлебные грузы (переработка при помощи транспортеров) .	60	Эта норма может быть сокращена до 30 мин.
6	Кирпич, цемент, алебастр, гипс, мел, соль навалом	110	
7	Камень, щебень, гравий . .	60	
8	Чугун, свинец в чушках и асфальт в плитках .	60	
9	Дрова	80	
10	Пиломатериалы	100	
11	Лес круглый	60	

НБ УДУНТ (ДИТ)

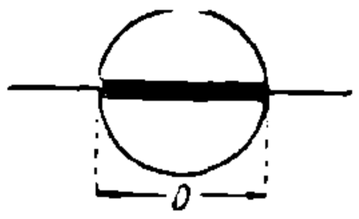
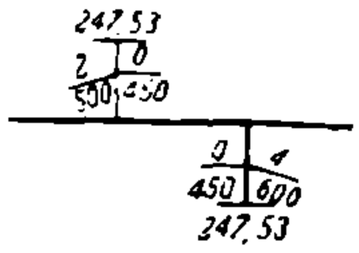
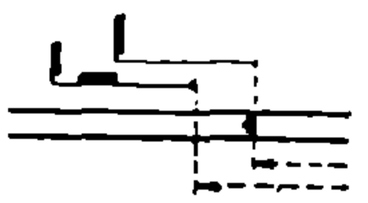
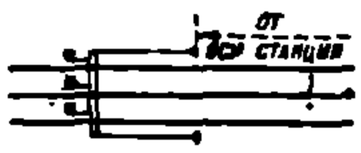
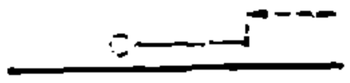
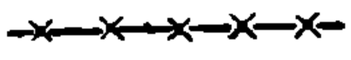
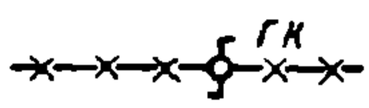
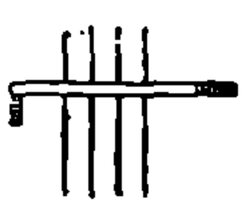
Приложение 3.

Технические условные обозначения на планах и проектных чертежах станций

Наименование путей и сооружений	Условные обозначения	Примечания
Пути.		Все указанные размеры устройств берутся в масштабе чертежа.
1. Главные.		Толстые линии толщиной около 1 *мм*.
2. Прочие станционные.		Тонкие линии толщиной 0,5 *мм*.
3. Разбираемые.		Для чертежей существующих и переустраиваемых станций то же, что и по пп. „1“ и „2“, но закрещенные тонкими красными крестиками.
4. Последующего развития.		Пунктирные линии по пп. „1“ и „2“.
Стрелки.		
1. Одиночный стрелочный перевод односторонний.		При схематическом проектировании для стрелочных переводов с маркой крестовины 1/11 и 1/9 принимается: $a = 12$ *м*, $b = 20$ *м*. При разработке технического проекта размеры берутся точно по эпюрам переводов. Расстояние от оси станционного здания берется до пересечения осей путей.
Английский перевод двухсторонний.		Для схематического проектирования b берется равным 12 *м*. Расстояние от оси станционного здания берется до пересечения осей путей.
3. Глухое пересечение.		Угол пересечения заливается.
4. Сплетенный путь.		
Путевые устройства.		
1. Упор.		

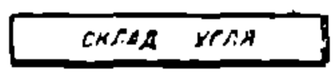
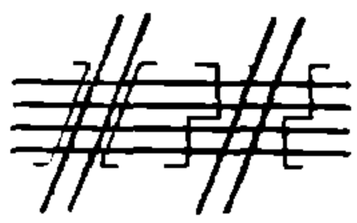
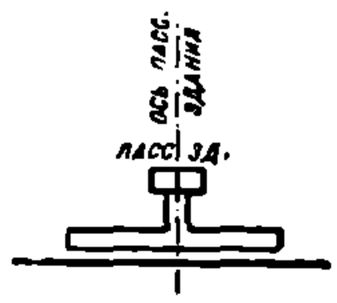
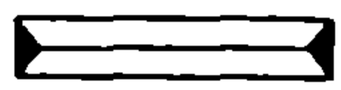
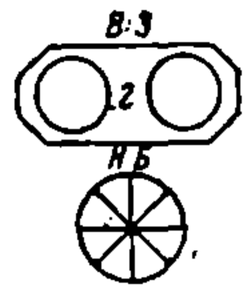
НБ УДУНТ (ДИТ)

Продолжение

Наименование путей и сооружений	Условные обозначения	Примечания
2. Паровозный и вагонный круги.		$D = 36$ *м*; $d = 15$ *м* (для товарных вагонов).
3. Горка.		Ширина — 6 *м*, длина — 50 *м* штрихуется вертикально.
Сооружения, сигналы, знаки.		
1. Уклоноуказатели.		
2. Семафоры на двух опорах.	 	Прямоугольники и треугольники заливаются.
3. Предупредительные диски.		
4. Граница отвода.		Толщина линии 1 *мм*.
5. Заборы и ворота в них.		Толщина линии 0,25 *мм*.
6. Водопроводная сеть.		Вычерчивается тонко, толщина линии 0,25 *мм*.
7. Канализационная сеть со смотровыми колодцами.		То же.
8. Гидравлические колонны.		
9. Нефтеразборные колонны.		
10. Пешеходный мостик.		

НБ УДУНТ (ДИТ)

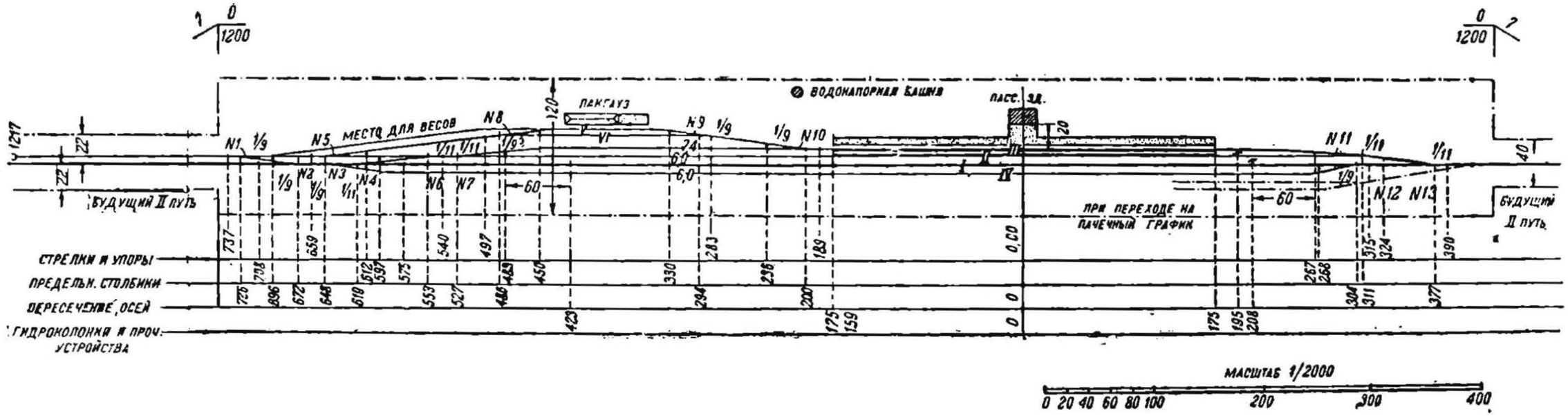
Продолжение

Наименование путей и сооружений	Условные обозначения	Примечания
11. Стрелочная будка.		
12. Централизованный пост, расположенный около путей.		
13. Склад угля.		
14. Путепроводы с открытыми фермами.		Очертания устоев ⊏⊏ — определяют в пересечении верхние и нижние пути.
15. Пассажирские и товарные платформы.		
16. Пакгаузы: деревянные		
каменные.		
17. Водоемные здания: с одним баком		
с двумя баками рядом.		
18. Нефтяные баки.		
Буквенные обозначения.		
1. Приемный парк.	П—10 / 840—1040	Проставляется в средней части парка.
2. Отправочный парк.	О—6 / 840—1040	Числа в числителе указываю число путей, в знаменателе — наименьшую и наибольшую полезные длины путей.
3. Приемо-отправочный парк.	ПО—8 / 840—1040	
4. Транзитный парк.	ТР—6 / 840—1040	
5. Сортировочный парк.	С—36 / 520—1040	
6. Группировочный парк.	Г—9 / 125—320	

НБ УДУНТ (ДИТ)

Приложение 4.

Проект путевого устройства малой станции.



№ по пор.	Наименование сооружений	Площадь $м^2$
1	Пассажирское здание	150
2	Пассажирская платформа .	300
3	Водонапорное здание	75
4	Пакгауз .	250
5	Стрелочные будки 2 шт. × 4,5	9

Руководящий уклон линии $7‰$

Полезная длина 720/850 *м*

№ по пор.	Наименование пути	Длина *м* полная	Длина *м* полезная
I	Главный	1 078	843
II	Пассажирский	996	750
III	Пассажирский	838	750
IV	Грузовой .	952	880
V	Вытяжка . .	491	480
VI	Пакгаузный	286	120
VII	Пакгаузный	198	120
	Съезд № 1—8 и 5—6 .	335	—
	Итого . .	5 174	3 943

Стрелок 1/11 . 5

Стрелок 1/9 8

Рельсов (кроме главных путей) 4,09 *км*

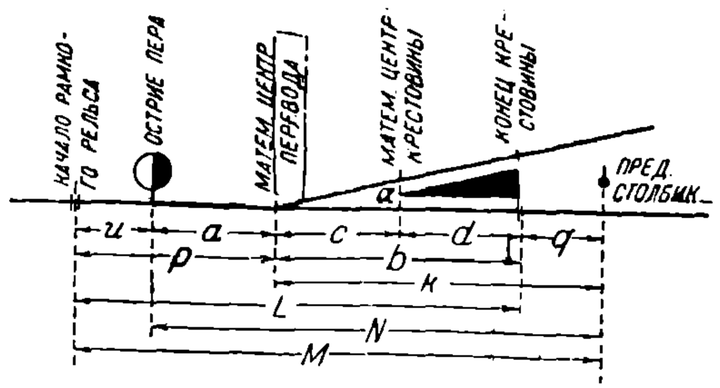
Гидроколонок 3

НБ УДУНТ (ДИТ)

Схема.

Схемы стрелочных переводов, съездов и улиц на промышленных железных дорогах.

а) Обыкновенные односторонние стрелочные переводы колеи 1524 *мм*.



Основные размеры при укладке.

ТАБЛИЦА 1.

№ п/п.	Переводы „Трансстроя“						
	Марка крестовины	1/5		1/7			1/9
1	Угол крестовины .	11°25′16″	11°18′36″	8°10′16″	8°07′48″	6°21′35″	6°20′25″
2	Тип рельсов	I-a	III-a	I-a	III-a	I-a	II-a / III-a
3	Длина остряка	30,00	35,00	40,00	45,00	50,00	55,00 / 55,00
4	Длина рамных рельсов	47,00	44,82	56,40	60,00	67,50	73,25 / 73,15
5	Радиус стрелочной кривой	55,000	50,000	117,000	120,000	195,000	188,000 / 160,000
6	*u*	0,850	0,326	0,820	0,660	0,850	0,800 / 0,835
7	*a*	6,263	6,767	8.538	9,812	10,665	11,497 / 10,786
8	*c*	7,620	7,695	10,668	10,722	13,716	13,715 / 13,773
9	*d*	1,206	1,749	1,479	1,754	1,903	1,910 / 1,756
10	*q*	11,174	10,758	15,864	15,653	20,352	18,578 / 20,572
11	*p*	7,113	7,093	9,358	10,472	11,515	12,297 / 11,621
12	*b*	8,826	9,444	12,147	12,476	15,619	15,625 / 15,529
13	*k*	20,000	20,202	28,011	28,129	35,971	34,203 / 36,101
14	*L*	15,939	16,537	21,505	22,948	27,134	27,922 / 27,150
15	*N*	26,263	26,969	36,549	37,941	46,636	45,700 / 46,887
16	*M*	27,113	27,295	37,369	38,601	47,486	46 500 / 47,722

Примечания к таблице 1. 1. В таблице 1 указаны размеры, рекомендуемых к применению стрелочных переводов.

2. В проектах стрелочных переводов „Трансстрой и НКПС марка крестовины определена как $tg\alpha$, а в переводах „Трансстрой“ (р—II-а) как $2\,tg\frac{\alpha}{2}$.

ТАБЛИЦА 2.

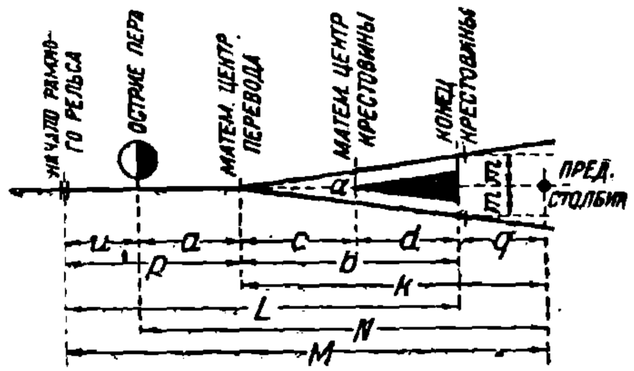
№ п/п.	Проект стрелочных переводов ТУ НКТП СССР								
	Марка крестовины	1/5		1/7		1/8		1/9	
1	Угол крестовины	11°18′36″		8°07′49″		7°07′30″		6°20′25″	
2	Тип рельсов	II-a	III-a	II-a	III-a	II-a	III-a	II-a	III-a
3	Длина остряка .	35,00	35,00	50,00	50,00	50,00	50,00	61,42	55,65
4	Длина рамных рельсов .	52,60	52,80	67,50	67,00	67,50	67,00	82,29	73,15
5	Радиус стрелочных кривых . .	56,877	57,378	118,484	119,102	160,002	160,463	201,292	195,938
6	*u* .	0,680	0,689	0,711	0,640	0,711	0,640	0,883	0,835
7	*a*	6 637	6,828	9,812	9,983	10,274	10,415	11,913	11,370
8	*c*	7,695	7,695	10,722	10,722	12,239	12,239	13,757	13,757
9	*d*	1,350	1,150	1,650	1,550	1,650	1,550	1,650	1,550
10	*q*	—	—	—	—	—	—	—	—
11	*p*	7,317	7,517	10,523	10,623	10,985	11,085	12,826	12,205
12	*b*	9,045	8,845	12,372	12,272	13,889	13,789	15,407	15,307
13	*k* .	—	—	—	—	—	—	—	—
14	*L* .	16,362	16,362	22,895	22,895	24,874	24,874	28,233	27,512
15	*N* .	—	—	—	—	—	—	—	—
16	*M* .	—	—	—	—	—	—	—	—

Примечание к таблице 2. В таблице 2 помещены основные размеры стрелочных переводов по стандарту Транспортного управления НКТП СССР (см. $\frac{\text{СТ}}{\text{ТУ}}\ \frac{7}{3107}$). Срок введения этих переводов намечался 1 октября 1937 г.

УКАЗ НТ (ДИТ) НБ

б) Симметричные стрелочные переводы колеи 1524 *мм*.

Схема.



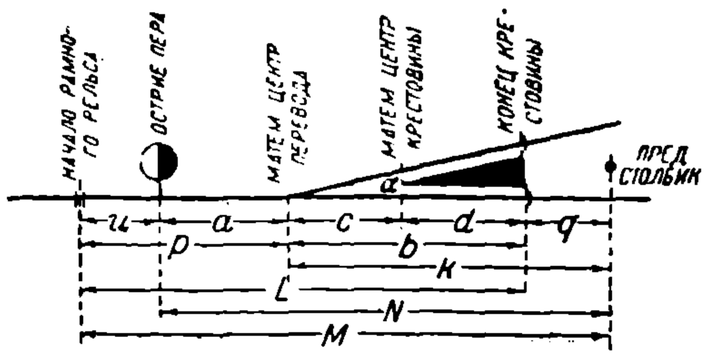
Основные размеры при укладке.

№ по пор.	Тип рельсов	Переводы „Трансстроя“										Переводы НКПС		
		I-а					III-а					III-а		
	Марка крестовины	1/5		1/6		1/7	1/5	1/6	1/7	1/8	1/9	1/8	1/9	1/11
1	Угол крестовины	11°25′16″		9°31′38″		8°10′86″	11°18′36″	9°27′45″	8°07′48″	7°07′30″	6°20′25″	7°07′30″	6°20′25″	5°11′40″
2	*R* стрелочной крестовины	55,000	85,000	117,000	158,000	195,000	50,000	85,000	120,000	155,000	160,000	316,960	394,603	611,238
3	*u*	0,850	0,850	0,850	0,820	0,820	0,326	0,326	0,660	0,660	0,835	0,839	0,839	0,839
4	*a*	4,605	5,505	5,379	7,997	7,709	5,074	5,438	7,046	7,066	7,931	11,170	11,364	12,085
5	*c*	7,658	7,658	9,176	9,176	10,695	7,733	9,239	10,749	12,263	13,794	12,263	13,779	16,815
6	*d*	1,200	1,200	1,250	1,250	1,475	1,741	1,750	1,750	2,246	1,753	1,750	1,550	1,890
7	*q*	11,142	11,142	13,584	13,584	13,841	10,738	13,166	15,630	17,594	20,554	18,090	20,772	25,348
8	*p*	5,455	6,455	6,229	8,817	8,529	5,406	5,764	7,706	7,726	8,766	12,009	12,203	12,924
9	*b*	8,858	8,858	10,426	10,426	12,170	9,474	10,989	12,499	14,509	15,547	14,013	15,329	18,705
10	*k*	20,000	20,000	24,010	24,010	28,011	20,202	24,155	28,129	32,103	36,101	32,103	36,101	44,053
11	*L*	14,313	15,213	15,655	19,243	20,699	14,874	16,753	20,205	22,235	24,313	26,022	27,532	30,999
12	*N*	24,605	25,505	29,389	32,007	35,720	25,286	29,593	35,175	39,250	44,032	43,273	47,465	56,138
13	*M*	25,455	26,355	29,239	32,827	36,540	25,612	29,919	55,835	39,829	44,867	44,112	48,304	56,317
14	*m*	0,886	0,886	0,869	0,869	0,869	0,938	0,910	0,888	0,903	0,860	—	—	—

НЕ УДАЛЯТ (ДШТ)

в) Обыкновенные односторонние стрелочные переводы колеи 1000 *мм*.

Схема.



Основные размеры при укладке.

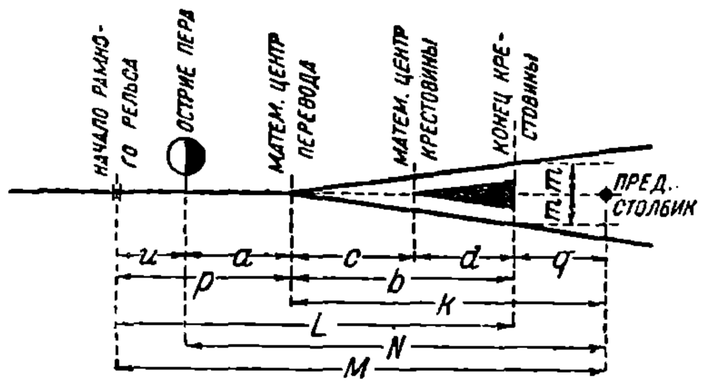
№ п/п.	Марка крестовины	1/11	1/11	1/10	1/9	1/8	1/7	1/6	1/5
1	Угол крестовины	5°11′40″	5°11′40″	5°42′38″	6°20′25″	7°7′30″	8°7′48″	9 27′45″	11°18′36″
2	Радиус стрелочной кривой	154 250	154,250	125,000	100,000	80,000	65,000	50,000	35,000
3	Тип рельсов (высота) .	III-а	IV-а	IV-а	0,107	0,107	0,090	0,091	0,091
4	*u*	0,835	0,835	0,835	0,800	0,800	0,580	0,580	0,580
5	*a*	8,189	8,189	8,077	5,408	5,485	4,148	4,245	4,110
6	*c*	11,023	11,023	10,024	9,028	8,032	7,035	6,041	5,050
7	*d*	1,755	1,755	1,850	1,832	1,550	1,280	1,144	1,150
8	*q*	26,904	26,904	24,215	21,640	19,331	17,018	14,564	11,978
9	*p*	9,024	9,024	8,912	6,208	6,285	4,728	4,825	4,690
10	*b*	12,778	12,778	11,874	10,860	9,581	8,315	7,185	6,200
11	*k*	38,682	39,682	36,089	32,500	28,915	25,328	21,749	18,178
12	*L*	21,802	21,802	20,786	17,068	15,867	13,043	12,010	10,890
13	*N*	47,871	47,871	44,166	37,908	34,397	29,476	25,994	22,288
14	*M*	48,706	48,706	45,001	38,708	35,197	30,055	26,574	22,868
15	№ чертежа	12646	12647	12648	12649	12650	12651	12652	12653

Приложения

НЕ УДЗНТ (ДШТ)

г) Симметричные стрелочные переводы колеи 1000 *мм*.

Схема.



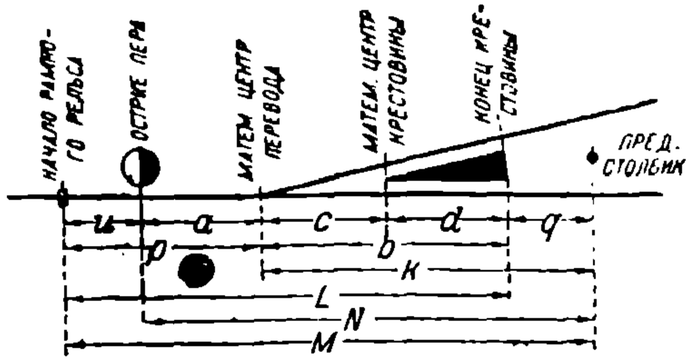
Основные размеры при укладке.

№ п/п.	Марка крестовины	1/9	1/9	1/8	1/7	1/6	1/5	1/4,5	1/4
1	Угол крестовины . .	6°20′25″	6°20′25″	7°10′	8°10′	9°30′	11°20′	12°30′	14°
2	Тип рельсов (высота)	III-а	IV-а	IV-а	0,107	0,107	0,090	0,091	0,091
3	*R* стрелочной кривой (по оси пути)	150,000	150,000	125,000	100,000	80,000	65,000	50,000	35,000
4	*u*	0,835	0,835	0,835	0,800	0,800	0,580	0,580	0,580
5	*a*	7,066	7,066	7,169	4,975	5,071	3,939	3,763	3,495
6	*b*	10,795	10,795	9,593	8,331	7,258	6,218	5,386	4,907
7	*c*	9,042	9,042	8,046	7,053	6,062	5,074	4,586	4,092
8	*d*	1,753	1,753	1,547	1,278	1,196	1,114	0,800	0,815
9	*q*	21,705	21,705	19,319	16,997	14,491	11,960	9,978	9,727
10	*p*	7,901	7,901	8,004	5,775	5,871	4,519	4,343	4,075
11	*k*	32,500	32,500	28,910	25,330	21,750	18,18	16,360	14,630
12	*L*	18,696	18,696	17,597	14,106	13,129	10,737	9,729	8,982
13	*M*	40,401	40,401	36,916	31,103	27,620	22,697	19,707	18,709
14	*N*	39,566	39,566	36,081	30,303	26,820	22,117	19,127	18,129
15	*m*	0,598	0,598	0,597	0,592	0,601	0,615	0,603	0,595

НТБ УГЛТУ (ДШТ)

д) Обыкновенные односторонние стрелочные переводы колеи 750 *мм*.

Схема.



Основные размеры при укладке.

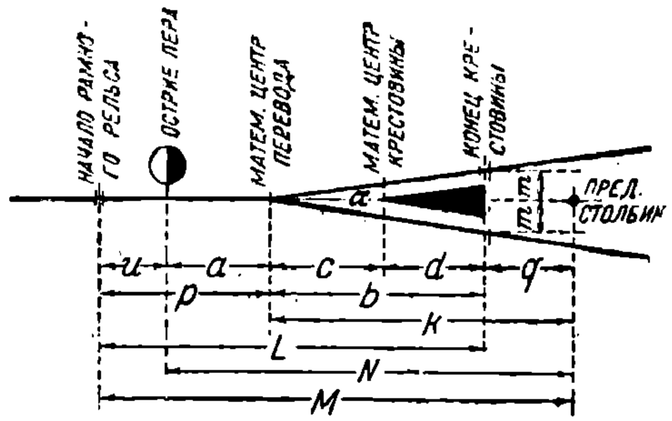
№ по пор.	Марка крестовины	1/10	1/9	1/9	1/8	1/7	1/7	1/6	1/5	1/5	1/4
1	Угол крестовины . . .	5°42′38″	6°20′25″	6°20′25″	7°07′30″	8°07′48″	8°07′48″	9°27′45″	11°18′36″	11°18′36″	14°02′10″
2	*R* стрелочной кривой	100,000	80,000	80,000	65,000	53,400	40,000	30,000	25,000	21,630	15,000
3	Тип рельсов (высота) .	0,107	0,107	0,090	0,090	0,090	0,091	0,080	0,080	0,080	0,080
4	*u*	0,800	0,800	0,580	0,580	0,580	0,580	0,510	0,510	0,510	0,510
5	*a*	4,781	4,859	3,420	3,577	3,737	3,218	3,248	3,471	3,255	3,248
6	*c*	7,580	6,780	6,780	5,990	5,250	5,250	4,510	3,780	3,780	3,050
7	*d*	1,722	1,830	1,648	1,305	1,283	1,278	1,100	0,987	0,987	0,904
8	*q*	18,768	16,670	16,852	15,193	13,166	13,166	11,300	9,371	9,371	7,418
9	*p*	5,581	5,659	4,000	4,157	4,317	3,798	3,758	3,981	3,765	3,758
10	*b*	9,302	8,610	8,428	7,295	6,533	6,528	5,610	4,767	4,767	3,954
11	*k*	28,070	25,280	25,280	22,488	19,699	19,694	16,910	14,138	14,138	11,372
12	*L*	14,883	14,269	12,428	11,452	10,850	10,326	9,368	8,748	8,532	7,712
13	*N*	32,851	30,139	28,700	26,065	23,436	22,912	20,158	17,609	17,393	14,620
14	*M*	33,651	30,939	29,280	26,645	24,016	23,492	20,668	18,119	17,903	15,130

Примечания: 1) Переводы из рельсов $h = 80$ *мм*, М 1/6, длина остряка 2290 *мм*, длина рамного рельса 4150 *мм*.
2) Переводы из рельсов $h = 91$ *мм*, М 1/7, длина остряка 2290 *мм*, длина рамного рельса 4500 *мм*.

НБ УДУНТ (ДИТ)

е) Симметричные стрелочные переводы колеи 750 *мм*.

Схема.

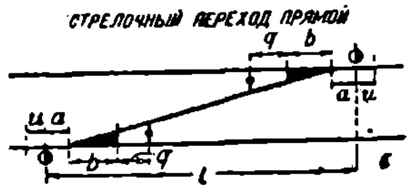
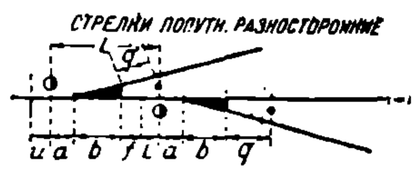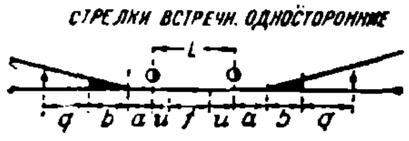
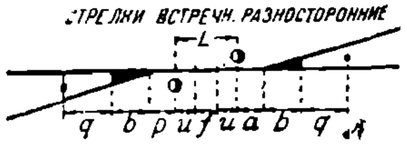
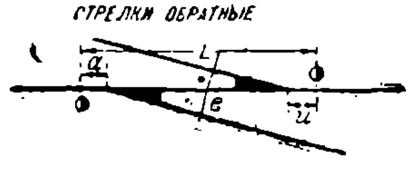


Основные размеры при укладке.

№ по пор.	Марка крестовины	1/8	1/7	1/7	1/6	1/5,5	1/5	1/4	1/3,7	1/3,7	1/3
1	Угол крестовины . . .	7°10′	8°10′	8°10′	9°30′	10°20′	11°20′	14°	15°10′	15°10′	18°30′
2	Тип рельсов (высота)	10,7	10,7	90	90	90	91	80	80	80	80
3	*R* стрелочной кривой	100,00	80,00	80,00	65,00	53,00	40,00	30,00	25,00	20,00	15,00
4	*u* . .	0,80	0,80	0,58	0,58	0,58	0,58	0,51	0,51	0,51	0,51
5	*a* .	4,50	4,57	3,22	3,88	3,80	3,15	3,19	3,18	2,93	2,97
6	*c* .	6,00	5,26	5,26	4,53	4,17	3,80	3,08	2,84	2,84	2,33
7	*d* .	1,55	1,28	1,28	1,14	1,04	1,14	0,89	0,76	0,76	0,64
8	*q*	14,94	13,16	13,16	11,25	10,35	9,20	7,40	6,93	6,93	5,67
9	*p*	5,30	5,37	3,80	3,96	3,88	3,73	3,70	3,69	3,44	3,48
10	*b* .	7,55	6,54	6,54	5,67	5,21	4,94	3,97	3,60	3,60	2,97
11	*k* .	22,49	19,70	19,70	16,92	15,56	14,14	11,37	10,53	10,53	8,64
12	*L* .	12,85	11,91	10,34	9,63	9,09	8,67	7,57	7,29	7,04	6,45
13	*N* .	26,99	24,27	22,92	20,30	18,86	17,29	14,56	13,71	13,46	11,61
14	*M* . .	27,79	25,07	23,50	20,88	19,44	17,87	15,07	14,22	13,97	12,12
15	*m* .	0,47	0,46	0,47	0,47	0,47	0,49	0,48	0,48	0,48	0,48

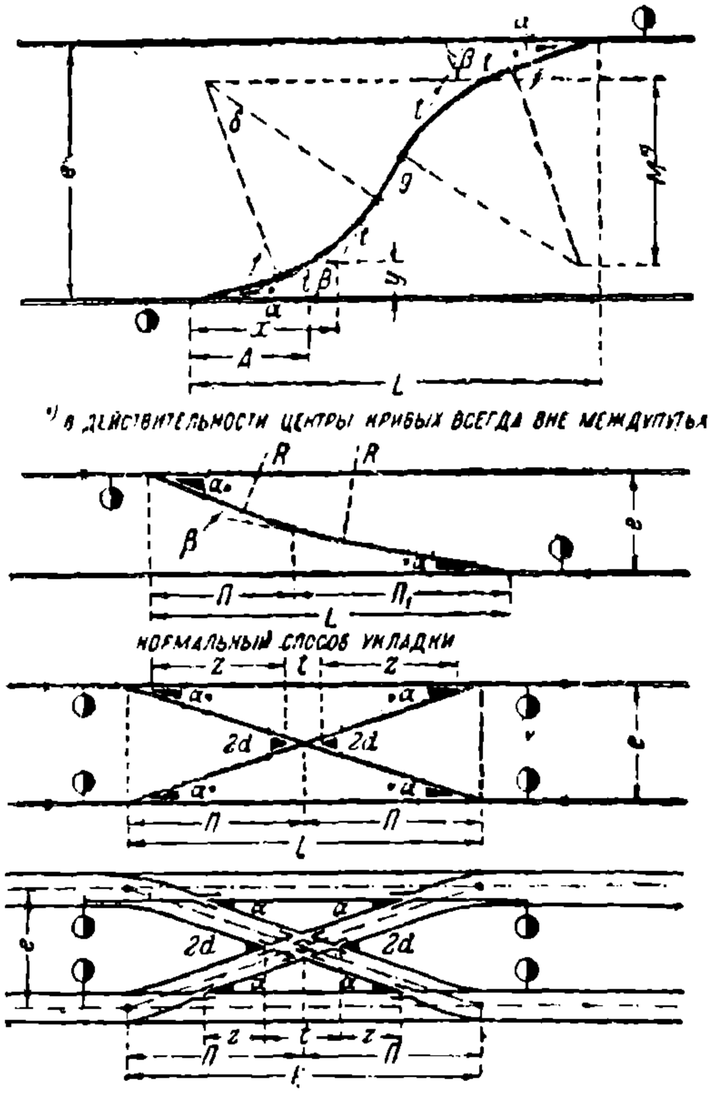
НБ УЛНТ (ДИТ)

ж) Стрелочные соединения колеи 1524 *мм*.

№ по пор.	Схема укладки	Формула для определения L	Расстояние между стрелками в метрах						
			1/7	1/9 („Трансстрой")				1/11 (НКПС)	
			$e = 4{,}90$	$e = 4{,}90$		$e = 5{,}30$		$e = 5{,}30$	
			III-а	II-а	III-а	II-а	III-а	II-а	III-а
1		$L = \frac{e}{\operatorname{tg}\alpha} + 2a$	53,924	67,094	65,672	70,694	69,272	78,348	82,274
2		$L = \frac{e}{\sin\alpha}$	34,653	44,384	44,384	48,007	48,007	58,628	58,628
		$f = \frac{e}{\sin\alpha} - (a + b + u)$	11,705	16,462	17,234	20,085	20,857	26,600	27,114
3		$L = a + b + f + u$ принимать равной 0 или не меньше 0,5 звена	29,198 $f = 6{,}250$	34,172 $f = 6{,}250$	33,400 $f = 6{,}250$	34,172 $f = 6{,}250$	33,400 $f = 6{,}250$	38,288 $f = 6{,}250$	37,764 $f = 6{,}250$
4		$L = 2u + f$ f принимать равной нулю или не меньше 0,5 звена	7,570 $f = 6{,}250$	7,850 $f = 6{,}250$	7,920 $f = 6{,}250$	7,850 $f = 6{,}250$	7,920 $f = 6{,}250$	6,068 $f = 0$	7,928 $f = 6{,}250$
5		$L = 2u + f$ f принимать не меньше 0,5 звена	7,570 $f = 6{,}250$	7,850 $f = 6{,}250$	7,920 $f = 6{,}250$	7,850 $f = 6{,}250$	7,920 $f = 6{,}250$	6,068 $f = 0$	7,928 $f = 6{,}250$
6		$L = \frac{e}{\sin\alpha} + 2a$	54,277	67,378	65,956	71,001	69,579	78,676	82,602

НБ УДИИТ (ДИИТ)

Схема.



з) Стрелочные съезды колеи 1524 *мм*.

Сокращенный съезд. Расчетные формулы.

1) $L = 2A + \frac{e}{\operatorname{tg}\beta}$;

2) $A = \frac{\left[(b+f) + R\operatorname{tg}\frac{\beta-\alpha}{2}\right]\sin(\beta-\alpha)}{\sin\beta}$;

3) $\cos\beta = \frac{2RM + \sqrt{g^2(2R^2 - M^2) + g^4}}{4R^2 + g^2}$;

4) $M = 2(b+f)\sin\alpha + 2R\cos\alpha - e$;

5) $x = (b+f+t)\cos\alpha$;

6) $y = (b+f+t)\sin\alpha$; $f_{min} = 2{,}0$ *м*.

При переводах типа „Трансстроя“ М-1/9 и $e = 5{,}30$ *м* указанные величины имеют следующие значения (в метрах):

Тип рельсов	L	A	β	R	f	g	x	y
I-а	44,56	5,73	8°54′	195,00	2,00	4,00	17,44	1,94
III-а	46,13	6,50	9°04′	160,00	2,00	4,00	17,35	1,93

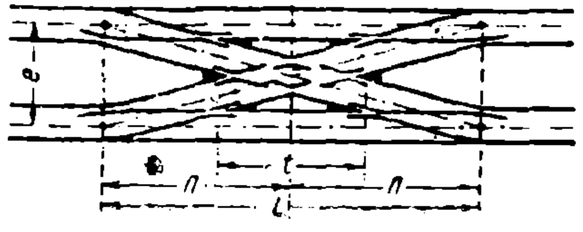
Стрелочный переход при крестовинах разных марок.
Основные размеры при укладке $e = 4{,}90$; переводы НКПС.

Тип рельсов	α	α_1	β	$П$	$П_1$	R	L
II-а	6°20′25″	5°11′40″	1°08′45″	22,05	26,95	300,00	49,00
III-а				22,05	26,95	300,00	49,00

Перекрестный съезд.

Сокращенный способ укладки.

1. Схема.



Основные размеры при укладке (нормально).

1	e_{min}	5,60	5,40	5,30
2	Марка крестовины	1/7	1/9	1/11
3	Тип рельсов	I-а	III-а	II-а, III-а
4	Марка пересечения	2/7	2/9	2/11
5	t	10,78	13,80	16,83
6	z	3,65	3,64	3,94
7	$П$	19,58	24,30	29,15
8	L	39,16	48,60	58,30

2. Основные размеры при укладке.

1	e_{min}	4,542
2	Марка крестовины	1/7
3	Тип рельсов	I-а
4	Марка пересечения	2/7
5	t	10,776
6	$П$	15,857
7	L	31,714
8	№ черт.	22584

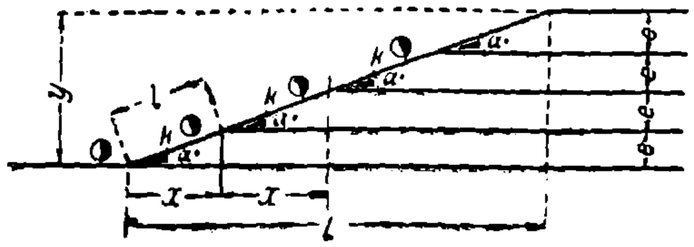
НЕ УЧТ (ДИТ)

и) Нормальные (прямые) стрелочные улицы колеи 1524 *мм*.

Расчетные формулы.

1) $L = \frac{4e}{\operatorname{tg}\alpha} = 4x$; 2) $x = \frac{e}{\operatorname{tg}\alpha}$; α — угол крестовины.

3) $l = \frac{e}{\sin\alpha}$; 4) $k = l - (b + u + a)$; 5) $y = 4e$.



Основные размеры при укладке.

Переводы типа „Трансстрой".

e	4,80					4,90					5,30				
Марка крестовины	1/7		1/9			1/7		1/9			1/7		1/9		
Тип рельсов	I-а	III-а	I-а	II-а	III-а	I-а	III-а	I-а	II-а	III-а	I-а	III-а	I-а	II-а	III-а
L .	133,70	134,40	172,20	172,80	172,80	136,48	137,20	175,80	176,40	176,40	147,64	148,40	190,12	190,80	190,80
l .	33,78	33,95	43,32	43,48	43,48	34,48	34,65	44,22	44,38	44,38	37,30	37,48	47,83	48,01	48,01
x .	33,43	33,60	43,05	43,20	43,20	34,12	34,30	43,95	44,10	44,10	36,91	37,10	47,53	47,70	47,70
y .	19,20	19,20	19,20	19,20	19,20	19,60	19,60	19,60	19,60	19,60	21,20	21,20	21,20	21,20	21,20
k .	12,27	11,00	16,19	15,56	16,33	12,97	11,70	17,09	16,41	17,23	15,79	14,53	20,70	20,09	20,85

НБ УИИТ (ДШТ)

Продолжение

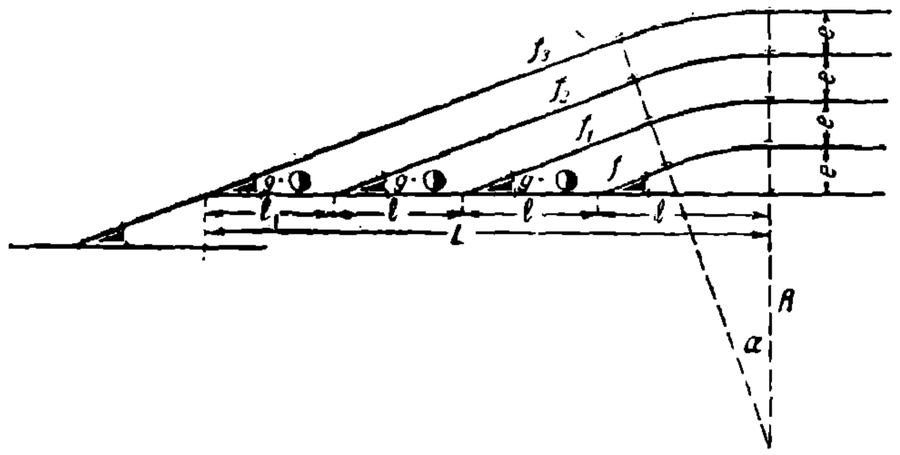
Основные формулы.

$$L = l_1 + 3l; \quad l_1 = (b+f)\cos\alpha + R\sin\alpha;$$

$$l = \frac{e}{\sin\alpha}; \quad g = l - (a+b+u);$$

$$f = \frac{e - R(1-\cos\alpha)}{\sin\alpha} - b;$$

$$f_1 = f + \frac{e}{\operatorname{tg}\alpha}; \quad f_2 = f + 2\frac{e}{\operatorname{tg}\alpha}; \quad f_3 = f + 3\frac{e}{\operatorname{tg}\alpha}.$$



Основные размеры при укладке.
Переводы типа „Трансстрой".

e	4,80					4,90					5,30				
Марка крестовины	1/7		1/9			1/7		1/9			1/7		1/9		
Тип рельсов	I-а	III-а	I-а	II-а	III-а	I-а	III-а	I-а	II-а	III-а	I-а	III-а	I-а	II-а	III-а
L .	143,19	143,94	183,77	184,09	182,57	145,97	146,77	187,37	187,68	186,11	157,22	158,03	201,43	202,17	200,62
l .	33,78	33,95	43,32	43,48	43,48	34,48	34,65	44,22	44,38	44,38	37,30	37,48	47,83	48,01	48,01
R .	117,00	120,00	195,00	188,00	160,00	117,00	120,00	195,00	188,00	160,00	117,00	120,00	195,00	188,00	160,00
g .	12,27	11,00	16,19	15,56	16,33	12,97	11,70	17,09	16,46	17,23	15,79	14,53	20,70	20,09	20,86
f .	13,33	12,90	16,78	17,47	19,11	14,02	13,61	17,69	18,37	20,00	16,84	16,44	21,31	21,99	23,67
l_1 .	41,85	42,09	53,81	53,65	52,09	42,53	42,79	54,71	54,54	52,97	45,32	45,59	57,94	58,14	56,59

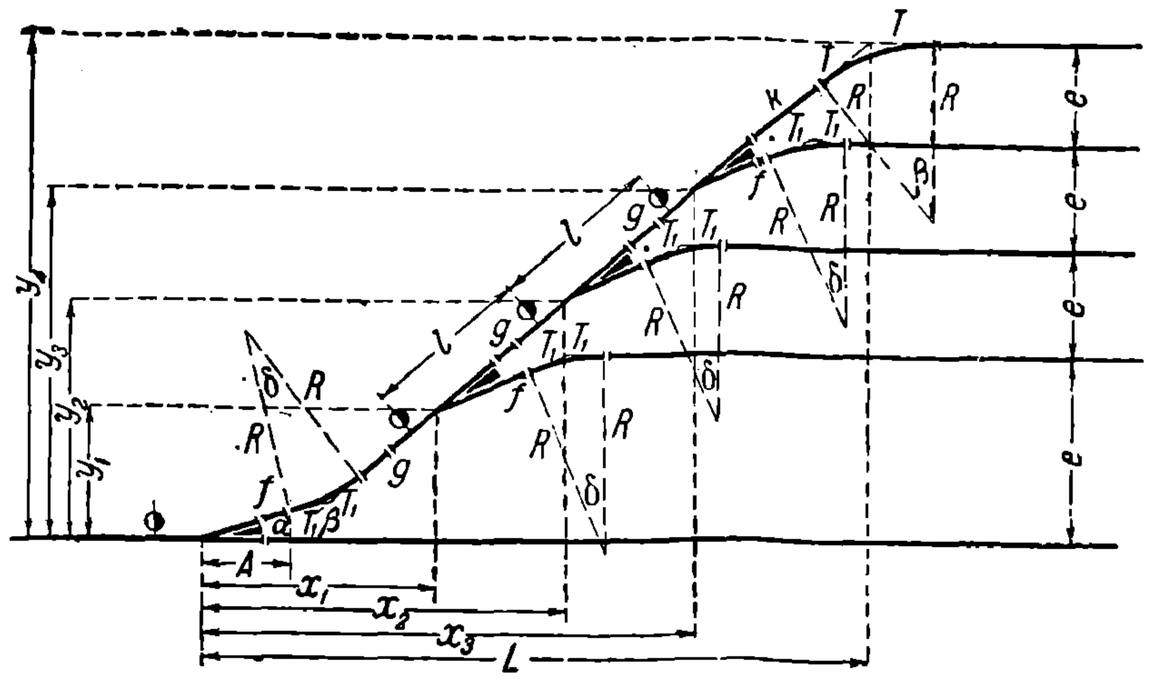
УДИТ (ДШТ)

к) Сокращенная (отогнутая) стрелочная улица на боковом пути колеи 1524 *мм*.

Расчетные формулы.

α — угол крестовины

1) $L = x_3 + (b + k + T)\cos\beta$;
2) $x_3 = x_2 + (b + g + u + a)\cos\beta$;
3) $x_2 = x_1 + (b + g + u + a)\cos\beta$;
4) $x_1 = (b + f + T)\cos\alpha + (T_1 + g + u + a)\cos\beta$;
5) $A = \dfrac{\left[(b+f) + R\,\mathrm{tg}\,\dfrac{\beta-\alpha}{2}\right]\sin(\beta-\alpha)}{\sin\beta}$;
6) $y_1 = (b + f + T_1)\sin\alpha + (T_1 + g + u + a)\sin\beta$;
7) $y_2 = y_1 + (b + g + u + a)\sin\beta$;
8) $y_3 = y_2 + (b + g + u + a)\sin\beta$;
9) $y_4 = e_1 + 3e$;
10) $T_1 = R\,\mathrm{tg}\,\dfrac{\beta-\alpha}{2}$
11) $T = R\,\mathrm{tg}\,\dfrac{\beta}{2}$;
12) $e_1 = y_1 + (b + f + T_1)\sin(\beta - \alpha)$;
13) $k = \dfrac{y_4 - y_3}{\sin\beta} - T - b$;
14) $\sin\beta = \dfrac{e}{l}$;
15) $l = u + \alpha + b + g$.



Перед сопрягающей кривой и перед вторым стрелочным переводом следует укладывать прямые вставки; радиус сопрягающей кривой принимают равным стрелочной кривой.

Основные размеры при укладке.

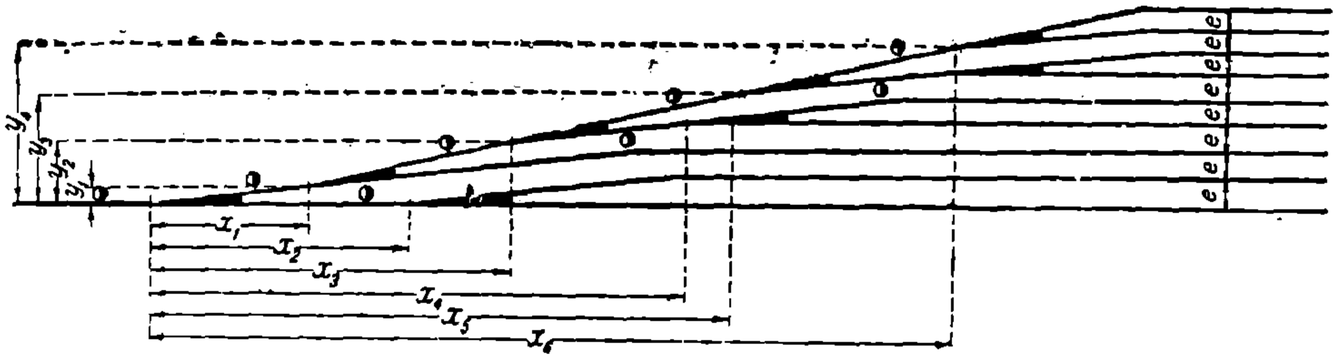
Переводы типа „Трансстрой"

e	4,80					4,90					5,30				
Марка крестовины	1/7		1/9			1/7		1/9			1/7		1/9		
Тип рельсов	I-а	III-а	I-а	II-а	III-а	I-а	III-а	I-а	II-а	III-а	I-а	III-а	I-а	II-а	III-а
L	111,71	115,44	139,66	141,44	138,11	112,58	112,76	140,63	142,40	138,90	115,30	119,37	144,81	146,04	142,31
A	4,14	3,48	6,16	5,71	5,97	4,48	3,79	6,61	6,12	6,36	5,73	5,04	8,22	7,71	7,93
β	10°51′	10°16′	8°52′	8°39′	8°52′	11°04′	10°29′	9°03′	8°50′	9°03′	11°59′	11°20′	9°48′	9°33′	9°48′
f	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
g	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
x_1	32,49	32,98	41,26	41,12	39,87	32,96	33,47	41,84	41,74	40,33	34,72	35,12	44,65	43,97	42,41
y_1	5,43	5,34	5,47	5,38	5,28	5,56	5,49	5,62	5,53	5,35	6,14	6,02	6,23	6,09	5,95
l	25,51	26,95	31,13	31,92	31,15	25,51	26,95	31,13	31,92	31,15	25,51	26,95	31,13	31,92	31,15
R	117,00	120,00	195,00	188,00	160,00	117,00	120,00	195,00	188,00	160,00	117,00	120,00	195,00	188,00	160,00
e_1	6,21	5,96	6,42	6,24	6,20	6,42	6,19	6,66	6,47	6,35	7,33	7,01	7,63	7,37	7,30

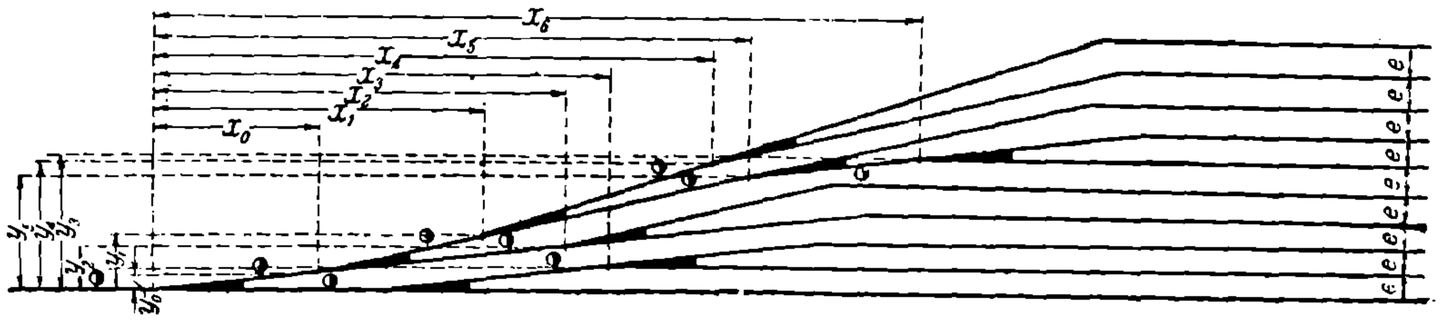
НЕ УЧЕБ (ДПТ)

л) Стрелочная улица колеи 1524 *мм*.

Стрелочная улица с углом наклона, равным 2α.



Стрелочная улица с углом наклона, равным 3α.



Основные размеры при укладке.
Переводы типа „Трансстрой".

Угол наклона 2α.

e	4,80		4,90		5,30	
M	1/7	1/9	1/7	1/9	1/7	1/9
x_1	22,72	26,98	22,72	26,98	22,72	26,98
x_2	33,95	43,48	34,65	44,38	37,48	48,01
x_3	56,33	69,40	57,02	70,28	59,83	74,20
x_4	68,33	86,14	69,82	88,01	75,54	95,63
x_5	89,94	111,82	91,32	113,58	96,94	121,62
x_6	123,55	154,24	125,62	156,88	134,05	168,94

Угол наклона 3α.

e	4,80		4,90		5,30	
M	1/7	1/9	1/7	1/9	1/7	1/9
x_0	22,72	26,98	22,72	26,98	22,72	26,98
x_1	44,75	53,47	44,75	53,47	44,75	53,47
x_2	56,32	70,18	57,02	71,08	59,82	74,68
x_3	67,55	86,68	68,95	88,48	74,58	95,71
x_4	75,68	94,56	76,32	95,40	78,89	98,84
x_5	82,72	107,07	84,43	109,29	91,28	118,18
x_6	105,44	134,05	107,15	136,27	114,00	145,16

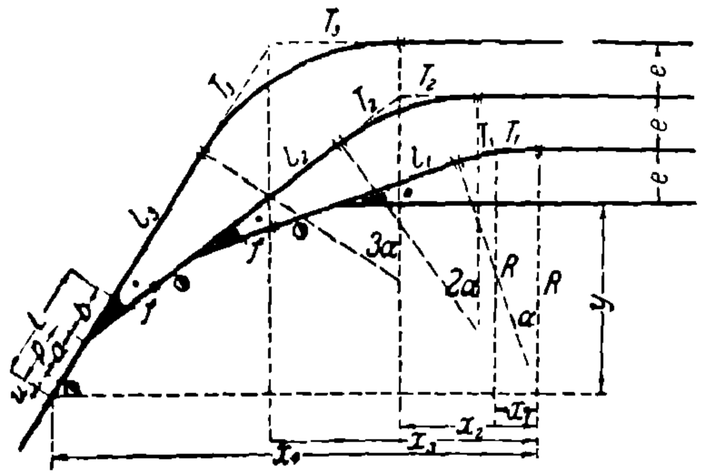
УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР (ДШТ)

Расчетные формулы

α — угол крестовины.

1) $x_4 = p\cos 3\alpha + (L+f)(\cos 2\alpha + \cos\alpha) + (b+l_1)\cos\alpha + R\sin\alpha$;
2) $x_3 = x_4 - (L + l_3 + T_3)\cos 3\alpha$;
3) $x_2 = x_4 - [p\cos 3\alpha + (2b + f + p + l_2 + T_2)\cos 2\alpha]$;
4) $x_1 = T_1$;
5) $y = p\sin 3\alpha + (L+f)(\sin 2\alpha + \sin\alpha)$;
6) $T_1 = R\,\mathrm{tg}\,\frac{\alpha}{2}$;
7) $T_2 = R\,\mathrm{tg}\,\frac{2\alpha}{2}$;
8) $T_3 = R\,\mathrm{tg}\,\frac{3\alpha}{2}$;
9) $l_1 = \frac{l - R(1-\cos\alpha)}{\sin\alpha} - b$;
10) $l_2 = \frac{2l + (L+f)\sin\alpha - R(1-\cos 2\alpha)}{\sin 3\alpha} - b$;
11) $l_3 = \frac{3l + (L+f)(\sin 2\alpha + \sin\alpha) - R(1-\cos 3\alpha)}{\sin 3\alpha} - b$.

Принимают R — равным радиусу стрелочной кривой. Так как все сопрягающие кривые одного радиуса, то вход в парк получается уширенным.



Основные размеры при укладке.
Переводы типа „Трансстрой".

e	4,80					4,90					5,30				
Марка крестовины	1/7		1/9			1/7		1/9			1/7		1/9		
Тип рельсов	I-а	III-а	I-а	II-а	III-а	I-а	III-а	I-а	II-а	III-а	I-а	III-а	I-а	II-а	III-а
x_4	100,08	104,17	126,01	128,14	124,43	100,77	104,88	126,91	129,06	126,32	103,56	107,41	130,50	132,64	129,93
x_3	36,38	31,79	43,60	44,23	41,89	36,33	37,86	43,64	44,27	42,91	36,48	37,76	43,73	44,38	43,04
x_2	22,00	22,78	26,91	27,00	25,07	22,00	22,81	26,92	27,04	25,08	22,08	22,59	26,96	27,07	26,12
x_1	8,35	8,53	10,84	10,42	8,86	8,35	8,53	10,84	10,42	3,86	3,35	8,53	10,84	10,42	8,86
R	117,00	120,00	195,00	188,00	160,00	117,00	120,00	195,00	188,00	160,00	117,00	120,00	195,00	188,00	160,00
y	14,68	15,68	14,07	14,53	14,07	14,68	15,68	14,07	14,53	14,07	14,68	15,68	14,07	14,53	14,07
f	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00

УДИИ (ДИТ)

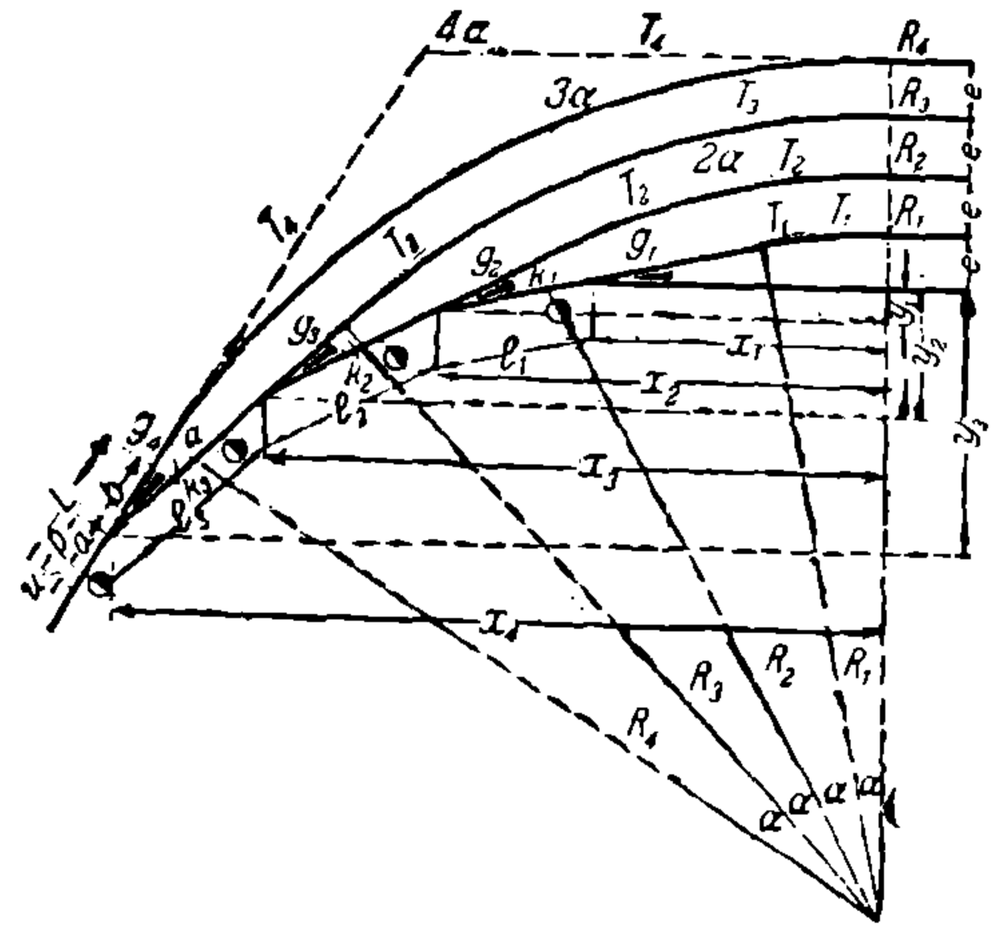
н) Концентрическая веерная стрелочная улица.

α — угол крестовины.

Основные размеры при укладке.

Переводы типа „Трансстрой“ из рельсов типа III-а.

e	4,80		4,90		5,30	
M	1/7	1/9	1/7	1/9	1/7	1/9
R_1	189,52	281,13	189,52	281,13	189,52	281,13
R_2	194,32	285,93	194,42	286,03	194,82	286,43
R_3	199,12	290,73	199,32	290,93	200,12	291,73
R_4	203,92	295,53	204,22	295,83	205,42	297,03
T_1	13,48	15,57	13,48	15,57	13,48	15,57
T_2	27,77	31,77	27,78	31,75	27,85	31,82
T_3	43,03	48,70	43,07	48,73	43,25	48,86
T_4	59,48	66,49	59,57	66,56	59,92	66,85
k_1	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
k_2	4,68	4,53	4,70	4,54	4,75	4,59
k_3	5,37	5,06	5,39	5,09	5,51	5,17
g_1	8,00	12,38	8,70	13,28	11,83	16,91
g_2	7,66	12,11	8,35	13,01	11,15	16,62
g_3	7,32	11,85	8,00	12,74	10,78	16,32
g_4	6,98	11,58	7,65	12,47	10,40	16,03
y_1	3,81	3,32	3,81	3,32	3,81	3,32
y_2	11,49	10,50	11,50	10,51	11,51	10,53
	23,28	20,78	23,28	20,79	23,51	20,83
x_1	47,07	58,78	47,76	59,67	50,56	63,27
x_2	73,72	89,66	74,41	90,57	77,21	94,17
x_3	100,25	120,62	100,95	121,54	103,81	125,18
x_4	126,04	151,08	126,76	152,09	129,72	155,74
l_1	26,95	31,15	26,95	31,15	26,95	31,15
l_2	27,63	31,68	27,64	31,69	27,70	31,73
l_3	28,31	32,21	28,34	32,23	28,46	32,32

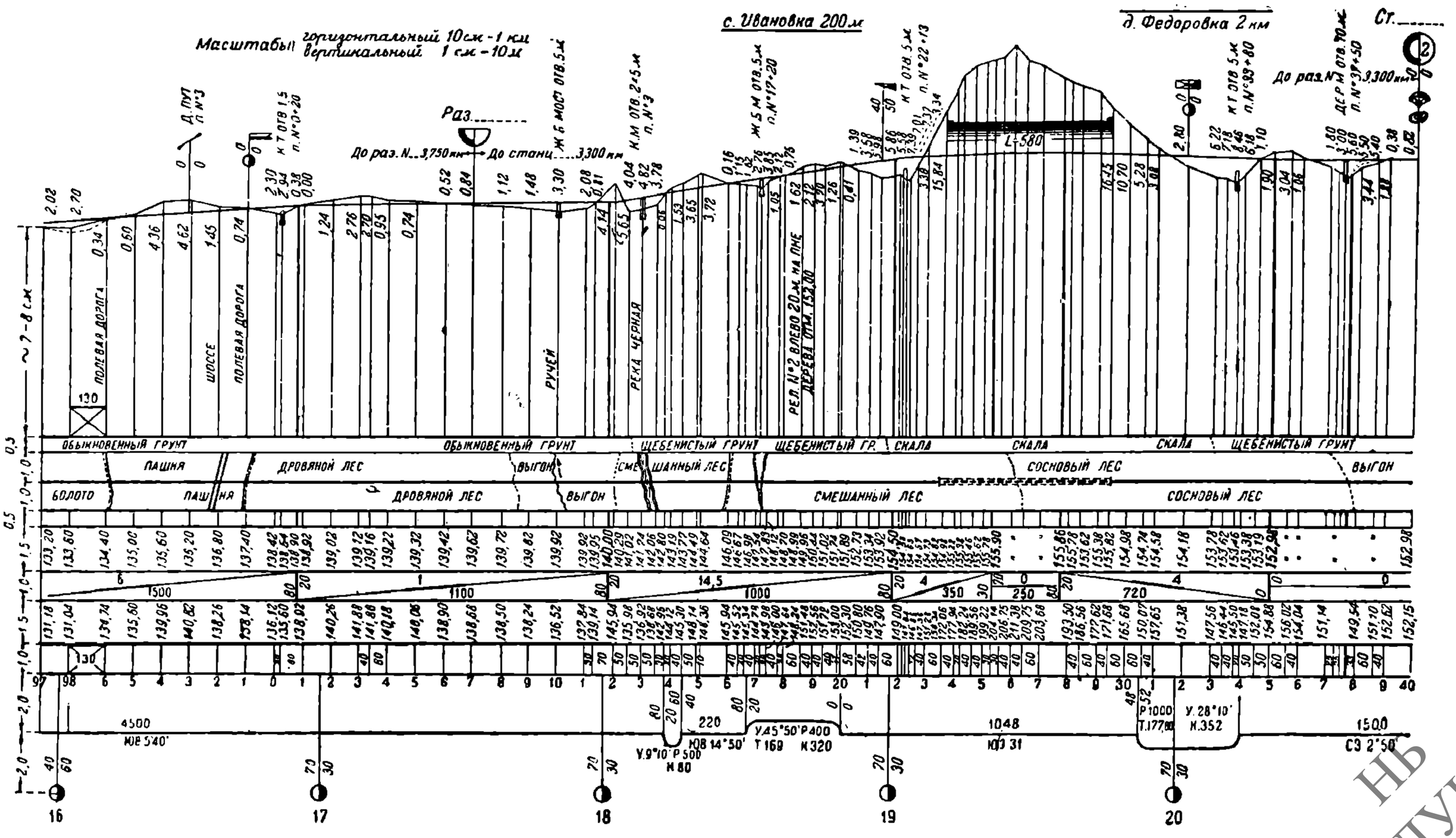


Расчетные формулы

1) $x_4 = (b + g_4)\cos 4\alpha + R_4 \sin 4\alpha$;
2) $x_3 = (b + g_3)\cos 3\alpha + R_3 \sin 3\alpha$;
3) $x_2 = (b + g_2)\cos 2\alpha + R_2 \sin 2\alpha$;
4) $x_1 = (b + g_1)\cos \alpha + R_1 \sin \alpha$;
5) $y_3 = (b + g_4)\sin 4\alpha + R_4 (1 - \cos 4\alpha) - 4e$;
6) $y_2 = (b + g_3)\sin 3\alpha + R_3 (1 - \cos 3\alpha) - 3e$;
7) $y_1 = (b + g_2)\sin 2\alpha + R_2 (1 - \cos 2\alpha) - 2e$;
8) $g_4 = g_1 - 3e \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$;
9) $g_3 = g_1 - 2e \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$;
10) $g_2 = g_1 - e \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$;
11) $g_1 = \frac{e}{\sin \alpha} - R_1 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} - b$;
12) $e_3 = e_1 + 2(3-1) e \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$;
13) $e_2 = e_1 + 2(2-1) e \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$;
14) $e_1 = b + k_1 + p$;
15) $R_4 = R_3 - e$;
16) $R_3 = R_2 + e$;
17) $R_2 = R_1 + e$;
18) $R_1 = \frac{e_1}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}$;
19) $T_1 = R_1 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$;
20) $T_2 = R_2 \operatorname{tg} \frac{2\alpha}{2}$;
21) $T_3 = R_3 \operatorname{tg} \frac{3\alpha}{2}$;
22) $T_4 = R_4 \operatorname{tg} \frac{4\alpha}{2}$;
23) k_1 принимать не $< 4{,}0$ *м* (нормально 0,5 звена)
24) $k_2 = k_1 + 2(2-1) e \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$;
25) $k_3 = k_1 + 2(3-1) e \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Нормальный подробный продольный профиль.

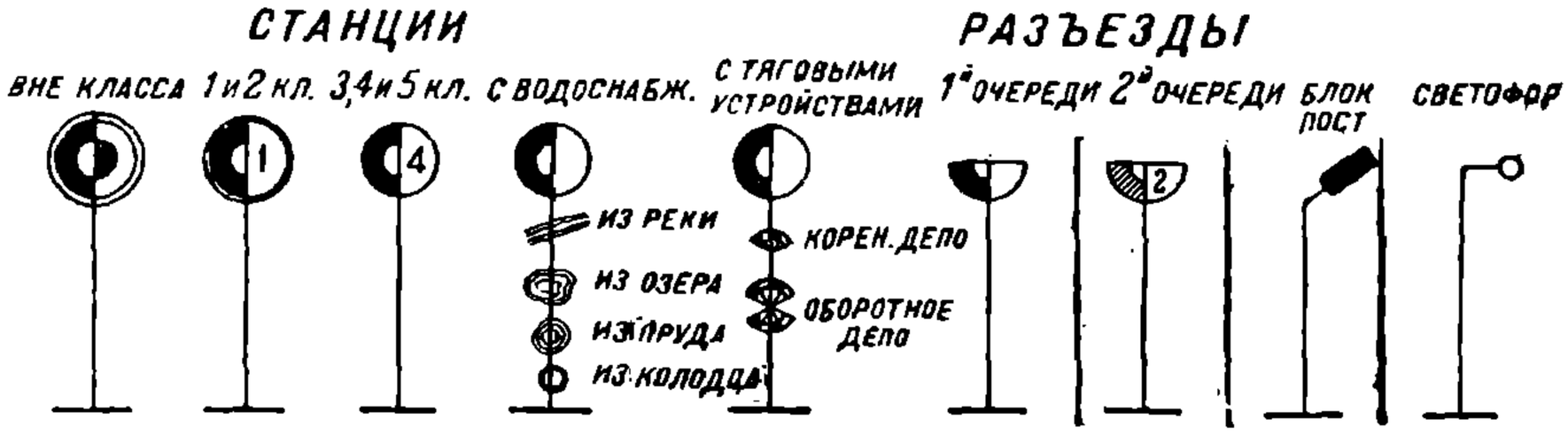


Приложения

НБ УДУНТ (ДГТ)

Приложение 7

Условные обозначения на продольных профилях.



ПРИМЕЧАНИЕ:

ЗАЛИВАЕТСЯ С ТОЙ СТОРОНЫ, С КОТОРОЙ РАСПОЛОЖЕНО ЗДАНИЕ ПУНКТА

НБ УДУНТ (ДИТ)

Приложение 8.

Сводная смета к техническому проекту на сооружение железнодорожной линии.

Протяжением .....*км*
На сумму руб.....
На 1 *км* руб.....

Распределение стоимости работ и затрат по главам сводной сметы к техническому проекту на сооружение железнодорожной линии.

Главы сводной сметы	Наименование видов работ и затрат по главам	Сумма	На 1 *км*	% от общей суммы
	Часть I.			
I	а) Изыскания, геолого-разведочные работы и топографические съемки			
	б) Проектирование . . .			
	в) Научно-исследовательские работы . . .			
II	Подготовительные работы — освоение трассы (отчуждение, снос строений, рубка и корчевка и др.)			
III	Земляное полотно			
IV	Искусственные сооружения			
V	Верхнее строение пути и принадлежности пути			
VI	Связь, СЦБ и линии энергоснабжения .			
VII	Здания:			
	а) Технические и служебные .			
	б) Жилые и культурно-бытовые .			
VIII	Водоснабжение, канализация и теплофикация станций и поселков			
IX	Складские помещения и оборудование станций			
X	Эксплоатационный инвентарь и инструменты			
XI	Особые работы . . .			
XII	Прочие нелимитированные и специальные расходы			
XIII	Расходы по вводу в действие .			
	Итого по I части сметы			
	Часть II.			
XIV	Содержание дирекции (эксплоатационной) строящейся дороги			
XV	Подготовка эксплоатационных кадров			
	Итого по II части сметы			
	Часть III.			
XVI	Временные здания и сооружения по культурно-бытовому обслуживанию строительства			
XVII	Временные здания и сооружения, возводимые для производства работ (подсобные предприятия, сооружения транспорта, связи, линии передач, склады, конторы и проч.)			
XVIII	Приобретение строймеханизмов, средств транспорта, строительного инвентаря и имущества			
	Итого по главам XVI—XVIII .			
	Исключается:			
	Амортизация, вошедшая в единичные цены основных работ .			
	Итого по III части сметы .			
	Итого сметная стоимость работ			
	В том числе возвратных сумм . .			

НБ УДУНТ (ДПТ)

Сводная смета к техническому проекту на сооружение.

Очередной №	Наименование работ	Измеритель	Количество	Сумма	Средневзвешенная цена
1	2	3	4	5	6
	Часть I.				
	Глава I. Изыскания, проектирование и научно-исследовательские работы.				
1	а) Изыскания, геолого-разведочные работы и топографические съемки				
	б) Окончательные изыскания	*км*			
	в) Восстановление линии	*км*			
	г) Изыскания источников водоснабжения	пункт			
	Итого по очередному № 1				
2	Проектирование:				
	а) Составление технического проекта и сметы . .	руб.			
	б) Рабочие чертежи	руб.			
	в) Экспертиза проекта и сметы	руб.			
	Итого по очередному № 2				
	Итого по главе I . .	*км*			
	Глава II. Подготовительные работы.				
3	Освоение трассы:				
	а) Рубка и корчевка леса и кустарника	*га*			
	б) Снос и перенос строений, возмещение убытков	*км*			
	в) Отводы и пропуск дорог и шоссе	*км*			
	г) Перенос линий электропередачи и связи прочих ведомств . . .	*км*			
	д) Оформление полосы отвода .	*км*			
	Итого по главе II	*км*			
	Глава III. Земляное полотно.				
4	Земляные работы по полотну главного пути:				
	а) В обыкновенных грунтах	$м^3$			
	б) В скальных грунтах	$м^3$			
	в)	$м^3$			
	Итого по очередному № 4	$м^3$			
5	То же по станционным площадкам:				
	а) В обыкновенных грунтах	$м^3$			
	б) В скальных грунтах	$м^3$			
	в)	$м^3$			
	Итого по очередному № 5	$м^3$			

НБ УДУНТ (ДИТ)

Продолжение

Очередной №	Наименование работ	Измеритель	Количество	Сумма	Средневзвешенная цена
1	2	3	4	5	6
6	Земляные работы дополнительные:				
	а) В обыкновенных грунтах	*м*³			
	б) В скальных грунтах	*м*³			
	в)	*м*³			
	Итого по очередному № 6 .	*м*³			
7	Укрепление полотна и русел рек и другие дополнительные работы (у труб и мостов отверстием до 60 *м*):				
	а) Обсев и одерновка .	*м*²			
	б) Мощение	*м*²			
	в) Дренаж	*пог. м*			
	г) Лотки . . .	*пог. м*			
	д) Водобойные колодцы .	шт.			
	е) Прочие укрепления .				
	ж) Пропуск весенних вод . .	*км*			
	Итого по очередному № 7 .				
	Итого по главе III .	*км*			
	Глава IV. Искусственные сооружения.				
8	Подпорные стены .	*м*³			
9	Трубы, сифоны и дюкера:				
	а) Сборные, железобетонные .	*шт/пог. м*			
	б) Каменные, бетонные .	*шт/м*³			
	в) Железобетонные .				
	г) Прочие материалы .				
	Итого по очередному № 9 . .				
10	Мосты и путепроводы из однородных материалов, пролетом до 60 *м*:				
	а) Каменные и бетонные	*шт/м*³			
	б) Железобетонные, рамные и прочие .	*шт/м*³			
	в) Металлические .	*шт/т*			
	г) Деревянные	*шт/пог. м*			
	д) Проезжая часть металлических и деревянных пролетных строений и контррельсы .	*пог. м*			
	Итого по очередному № 10 . .				
11	Мосты и путепроводы из разнородных материалов отверстием до 60 *м*:				
	а) Опоры	*м*³			
	б) Пролетные строения	*м*³			

НБ УДУНТ (ДИТ)

Продолжение

Очередной №	Наименование работ	Измеритель	Количество	Сумма	Средневзвешенная цена
1	2	3	4	5	6
11	1) Металлические	*шт/т*			
	2) Железобетонные	*шт/м³*			
	3) Деревянные	*шт/пог. м*			
	в) Проезжая часть металлических и деревянных строений и контррельсы	*м²*			
	Итого по очередному № 11 .				
12	Мосты и путепроводы отверстием свыше 60 *м*:				
	1. Мост на реке отверстием.....*м* на .....*км* пик.....плюс	*м*			
	а) Опоры	*м*			
	б) Пролетные строения	*шт/т*			
	1) Металлические .	*шт/т*			
	2) Железобетонные . .	*шт/м³*			
	в) Проезжая часть металлических пролетных строений и контррельс . .	*м²*			
	г) Регуляционные сооружения:				
	1) Земляные работы .	*м³*			
	2) Укрепления .	*м²*			
	Итого по мосту на реке .				
	2. Мост на реке отверстием.....*м* на.....*км* пик.....плюс .				
	а)				
	б) .				
	.				
	Итого по мосту на реке .				
	Итого по главе IV .	*км*			
	Глава V. Верхнее строение и принадлежности пути.				
13	Укладка главного пути:				
	а) Рельсы типа . .	*км*			
	б) .	*км*			
	Итого по очередному № 13 . .				
14	Стоимость шпал для главного пути на 1 *км*:				
	а) Пропитанных . .	шт.			
	б) Непропитанных .	шт.			
	Итого по очередному № 14 . .	шт.			
	Итого по главному пути очередных № 13 и 14 . .	*км*			

НБ УДУНТ (ДИТ)

Продолжение

Очередной №	Наименование работ	Измеритель	Количество	Сумма	Средневзвешенная цена
1	2	3	4	5	6
15	Укладка станционных путей:				
	а) Рельсы типа	*т*			
	б) .				
16	Стоимость шпал для станционных путей .....шт. на 1 *км*:				
	а) Пропитанных . .	шт.			
	б) Непропитанных .	шт.			
	Итого по очередному № 16 .				
	Итого по станционным путям по очередным № 15 и 16 . .	*км*			
17	Прочие путевые работы:				
	а) Укладка противоугонов	*км*			
	б) Уравнительные приборы	шт.			
	в) Передвижка путей . .	*км*			
	г) Перекладка путей	*км*			
	д) Разборка путей	*км*			
	е) Смены рельсов .	*км*			
	Итого по очередному № 17 .				
18	Стрелочные переводы и глухие пересечения:				
	а) Укладка обыкновенных стрелочных переводов	шт.			
	б) Укладка английских переводов .	шт.			
	в) Укладка глухих пересечений	шт.			
	г) Передвижка и перекладка стрелочных переводов . .	шт.			
	д) Смена . . .	шт.			
	е) Разборка стрелок .	шт.			
	Итого по очередному № 18 . .				
19	Стоимость переводных брусьев:				
	а) Пропитанных . .	комплект			
	б) Непропитанных .	комплект			
	Итого по очередному № 19 . .	комплект / $м^3$			
20	Балласт с уборкой в путь:				
	1. На главном пути при толщине слоя под шпалами .....*см* на 1 *км*.....$м^3$				
	а) Песчаный и галечный .	$м^3$			
	б) Щебеночный . .	$м^3$			
	Итого по главному пути . .	$м^3$			

НБ УДУНТ (ДПТ)

Продолжение

ной №	Наименование работ	Измеритель	Количество	Сумма	Средневзвешенная цена
	2	3	4	5	6
)	2. На станционных путях при толщине слоя под шпалами..... *см* на *км* .....*м*³:				
	а) Песчаный и галечный .	*м*³			
	б) Щебеночный .	*м*³			
	Итого по станционным путям .	*м*³			
	Итого по очередному № 20 . .	*м*³			
	Принадлежности пути:				
	а) Переезды	шт.			
	б) Установка упоров .	шт.			
	в) Путевые знаки	*км*			
	г) Покилометровый запас материала верхнего строения .	*км*			
	Итого по очередному № 21 . .				
	Путевая защита:				
	а) Постоянные снеговые и противопесочные защиты	*пог. м*			
	б) Переносные снеговые защиты .	*шт/м*			
	в) Живые изгороди . .	*пог. м/га*			
	Итого по очередному № 22 . .				
	Итого по главе V .	*км*			
	Глава VI. Связь, СЦБ и линия электроснабжения.				
	Линия связи с СЦБ:				
	а) Столбовая линия телефонной связи типа	*км*			
	б) То же автоблокировки . . .	*км*			
	в) Кабели телефонной связи	*км*			
	г) Провода железные оцинкованные диаметром . .	*км*			
	д) . .				
	Итого по очередному № 23 . .				
	Телефонные и телеграфные устройства:				
	а) Телеграфная связь .	аппарат			
	б) Диспетчерская связь	станции			
	в) Постанционная телефонная связь .	пункт			
	г) Линейно-путевая связь	.			
	д) Коммутатор местной телефонной связи, тип .				
	е)				
	Итого по очередному № 24 .				

НБ УДУНТ (ДИТ)

Продолжение

Очередной №	Наименование работ	Измеритель	Количество	Сумма	Средневзвешенная цена
1	2	3	4	5	6
25	Устройство сигнализации:				
	а) Жезловая сигнализация	аппарат			
	б)				
	в) Семафоры, предупредительные диски, повторители, нецентрализованные				
	Итого по очередному № 25 . .				
26	Устройство блокировки:				
	а) Блокировки полуавтоматические, тип	*км*			
	б) То же автоматические, тип	*км*			
	Итого по очередному № 26 . .				
27	Устройство централизации:				
	а) Механическая централизация, тип стрелок и сигналов	шт.			
	б) Электрическая, тип . . .				
	в) Ключевая зависимость, замки Мелентьева, тип .	замки			
	Итого по очередному № 27				
	Итого по главе VI	*км*			
	Глава VII. Здания технические, служебные, жилые и культбытовые.				
	Раздел I. Здания технические и служебные.				
28	Пассажирские здания:				
	а) Каменные . .	*шт/м*³			
	б) Деревянные	*шт/м*³			
	в) Сантехника и электрическое освещение . .	*м*³			
	г) Службы	*м*³			
	д) Благоустройство . .	*м*³			
	Итого по очередному № 28 . .	*шт/м*³			
29	Технические и служебные здания:				
	а) Каменные . .	*м*³			
	б) Деревянные	*м*³			
	в) Сантехника и электроосвещение . .	*м*³			
	г) Службы	*м*³			
	д) Благоустройство .	*м*³			
	Итого по очередному № 29 . .	*шт/м*³			

НБ УДУНТ (ДИТ)

Продолжение

Очередной №	Наименование работ	Измеритель	Количество	Сумма	Средневзвешенная цена
1	2	3	4	5	6
30	Паровозные, тепловозные и электровозные здания (деповские):				
	а) Каменные	*шт/м³*			
	б) Сантехника и электрические .	*шт/м³*			
	в) Службы	*шт/м³*			
	г) Благоустройство . . .	*шт/м³*			
	д) Оборудование силовое . . .	*шт/м³*			
	е) „ механическое .	*шт/м³*			
	Итого по очередному № 30 . .	*шт/м³*			
31	Мастерские для ремонта паровозов:				
	а) Каменные .	*шт/м³*			
	б) Деревянные	*шт/м³*			
	в) Сантехника и электрическое освещение .	*м³*			
	г) Службы	*м³*			
	д) Благоустройство . .	*м³*			
	е) Оборудование силовое . .	*м³*			
	ж) „ механическое .	*м³*			
	Итого по очередному № 31 .	*шт/м³*			
32	Вагонное депо:				
	а) Каменные .	*шт/м³*			
	б) Деревянные	*шт/м³*			
	в) Сантехника и электрическое освещение .	*м³*			
	г) Службы . . .	*м³*			
	д) Благоустройство . .	*м³*			
	е) Оборудование силовое .	*м³*			
	ж) „ механическое .	*м³*			
	Итого по очередному № 32 . .	*шт/м³*			
33	Мастерские для ремонта вагонов:				
	а) Каменные . .	*шт/м³*			
	б) Деревянные	*шт/м³*			
	в) Сантехника и электрическое освещение .	*м³*			
	г) Службы . . .	*м³*			
	д) Благоустройство . .	*м³*			
	е) Оборудование силовое . . .	*м³*			
	ж) „ механическое . .	*м³*			
	Итого по очередному № 33 . .	*шт/м³*			

НБ УДУНТ (ДГТ)

Продолжение

Очередной №	Наименование работ	Измеритель	Количество	Сумма	Средневзвешенная цена
1	2	3	4	5	6
	Раздел II. Здания жилые и культбытовые.				
34	Дома отдыха бригад, грузчиков и общежития всех служб:				
	а) Каменные .	*шт/м*³			
	б) Деревянные	*шт/м*³			
	в) Сантехника и электрическое освещение .	*м*³			
	г) Службы	*м*³			
	д) Благоустройство .	*м*³			
	Итого по очередному № 34 . .	*шт/м*³			
35	Жилые здания квартирного типа:				
	а) Каменные . .	*шт/м*³			
	б) Деревянные	*шт/м*³			
	в) Сантехника и электрическое освещение . .	*м*³			
	г) Службы	*м*³			
	д) Благоустройство .	*м*³			
	Итого по очередному № 35 . .	*шт/м*³			
	Итого жилые здания . .				
6	Здания коммунально-бытовые: бани, прачечные, купальни, душевые, водогрейки и пр.:				
	а) Каменные .	*шт/м*³			
	б) Деревянные . . .	*шт/м*³			
	в) Сантехника и электрическое освещение	*м*³			
	г) Службы .	*м*³			
	д) Благоустройство .	*м*³			
	е) Оборудование силовое и механическое .	*м*³			
	Итого по очередному № 36	*шт/м*³			
	Итого по разделу II гл. VII .				
	Итого по главе VII .	*км*			

НБ УДУНТ (ДИТ)

Продолжение

Очередной №	Наименование работ	Измеритель	Количество	Сумма	Средневзвешенная цена
1	2	3	4	5	6
	Глава VIII. Водоснабжение и канализация станции и железнодорожных поселков.				
37	Водоприемники . . .	шт.			
38	Пруды	шт.			
39	Артезианские колодцы .	шт.			
40	Обыкновенные колодцы .	шт.			
41	Водоемные здания:				
	а) Каменные .	*шт/м³*			
	б) Деревянные .	*шт/м³*			
42	Водоподъемные здания:				
	а) Каменные . .	*шт/м³*			
	б) Деревянные .	*шт/м³*			
43	Оборудование водоподъемных зданий машинами . .	комплект			
44	Водопроводная сеть	*пог. м*			
45	Баки водоемных зданий:				
	а) Деревянные .	*м³*			
	б) Железобетонные	шт.			
46	Гидравлические колонки .	шт.			
47	Пожарные и прочие краны	шт.			
48	Упрощенное водоснабжение (пульсометр и прочее)	комплект			
49	Канализационная сеть	*пог. м*			
50					
51	Итого по главе VIII	*км*			
	Глава IX. Складские помещения и оборудование станций.				
52	Складские здания для грузовых перевозок:				
	а) Деревянные	*шт/м³*			
	б) Каменные . . .	*шт/м³*			
	в) Сантехника и электрическое освещение .	*м³*			
	Итого по очередному № 52 . .	*шт/м³*			
53	Платформы для грузовых операций.				
	а) Крытые:				
	1) Каменные .	*шт/м³*			
	2) Деревянные .	*шт/м³*			
	3) Сантехника и электрическое освещение	*м³*			

НБ УДУНТ (ДИТ)

Продолжение

Очередной №	Наименование работ	Измеритель	Количество	Сумма	Средневзвешенная цена
1	2	3	4	5	6
53	б) Открытые:				
	1) Каменные .	*шт/м²*			
	2) Деревянные	*шт/м²*			
	3) Сантехника и электрическое освещение	*м²*			
	Итого по очередному № 53 . .				
54	Устройства для обслуживания грузовых перевозок:				
	а) Вагонные весы .	шт.			
	б) Габаритные ворота . .	шт.			
	в) 1) Погрузочные эстакады	*пог. м*			
	2) Оборудование	комплект			
	3) Сантехника и электрическое освещение .	*пог. м*			
	Итого по очередному № 54 . .				
55	Устройства для обслуживания пассажирских перевозок.				
	а) Пассажирские платформы открытые:				
	1) Каменные .	*шт/м²*			
	2) Деревянные	*шт/м²*			
	б) Навесы над платформами . .	*шт/м²*			
	в) Пешеходные мостики над путями .	*пог. м*			
	г) Пешеходные дорожки	*пог. м*			
	д) Сантехника и электрическое освещение .	*м²*			
	Итого по очередному № 55 . .				
56	Устройства для экипировки и обслуживания паровозов:				
	а) Поворотные круги диаметра . .	шт.			
	б) Шлакоуборка:				
	1) Кочегарные ямы наружные . .	шт.			
	2) Оборудование узкоколейными путями и вагонетками .	*пог. м*			
	в) Углеснабжение:				
	1) Площадки для хранения топлива твердого .	*м²*			
	2) Эстакады . .	*пог. м*			
	3) Сантехника и электрическое освещение	*м*			
	4) Оборудование силовое и механическое .	*м*			
	5) Пескоснабжение:				
	Сараи для хранения песка	*м³*			
	Пескосушилки	*м³*			
	Сантехника и электрическое освещение	*м³*			
	Оборудование механическое .	*км/м*			
	Итого по очередному № 56 . .				

НБ УДУНТ (ДИТ)

Продолжение

Очередной №	Наименование работ	Измеритель	Количество	Сумма	Средневзвешенная цена
1	2	3	4	5	6
57	Прочие станционные устройства:				
	а) Ограды дворов и садов на станциях и разъездах	*пог. м*			
	б) Устройства в станционных и путевых поселках проездов и площадей, планировка, мощение, асфальтировка, тротуары, мостики и т. д. .	$м^2$			
	Итого по очередному № 57				
58	Оборудование наружного освещения и мест общего пользования территории станции:				
	а) Прожекторы	шт.			
	б) Электролампы и фонари . .	шт.			
	в) Керосино-калильные фонари .	шт.			
	Итого по очередному № 58 . .	шт.			
	Итого по главе IX .	*км*			
	Глава X. Эксплоатационный инвентарь и инструменты.				
59	Подвижной состав:				
	а) Товарные паровозы типа	шт.			
	б) Мотовозы . .	шт.			
	в) Крытые вагоны	шт.			
	г) Полувагоны	шт.			
	д) Платформы	шт.			
	е)	шт.			
	ж)	шт.			
	з) .	шт.			
	Итого по очередному № 59 . .				
60	а) Оборудование вспомогательных поездов	шт.			
	б) Подъемные краны .	шт.			
	Итого по очередному № 60 . .	шт.			
61	Производственный инвентарь и инструменты . .				
	а) Службы пассажирские, грузовые и движение	*км*			
	б) Паровозной службы .	*км*			
	в) Вагонной службы .	*км*			
	г) Службы пути	*км*			
	д) Службы связи и СЦБ .	*км*			
	е) Прочих служб . .	*км*			
	Итого по очередному № 61 . .	*км*			

НБ УДУНТ (ДИТ)

Продолжение

Очередной №	Наименование работ	Измеритель	Количество	Сумма	Средневзвешенная цена
1	2	3	4	5	6
62	Противопожарный инвентарь .				
63	Механизация снегоборьбы:				
	а) Снегоочистители типа	шт.			
	б) Снеготаялки .	шт.			
	Итого по очередному № 63 .				
64	Автомотриссы и автодрезины . .	шт.			
65	Хозяйственный инвентарь и меблировка пассажирских служебных зданий .	$м^3$			
66	То же технико-производственных зданий	$м^3$			
67	То же культбытовых зданий . .	$м^3$			
68	То же жилых домов и общежитий	$м^3$/зд.			
	Итого по главе X	*км*			
	Глава XI. Особые работы.				
69	По специальной смете	*км/га*			
	Глава XII. Прочие нелимитированные и специальные расходы.				
70					
71					
72					
	Итого по главе XII . .	*км*			
	Глава XIII. Расходы по пуску в действие.				
73	Послеосадочные ремонты:				
	а) Пути .	*км*			
	б) Здания	руб.			
74	Составление отчета, в том числе и технического	руб.			
75	Содержание и обслуживание приемочной комиссии	руб.			
76	Приведение в порядок территории и вывозка мусора .	руб.			
	Итого по главе XIII .	*км*			
	Итого по I части сметы .	*км*			

НБ УДУНТ (ДИИТ)

Продолжение

Очередной №	Наименование работ	Измеритель	Количество	Сумма	Средневзвешенная цена
1	2	3	4	5	6
	Часть II.				
	Глава XIV. Содержание дирекции (эксплоатационной) строящейся дороги.				
77	Затраты на содержание дирекции (эксплоатационной) строящейся дороги .	руб.			
	Глава XV. Подготовка эксплоатационных кадров.				
78	Затраты по подготовке эксплоатационных кадров для строящейся дороги	руб.			
	Итого по II части сметы	*км*			
	Всего по смете инвентарная стоимость				
	Часть III.				
	Глава XVI. Временные здания и сооружения по культурно-бытовому обслуживанию строительства.				
79	Жилые здания:				
	а) Летние	$м^2$			
	б) Зимние	$м^2$			
	в) Палатки . .	*шт/км*			
	Итого по очередному № 79 . .	$м^2$			
80	Здания коммунально-бытовые:				
	а) Столовые, кухни, хлебопекарни, прочие коммунальные здания:				
	1) Летние .	$м^2$			
	2) Зимние .	$м^2$			
	б) Бани и прачечные	$м^2$			
	в) Ларьки, магазины, овощехранилища	$м^2$			
	Итого по очередному № 80 . .	$м^2$			
81	Здания культурно-бытового назначения (клубы, красные уголки, детские ясли, амбулатории) . . .	$м^2$			
	Итого по главе XVI	*км*			

НБ УДУНТ (ДПТ)

Продолжение

Очередной №	Наименование работ	Измеритель	Количество	Сумма	Средневзвешенная цена
1	2	3	4	5	6
	Глава XVII. Временные здания и сооружения, возводимые для обслуживания производства работ.				
82	Стройдворы и заводы для нужд строительства	руб.			
83	Мастерские, электростанции, гаражи, кузницы, склады, прочие здания производственного назначения	$м^2$			
84	Здания конторы управления, участков и пр.	$м^2$			
85	Временные железнодорожные подъездные пути	*км*			
86	Времянки (постройка и улучшение) . .	*км*			
87	Содержание флота на строительных работах	руб.			
88	Устройство обходов .	руб.			
89	Переправы на реках . .	руб.			
90	Временная связь	руб.			
91	Линии электропередач . .	руб.			
92	Временное водоснабжение	руб.			
93	Здания для временной эксплоатации . .	руб.			
	Итого по главе XVII .	*км*			
	Глава XVIII. Приобретение строймеханизмов, средства транспорта и строительного инвентаря и имущества.				
94	Строительное оборудование .	руб.			
95	Транспортные средства .	руб.			
	Итого по главе XVIII . .	*км*			
	Исключаются:				
	Амортизация, вошедшая в единичные цены основных работ .				
	Итого по III части сметы . .	*км*			
	Всего по смете к финансированию . .				
	Подлежит возврату от реализации материалов и оборудования . . .				

НБ УДУНТ (ДИТ)

Приложение 9.

Эксплоатационная смета к техническому проекту железнодорожного транспорта.

№ по пор.	Глава	§	Наименование статьи расхода	Измеритель	Количество	Стоимость единицы	Сумма	Итого по главе	Итого по отделам
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			Отдел I. Содержание управления транспортного отдела.						
	Глава I		Содержание основного штата.						
1		1	Основная зарплата	вед. шт.					
2		2	Начисления и прочие расходы	%					
	Глава II		Обслуживание помещений.						
3		1	Содержание в чистоте и ремонт инвентаря	$м^2$					
4		2	Освещение	$м^2$					
5		3	Отопление	$м^3$					
			Итого по отделу I						
			Отдел II. Расходы по службе пути.						
	Глава I		Содержание основного штата.						
6		1	Основная зарплата	вед. шт.					
7		2	Начисления и прочие расходы	%					
	Глава II		Ремонт пути и сооружений.						
8		1	Пополнение балласта	$м^3$					
9		2	Смена шпал	шт.					
10		3	Смена переводных брусьев	комплект					
11		4	Смена рельсов и скреплений	$т$					
12		5	Ремонт стрелочных переводов	комплект					

НБ УДУНТ (ДИТ)

Продолжение

№ по пор.	Глава	§	Наименование статьи расхода	Измеритель	Количество	Стоимость единицы	Сумма	Итого по главе	Итого по отделам
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
13		6	Содержание и текущий ремонт искусственных сооружений .	%					
14		7	Исправление пучин .	км					
15		8	Снегоборьба и водоборьба	км					
16		9	Содержание и ремонт принадлежностей пути и станционных устройств . . .	%					
		10	Содержание и текущий ремонт зданий:						
17			а) каменных .	%					
18			б) деревянных . .	%					
19		11	Освещение служебных помещений . . .	$м^2$					
20		12	Освещение сигналов .	шт.					
21		13	Отопление служебных помещений	$м^3$					
			Итого по отделу II .						
			Отдел III.						
			Расходы по службе эксплоатации.						
	Глава I		Содержание основного штата.						
22		1	Основная зарплата .	вед. шт.					
23		2	Начисления и прочие расходы .	%					
	Глава II		Обслуживание путей и поездов.						
24		1	Освещение служебных помещений . . .	$м^2$					
25		2	Отопление служебных помещений .	$м^3$					
		3	Освещение сигналов:						
26			а) станционных . .	шт.					
27			б) поездных и ручных . . .	шт.					
28		4	Освещение станционной площадки .	$м^2$					

НБ УДУНТ (ДИТ)

Продолжение

№ по пор.	Глава	§	Наименование статьи расхода	Измеритель	Количество	Стоимость единицы	Сумма	Итого по главе	Итого по отделам
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Глава III		Расходы по перевозкам, производимым средствами НКПС.						
29		1	Повагонный сбор . .	ваг.					
30		2	Освидетельствование, поверка и ремонт весовых приборов	шт.					
			Итого по отделу III						
			Отдел IV.						
			Погрузочно-разгрузочные работы						
	Глава I		Содержание основного штата.						
31		1	Основная зарплата . .	вед. шт.					
32		2	Начисления и прочие расходы . .	%					
33	Глава II		Расход материалов и ремонт инвентаря.	%					
			Итого по отделу IV .						
			Отдел V.						
			Расходы по службе тяги при паровозной и мотовозной тяге.						
	Глава I		Содержание основного штата конторы и депо.						
34		1	Основная зарплата . .	вед. шт.					
35		2	Начисления и прочие расходы .	%					
	Глава II		Содержание двигателей и вагонов.						
36		1	Расход топлива .	*т*					
37		2	Подача топлива . .	*т*					
38		3	Снабжение водой .	*м*³					
39		4	Освещение .	*квт-ч*					

НБ УДУНТ (ДИТ)

Продолжение

№ по пор.	Глава	§	Наименование статьи расхода	Измеритель	Количество	Стоимость единицы	Сумма	Итого по главе	Итого по отделам
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
40		5	Смазка двигателей .	—					
41		6	Смазка вагонов .	ваг.-осе-*км*					
	Глава III		**Ремонт двигателей и вагонов.**						
42		1	Основная зарплата . .	вед. шт.					
43		2	Начисления и прочие расходы	%					
44		3	Расход материалов по ремонту двигателей	%					
45		4	Расход материалов по ремонту вагонов . .	%					
	Глава IV		**Обслуживание помещений конторы, депо и мастерских.**						
46		1	Содержание в чистоте	$м^2$					
47		2	Освещение	$м^2$					
48		3	Отопление	$м^3$					
	Глава V		**Расходы по перевозкам, производимым средствами НКПС.**						
49		1	Подача составов паровозов НКПС . . .	пар.-*км*					
50		2	Маневровая работа паровозов НКПС . .	пар.-час					
51		3	Аренда двигателей НКПС	шт.					
52		4	Аренда вагонов НКПС	шт.					
53		5	Стоимость доставки арендного подвижного состава . .	пар.-*км*					
54		6	Стоимость пробега паровозов и вагонов по путям НКПС . .	пар.-*км*					
55		7	Промывка в депо НКПС	число					
			Итого по отделу V						
			Отдел VI.						
			Расходы по электротяге.						
	Глава I		**Расходы по содержанию штата конторы и депо.**						
56		1	Основная зарплата . .	вед. шт.					
57		2	Начисления и прочие расходы	%					

НБ УДУНТ (ДИТ)

Продолжение

№ по пор.	Глава	§	Наименование статьи расхода	Измеритель	Количество	Стоимость единицы	Сумма	Итого по главе	Итого по отделам
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Глава II		Содержание подвижного состава.						
58		1	Расход энергии . . .	*квт-ч*					
59		2	Смазка электровозов .	эл.-*км*					
60		3	Смазка вагонов	ваг.-осе-*км*					
	Глава III		Ремонт электровозов и вагонов.						
61		1	Основная зарплата . .	вед. шт.					
62		2	Начисления и прочие расходы	%					
63		3	Расход материалов по ремонту электровозов	%					
64		4	Расход материалов по ремонту вагонов	%					
	Глава IV		Обслуживание помещений, депо и мастерских.						
65		1	Содержание в чистоте .	$м^2$					
66		2	Освещение .	$м^2$					
67		3	Отопление	$м^3$					
	Глава V		Ремонт токопроводного устройства	*км*					
68		1	Основная зарплата .	вед. шт.					
69		2	Начисление зарплаты и прочие расходы	%					
70		3	Материалы . . .	%					
71		4	Ремонт аварийных машин	%					
	Глава VI		Содержание и ремонт тяговых подстанций.						
72		1	Основная зарплата .	вед. шт.					
73		2	Начисления и прочие расходы .	%					
74		3	Стоимость воды для охлаждения ртутных выпрямителей .	$м^3$					
			Итого по отделу VI .						
			Отдел VII. Расходы по связи и СЦБ.						
	Глава I		Содержание основного штата.						
75		1	Основная зарплата .	вед. шт					

НБ УДУНТ (ДИТ)

Продолжение

№ по пор.	Глава	§	Наименование статьи расхода	Измеритель	Количество	Стоимость единицы	Сумма	Итого по главе	Итого по отделам
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
76		2	Начисления и прочие расходы .	%					
	Глава II		Расход материалов по ремонту оборудования, устройству связи и СЦБ.						
77		1	Телеграф, телефон и сигнализация, не связанные с безопасностью движения .	*пог. м*					
78		2	СЦБ	*пог. м*					
79		3	Смена столбов . .	шт.					
			Итого по отделу VII .						
			Отдел VIII.						
			Расходы по хозяйственно-материальной части						
	Глава I		Содержание основного штата.						
80		1	Основная зарплата . .	вед. шт.					
81		2	Начисления и прочие расходы	%					
82	Глава II		Содержание складских помещений в чистоте, освещение, транспорт и другие расходы . . .	*м²*					
			Итого по отделу VIII . .						
			Отдел IX.						
			Расходы по примыканию к сети НКПС.						
	Глава I		Содержание штата НКПС.						
83		1	Инспекторский надзор .						
84		2	Штат в пункте примыкания .	вед. шт.					

НБ УДУНТ (ДИТ)

Продолжение

№ по пор.	Глава	§	Наименование статьи расхода	Измеритель	Количество	Стоимость единицы	Сумма	Итого по главе	Итого по отделам
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Глава II		Содержание и ремонт устройства подъездного пути в полосе отвода.						
85		1	Содержание, технический надзор и ремонт пути с очисткой от снега	*пог. м*					
86		2	Содержание, технический надзор и ремонт стрелочных переводов	комплект					
87		3	Аренда металлических материалов верхнего строения пути . . .	*пог. м*					
88		4	То же стрелочных переводов	комплект					
89		5	То же нижнее и верхнее строение пути .	*пог. м*					
90		6	Содержание земельного участка	$м^2$					
91		7	Освещение сигналов .	шт.					
92		8	Содержание контрольных замков . .	шт.					
			Итого по отделу IX .						
			Отдел X.						
			Непредвиденные расходы.						
93	Глава I		Чрезвычайные, случайные и другие расходы .	%					
			Итого по отделу X . .						
			Отдел XI.						
			Отчисления на амортизацию.						
94	Глава I		Капитальный ремонт.						
95	Глава II		Реновация.						
			Итого по отделу XI .						
			Всего по смете .						

НБ УДУНТ (ДИТ)

Приложение 10.

Примерная величина расходных ставок при выборе наивыгоднейшего руководящего уклона.

Для применения выведенных формул (27) — (39) и получения величины наивыгоднейшего уклона необходимо иметь расходные ставки на измерители.

В настоящем приложении дается пример исчисления расходных ставок для определенного случая (танк-паровоз 0-3-0, тип рельса III-а и т. д.), при принятых средних единичных стоимостях рабочей силы и материалов.

Аналогично приводимому исчислению легко вывести ставки для любого случая выбора наивыгоднейшего уклона.

А. Капиталовложения.

Капиталовложения, пропорциональные длине линии, складываются из стоимости:

а) верхнего строения,
б) отвода линии и пр.,
в) принадлежностей пути,
г) линейной связи.

Стоимость верхнего строения для данного типа подъездного пути — величина, зависящая преимущественно от местной цены балласта и шпал, так как все остальные величины достаточно постоянны.

Примем обычный тип подъездного пути для нагрузки не свыше 18 *т* на ось, при небольших скоростях движения, а именно: рельсы типа III-а, при 1600 шт. шпал и при подкладках на кривых и на пристыковых шпалах.

Примерная стоимость 1 *км* верхнего строения будет равняться:

	Количество	Стоимость единицы руб.	Итого руб.
Рабочая сила .	—	—	2 000
Рельсы .	68 *т*	250	17 400
Накладки	4,3 „	370	1 600
Подкладки	2,0 „	280	560
Болты .	0,3 „	750	200
Костыли .	2,2 „	450	1 000
Шпалы	1600 шт.	6	9 600
Балласт	1300 $м^3$	5	6 500
Итого .	—	—	~ 39 000
Накладные расходы 21% .	—	—	8 000
Итого .	—	—	47 000

Расходы, связанные с отводом линии и пр., по данным Промтранспроекта составляют примерно 1000 руб. на 1 *км*.

При рубке леса и корчевке эта величина достигает 5000—6000 руб. на 1 *км*.

Принадлежности пути (инвентарь, путевые знаки и пр.) составляют 500 р. на 1 *км*.

Линейная связь (при трех проводах) составляет 500—800 руб. на 1 *км*.

Таким образом можно принять в среднем стоимость, пропорциональную 1 *км* линии, в 50 000 руб. В каждом частном случае эта величина легко исчисляется достаточно точно.

Земляные работы на непересеченной местности примем при средней высоте насыпи в 1 *м* — в 7000 $м^3$ на 1 *км*.

Стоимость 1 $м^3$ при ручной разработке и тачечной возке для III категории грунтов, согласно укрупненным измерителям ГУМП, — 1 р. 30 к. На 1 *км* это составит 9000 руб.

При исчислении земляных работ на больших выемках и насыпях примем стоимость 1 $м^3$ (с учетом дальности возки, высоты и пр.) — в 3 руб.

Величину коэфициента приведения Δ принимаем равной 0,06.

НВ УДУНТ (ДИТ)

Амортизационные отчисления для верхнего строения принимаем равными 6%, для земляных работ — 0,5%.

Паровоз примем типа 0-3-0, весом 49,5 без тендера (танк-паровоз), с ограничением силы тяги по сцеплению $\psi = \frac{1}{4,8}$, равной 9400 *кг* (при $^2/_3$ наполнения топливом и водой) и стоимостью 92 000 руб. Испарительная поверхность $H = 93,4$ *м*², колосниковая решетка — 1,69 *м*². Процент амортизации паровозов — 11,7%.

Вагоны примем для простоты вычислений нормальные, грузоподъемностью 18 *т*, тарой 7 *т* (округло) и стоимостью в 6000 руб.

Процент амортизации — 7,8%.

Б. Эксплоатационные расходы.

Содержание пути в исправности в проектах исчисляется с 1 *км* пути, и колебания в полученной величине расхода чрезвычайно незначительны.

На основе ряда эксплоатационных смет, составленных к различным проектам Л. О. Промтранспроекта, принимаем этот расход равным 5700 руб. в год.

Содержание (в месяц) паровозной бригады складывается из следующих статей:

Содержание машиниста	. .	450 руб.
помощника машиниста		. 300 „
	Итого	750 руб.
Накладные расходы 40%		. 300
	Всего	. 1050 руб.

Или на 1 бригадо-час:

$$\frac{1050}{25 \cdot 7} = 6 \text{ р. } 00 \text{ к.}$$

Расход топлива в движении исчисляем на 1 час работы паровоза, для смеси углей (ПЖ — 20%, Г — 20% и Т — 60%) с испарительной способностью $\gamma = 6,2$ *кг* при открытом регуляторе и 1,3 *кг* при закрытом регуляторе.

Максимальная форсировка $z_{max} = 48$ *кг/м²ч*.

Среднюю форсировку при движении туда и обратно на основе анализа ряда проектов принимаем равной 70% от максимальной.

Среднее время хода паровоза при закрытом регуляторе принимаем 30%.

Тогда

$$\gamma_{ср} = 6,2 \cdot 0,7 + 1,3 \cdot 0,3 = 4,7 \text{ кг.}$$

Расход топлива в час при этих условиях, при величине испарительной поверхности $H = 93,4$ *м*², получается:

$$c = \frac{93,4 \cdot 48 \cdot 0,7}{4,7} = \sim 650 \text{ кг.}$$

Стоимость топлива принимаем в 40 руб. за 1 *т*.

На стоянках (с небольшой маневровой работой) расход топлива в час можно принять в 50 *кг* у. т. (условного топлива) или в 60 *кг* выбранной нами смеси.

Расход воды на 1 *т* топлива составит соответственно:

$$6,2 \cdot 1,1 = \sim 7,0 \text{ м}^3.$$

При стоимости воды в 0,2 руб. это составит на 1 *т* топлива — 1,4 руб.

Расход смазочных материалов исчисляем, исходя из нормы 12 *кг* на 100 паровозокилометров, что составит примерно 4 *кг* в час или 0,4 руб. в час. При маневровой работе на стоянках этот расход будет не свыше 0,1 руб. в час. На 1 *т* топлива это составит — 0,6 руб.

Стоимость всех ремонтов исчисляем следующим образом.

Принимаем в год:

12 промывок по 350 руб. составит	. 4200 руб.
1 подъемочный ремонт	. 5500 „
Итого	. 9700 руб.

Приняв средний ремонт примерно 1 раз в 6 лет и капитальный ремонт 1 раз в 12 лет, имеем в год:

НБ УДУНТ (ДИТ)

средний ремонт . .	. 1/6 · 27 000 = 4500 руб.
капитальный ремонт	. 1/12 · 36 000 = 3000 „
	Итого . 7500 руб.

По практическим данным количество сожженного топлива в год на паровозе, работающем на подъездном пути, составляет 2500 *т*.

Тогда на 1 *т* сожженного топлива имеем расход на ремонты:

$$\frac{9700 + 7500}{2500} = 7{,}0 \text{ руб.}$$

Амортизацию паровоза принимаем только в части реновации, так как капитальный ремонт уже учтен. Процент реновации принимаем равным 2,9%.

При сравнении вариантов учитываем дополнительные капиталовложения из 6%.

Стоимость содержания (в месяц) кондукторской бригады принимаем, исходя из следующего состава бригады:

1 главный кондуктор	. 225 руб.
1 старший кондуктор	. 175 „
3 тормозильщика	. . 375 „
	Итого . 775 руб.
Накладные расходы 40%	. . . . 310 „
	Итого . 1085 руб.

или на 1 час работы бригады:

$$\frac{1085}{25 \cdot 7} = 6{,}2 \text{ руб.}$$

Стоимость ремонта для товарных вагонов можно принять в 70 руб. за 10000 вагоно-осе-километров или на 1 вагоно-осе-километр 0,007 руб.

Стоимость вагоно-осе-часа в год по формуле проф. Протодьяконова определяем:

$$f = \frac{1{,}5 \cdot 6000\,(0{,}058 + 0{,}06)}{365 \cdot 24 \cdot 2} = 0{,}06 \text{ руб.}$$

Коэфициент 1,5 условно учитывает убытки от задержки вагонов.

В результате имеем следующие расходные ставки для формулы (27):

$$a = 50\,000 \text{ руб.}$$
$$э_1 = 5700 \text{ руб.}$$
$$b = \frac{92\,000}{7000} = 13{,}0 \text{ руб.}$$
$$c = \frac{1{,}5 \cdot 6000}{365 \cdot 24 \cdot 2} = 0{,}5 \text{ руб.}$$
$$э_2 = 6{,}0 \text{ руб.}$$
$$э_3 = 40{,}0 \text{ руб.} + 1{,}4 + 0{,}6 + 7{,}0 = 49{,}0 \text{ руб.}$$
$$э_4 = 0{,}07 \text{ руб.}$$
$$э_5 = 6{,}2 \text{ руб.}$$

Для формулы (28) соответственно имеем:

$$d = a\,(\alpha' + \Delta) + э_1 + 2э_4 \frac{Q_{бр}}{q},$$

где $Q_{бр}$ — грузооборот брутто одного направления,

q — вес вагона брутто, приходящийся на 1 ось, равный для нормального вагона 12,5 *т*.

В результате:

$$d = 11\,700 + 0{,}00028\,Q_{бр};$$
$$r = b\,(\alpha_n + \Delta) + э_2 + э_3 \cdot 0{,}65\,[1] + э_5 = 13{,}0\,(0{,}029 + 0{,}06) + 6{,}0 + 49{,}0 \cdot 0{,}65 + 6{,}2 = \sim 45 \text{ р.};$$
$$f = c\,(\alpha_в + \Delta) = 0{,}5\,(0{,}058 + 0{,}06) = 0{,}06 \text{ руб.};$$
$$g = b\,(\alpha_n + \Delta) + э_2 + э_3 \cdot 0{,}06\,[2] = \sim 10 \text{ руб.};$$
$$e = э_5 = 6{,}2 \text{ руб.}$$

[1] Согласно изложенному выше, расход топлива в час (в тоннах) при движении.

[2] Расход топлива в час (в тоннах) на конечных пунктах.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Сканувала Тараненко Т.В.

НБ УДУНТ (ДІТ)