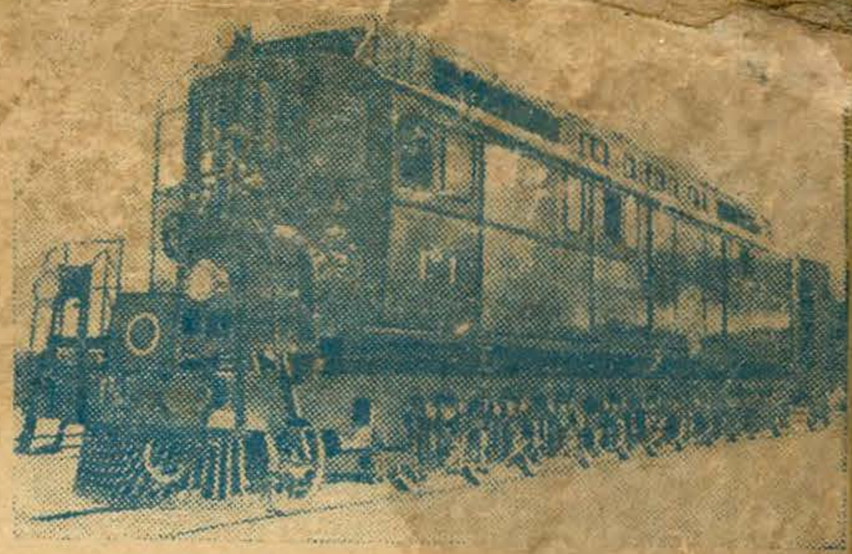
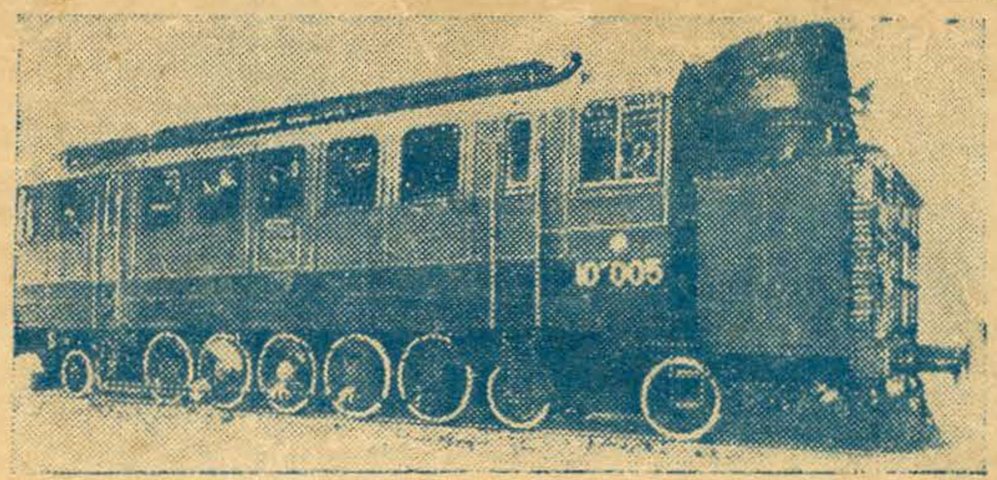
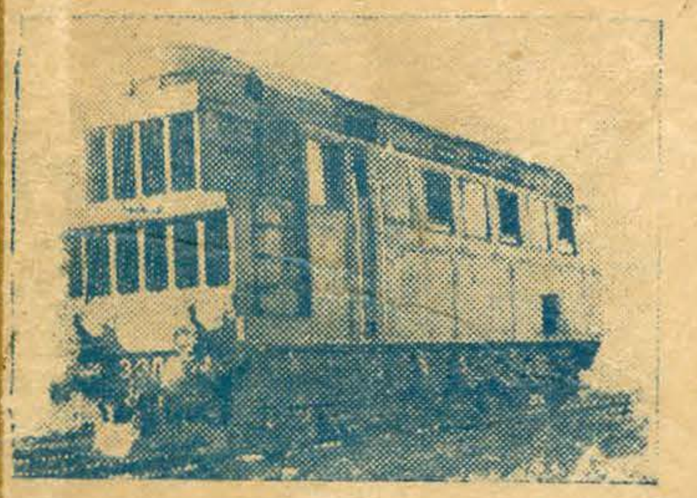
26031

П. В. ЯКОБСОН

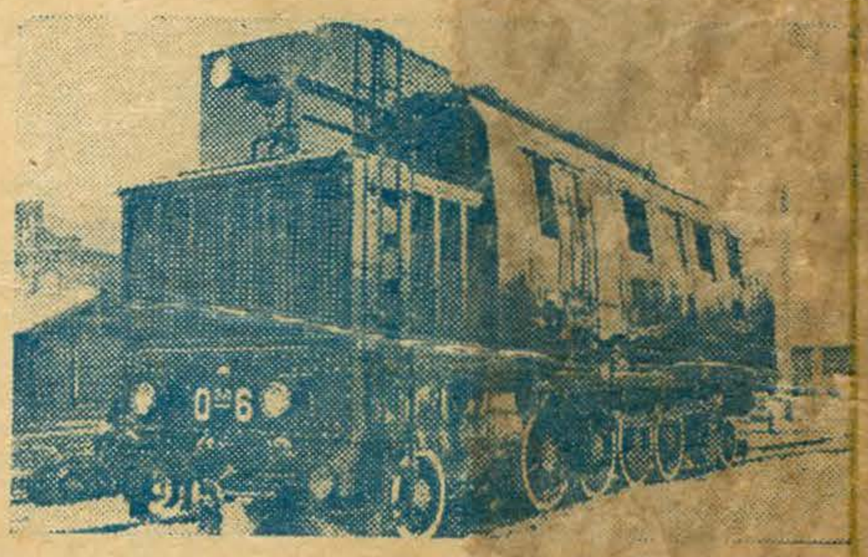
021934
Я. 46

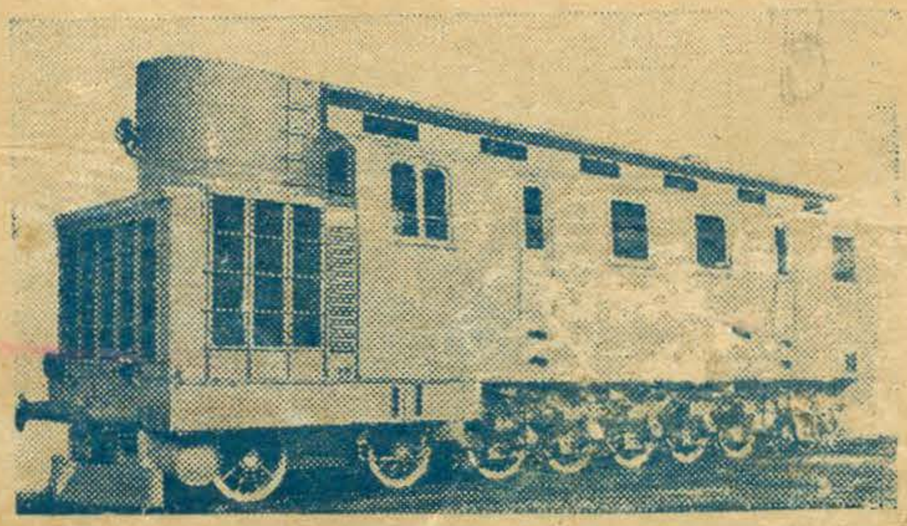






ТЕПЛОВОЗ







МОСКВА 1932 ЛЕНИНГРАД
ОГИЗ ГОСТРАНСИЗДАТ

НБ УДУНТ (ДИП)

РЕКОНСТРУКЦИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

П. В. ЯКОБСОН

ТЕПЛОВОЗ

ПОСОБИЕ
ДЛЯ ТЕПЛОВОЗНЫХ БРИГАД
И УЧАЩИХСЯ

Библиотека
Инв. 7657

ОГИЗ ГОСТРАНСИЗДАТ
МОСКВА 1932 ЛЕНИНГРАД

НБ
УДУНТ
(ДИТ)

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Предисловие	4
I. От паровоза—к тепловозу	5
II. Советские тепловозы	11
III. Строящиеся тепловозы	160
IV. Эксплоатационная работа тепловозов.	193
V. Пятилетний план тепловозостроения	210
VI. Тепловозостроение за границей	215
VII. Новые идеи в нашем тепловозостроении	236
Заключение.	247

5-я тип. «Пролетарское слово» треста «Полиграфкнига». Москва, Каланчевский тупик, 3/5.

НБ УДУНТ (ДГТ)

ИЮНЬСКИЙ ПЛЕНУМ ЦК ВКП(б) РЕШИЛ:
„ПРИЗНАВАЯ НЕОБХОДИМЫМ ВВЕДЕНИЕ НА БЕЗВОДНЫХ ЛИНИЯХ ТЕПЛОВОЗОВ, ОДОБРИТЬ ПЛАН ПЕРЕВОДА В 1932/33 гг. ЛИНИИ— КРАСНОЗАВОДСК — ЧАРДЖУЙ, САЛЬСК — БАТАЙСК, СТАЛИНГРАД—ТИХОРЕЦКАЯ— НА ТЕПЛОВОЗНУЮ ТЯГУ“.



Тепловозникам, реально осуществляющим постановление июньского пленума ЦК ВКП(б), посвящает эту книгу автор.

НБ УДУНТ (ДИТ)

ПРЕДИСЛОВИЕ

Вопросы реконструкции транспорта, основным звеном которого является тяговой двигатель, приковывают к себе в настоящее время внимание технических и общественных кругов СССР.

Если уже признано, что в условиях социалистического строительства и на базе электрификации всей страны ведущим двигателем на нашем железнодорожном транспорте должен быть электровоз, то так же признано и особенно четко подчеркнуто июньским пленумом ЦК ВКП(б) и значение для ряда наших дорог тепловоза.

Перед нами стоят колоссальные задачи по созданию новых конструкций мощного товарного и пассажирского тепловозов, развитию опытной и массовой серийной постройки их и, наконец, по внедрению тепловозной тяги на ряде магистралей и отдельных линий.

Эти обстоятельства требуют, чтобы наши технические кадры и рабочие массы на железнодорожном транспорте, особенно там, где июньским пленумом ЦК ВКП(б) намечено внедрять тепловозную тягу, знали о том, что такое тепловоз, каковы его преимущества перед другими локомотивами, в чем его недостатки и т. д.

Предлагаемая работа „Тепловоз" ставит себе цель: познакомить читателя — молодого тепловозника—с краткой историей нашего тепловозостроения, с положением его в настоящее время и с намечаемыми перспективами развития тепловозостроения в СССР.

Здесь читатель знакомится с конструкциями наших тепловозов, находящихся в эксплоатации, с данными последней, с особенностями конструкций строящихся тепловозов, с пятилетним планом тепловозостроения и, наконец, с новыми идеями в тепловозостроении.

Наибольшее место и внимание в настоящей работе отведено описанию конструкций уже построенных и находящихся в эксплоатации тепловозов для того, чтобы познакомить читателя — начинающего тепловозника—с агрегатами, с которыми в ближайшее время ему придется иметь дело.

Правда, эта часть работы не охватывает полностью всех практических указаний, с которыми тепловозник должен быть знаком и которые по существу должны быть изложены в специальных инструкциях, но все же в работе приведено достаточно данных, позволяющих читателю более крепко связать особенности конструкций с их практической стороной.

Таким образом настоящая работа предназначена для подготовки кадров тепловозников, борющихся за осуществление тепловозной проблемы у нас в СССР.

Автор

НБ УДУНТ (ДИТ)

I. ОТ ПАРОВОЗА—К ТЕПЛОВОЗУ

На жел.-дор. транспорте до последнего времени применяются почти исключительно паровозы. Паровоз с точки зрения использования тепла, заключающегося в топливе, в сущности является весьма несовершенным локомотивом. Так называемый тепловой баланс паровоза, приведенный на фиг. 1, показывает, что в полезную работу, т. е. в работу на ободе движущих колес, переходит как максимум 9—10% энергии топлива (белая часть диаграммы), остальные же 90% энергии топлива теряются без пользы, а именно.

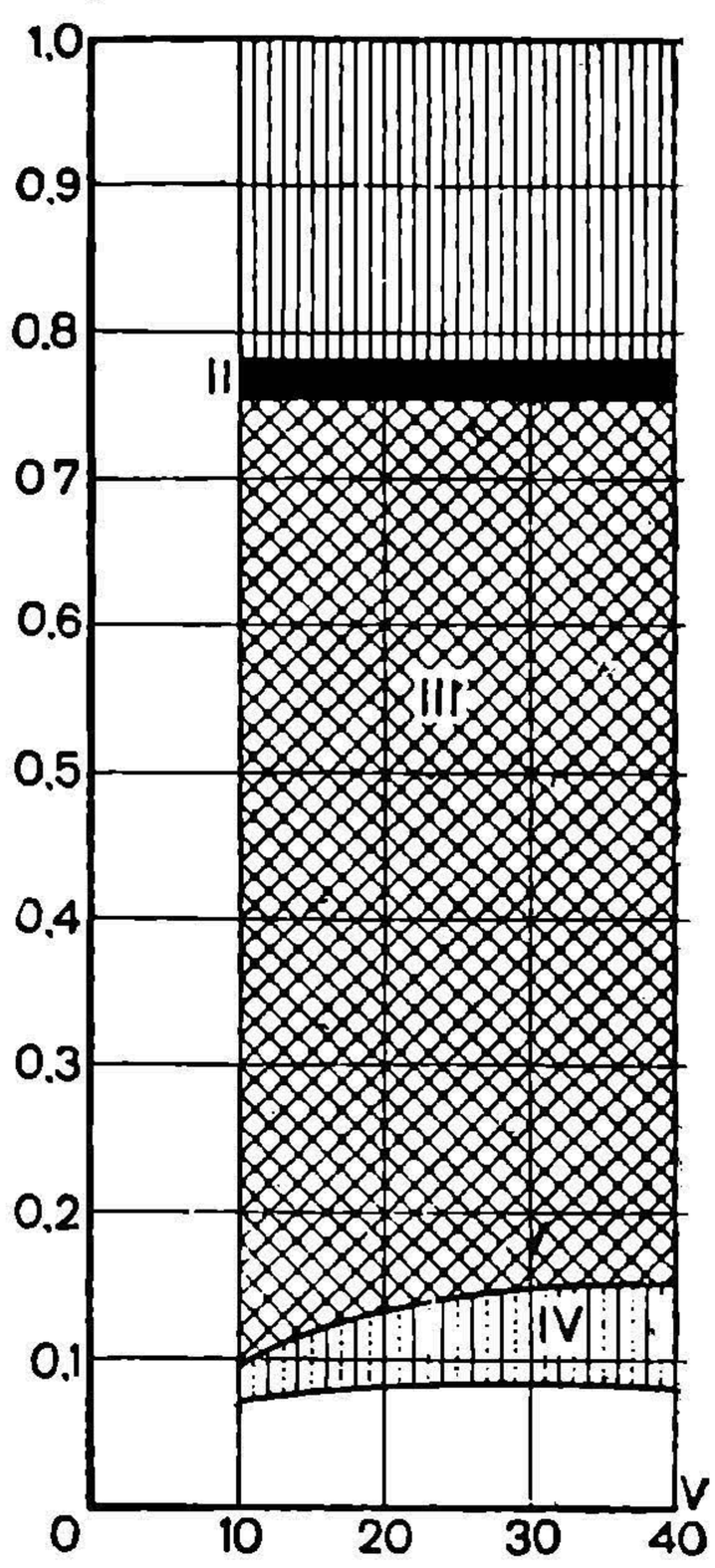
I. Потери в котле (неполнота сгорания, лучеиспускание и унос тепла с отходящими газами в дымовую трубу).

II. Потери на воздушный тормоз.

III. Неизбежные потери в идеальной машине (несовершенство самого процесса работы).

IV. Дополнительные потери в реальной машине.

Поэтому естественно, что мысль конструктора стремилась к тому, чтобы создать установку, обеспечивающую высокую степень использования топлива. В результате изучения теплового баланса паровоза и в целях уменьшения потерь в нем стали строить паровозы высокого давления, локомотивы с паровыми турбинами и паровозы с тендерами-конденсаторами. Все эти улучшения, не нашедшие пока нигде широкого применения, дают незначительное повышение коэфициента полезного действия паровоза, сильно усложняют его конструкцию и паровоз поэтому теряет свое ценное свойство—простоту.



Фиг. 1. Тепловой баланс паровоза Э.

Другое направление конструкторской мысли характеризуется применением изобретенного в 1897 г. немецким инж. Р. Дизелем двигателя внутреннего сгорания. Этот двигатель дает весьма малый расход топлива и потому получил весьма значительное распространение на судах, завоевал полностью область автомобилизма и создал новый способ передвижения по воздуху. Оставалось снять также с локомотивной рамы паровой котел и паровую машину, чтобы заменить и их двигателем внутреннего сгорания.

Так появился тепловоз, т. е. локомотив с двигателем „дизель“ в качестве движущей машины.

Если сопоставить теперь тепловой баланс подобного локомотива с приведенным ранее тепловым балансом паровоза, то становится понятным, что в тепловозе использование тепловой энергии топлива происходит значительно лучше, чем в паровозе.

Сравнение диаграммы показывает.

1. На обеих диаграммах самой значительной потерей является q_0 (III), т. е. потери в идеальной машине (несовершенство самого процесса работы).

2. Переход от паровой машины к дизелю уменьшает потерю q_0 (III) с 65% до 50%.

НБ УДУНТ (ДНТ)

3. Второй по величине потерей в паровозах являются потери в котле (I), составляющие при нефтяном отоплении 20—25%. На тепловозе котла нет, следовательно, нет этих потерь. Вместо них есть потеря $q_д$ (механическая потеря в дизеле), составляющая 12—15%.

4. Потери на вспомогательные устройства (залиты тушью) у обоих локомотивов (II и $q_e + q_в$) примерно одинаковы.

5. Потери (IV), которыми реальная паровозная машина отличается от идеальной, примерно равны соответствующим термическим потерям в реальном дизеле—q_t.

6. Кроме того в тепловозе имеются потери:

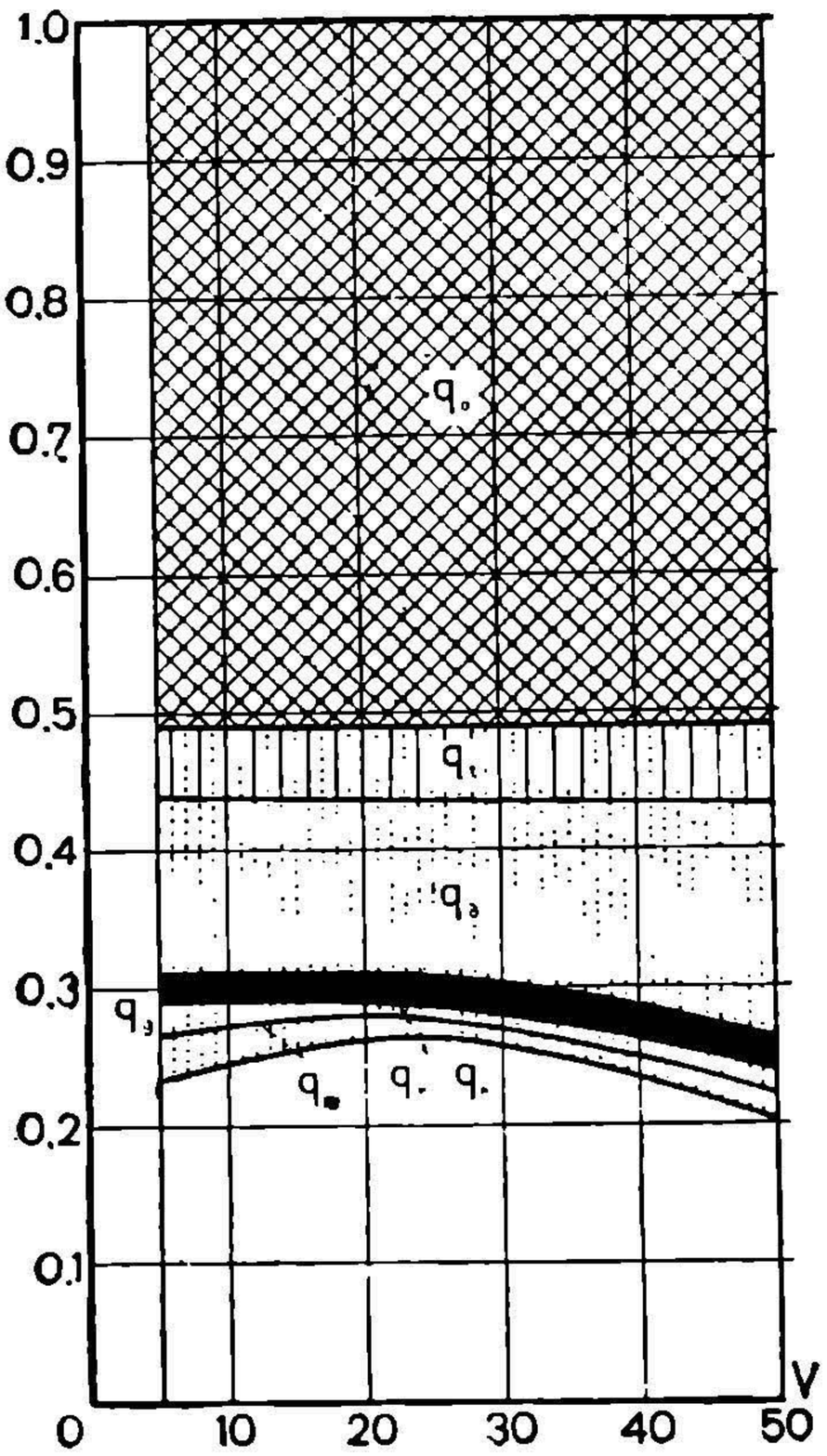
q_g — в генераторе,

q_m — в тяговых моторах,

составляющие примерно 4—7%.

Белая часть диаграммы показывает полезную работу тепловоза, которая составляет 26—31%.

В этом заключается основное экономическое преимущество тепловоза, который, превращая в полезную работу до 26—31% энергии топлива против 9—10% современного паровоза и против 16% электровоза, представляет наиболее экономичный современный локомотив.



Фиг. 2. Тепловой баланс тепловоза Э—ЭЛ—2.

Но помимо экономичности тепловоз имеет еще ряд преимуществ перед паровозом.

Особенностью и преимуществом тепловоза перед паровозом и электровозом, привязанным к питающей сети, является способность его к безостановочному пробегу, в несколько раз большему, чем паровоз. Это объясняется тем, что при незначительном расходе топлива тепловозом (400 *кг* на 100 локом./*км* и 40 *кг* на 10 000 *т/км*) и запасе топлива на тепловозе в 3,5—4 *т* и при ничтожном расходе воды, которая при исправно работающей охладительной сети тепловоза идет лишь на испарение, — тепловозы легко делают пробеги 1 000—1 500 *км* без смены.

Помимо того, что это свойство дает возможность сократить число пунктов снабжения водой и топливом, оно чрезвычайно выгодно для товарного транспорта—маршрутных поездов, воинских поездов, поездов особого назначения, так как повышает коммерческую скорость транзитных товарных поездов и улучшает оборот подвижного состава. Способность тепловоза на длительные пробеги особенно ценна потому, что наше строительство промышленности громадной мощности и механизированное сельское хозяйство потребуют в течение ближайших лет мощных грузовых потоков большого протяжения, при котором маршрутные поезда будут нормальным типом товарных поездов.

Совершенно бесспорным и огромным преимуществом тепловоза перед паровозом является отсутствие расхода воды на тепловозе, что делает его незаменимым в районах вечной мерзлоты, в безводных районах и в районах с плохой водой. Подобных дорог у нас в СССР особенно много, и там работа паровозов, производящих к тому же набор воды через каждые 40—50 *км*, представляет огромные трудности и вызывает большие расходы. Такими районами являются Средне-Азиатская, Туркестано-Сибирская дороги, линии Сталинград—Тихорецкая, С.-Кавказских и Урбах — Астрахань Рязано-Уральской ж. д. и др.

НТБ УДУТ (ДИИТ)

Большим преимуществом тепловоза, чрезвычайно выгодно выделяющим его над паровозом, является динамическое воздействие его на мосты и на железнодорожное полотно, так как тепловозы по сравнению с паровозами являются более спокойной и уравновешенной нагрузкой: на тепловозах нет неуравновешенных масс возвратно движущих частей машин (поршни, скалки, крейцкопф), которые вызывают удары, поддергивание и виляние. Более благоприятное динамическое воздействие тепловоза на мосты и путь позволяет повышать нагрузку на осях тепловоза и проходить пути там, где паровоз по своим динамическим воздействиям сделать этого не может.

С точки зрения железнодорожного хозяйства, помимо указанных выше преимуществ, тепловозы имеют ряд других преимуществ, выгодно отличающих их от паровозов: тепловоз всегда находится в готовом для эксплоатации состоянии и не требует затраты времени на экипировку, разведение пара и т. д. Управление тепловозом, конечно, при хорошем знакомстве с ним, совершенно просто, тепловоз плавно трогается с места, легко ведет поезда по зубчатому профилю, легко обслуживается при затяжных подъемах; с тепловоза лучше видимость полотна и наконец тепловозная бригада, находясь на посту, защищена от непогоды и находится в лучших условиях работы, чем на паровозе.

Если значения введения тепловозов для ряда наших дорог громадно, то почему до сих пор тепловозы не получили широкого распространения, несмотря на то, что о них говорили еще до Октябрьской революции? Это объясняется рядом трудностей как общего характера, так и крупными техническими затруднениями при постройке первых тепловозов, в вопросах создания типа, проектирования и выполнения, а затем опытной проверки его и улучшения.

Надо отметить прежде всего то, что наша техника, более молодая и менее развитая, чем западно-европейская, нередко использует в железнодорожной сфере готовые установки, созданные западной техникой, проявляя лишь инициативу в применении этих решений.

Но в области применения тепловоза, экономическое и техническое значение которого для западно-европейского железнодорожного хозяйства по целому ряду причин неизмеримо ниже, чем для СССР, мы на Западе соответствующей установки не находим, и это несомненно пугает наших даже передовых техников.

В Западной Европе безводных степей нет, нет и нефти, если не считать Румынии.

Паровозы в Западной Европе отапливаются дешевым углем, и потому переход к тепловозам, требующим привозной нефти, даже при очень малом ее расходе, уменьшил бы экономическую выгоду тепловоза и свел бы ее к нулю.

Затем, установившийся характер железнодорожного хозяйства и богатый инвентарь его обесценили бы в буржуазных странах при замене паровозов тепловозами частный капитал, вложенный в этот инвентарь, что как в отношении тепловозов, так и в отношении электрификации является противодействующим фактором, чрезвычайно трудно преодолимым в условиях капиталистического хозяйства. Наконец, значительная плотность и устойчивость движения, равномерность распределения угольных районов направляют западно-европейскую и американскую технику на путь электрификации и дальнейшего совершенствования паровоза.

Для СССР, имеющего колоссальные источники нефти, которой топится часть паровозов для СССР, с его громадными пространствами или вовсе лишенными воды, или имеющими воду, мало пригодную для питания котлов, вопрос о введении тепловозов бесспорно представляет жгучий интерес.

Таким образом трудность в тепловозном деле заключается прежде всего в ее самодовлеющем характере для советской техники и в необходимости сразу же опередить в этом отношении технику западно-европейскую.

Сущность технических затруднений в тепловозном деле заключается в трудности приспособления двигателя к рабочему режиму локомотива.

Здесь необходимо сказать, что сам по себе двигатель дизеля не приспособлен к тяговой службе так хорошо, как паровая машина или электродвигатель. Паровая машина пускается в ход просто открытием регулятора, электродвига-

НБ УДУНТ (ДИТ)

тель — включением тока помощью поворота ручки контроллера. Как паровая машина, так и электродвигатель берут с места под нагрузкой и хорошо разгоняют. Эти их особенности объясняются тем, что генератор энергии расположен вне самого двигателя: паровой котел для паровой машины и станция для электродвигателя, что дает возможность при максимальных тяговых усилиях производить соответствующие «займы» от первичного генератора энергии.

Как известно, локомотив развивает наибольшую силу тяги (наибольшее тяговое усилие) при взятии с места; в дальнейшем, когда поезд разгонится и начнет двигаться с известной скоростью, сила тяги уменьшается. Паровоз в этом отношении является идеальной машиной: при очень небольших скоростях (в момент трогания с места) его машина развивает очень большое усилие. Двигатель же может начать работать только тогда, когда он тем или иным способом приведен во вращение с достаточной скоростью, обеспечивающей воспламенение. В стационарных установках двигатель раскручивают без нагрузки сжатым воздухом, запасенным для этой цели в особых, так называемых пусковых баллонах. Если такой же способ применить к двигателю, который жестко (непосредственно) связан с осями, то для запуска его, а следовательно, и трогания самого тепловоза потребуются пусковые резервуары большой емкости; способ этот недостаточно надежен. Построенный в 1913 г. первый мощный тепловоз для скорых поездов типа 2—2—2 (заводами Зульцера и Борзиг—Германия), имевший четырехцилиндровый—образный двухтактный двигатель, вал которого был связан спарниками с движущими осями, и кроме того вспомогательный дизелькомпрессорный агрегат для пускового сжатого воздуха, которым разгонялся тепловоз,—оказался неработоспособным. Пуск в ход тепловоза сжатым воздухом, который непосредственно поступал в цилиндры главного двигателя при длительном разгоне тепловоза, вызывал замораживание цилиндров, затруднял получение первых запалов и вел к авариям цилиндров. Движущие части, стесненные узким железнодорожным габаритом, работали с большими напряжениями, опасными для тогдашних сортов стали, почему часто происходили аварии.

Как известно, соотношение между мощностью локомотива N в *л.* с.. силой тяги $F_к$ в *кг* и скоростью V в *км/ч.* имеет вид $N=\frac{F_к \cdot V}{270}$, т. е. при постоянной мощности сила тяги почти обратно пропорциональна скорости и изображается гиперболической зависимостью (фиг. 2-а), которая показывает, что большая сила тяги соответствует наименьшей скорости и наоборот. На паровозе при уменьшении сопротивления движению поезда можно уменьшить силу тяги $F_к$, переставляя кулису и уменьшая наполнение цилиндров. При возрастании же сопротивления движению, $F_к$ несколько увеличивается автоматически по кривой; для большего увеличения F машинист, переставляя кулису, переходит плавно на кривые большего наполнения. Паровоз осуществляет трогание с места и различные скорости благодаря возможности менять отсечку пара в широких пределах и также число оборотов от $n=0$ до $n=n_{max}$. Характеристика паровоза близка к гиперболе.

К такому соотношению силы тяги и скорости хода приспособился режим железнодорожной эксплоатации, мирящейся с понижением скорости хода на подъемах или при более тяжелых составах за счет увеличения силы тяги и сохранения приблизительно постоянной максимальной мощности паровоза.

Совершенно иные соотношения получаются в тепловозе: у всякого нормального двигателя внутреннего сгорания мощность обусловлена количеством горючего, сжигаемого в цилиндре, и имеет определенный предел в количестве засасываемого в цилиндр рабочего воздуха, мало зависящем от числа оборотов. Поэтому здесь среднее индикаторное давление применяется в узких пределах, т. е. почти постоянно, а в таком случае работа за один оборот зависит только от размеров цилиндра, а мощность—прямо пропорциональна числу оборотов машины. Если теперь связать двигатель с ведущими осями непосредственно, то вследствие предыдущего, мощность его будет пропорциональна скорости движения, или $N=aV$, что вместе с предыдущей формулой $N=\frac{F_к \cdot V}{270}$ дает $F_к=\text{const}$ (постоянную, т. е. прямую (фиг. 2-а).

УДУНТ НБ (ДИТ)

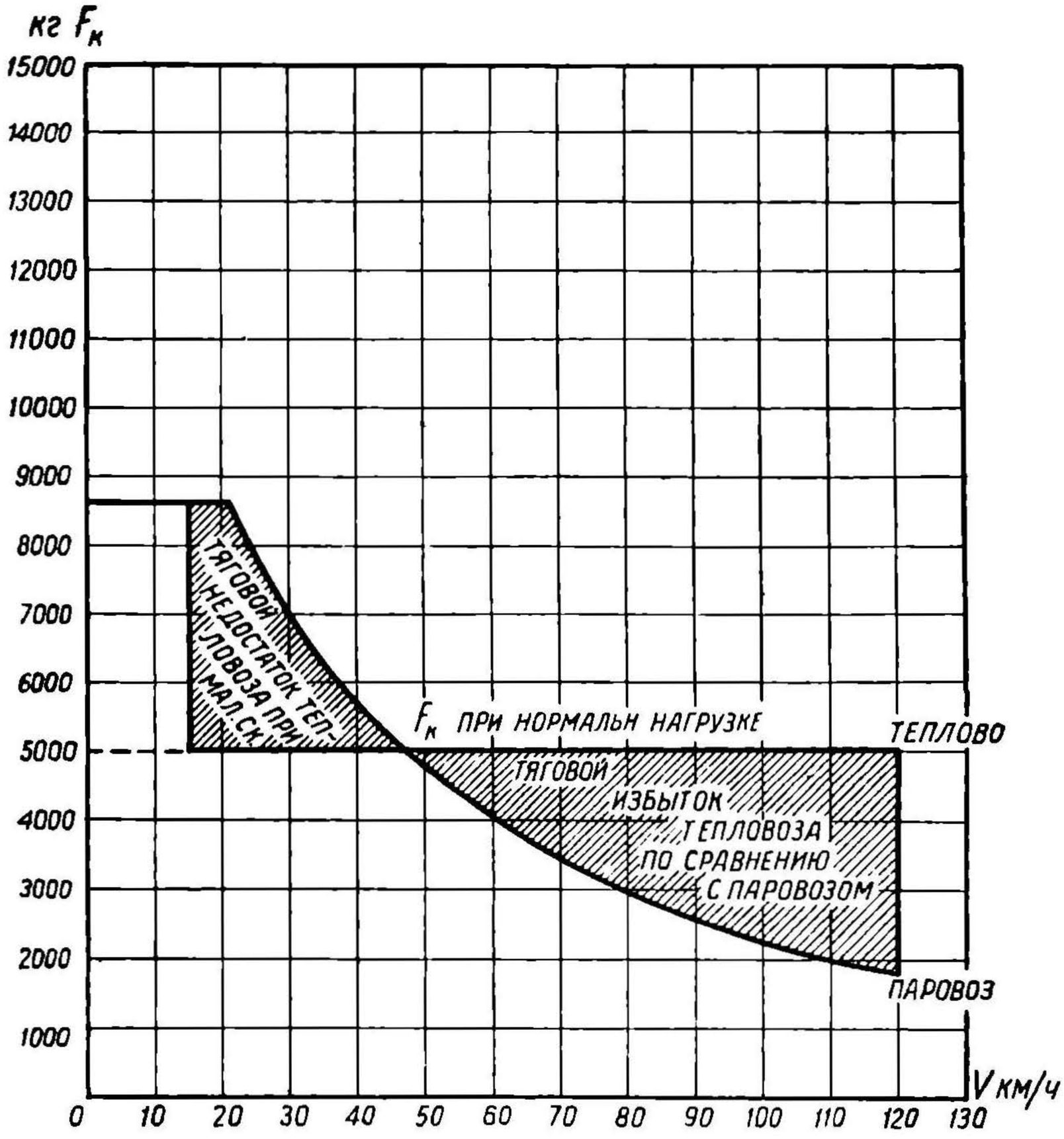
Такая негибкая характеристика зависимости $F_к$ от V неприемлема для локомотива, ибо делает локомотив излишне мощным при больших скоростях и недопустима слабым—при малых.

Отсюда приспособление обладающего такими свойствами тепловоза к режиму эксплоатаций должно итти такими путями:

1) применением двигателей столь значительной мощности, что ею обеспечивается максимально потребная тяга без особой перегрузки двигателя;

2) приспособлением двигателя к значительной перегрузке за счет количества рабочего воздуха;

3) введением между двигателем и ведущими осями какой-либо передачи с переменным отношением скоростей, позволяющей при уменьшении числа оборотов ведущих осей сохранить число оборотов и мощность двигателя.



Фиг. 2-а. Сравнительная тяговая характеристика паровоза и тепловоза.

Таким образом сущность основного технического затруднения заключается в осуществлении двигателя, который вращал бы непосредственно движущие оси, удовлетворяя при этом требованиям плавного трогания, разгона и т. д.

Пока осуществить этого не удается и поэтому в современных тепловозах между двигателями и ведущими осями ставится так называемая *передача* той или иной системы, дающая возможность делать скорость тепловоза независиой непосредственно от числа оборотов двигателя и приближать характеристику тепловоза к гиперболе (фиг. 2-а).

Простейшей и наиболее надежной передачей пока считается электрическая. Тепловоз с электрической передачей представляет собой как бы электровоз или просто трамвайный вагон с моторами большой мощности, причем в самом вагоне установлена силовая станция, состоящая из дизель-генераторной группы со всеми ее обслуживающими устройствами (холодильником с вентиляторами и пр.).

НТБ УДУНТ (ДИТ)

Тепловозы с электрической передачей имеют одно несомненное преимущество перед всеми двугими видами передачи—они надежны в работе и чрезвычайно гибки в управлении. Электрическая передача дает возможность реализовать полную мощность двигателя при каждой скорости тепловоза и иметь высокие значения силы тяги в момент трогания и разгона поезда. В конструктивном отношении тепловоз с электрической передачей, вопреки распространенному мнению, является также весьма простым, не включающим в себя неизвестных или мало испытанных элементов, а потому наиболее гарантирует надежную и исправную работу. Коэфициент полезного действия тепловозов с электрической передачей весьма высок и доходит до 25—26%. Но эта передача имеет и свои недостатки, из которых наиболее существенным нужно считать большой вес тепловозов с такой передачей и, следовательно, сравнительно высокую стоимость их.

Кроме электрической передачи применяются и другие системы передачи, в том числе и широко применяемая на автомобилях коробка скоростей с включаемыми зубчатками и муфтами трения для плавного включения двигателя в передачу.

Эта передача представляет большой интерес в техническом отношении и открывает новые пути тепловозостроения, так как нужно считать, что передача вращающего момента от вала дизеля к осям тепловоза с помощью зубчатых колес—это полпути к непосредственной передаче.

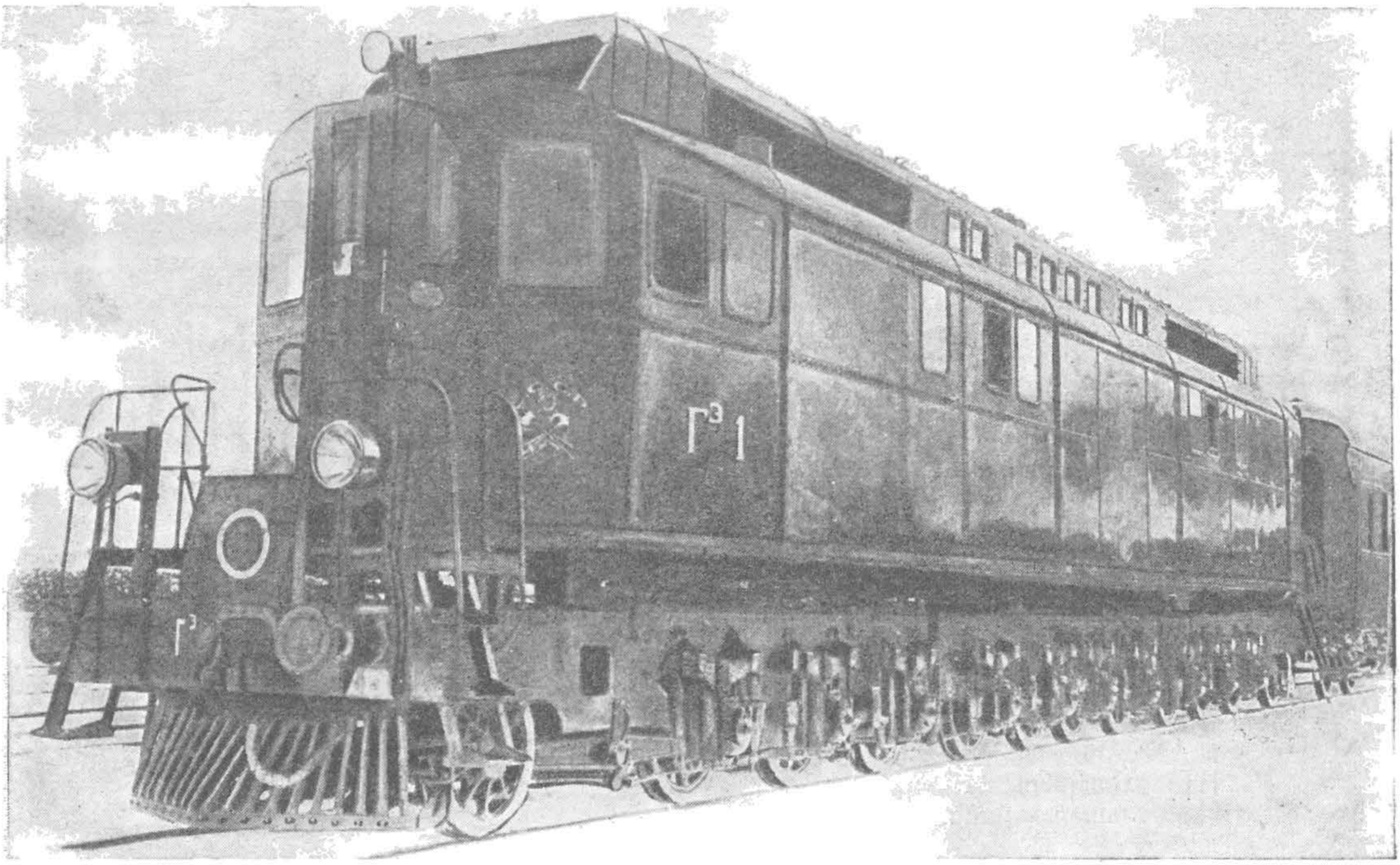
Другим подходящим типом передачи для тепловозов является компрессорная. Общая схема этой передачи такова: локомотив имеет обычные паровозные цилиндры с нормальным кулисным распределением, но цилиндры эти работают не паром, а воздухом (сжатым), доставляемым установленной на рамах локомотива дизель-компрессорной группой. Результаты работы подобной передачей оказались менее выгодными, чем работа электрической и механической передач.

Были попытки осуществить гидравлическую передачу, сущность которой заключалась в том, что на валу двигателя ставился водяной центробежный насос, а на валу передачи — турбина. Но такая передача, даже применительно к малой мощности, оказалась неудачной и была оставлена.

НБ УДУНТ (ДИТ)

II. СОВЕТСКИЕ ТЕПЛОВОЗЫ

Громадное значение тепловозов для ряда наших дорог было признано только после Октябрьской революции, как только началось восстановление разрушенного войной транспорта. В 1922 г. в Ленинграде начата была постройка первого советского тепловоза с электрической передачей и одновременно с этим



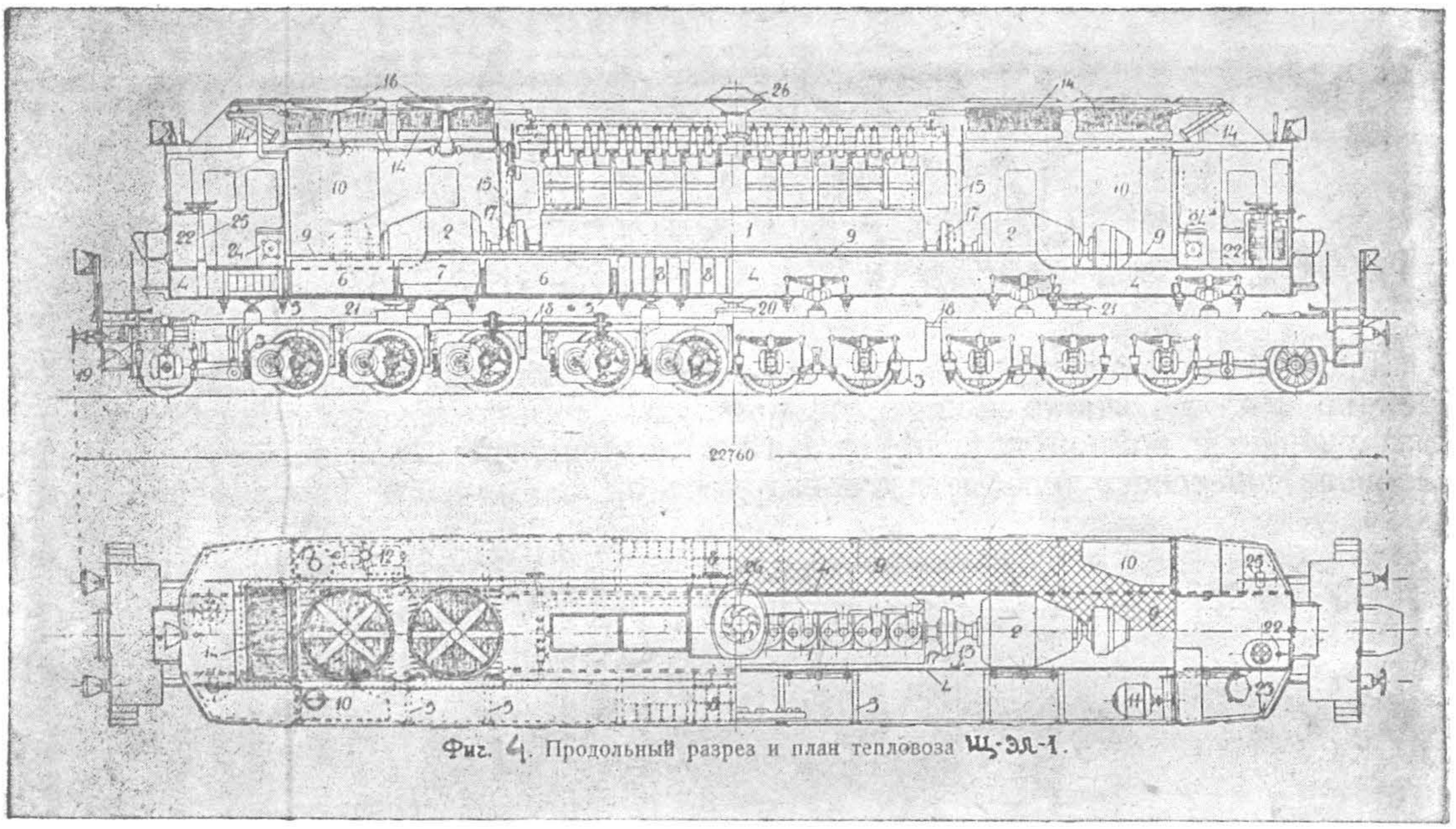
Фиг. 3. Общий вид тепловоза Щ—ЭЛ—1.

бывшая Российская железнодорожная миссия за границей заказала на заводах Германии два опытных мощных тепловоза: один с электрической передачей, другой с коробкой скоростей с зубчатыми колесами и, наконец, в самое последнее время Коломенским заводом построены и поступили в работу два тепловоза маневрового типа с электрической передачей. Кроме того недавно поступил из Германии тепловоз с электрической передачей. Таким образом в настоящее время мы имеем шесть тепловозов, находящихся в эксплоатационной работе. Помимо этого, как будет сказано ниже, несколько тепловозов строятся нашими заводами.

Все эти тепловозы по своим конструктивным особенностям являются чрезвычайно интересными в техническом отношении машинами, и на описании их необходимо остановиться.

Предварительно нужно пояснить, что необычные обозначения тепловозов следует понимать так: первая буква обозначения показывает мощность тепловоза в сравнении с паровозом (Щ, Э, О); второе обозначение — тип передачи, осуществленный на данном тепловозе (МХ—механическая, ЭЛ—электрическая) и, наконец, цифра — очередной номер выпуска. Ходовая формула тепловоза принята обычной, как для паровозов (2—5—1, 1—5—1 и т. д.).

НТБ УДУТ (ДИТ)



Фиг. 4. Продольный разрез и план тепловоза Щ-Эл-1.

Общие сведения о тепловозе.

Длина между буферами	22 760 *мм*
База полная	19 360 „
База жесткая (наибольшая)	4 500 „
Вес служебный общий .	182 *т*
Вес служебный сцепной	160 „
Нагрузка сцепной оси .	16 „
Нагрузка бегунковой оси	10 „
Запас топлива	8 „
Запас воды	2 „
Запас смазки	1 „
Диаметр движущих колес	1 050 *мм*
Наибольшая скорость	75 *км*/час.
Наибольшая сила тяги	22 000 *кг*
Наибольшая мощность на ободе	800 л.с.

Главный двигатель и холодильник

Диаметр цилиндров	368 *мм*
Ход поршня . . .	381 „
Число цилиндров	10 „
Наибольшее число оборотов в мин.	400 „
Наибольшая эффективная мощность	1 000 л.с.
Подача водяного насоса наибольшая	20 *м*³/час
Поверхность водяного холодильника	700 *м*²
Наибольшое число оборотов вентилятора в мин.	1 200
Наибольшая подача воздуха	100 000 *м*³/час
Поверхность масляного холодильника	32 *м*²

Электрическая передача

2 генератора постоянного тока:

Наибольшее напряжение	360—720 *в*
Наибольшая сила тока	3000—1 500 амп.
Мощность часовая	2 × 500 *квт*
Наибольшее число оборотов в мин.	400

Возбудительная группа — 2 возбудителя:

Мощность, затрачиваемая на возбуждение.	21 *квт*
Максимальный ток возбуждения	250 амп.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Тяговые моторы:	
Число моторов	10
Включение в цепь—параллельное	
Передаточное число: 1 : 4,625	
Наибольшая часовая мощность каждого мотора	100 *квт*
Аккумуляторная батарея пусковая,	
Емкость при одночасовом разряде	600 *амп/час*

Тепловоз этот, построенный в 1922—1924 гг. в Ленинграде по проекту проф. Гаккеля и при участии виднейших специалистов нашего Союза (проф. Миткевич, проф. Вульф, проф. Раевский, проф. Ошурков), считается первым мощным тепловозом постройки наших заводов. Все части тепловоза, за исключением дизеля, почти целиком построены нашими заводами: „Красный путиловец", „Электрик" и „Балтийский".

Тепловоз Щ—ЭЛ—1 представляет собой дизель-электрический локомотив. На главной раме тепловоза установлен десятицилиндровый дизель (Ы) завода Веккерса, четырехтактный с механической пульверизациеи топлива (бескомпрессорный), вращающий с помощью полугибких муфт *17* два генератора *2* завода „Вольта" постоянного тока с независимым возбуждением, расположенных по концам главного вала дизеля. С генераторами непосредственно связаны возбудители *10*, в цепи которых расположены контроллеры управления тепловозом *22*.

От главного вала дизеля при помощи ременной передачи *13* приводятся в движение четыре вентилятора *16*, расположенного на крыше тепловоза холодильника *14* для охлаждения воды и масла для дизеля. На главной раме расположены: пусковая аккумуляторная батарея *8*, необходимые резервуары воды *10*, топлива и смазки *5*, насос для прокачки воды *12*, электрокомпрессор тормоза *11* и котел отопления *13*; на боковой стенке кузова расположены необходимые измерительные приборы. В передней и задней части кузова, который покоится на главной раме, расположены вполне симметрично посты машиниста с необходимыми приборами управления. Кузов тепловоза опирается на три тележки, составляющие экипаж тепловоза: две крайние 4-хосные тележки имеют по бегунку и 3-м ведущим осям, средняя — 4 ведущих оси. Ведущие оси через зубчатки связаны с тяговым электромоторами *3*, питаемыми током от генераторов. Кузов имеет двойное подвешивание, что дает очень спокойный ход, а тележечная система — хорошее вписывание тепловоза в кривые.

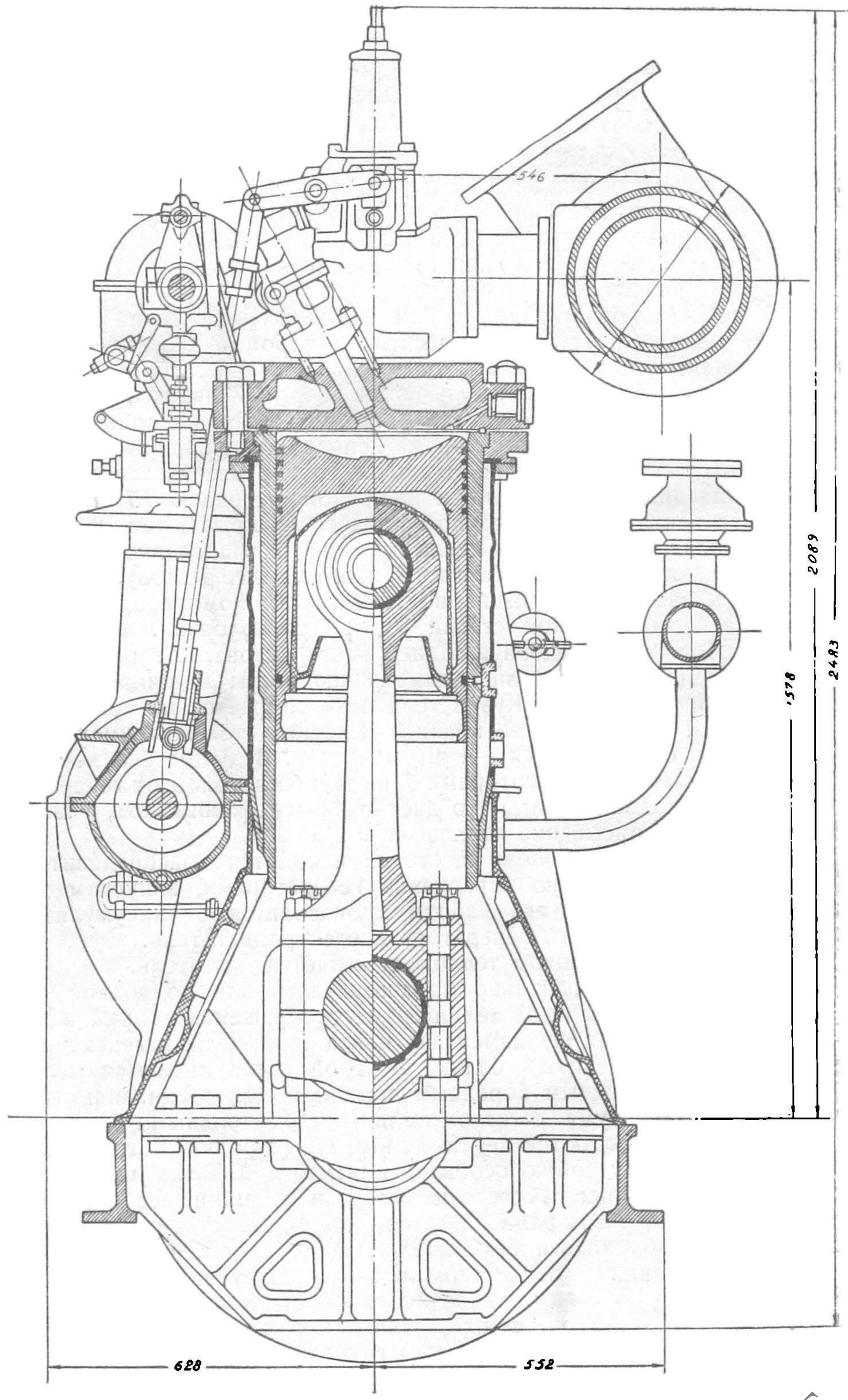
В средней части кузова тепловоза на стенке находится „распределительная доска", на которой сосредоточено управление генераторами, запуском дизеля и пр. Запуск дизеля для начала его работы производится от аккумуляторной батареи путем обращения одного генератора в электродвигатель.

Наиболее интересным элементом тепловоза является двигатель.

Двигатель Виккерса первоначально предназначался для подводной лодки, поэтому для уменьшения веса из-за технических соображений сборки механизмов в подводной лодке литая фундаментная плита двигателя заменена в ней конструкцией из отдельных литых балок. Основой всего являются чугунные поперечные балочки под каждым коренным подшипником, соединенные между собою по обоим краям двумя легкими стальными продольными балками. На поперечной балке устанавливаются вертикальные перегородки, которые вверху и внизу скрепляются между собою особыми плитками. К этим плиткам крепятся с одной стороны втулки рабочего цилиндра и рубашки, а с другой стороны — крышка. Таким образом рама двигателя имеет скелетную конструкцию, что дает возможность обходиться без тяжелых литых деталей, как например, фундаментная плита, станина и т. д. Нормальная литая рубашка цилиндра заменена здесь тонким хомутом из оцинкованного железа. Картер двигателя образуется снизу из железных листов, прикрепленных к раме тепловоза, а вверху из алюминиевых плит с люками. Такая конструкция станины имеет свои недостатки и достоинства.

Недостатками нужно считать: 1) дороговизну изготовления и сборки; 2) необходимость иметь специальную, очень жесткую раму с поперечными балками, на которых дизель и устанавливается; 3) большую вероятность расшатывания и игры, что особенно вредно на тепловозе, работающем при постоянной тряске.

ГПБ УДУНТ (ДИТ)



Фиг. 5. Поперечный разрез двигателя Виккерса тепловоза Щ—ЭЛ—1.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

К достоинствам следует отнести: 1) отсутствие громоздких и тяжелых литых частей; 2) разгрузку рубашки цилиндра от растягивающих усилий.

Вообще же относительно конструкции станины дизеля тепловоза следует всегда стремиться к наиболее возможной монолитности конструкции в виду неизбежной тряски, разбивающей все стыковые соединения.

Оригинальным по конструкции этого двигателя является рабочий цилиндр. Крышка цилиндра крепится на специальных кронштейнах плиты вертикальных листов, воспринимающих растягивающие усилия, образуя под двигателем своеобразный мост. Рубашка цилиндра сделана из листового железа толщиною в 1,6 *мм* с двумя поперечно-выштампованными волнами для уничтожения действия температурных удлинений.

Подобная конструкция имеет ряд недостатков:

1. Большое число водяных уплотнений, — отсюда большая вероятность расстройства уплотнений и повышенные требования ухода.

2. Весьма ненадежное уплотнение внизу рубашки: резиновые кольца, ничем ненажатые, дают течь.

3. Большое число смазочных штуцеров, которые дают течь, из-за чего в цилиндр может попасть вода.

4. Верхнее уплотнение буксы притертым чугунным кольцом также нельзя признать удачным.

5. Большая сложность и дороговизна устройства по сравнению с литой конструкцией рубашки.

Конструкция цилиндровой крышки отличается от обычной конструкции тем, что здесь обычные ходы для всасывания и выхлопа перенесены в клапанные коробки, к которым непосредственно и крепятся соответствующие трубопроводы. Посредине между клапанами находится форсунка, ось которой с осью цилиндра составляет некоторый угол. Особенностью крышки является то, что пространство между клапанами и форсункой не имеет ходов охлаждения.

Поршень двигателя очень солидных размеров, весь целиком отлит из серого чугуна — толщина днища посредине до 50 *мм*. Поршень имеет шесть уплотняющих колец вверху и одно внизу. Так как поршень неохлаждаемый (что для мощности в 100 л. с. в цилиндре является предельным), то для устранения по возможности пригорания масла на раскаленной поверхности днища головка шатуна покрыта специальным предохранительно алюминиевым кожухом. Это обстоятельство в свою очередь делает невозможным нормальное охлаждение поршня воздухом и ведет к перегреву поршня.

Шатун представляет собой стальной пустотелый стержень круглого сечения, внутренняя полость которого служит каналом для подводки масла к головному подшипнику от мотылевого. Поршневая головка неразъемная со вставкой бронзовой втулки и баббитовой заливкой.

Коленчатый вал обычного типа — одиннадцатиопорный, состоит из двух частей, соединенных вместе посредине. Расположение кривошипов—зеркальное, звездообразное. Коренные подшипники обычной конструкции.

Конструкция клапанов уясняется из разреза цилиндра. Конструкцию крышки упрощают соединения клапанов с трубопроводом за пределами крышки, но из-за этого усложняется конструкция коробки клапанов; последняя чрезвычайно тяжела (до 60 *кг*), что особенно ощущается при периодическом осмотре и ремонте. Интересной деталью выхлопного клапана является охлаждение его водой, подводимой через специальные гибкие резиновые шланги.

Как указывалось раньше, двигатель Виккерса является машиной бескомпрессорной, у которой подача топлива в цилиндры производится механическим путем при большом давлении.

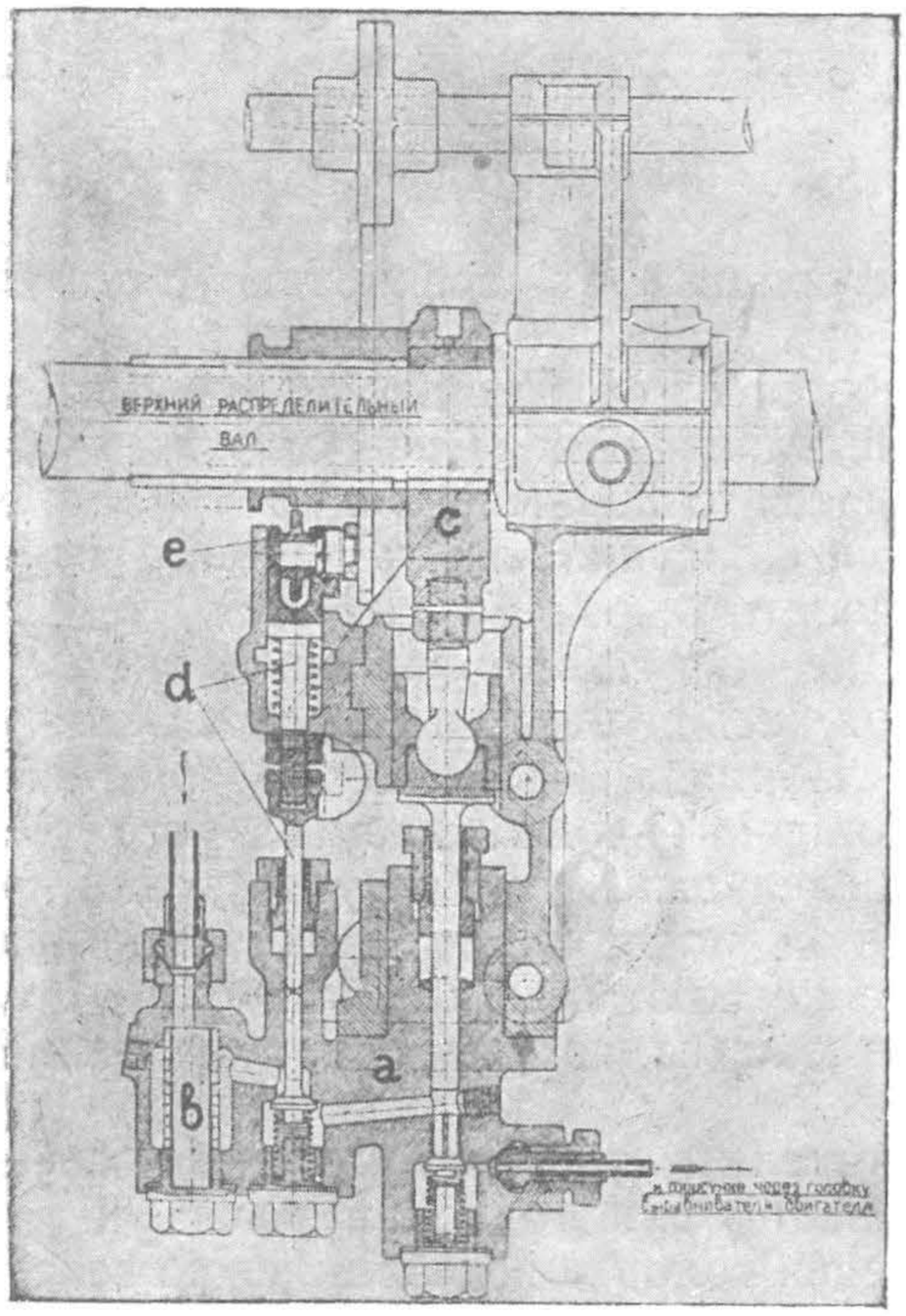
Механическая пульверизация в этом двигателе осуществлена следующим образом: каждый рабочий цилиндр дизеля снабжен собственным топливным одноплунжерным насосом, приводимым в движение от эксцентрикового механизма верхнего распределительного вала. На этом же валу насажены и форсуночные кулачковые шайбы и конические кулачковые устройства органов регулирования. Привод всасывающих и выхлопных клапанов осуществляется вторым нижним распределительным валом. Благодаря такой конструкции самые тонкие

НБ УАБТТ (ДИТ)

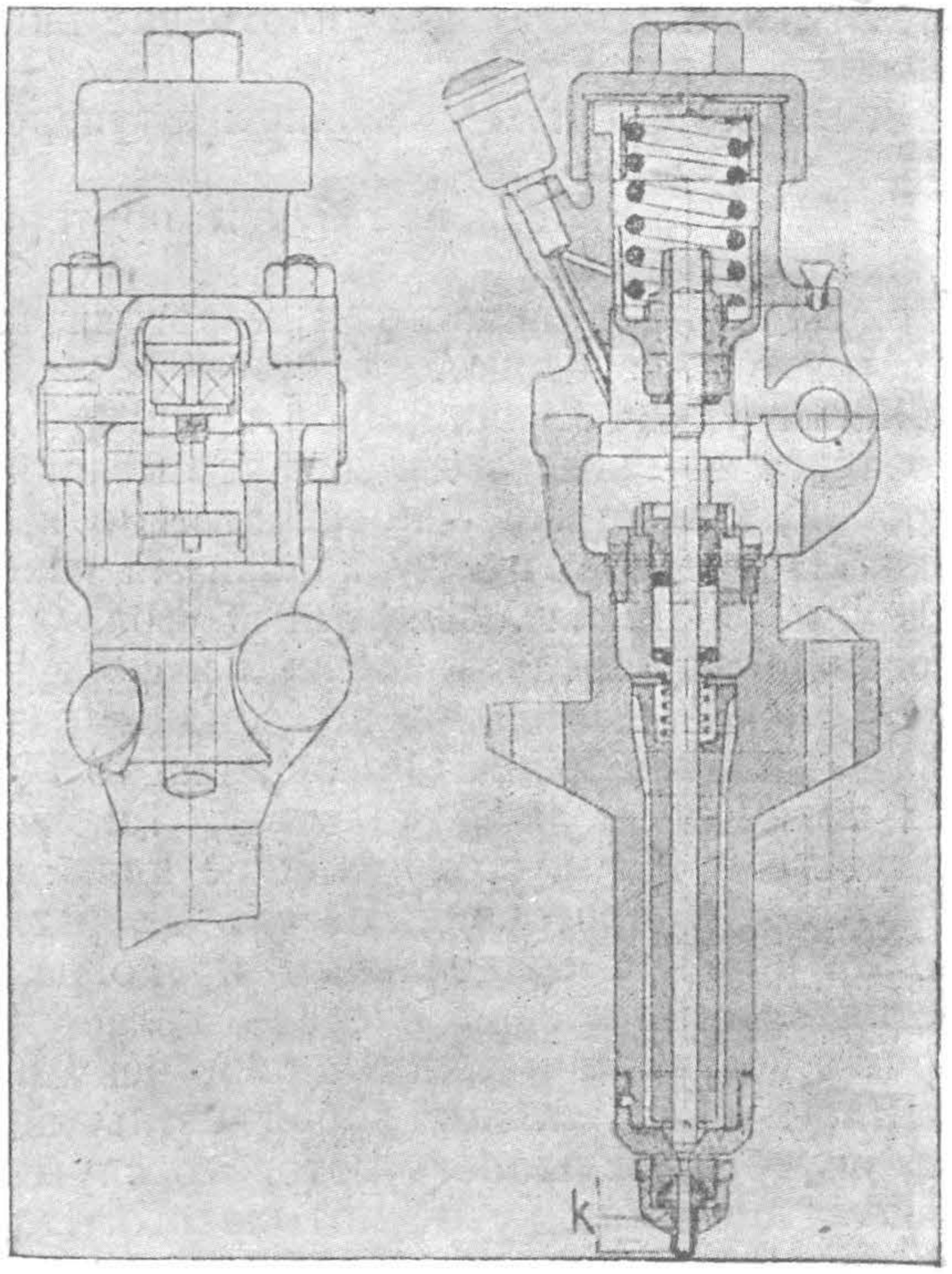
функции подачи топлива и его регулирования выполняются отдельным кулачковым валом.

Из разреза дизеля Виккерса понятна конструкция приводов от верхнего и нижнего валов к форсункам и клапанам.

На фигуре 6 представлен разрез топливного насоса бескомпрессорного десятицилиндрового 1000-сильного двигателя Виккерса. Здесь корпус *a*, отлитый из марганцовистой бронзы, заключает в себе нагнетательную камеру насоса, клапанные коробки и фильтровочную камеру *b*. Плунжер насоса соединен шаровым шарниром с эксцентриковой тягой питающего эксцентрика *c*. Головка плунжера получает направление от ползуна, жестко с ним соединенного. Горючее поступает через фильтр *b* всасывающего клапана, открываемого принудительно помощью скалки *d*; последняя в своей верхней части имеет ролик *e*, на который воздействует регулирующий специальный кулачок, сидящий на верх-



Фиг. 6. Топливный насос двигателя Виккерса.



Фиг. 7. Форсунка двигателя Виккерса.

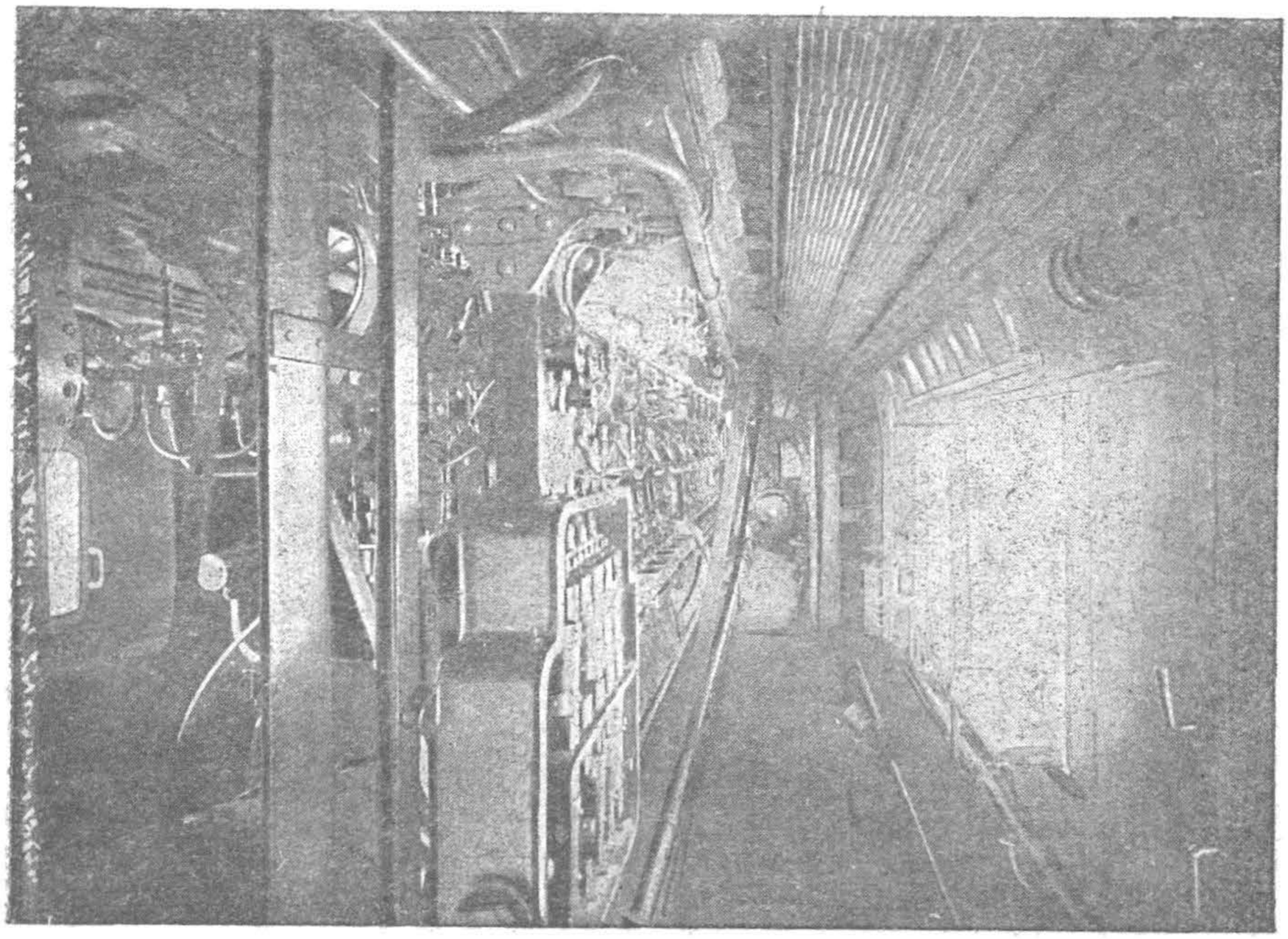
нем распределительном валу и передвигающийся продольно с помощью регулирующего механизма. Нагнетательный клапан открывается при нагнетательном ходе плунжера, пропуская топливо через головку выравнивателя (аккумулятора) в приемную камеру форсунки. Здесь интересно то, что топливо нагнетается из насоса под давлением в среднем равным 220 атм. не непосредственно в форсунку, а предварительно в особый резервуар, представляющий некоторый „выравниватель давления“ между нагнетательной полостью насоса и форсункой. Устройство форсунки представлено на фигуре 7.

Форсуночное сопло выточено из инструментальной стали и представляет собою пустотелую гильзу с сферическим днищем; последнее имеет пять радиальных пульверизирующих отверстий весьма малого диаметра, устанавливаемых опытным путем для топлива различных вязкостей и в зависимости от давления пульверизации.

В этой форсунке чрезвычайно важное значение имеет канал *к*, который должен быть по возможности коротким, иначе некоторое количество топлива по закрытию иглы остается в виде капли на сферической головке сопла, что впо-

НБ УДУИТ (ДИТ)

следствии препятствует хорошему распыливанию, вызывает увеличение расхода топлива и преждевременное загорание форсунки.



Фиг. 8. Внутреннее устройство тепловоза Щ—ЭЛ—1.

Первоначально двигатель Виккерса, как предназначенный для подводной лодки, не имел регулятора: регулирование велось вручную от специального штурвала, но при постановке двигателя на тепловоз на нем был установлен центробежный регулятор системы „Янс" с передачей воздействия на топливные насосики через масляный сервомотор нормального типа. Постановка сервомотора на дизель вещь сравнительно редкая и объясняется здесь только очень своеобразным способом регулирования нефтяных насосиков, когда регулятору приходится двигать длинную, тяжелую штангу, передвигающую десять лекальных шайб. К регулятору присоединен масляный каторакт для смягчения возможных неравномерностей и бросков регулятора.

Следующей особенностью тепловоза является наличие двух генераторов половинной мощности каждый, расположенных по обеим сторонам дизеля и соединенных с главным валом дизеля при помощи полуэластичных муфт. Генераторы взяты специального типа, строившиеся заводом „Вольта" для наших подводных лодок. Эти машины десятиполюсные с дополнительными полюсами и с принудительной вентиляцией. Вентилятор приводится во вращение мотором каждый мощностью 3 *квт*, получающим энергию нормально от возбудителя, а на стоянке—от аккумуляторной батареи. Воздух засасывается вентилятором из кузова, омывает поверхность якоря, катушек и коллектора, после чего выбрасывается в окно, расположенное в кожухе генератора снизу. Благодаря принудительной вентиляции генераторы получились по весу легкие. Вес генератора 8,3 *т*, а вес муфты — около 1 *т*.

Применение двух генераторов объясняется наличием уже имевшегося комплекта генераторов с подводной лодки. Подобная установка вызвала увеличение длины тепловоза, усложнила уход и ремонт.

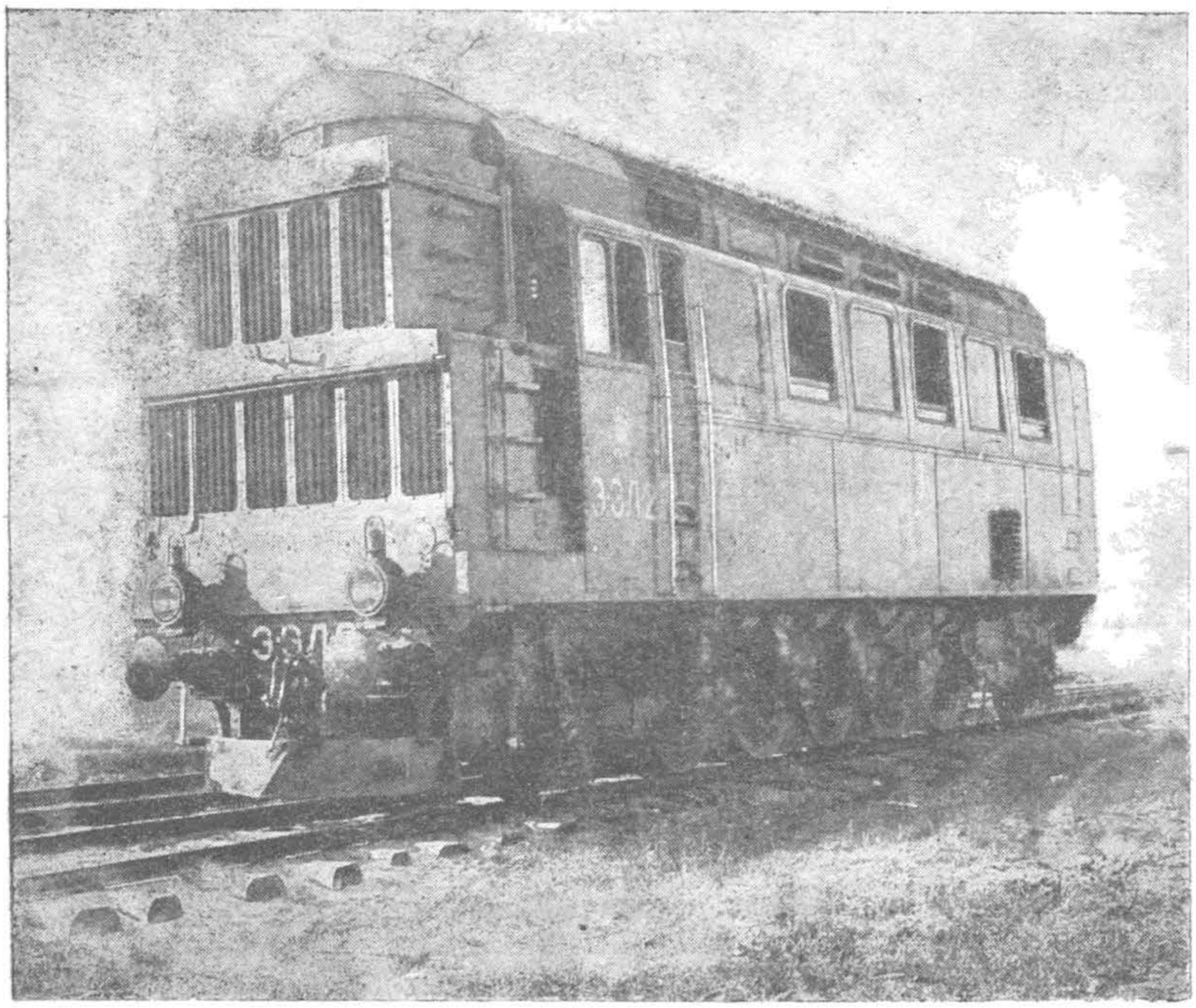
Генераторы могут соединяться последовательно и параллельно; параллельное соединение дает ток 3 000 амп (общий) при напряжении в 250 вольт, что соответствует максимальной силе тяги на затяжных подъемах; последовательное соединение дает ток в 1 500 амп при 500 волтах, что соответствует максимальной скорости тепловоза.

Библиотека 7657

НБ УДУНТ (ДИТ)

Эта система, имеющая свои положительные теоретические достоинства, на практике оказалась неудобной, так как при переключении с параллельного на последовательное и обратно сила тяги падает до нуля, вследствие чего могут получаться толчки в составе и даже разрывы последнего.

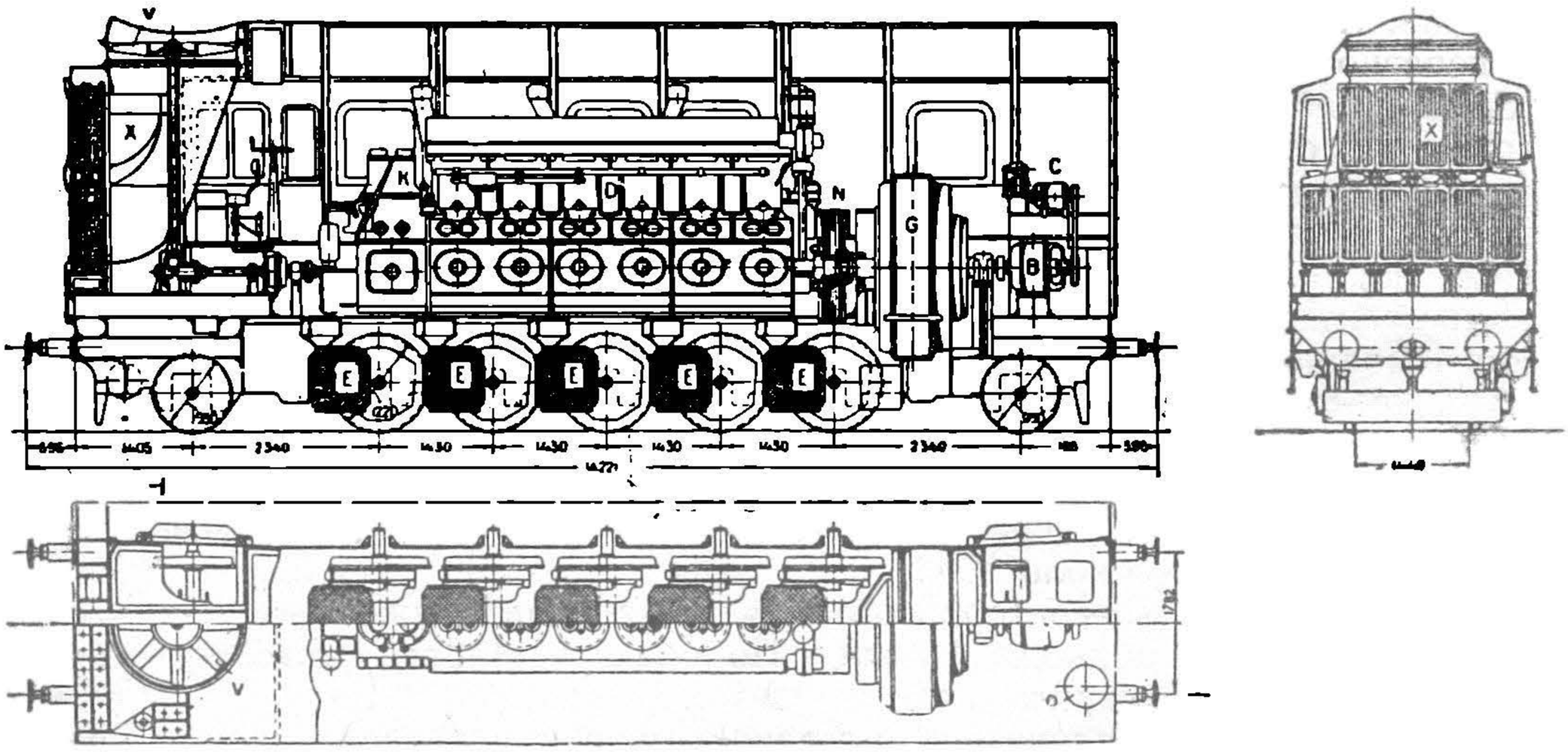
ТЕПЛОВОЗ Э—ЭЛ—2



Фиг. 9. Общий вид тепловоза Э—ЭЛ—2.

Из других особенностей тепловоза Щ—ЭЛ—1 нужно указать на применение аккумуляторной батареи для пуска дизеля. Электрический запуск дизеля чрезвычайно прост и удобен, но имеет свои большие недостатки: аккумуляторная батарея выходит чрезвычайно тяжелой (на тепловозе Щ—ЭЛ—1—7 *т* при двигателе в 1 000 л. с.), требует внимательного ухода и недостаточна стойка в работе.

В отношении системы охлаждения следует отметить, что большая поверхность радиаторов обеспечивает тепловоз от затруднений с охлаждением воды дизеля в жаркую погоду. Здесь удачно применена всасывающая вентиляция и частичное использование встречного потока воздуха.



Фиг. 10. Внутреннее устройство тепловоза Э—ЭЛ—2.

Как видно из фигуры 4, элементы холодильника расположены в нишах передней и задней частей крыши тепловоза, выше же холодильников находятся четырех

НБ УДУНТ (ДИТ)

лопастные пропеллеры-вентиляторы, проводящие воздух через элементы холодильника. Привод к вентиляторам осуществлен с помощью ременной передачи от шкива-муфты дизеля и затем через карданные валы. Эта конструкция оказалась весьма непрактичной.

В настоящее время тепловоз Щ—ЭЛ—1 не работает и его намечено переделать в более мощный тепловоз, установив на нем современный мощный двигатель, так как при существующем двигателе Виккерса—1 000 л. с. нельзя хорошо использовать большой сцепной вес тепловоза — 160 *т*. Несоответствие между сцепным весом и мощностью первичного двигателя является недостатком этого тепловоза.

Основная характеристика тепловоза Э — ЭЛ — 2

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Тип	1—5—1
Длина между буферами	14 201 *мм*
База полная	10 400 „
База жесткая	5 720 „
Вес служебный общий	124,8 *т*
Вес сцепной.	92,2 „

Нагрузка

Передней бегунковой оси	16,3
Сцепной оси	17,5—19,25 „
Поддерживающей оси	16.6 „
Коэфициент жесткости рессор бегунковой и поддер. оси	109 *кг/мм*
„ „ сцепной оси	127 *кг/мм*
Запас топлива	4,0 „
Запас воды	1
Запас смазки	1

Разбеги

Тележки для бегунковой оси	± 90 *мм*
I сцепной оси	0
II сцепной оси	± 32
III сцепной оси	± 10
IV сцепной оси	± 32
V сцепной оси .	0
Поддерживающей оси .	± 90 „
Диаметр движущих колес . . .	1 220 „
Наибольшая скорость по конструкции	50 *км*/час
Наибольшая сила тяги на ободе	15 200 *кг*
Наибольшая мощность на ободе	900 л. с.

Главный двигатель и холодильник

Тип двигателя . .	компрессорный
Диаметр цилиндров	450 *мм*
Ход поршня . .	420 „
Число цилиндров	6
Наибольшее число оборотов . . .	450 об/мин
Предельное рабочее число оборотов	350
Наибольшая эффективная мощность при оборотах 350 об/м	1 000 л. с. „
Охлаждение поршней	водяное
Подача водяного насоса при оборотах дизеля	49 *м*³/час
Подача масляного насоса	5 „
Поверхность водяного холодильника	672,5 *м*²
Поверхность масляного холодильника для машины .	134,5
Наибольшее число оборотов вентилятора холодильника и мощность	1 200 об/мин.—10 л. с.
Наибольшая подача воздуха	38,3 *м*³/сек
Коэфициент теплопередачи водяного холодильника	47 *кал*/*м*²/час
„ „ масляного	18,9 „

Электрическая передача

Генератор (динамомашина) тип GN 150/12 f
Число полюсов (главных) — 12.
Число полюсов (дополнительных) — 12.
Соединение полюсов — последовательное

Мощность 800 *квт*	Длительная при напряжении	1 000 *в*
	и силе тока	800 амп.
	100 минутная при напряжении	600 *в*
	и силе тока .	1 330 амп.

НБ УДУНТ (ДПТ)

Предельное рабочее число оборотов . . . . . 350 об/мин.
(предельное число оборотов снижено до 350 об/мин. в связи с наличием критического число оборотов дизеля при 360 — 410 об/мин.)

Возбуждение — независимое от возбудителя.
Число щеткодержателей 12 — по 6 щеток на каждом.
Рабочая поверхность щетки 15 × 30 *мм*

Возбудительная группа по схеме Леонардо

Главный возбудитель — тип. ST 144 генератор постоянного тока с независимым возбуждением.
Число полюсов — 4 главных.
„ „ — 4 дополнительных.
Соединение полюсов последовательное.
Мощность 12,5 *квт*
Напряжение 50 *в*
Сила тока 250 амп.
Число оборотов 550 об/мин.
Число щеткодержателей 4 по 3 щетки в каждом
Рабочая поверхность щетки 20 × 30 мин.
Возбуждение—независимое от аккумуляторной батареи.
Возбудитель приводится в движение при помощи зубчатой передачи от конца вала генератора.
Малый возбудитель – тип GTC72 – компаунд — последовательная обмотка выключена.
Число полюсов главных — 4.
„ „ дополнительных — 4.
Число пальцев щеткодержателя 4 по 1 щетке на каждом
Мощность — 1 *квт*
Напряжение — 110 — 135 *в*
Сила тока — 9 амп.
Число оборотов 550 об/мин.
Приводится в движение посредством ременной передачи от вала главного возбудителя.

Тяговые моторы

Число моторов	5
Тип мотора	GДТМ Y/82 (последовательный.
Число полюсов главных	4
„ „ дополнительных	4

Соединение полюсов — последовательное
Включение в главную цепь – параллельное
Передаточное число зубчаток — 1 : 6,14 (двухстороннее зацепление)
Расположение моторов — на отдельных осях

Мощность мотора 142 киловатт

Длительная при напряжении	1 000 *в*
силы тока	160 амп.
и числе оборотов	835 об/мин.
скорость	25,6 *км*/час.
100 минутные при напряжении	660 *в*
силы тока	235 амп.
и числе оборотов	440 об/мин.
скорость	13,5 *км*/час

Число щеткодержателей 2, по 2 щетки в каждом
Вентиляция моторов — самовентилирующиеся

Вспомогательное оборудование

Аккумулятороая батарея — тип — свинцовая (кислотная)

Число элементов	54
Напряжение зарядного тока —	от 100 до 140 *в*
Наибольший зарядный ток . .	6 амп/час
Емкость при 3-часовом разряде .	60

Мотор нефтяного насоса с подачей

Марки предохранителей

Тяговые моторы — трубчатый—2 вставки	по 100 амп.
Возбудитель — трубчатый—1 вставка	250 амп.
Аккумуляторная батарея	25 амп.
Вспомогательная динамо	25
Нефтяной мотор .	25
Освещение — общее	10
Группы по	6
Возбуждение вспомогательной динамо	4
Контроллер .	10

Веса отдельных частей тепловоза

Дизель	25 000 *кг*
Генератор	13 600 „
Тяговый мотор с зубчатой передачей	3 600 „
Возбудительная группа	682 „

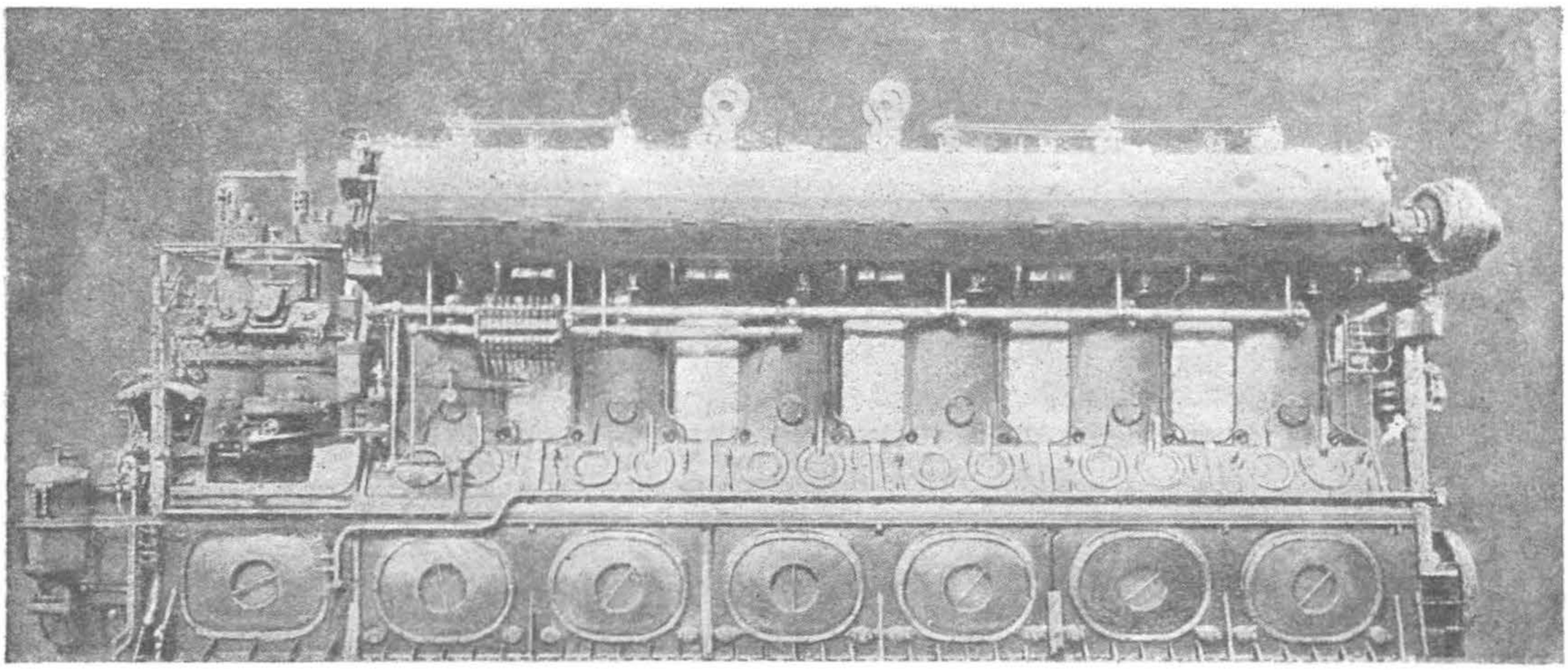
НБ УДУНТ (ДИТ)

Наибольшие скорости тепловоза

Конструкционная .	50	км/час
По рельсу типа IVa	40	„
То же со сплошными подкладками	45	„
По рельсу типа IIIa	50	„
„ „ IIa	50	
„ Ia	50	

Тепловоз Э—ЭЛ—2 был построен в 1922—1924 гг. по проекту русских инженеров в Германии, на заводе Эсслинген и в январе 1925 г. поступил на наши дороги.

В первоначальном виде, в котором тепловоз прибыл в СССР, он имел кроме основного холодильника еще тендер холодильник. Это делало тепловоз весьма сложным в работе и недостаточно гибким при маневрировании, повороте на круге и обратном ходе. В 1928 г. тепловоз подвергся на Тепловозной базе коренным переделкам, которые вызывались необходимостью сделать управление им и обслуживание отдельных его агрегатов гибче, а также необходимостью освободиться от тендера-холодильника. В результате этих переделок тепловоз сделался вполне законченным эксплоатационным локомотивом.

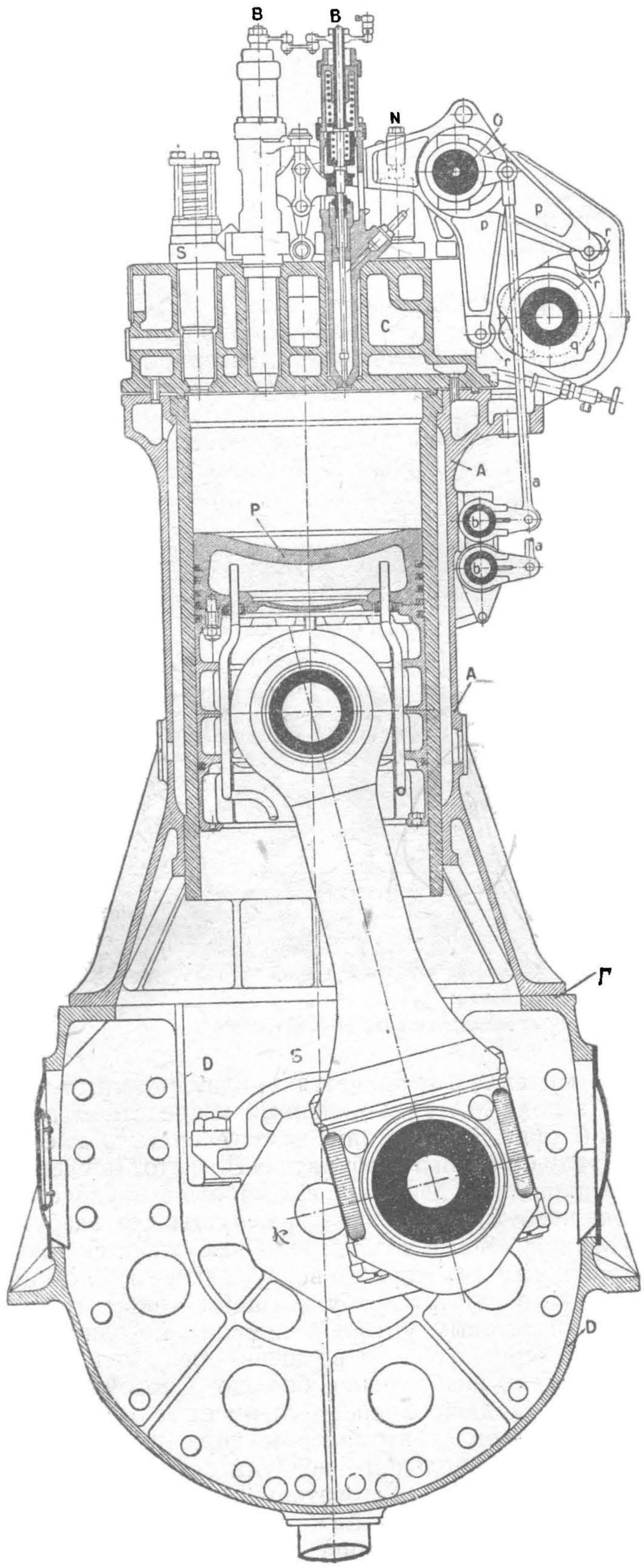


Фиг. 11. Общий вид дизеля тепловоза Э—ЭЛ—2.

Основным источником энергии на тепловозе является 6-цилиндровый, 4-тактный компрессорный двигатель *Д* завода МАН, соединенный посредством полужесткой муфты *N* с генератором *G* (фиг. 10). На конце вала генератора имеется зубчатка, передающая вращение валу большого возбудителя *B*, а этот последний посредством ременной передачи приводит в движение вал малого возбудителя *c*. Таким образом для получения тока возбуждения генератора служат два возбудителя, оба с независимым возбуждением. Малый возбудитель возбуждается током небольшой аккумуляторной батареи. Его ток служит возбуждающим током для большого возбудителя. Ток последнего служит возбуждающим током генератора. От генератора ток идет к пяти тяговым моторам, сидящим по одному на каждой ведущей оси и передающим через зубчатки вращение осям тепловоза Контроллер управления включен в цепь возбуждения большого возбудителя и благодаря незначительной силе тока, проходящего через него, имеет малые размеры и очень легкое управление. Таким образом контроллером управления можно регулировать силу тока цепи возбуждения большого возбудителя и тем самым менять силу тока и напряжение генератора, а следовательно, и тяговых моторов, в результате чего меняется скорость и сила тяги тепловоза.

На другом конце вала дизеля расположен компрессор *k*, который служит для зарядки воздухом пусковых баллонов, а также для пульверизации топлива, поступающего через форсунки в цилиндры дизеля.

НБ УДУНТ (ДПТ)



Фиг. 12. Поперечный разрез дизеля.

Продолжение вала после компрессора соединено с помощью фрикционной муфты с вертикальным валом вентилятора *У* (пропеллера), который при работе интенсивно протягивает воздух через холодильник *х* для воды и масла, расположенный впереди тепловоза. Тепловоз имеет два бегунка (Адамса) и пять ведущих осей, несущих тяговые электромоторы *Е*.

В передней части, где расположен холодильник, находится пост управления машиниста и помощника машиниста (электрика).

Двигатель, установленный на тепловозе Э—ЭЛ—2, является довольно интересным типом мощного компрессорного дизеля, поэтому необходимо более подробно остановиться на его конструктивных особенностях и описании его главных частей.

1. Кривошипная коробка состоит из 4 стальных отливок *Д* (фиг. 11 и 12), соединенных между собою болтами, и образует как бы фундамент двигателя.

Внутри коробки расположен главный вал двигателя *К*, покоящийся на подшипниках *Б* (фиг. 12). Снизу коробка закрыта и таким образом она служит для собирания отработанного смазочного масла, которое через находящиеся по обоим концам коробки отверстия и примыкающие к последним трубопроводы может быть отведено наружу.

Кривошипная коробка имеет боковые приливы, у которых как нижние *В*, так и верхние *Г* поверхности совершенно точно обработаны. Первые служат для правильной и точной посадки двигателя на раму тепловоза, а вторые — для установки цилиндров.

УДМТ (ДИТ)

Устройство разборной кривошипной коробки вызвано специфическими требованиями монтировки двигателя на подводной лодке. В условиях работы тепловоза при толчках, испытываемых локомотивом на железнодорожных линиях, разъемная форма кривошипной коробки при значительном количестве крепящих частей болтов является известным недостатком.

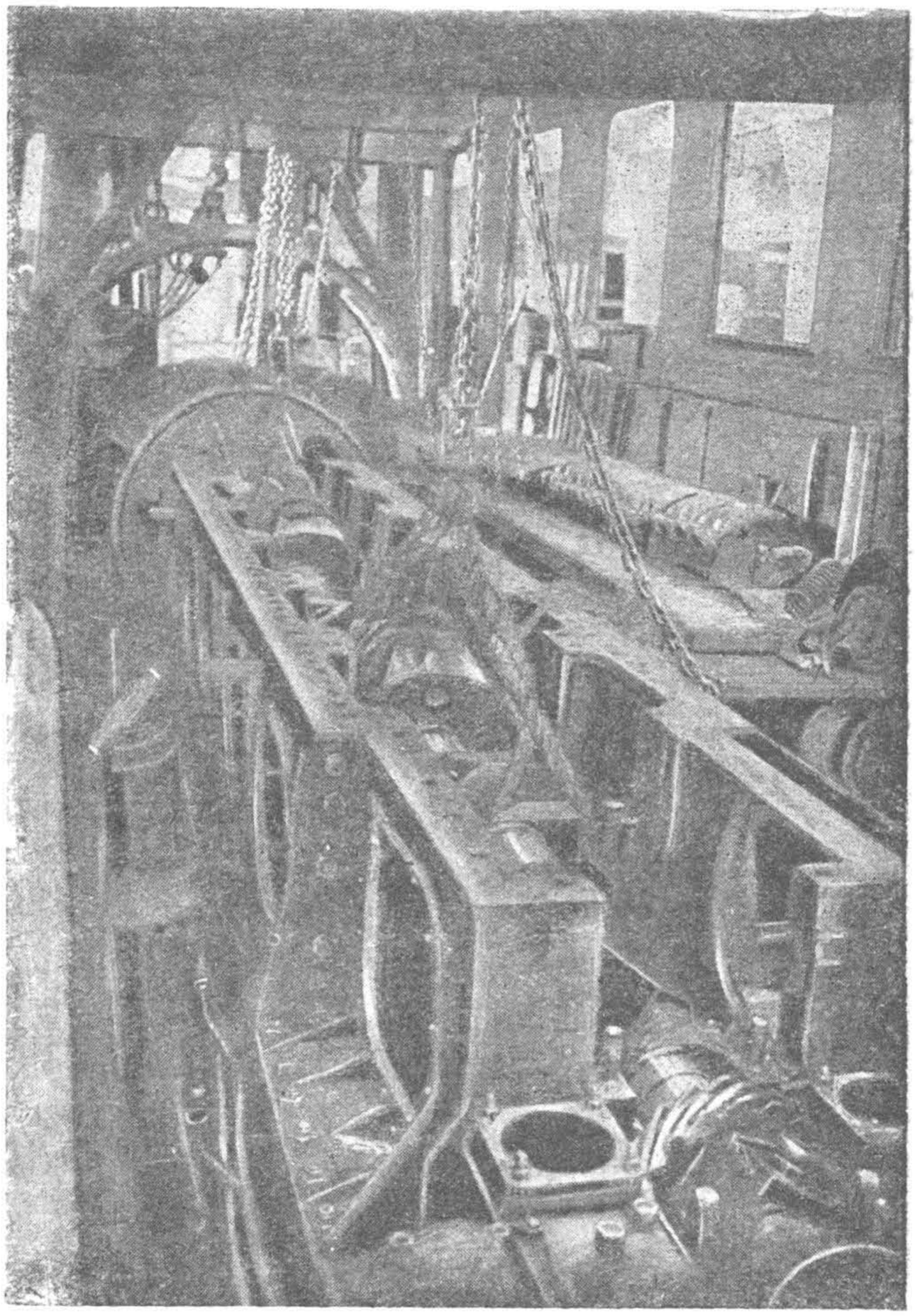
2. Главный вал и подшипники. Главный вал представляет из себя целую коленчатую поковку, как это видно на фигуре 13.

Вал имеет всего восемь колен, из которых шесть относятся к рабочим цилиндрам, а два—к компрессорам. Колена рабочих цилиндров расположены под углом 120°, причем попарно симметричными или зеркально-расположенными являются колена 1-го и 6-го,
2-го и 5-го, 3-го и 4-го цилиндров. Колена, относящиеся к компрессору, расположены под углом в 180°, причем внешнее из них совпадает по направлению с коленом 6-го цилиндра.

Для образования смазочных каналов коленчатый вал внутри высверлен и тем самым облегчен (диаметр шейки вала 240 *мм*, отверстия—110 *мм*).

Просверленные отверстия закрыты снаружи крышками и натяжными болтами. Те места подшипников, к которым под давлением подводится смазка, соединяются с внутренним каналом вала особыми каналами, просверленными в радиальном направлении. Таким образом смазка, подводимая под давлением к коренным подшипникам, поступает через радиальные каналы во внутреннюю полость вала; отсюда смазка подводится к кривошипным подшипникам также через радиальные каналы шеек кривошипов.

Главный вал покоится на восьми литых подшипниках, снабженных для прочности ребрами.



Фиг. 13. Главный вал дизеля и низ картера.

Подшипники имеют цилиндрические, залитые белым металлом стальные вкладыши,
которые выполнены из двух частей, и удерживаются крышками подшипников, укрепляемыми болтами, как видно на фигуре 14.

Между обоими вкладышами проложено несколько прокладок толщиной от 0,1 до 1 *мм*, при помощи которых при срабатывании вкладышей им можно придать необходимый натяг.

Передний подшипник у вертикального распределительного вала точно пригнан к шейке вала, и потому вал в нем не может перемещаться в продольном направлении. Остальные подшипники, так же как и кривошипные, выполнены так, что главный вал может иметь свободное перемещение при удлинении от нагревания.

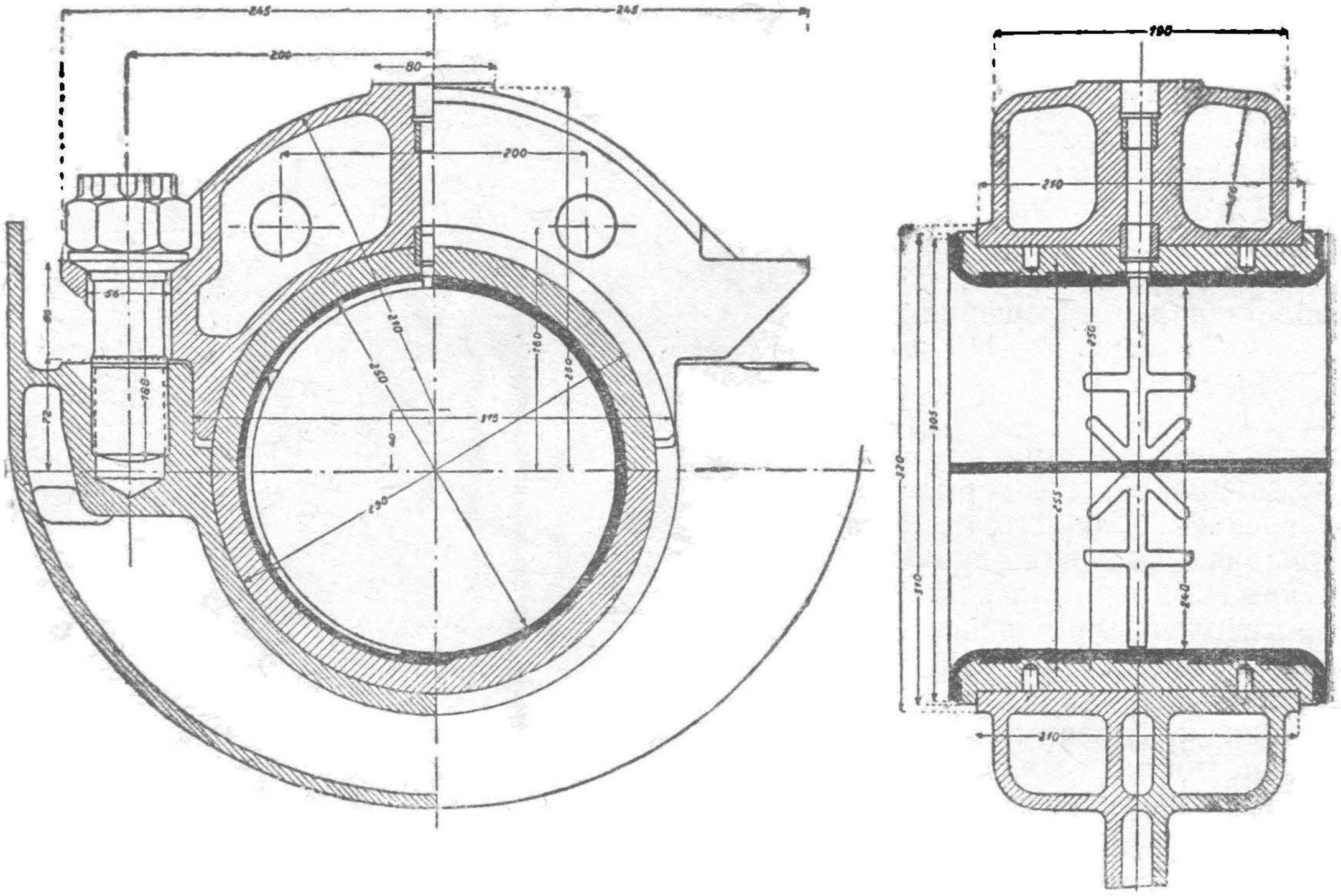
На конце главного вала со стороны компрессора находится винтовое колесо для привода в движение поперечного вала, обслуживающего водяной и топ-

НБ УДУНТ (ДПТ)

ливный насосы. На этом же конце вала находится регулятор безопасности (фиг. 13).

Передний конец главного вала снабжен фланцем для соединения с помощью муфты с валом якоря генератора. За передним коренным подшипником на валу заклинено винтовое колесо, которое приводит в движение вертикальный распределительный вал.

3. Рабочие цилиндры. Каждый рабочий цилиндр (фиг. 12 и 15) состоит из стального кожуха *А*, в который вставлена чугунная втулка, являющаяся направляющей поршня *Р*. Полость между кожухом и втулкой образует так называемую рубашку цилиндра, служащую для циркуляции охлаждающей воды. Втулка в верхней части посажена на медное кольцо, а внизу уплотнена особым саль-



Фиг. 14. Коренной подшипник вала дизеля.

ником. Нижняя часть стального кожуха имеет специальные опорные лапы, которые с помощью болтов связываются с кривошипной коробкой *Д*.

Для осмотра и очистки водяного пространства цилиндра в рубашке имеются два люка.

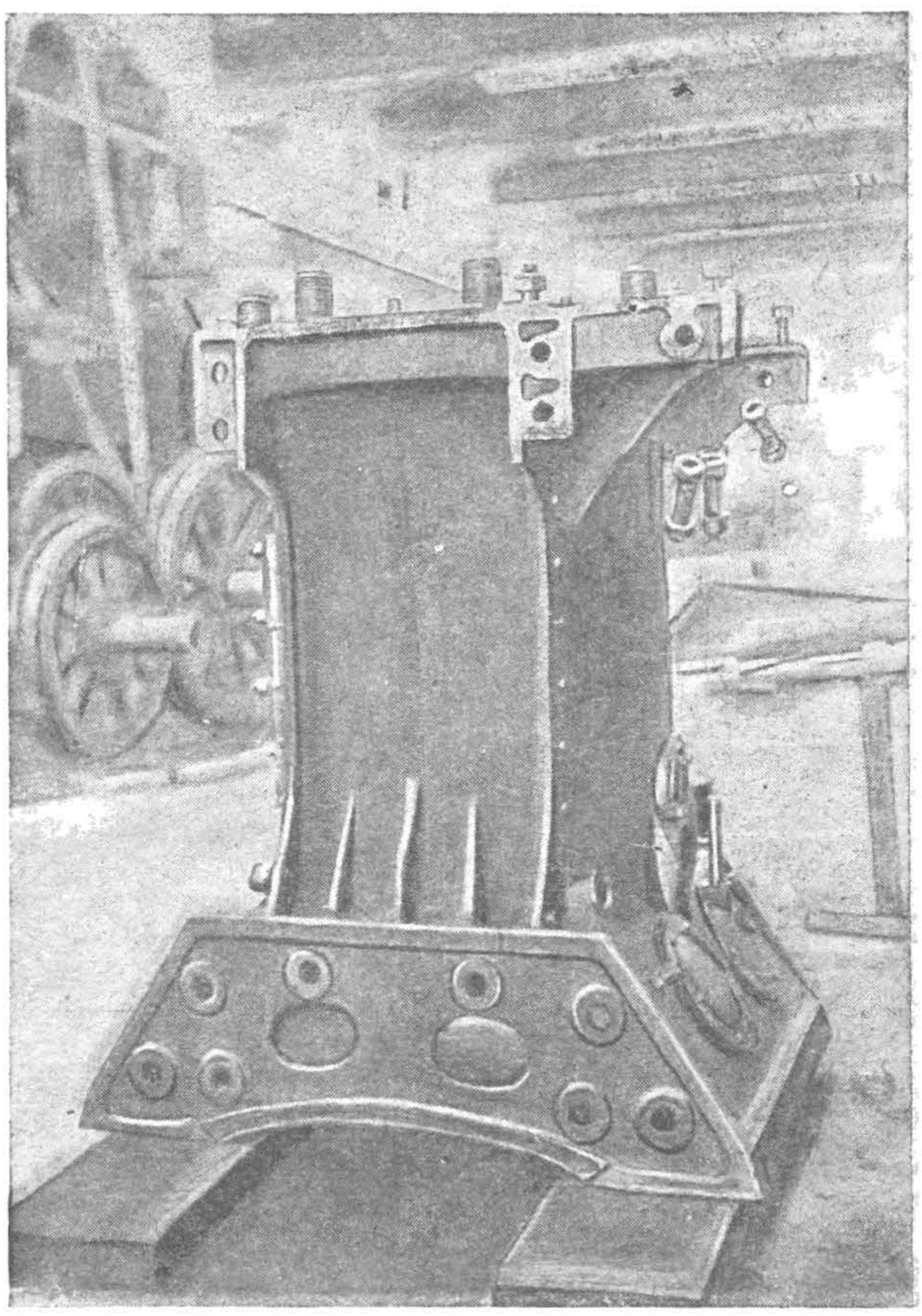
Из особенностей втулки нужно отметить сверление масляных каналов в толще втулки: таким образом масляные трубки подводятся к нижнему неохлаждаемому концу втулки, благодаря чему избегнута неприятная деталь (как на двигателе системы Виккерса)—смазочные штуцеры, проходящие через водяное пространство, которые обычно легко текут. Штуцеры же в системе МАН работают только изредка при пуске двигателя, а нормально цилиндры работают с разбрызгивающей смазкой.

4. Рабочий поршень (фиг. 16) состоит из двух частей: нижняя часть отлита из чугуна, верхняя—головка—откована из стали. В верхней части поршня имеется полость, к которой подводится или вода (дизель тепловоза Э—ЭЛ—2) или же масло (дизель тепловоза Э—МХ—3) для охлаждения поршня в этой части. Весь поршень сильно облегченного типа, усиленный поперечными и продольными ребрами. Из особенностей его следует отметить чрезвычайно легкий, пустотелый поршневой палец с открытой внутренней полостью (наруж. диаметр пальца 166 *мм*, внутренний—130 *мм*). Палец в поршне крепится двумя клиньями. Зазор поршня в цилиндровой втулке составляет 0,30—0,35 *мм*. Каждый поршень имеет

НТБ УАМТ (ДИТ)

шесть чугунных пружинных колец, из которых четыре уплотняющих и два маслосрезывающих для удаления смазки со стенок цилиндра в предупреждение попадания его в камеру сгорания. Смазка поршней производится маслом, разбрызгиваемым кривошипами на стенки цилиндров, но помимо этого поршень может смазываться и от цилиндровой втулки, к которой смазка подводится через штуцера (см. втулку) от клапанов на нагнетательном трубопроводе; этот способ смазки применяется только после длительной стоянки или ремонта дизеля.

Чрезвычайно интересным представляется способ охлаждения поршней. Так на дизеле тепловоза Э—ЭЛ—2 (фиг. 16 и 17) вода, подводимая к поршням, поступает в колпак *М*, которым снабжен каждый цилиндр, переходит из него в специальную систему так называемых телескопических трубок *а*, движущихся вместе с поршнем, затем по трубкам *К* и *Н* попадает к днищу поршня, охлаждая которое, возвращается обратно по подобной же системе и отводится в холодильник. Колпаки устроены для смягчения возможных гидравлических ударов при движении трубок.



Фиг. 15. Цилиндр дизеля.

Охлаждение поршня водой дает хорошие результаты, но примененная в данном случае система телескопических трубок с уплотнением с помощью резиновых колес в баббитовой обойме и стягивающих ее пружин обнаружила свой большой недостаток: через сальники попадает в значительном количестве масло в охлаждающую воду, что ухудшает работу холодильника и вызывает повышенный расход смазки.

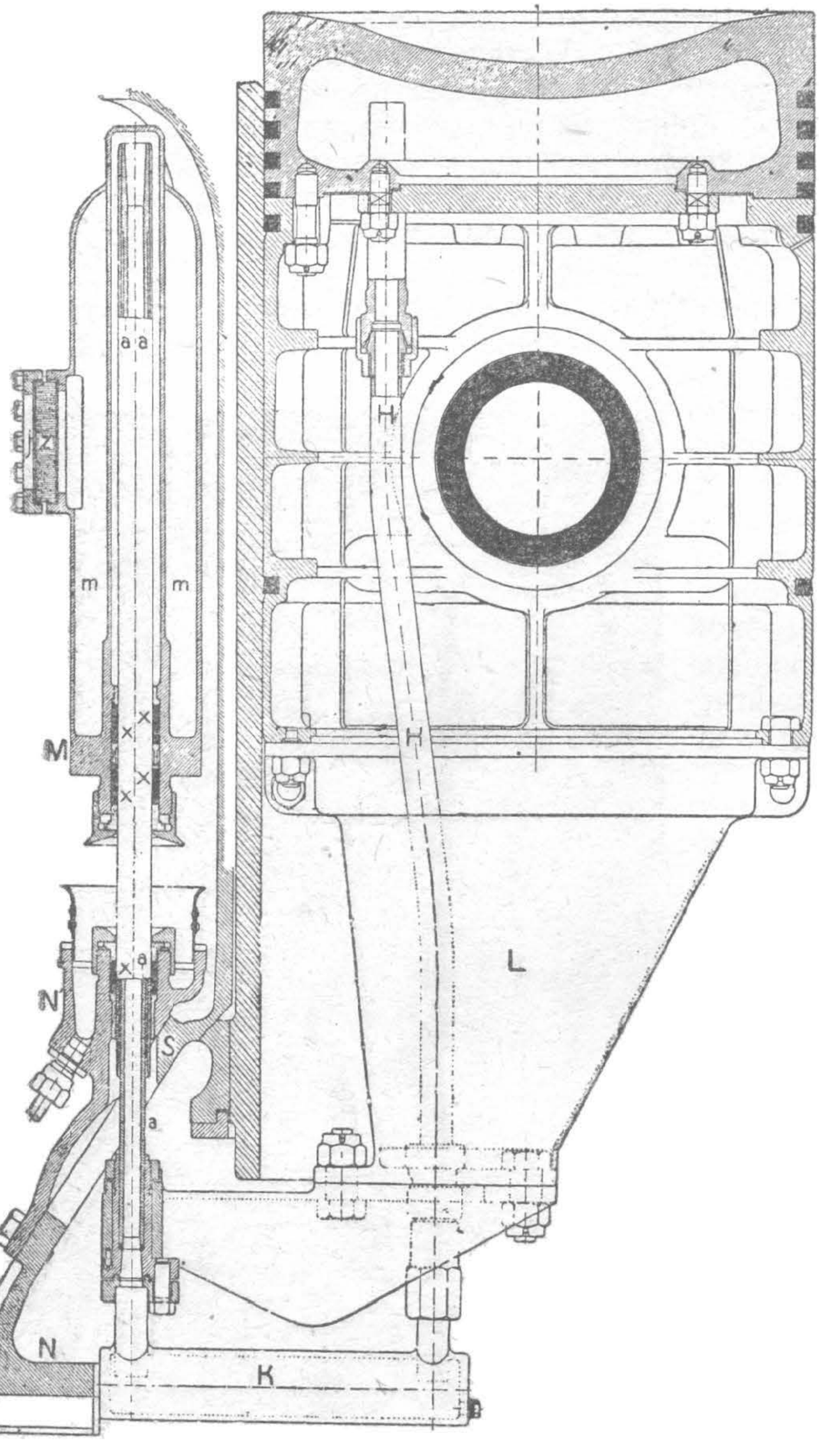
На втором дизеле (тепловоз Э—МХ—3) охлаждение поршней производится маслом. Благодаря этому, как видно из фигуры 18, здесь телескопические трубы заменены пустотелыми шарнирами *А*, *В*, *С*, по которым масло поступает в трубу *Д*, охлаждает затем днище поршня и отводится второй подобной системой к холодильнику. Применить подобную систему в случае охлаждения поршня водой нельзя, так как при пропуске в шарнирах вода попала бы в картер и ухудшила бы смазку машины в целом.

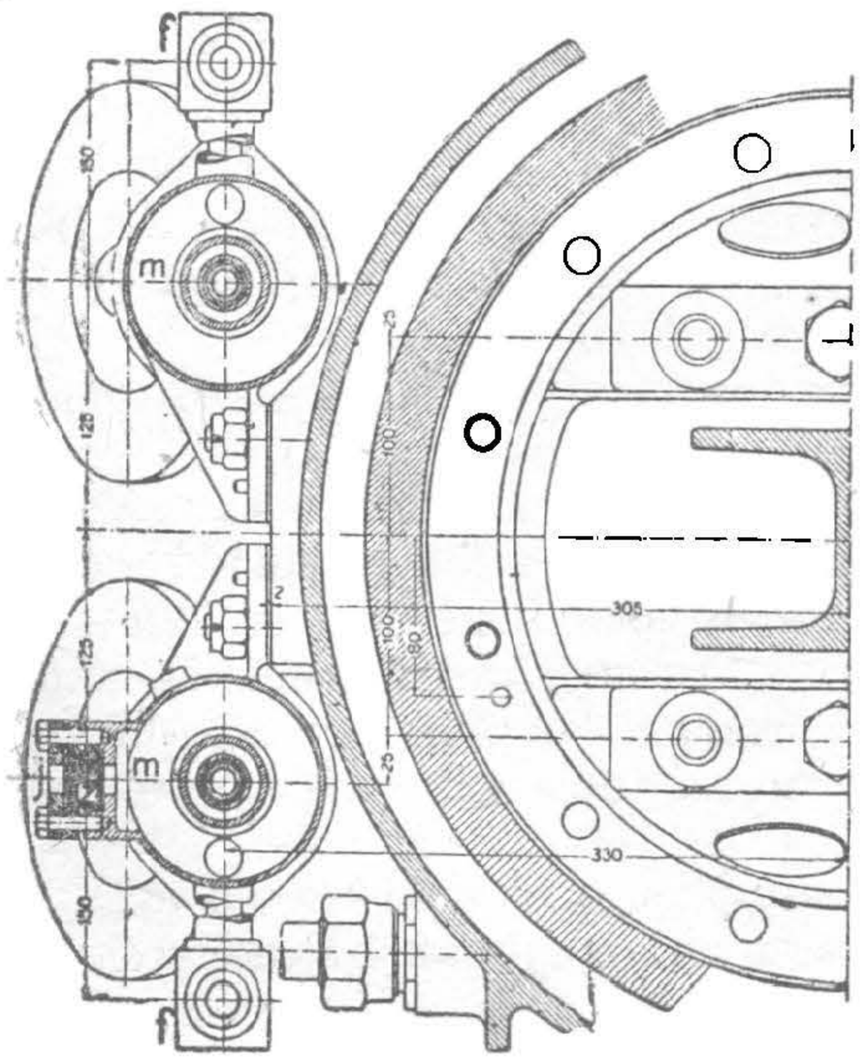
Вес поршня с головкой, залитой водою и с частями прибора охлаждения составляет 240 *кг*.

5. Шатун (фиг. 20) откован из стали, стержень его—двухтавровое сечение. Верхняя головка шатуна неразъемная с бронзовой глухой втулкой. Нижняя головка разъемная (так называемая морская головка), выполнена отдельно от шатуна, с которым она соединяется специальными болтами, что позволяет изменять длину шатуна и устанавливать желательную степень сжатия. Половинки нижней головки вкладышей не имеют и залиты белым металлом. Вес собранного шатуна — 163,5 *кг*.

6. Крышка цилиндра (фиг. 22 и 23) чугунная, укрепляется на кожухе цилиндров специальными болтами и уплотняется в цилиндровой втулке медным кольцом. Крышка охлаждается водой, поступающей из водяного пространства

НБ УГЛТУ (ДПТ)





Фиг. 16. Поршень дизеля с водяным охлаждением (тепл. Э—ЭЛ—2).

цилиндров через восемь соединительных трубочек, уплотненных резиновыми кольцами, одеваемыми на трубки и сжимаемыми при посадке крышки. В крышке размещены шесть клапанов:

1) пусковой, служащий для запуска двигателя при помощи сжатого воздуха; во время работы двигателя он остается закрытым, 2) две форсунки для подачи топлива в камеру сгорания во время 3-го такта, 3) всасывающий для засасывания атмосферного воздуха в цилиндр во время 1-го такта, 4) выхлопной для отвода газов во время 4-го такта, 5) предохранительный для удаления газов из цилиндров в случае возникновения чрезмерно высоких давлений в цилиндре.

На крышке имеются лючки и пробки, которые делают доступной охлаждаемую полость. Крышка сконструирована совершенно симметрично, так что места выхлопного и всасывающего клапанов можно по желанию менять.

Сложная отливка цилиндровой крышки этого двигателя является известным недостатком последнего, так как при значительных температурных изменениях охлаждающей крышку воды в крышке появляются температурные напряжения, которые зачастую ведут к появлению в крышках трещин.

7. Клапаны в цилиндровой крышке. Конструкция пускового, всасывающего и предохранительного клапанов является совершенно нормальной конструкцией и понятна из фигур 24—27.

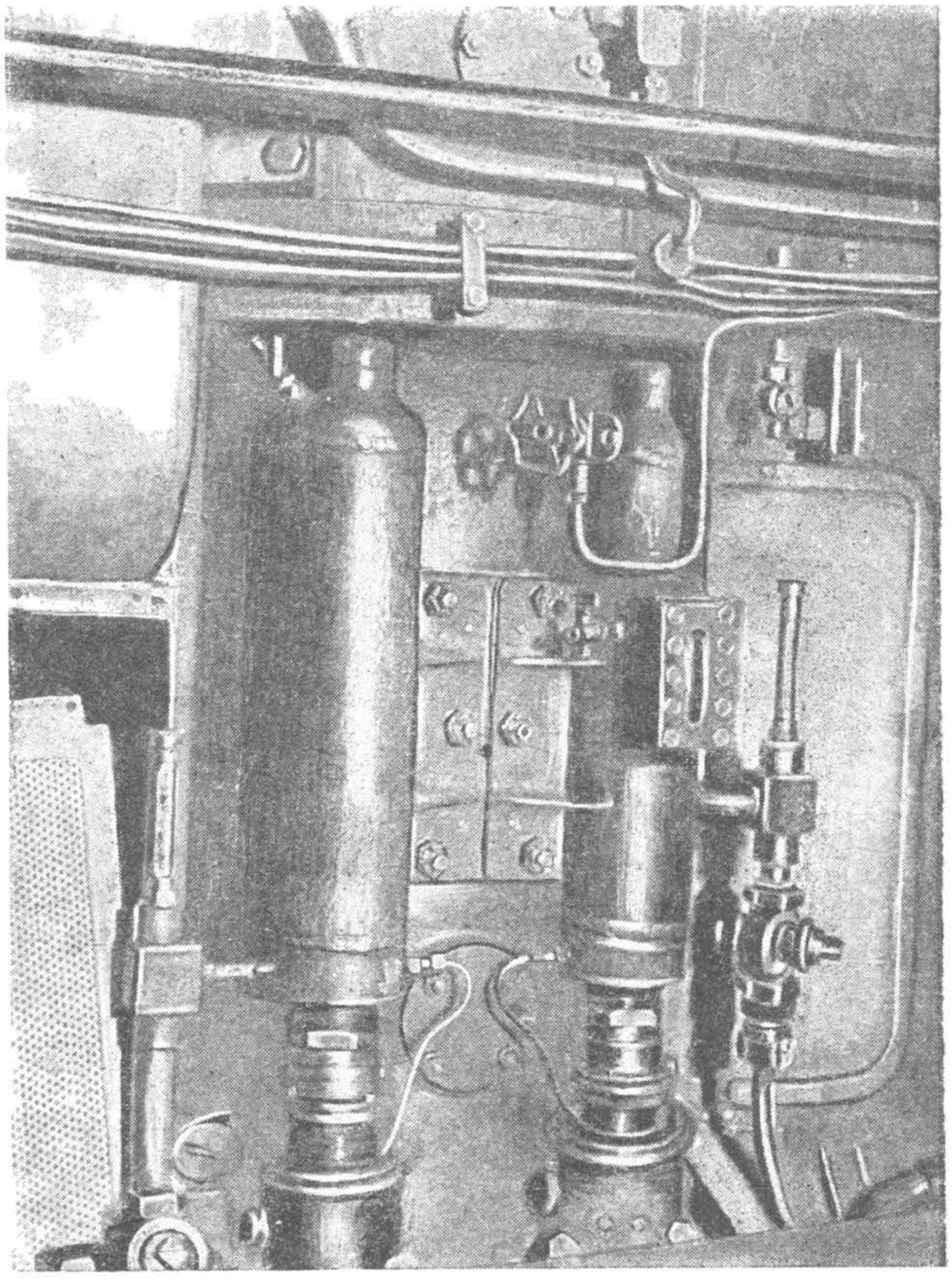
В отношении конструкции предохранительного клапана необходимо отметить, что клапан этот на реверсивном двигателе (Э—МХ—3) выполняет, помимо своего прямого назна-

НТБ УДУНТ (ДИТ)

чения—предотвращать образование недопустимых больших давлений в цилиндре, как, например, при заедании одной из топливных игл или при пуске на слишком высоком форсуночном давлении—при реверсировании клапан работает как разряжающий, причем допускает некоторое превышение давления в цилиндре по сравнению со всасывающим трубопроводом.

Высверленный полый конус клапана проходит через направляющую металлическую втулку и несет на верхнем конце направляющий цилиндр, играющий роль пружинной тарелки; передача нагрузки клапану производится при помощи пружины. В направляющем цилиндре помещается воздушный цилиндр с поршнем. При реверсировании двигателя сжатый воздух поступает в воздушный цилиндр, и поршень, преодолевая сопротивление пружины, поднимает клапан; по окончании реверсирования воздух спускается, и клапан силой пружины закрывается.

Выхлопной клапан является наиболее тяжело нагруженной деталью вследствие высокой температуры выхлопных газов; поэтому клапан выполнен с охлаждающими водяными полостями. Самый клапан имеет стальной шпиндель с навертывающейся на него чугунной тарелкой. Слабой частью клапана являются соединительные ребра его коробки, которые часто дают трещины.



Фиг. 17. Система водяного охлаждения поршня.

Каждый цилиндр имеет две форсунки, так как одной нельзя было достичь надежного распыливания всей расходуемой цилиндром нефти. Обе форсунки приводятся в действие одним рычагом. Форсунка (фиг. 28) состоит из частей: чугунного корпуса *a*, чугунного сальника, точеной стальной иглы *c*, распылителя *C*, форсуночной пластины *k* и пружинного стакана. Иглы обеих форсунок каждого цилиндра управляются рычагом через коромысло *a*, причем обе форсунки открываются и закрываются одновременно. Движение от коромысла *d* передается сферической шайбе *e* и затем стакану, который, имея внутри пружину *f*, поднимается до тех пор, пока игла форсунки не упрется своим заплечиком в стакан *g*, после чего дальнейшее движение иглы прекращается и происходит лишь сжимание пружины *f*. Самый же стакан *g*—ограничитель подъема иглы—с помощью пальцев *h* и тяг соединен с маховичком, регулирующим подачу топлива (на посту дизелиста) и может ввинчиваться или вывинчиваться из корпуса форсунки и тем самым устанавливать ограничение подъема иглы. Пружина *j* служит для посадки топливной иглы на место.

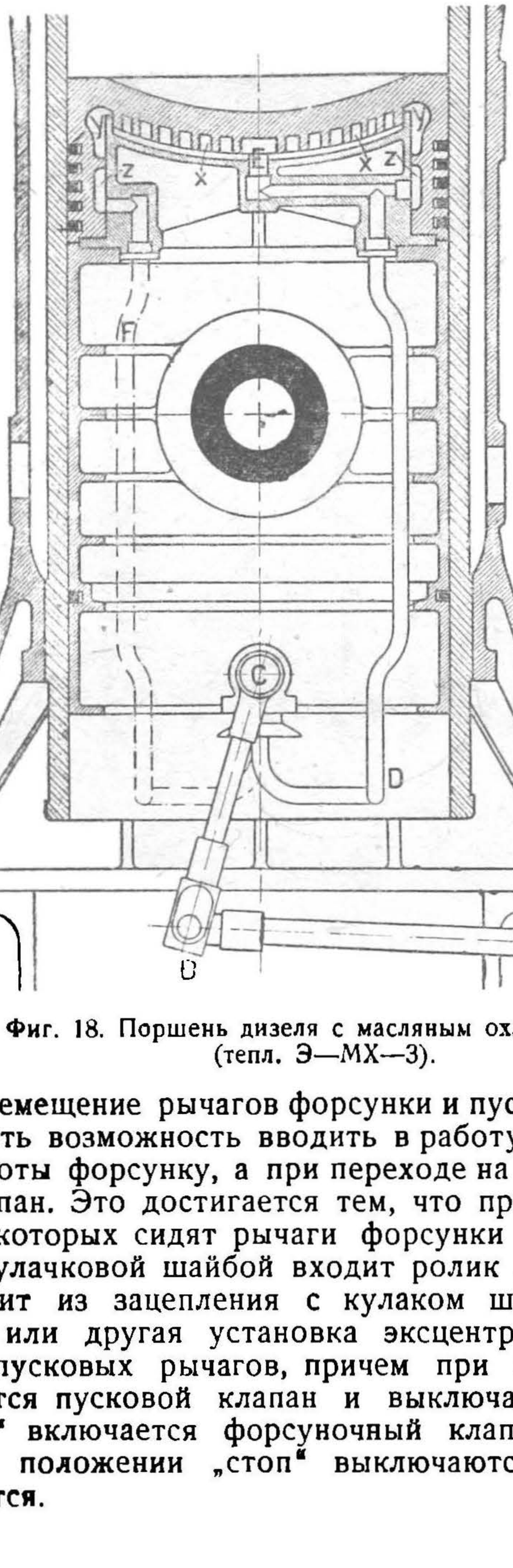
В нижней части форсунки помещен распылитель, в котором происходит смешение воздуха и нефти, и когда игла форсунки поднимается своим рычагом, топливо, находящееся в нижней части распылителя, с большой силой выдувается воздухом через отверстия распылителя и, пройдя отверстия форсуночной насадки *K*, попадает в цилиндр в распыленном и хорошо смешанном с воздухом состоянии (фиг. 29).

Благодаря указанному ограничителю, меняющему в зависимости от своего положения подъем форсуночной иглы, достигается возможность при малых

НБ УГЛНТ (ДГТ)

наполнениях уменьшать расход распыляющегося воздуха, и тем обеспечить правильное зажигание нефти даже при малых оборотах. Зависимость регулировки хода иглы от наполнения устроена следующим образом (фиг. 33).

На оси зубчатой передачи ручной регулировки насажена кулачковая шайба *42*, которая при помощи двойного рычага *43* и ролика, прижимаемого к рычагу пружиной *44*, дейстует на регулирующую тягу *п*. Форма кулачковой шайбы выполнена так, что примерно при наполнении по сектору 4 подъем иглы достигает своего предела, при наполнении же холостого хода подъем иглы составляет примерно 0,5 *мм*. При пуске двигателя регулировка хода иглы начинает действовать таким образом, что от вращения пускового вала *в* захватывается шарнир *М*, и регулировка устанавливается на наименьший ход (0,5 *мм*); одновременно с этим происходит выдвигание углового рычага *43*. По мере того как пусковой рычаг *в* переходит в пусковое положение, шарнир *М* освобождается, и регулировка устанавливается на ход иглы, соответствующий наполнению при помощи пружины *44*, и со скоростью, регулируемой масляным тормозом *48*.



Фиг. 18. Поршень дизеля с масляным охлаждением (тепл. Э—МХ—3).

8. Управление клапанами (фиг. 30). Управление пусковыми, всасывающими, выхлопными и форсуночными клапанами производится при помощи кулачных шайб *q*, заклиненных на распределительном валу *k*.

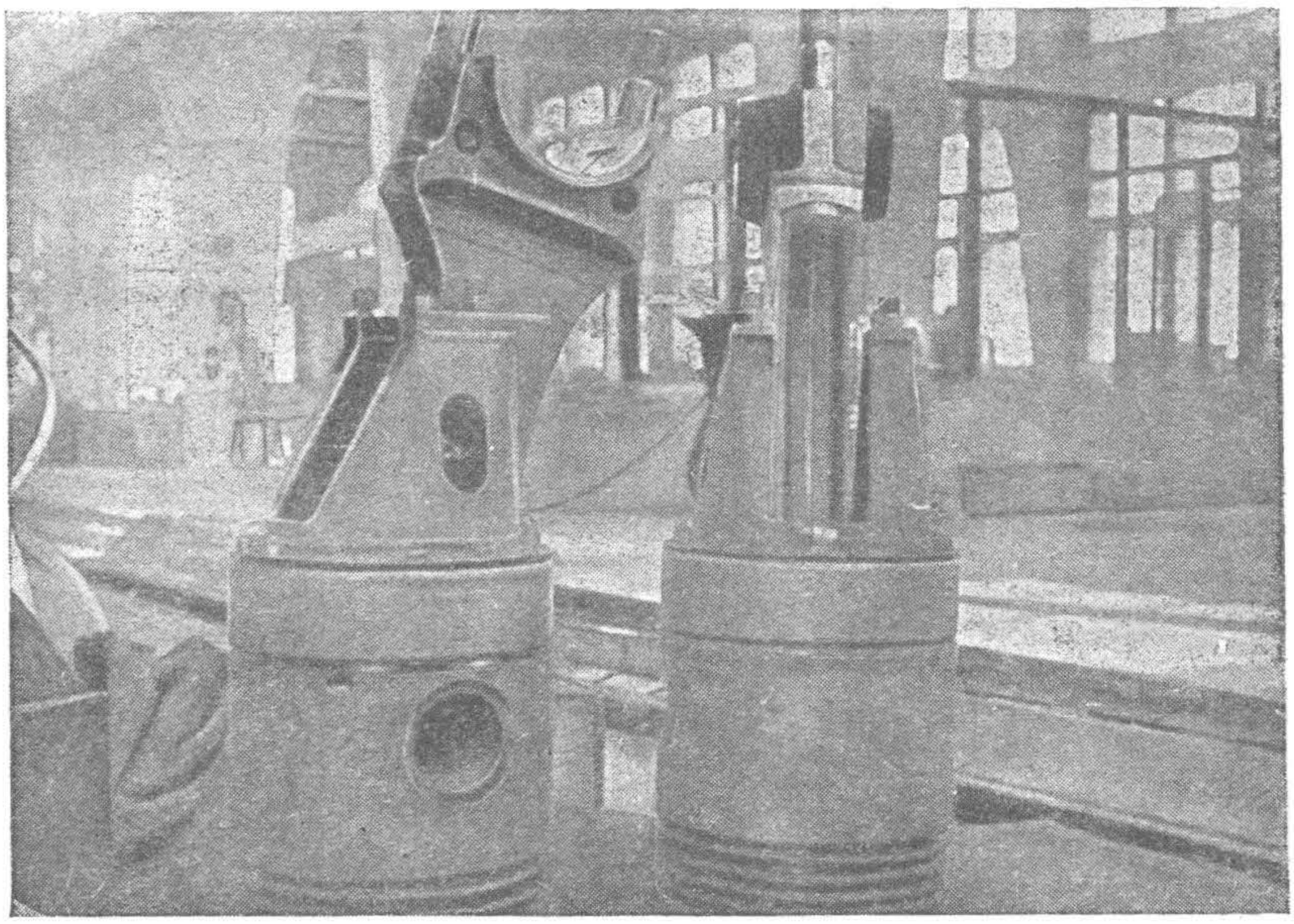
Кулачки этих шайб в определенные моменты нажимают на ролики *r* и вращают двуплечие рычаги *p* на их осях, которые расположены в литых опорах, прикрепленных к крышкам цилиндров. Рычаги пускового и форсуночного клапанов сидят не на осях, а на особых эксцентрических втулках, надетых на оси; таким образом, вращая эти втулки, можно перемещать ось вращения рычагов пускового и форсуночного клапанов. Рычаги остальных клапанов посажены на оси непосредственно и не могут перемещать своей оси вращения: перемещение рычагов форсунки и пускового клапана производится затем, чтобы иметь возможность вводить в работу один из них, т. е. при запуске исключать из работы форсунку, а при переходе на рабочее положение останавливать пусковой клапан. Это достигается тем, что при одном положении эксцентриковых втулок, на которых сидят рычаги форсунки и пускового клапана, в соприкосновение с кулачковой шайбой входит ролик пускового клапана, а ролик форсунки выходит из зацепления с кулаком шайбы; при другом положении — обратно. Та или другая установка эксцентриковых втулок происходит поворотом их от пусковых рычагов, причем при положении последних „на запуск" включается пусковой клапан и выключается форсуночный, при положении „рабочее" включается форсуночный клапан, а пусковой выключается и, наконец, при положении „стоп" выключаются тот и другой, и машина останавливается.

НБ УДУНТ (ДНТ)

Распределительный горизонтальный вал *k* получает вращение от главного вала посредством двух пар винтовых колес и вертикального промежуточного вала. Последний делает то же число оборотов, что в коленчатый вал, в то время как горизонтальный распределительный вал, принимая во внимание работу двигателя на четыре такта, делает только половину от числа оборотов двигателя.

9. Топливный насос. Помощью топливного насоса и ручной установки на ту или иную работу двигателя к распылителю форсунки подается к моменту каждого зажигания определенное количество топлива, а так как распыливающие пространства находятся в соединении с форсуночным воздухопроводом, то топливо должно подводиться с давлением, превосходящим давление распыливания.

Для каждого рабочего цилиндра имеется свой топливный насос; распределение топлива между обеими форсунками каждого цилиндра производится при



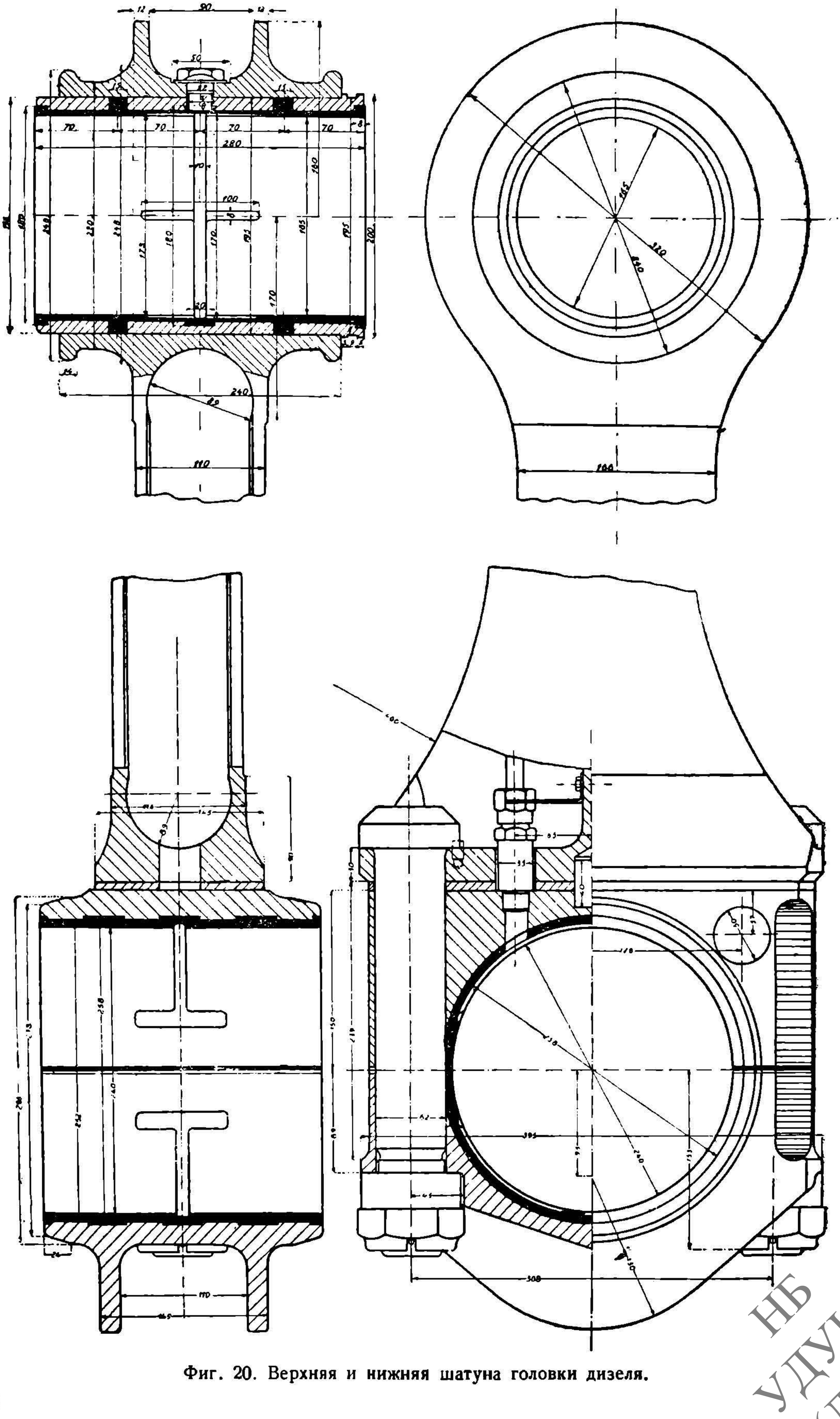
Фиг. 19. Шатун в соединении с поршнем дизеля.

помощи особого распределителя. Шесть топливных насосов вместе с двумя масляными насосами для регулятора форсуночного давления помещены в общий кожух (фиг. 31). Привод всех насосов, разделенных на две группы, производится от главного двигателя поперечным коленчатым валом с двумя коленами под углом 180° друг к другу. Поршни каждой группы, состоящие из трех топливных и одного масляного насосов, укреплены на одном крейцкопфе. Поперечный вал делает в два раза меньшее число оборотов, нежели двигатель.

Каждый насос (фиг. 32) состоит из следующих главных частей: поршня *Z* (толкателя), всасывающего клапана *x*, нагнетательных клапанов *n* и *n'*, ручного насосика *m* и плунжера *y*. Поршни пришлифованы и работают во втулках без сальников; для того, чтобы поршни работали во втулках строго центрально и не получалось бы перекоса, они соединены с крейцкопфами не наглухо, а обладают в соединении некоторой подвижностью благодаря укрепляющей их шайбе.

Топливо не всасывается, а течет из резервуара с поплавком *u*, расположенным рядом с топливным насосом под небольшим давлением и поступает во всасывающий канал *u*. Всасывающие клапаны управляются следующим образом (фиг. 31). Движение крейцкопфа *Q* передается толкателю *Z* при помощи рычага *h*, тяги *k* и качающегося рычага *c*; толкатель нажимает с помощью рычага *c* на пружину *w* и установочный болтик *a* и отжимает всасывающий клапан при нагнетательном ходе плунжера *y*. Как это видно из схемы привода, всасываю-

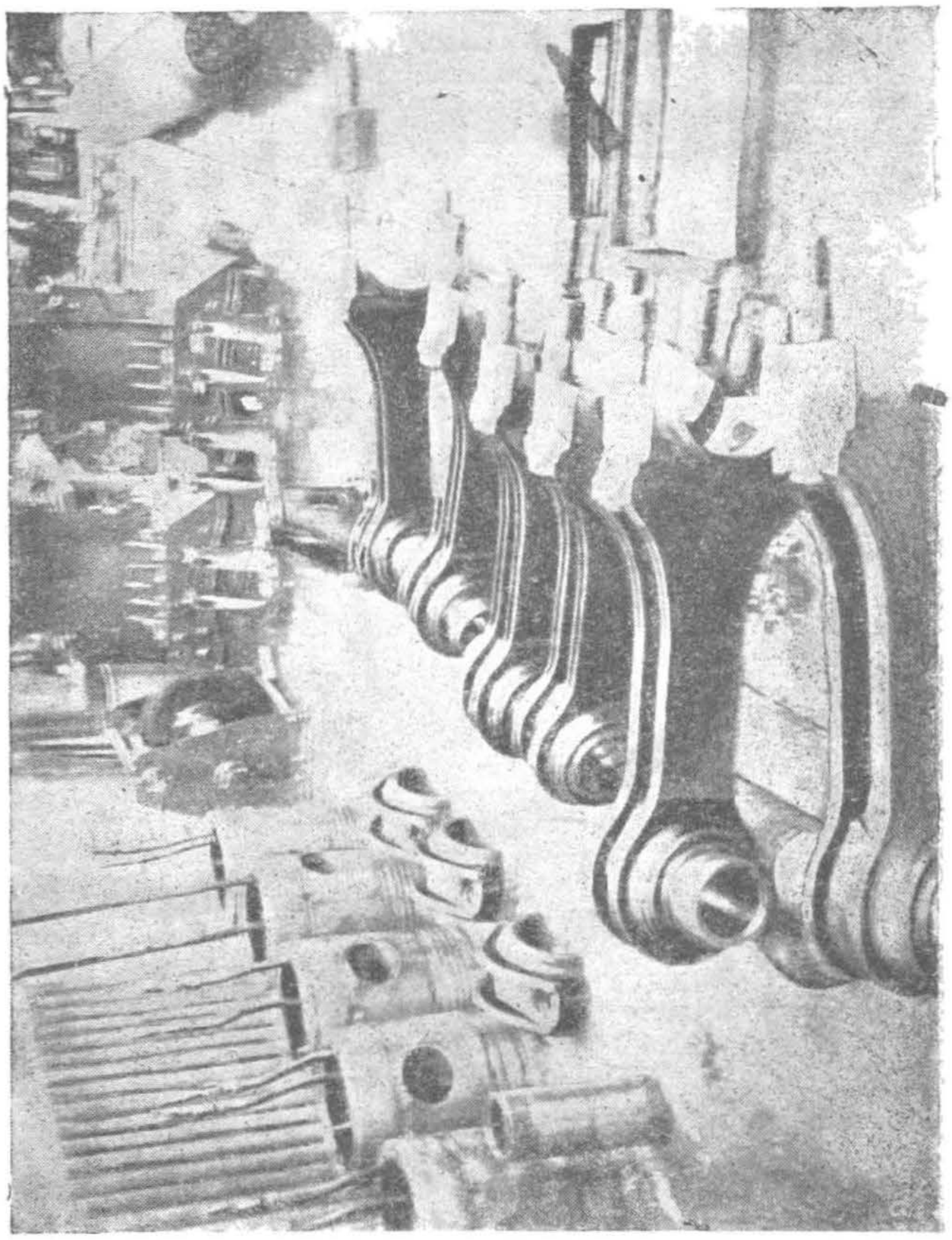
НВ УГУНТ (ДПТ)



Фиг. 20. Верхняя и нижняя шатуна головки дизеля.

НБ УДУНТ (ДПТ)

щий клапан получает наибольшее открытие, когда поршень насоса находится в конце своего всасывающего хода, т. е. в своем нижнем положении. При подъеме поршня (нагнетание), когда вначале всасывающий клапан находится еще в открытом положении, некоторое количество засосанного топлива возвращается через всасывающий клапан обратно в канал *u*, что происходит до тех пор, пока не закроется всасывающий клапан, и только после этого начинается подача топлива через клапаны *n* и *n'* и трубопровод *v* к распылителю форсунки. Регулирование подаваемого насосом количества топлива достигается тем, что всасывающий клапан в отношении движения поршня закрывается раньше или позже; с этой целью ось *15*, служащая рычагу осью вращения, расположена эксцентрично (фиг. 33). Чем выше находится точка вращения рычага *N*, тем дольше при нагнетательном дви-



Фиг. 21. Шатуны дизеля.

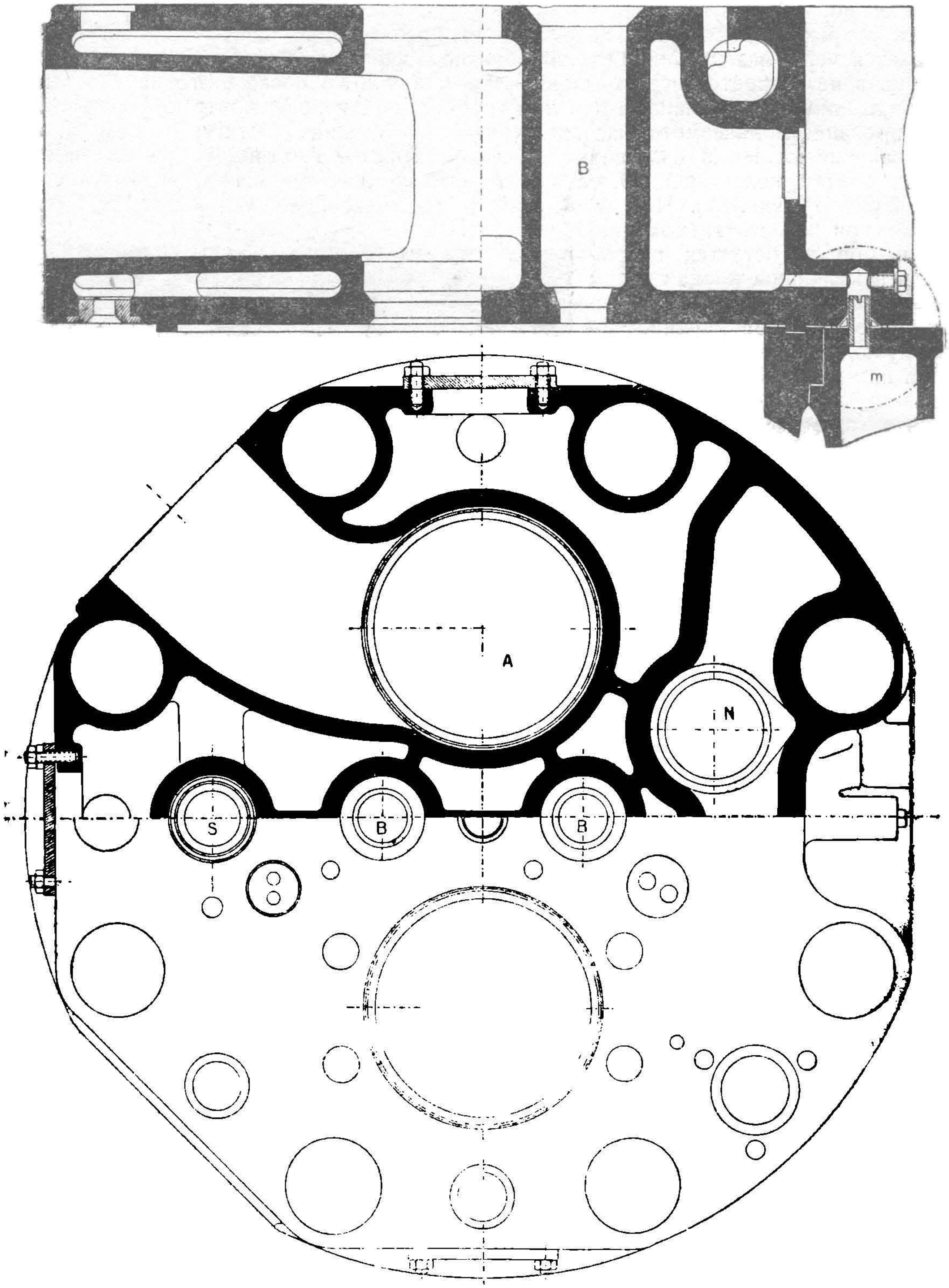
жении поршня остается открытым всасывающий клапан и тем меньше подается топлива к распылителю. При наполнении, равном нулю, точка вращения находится настолько высоко, что всасывающий клапан закрывается лишь в тот момент, когда поршень насоса достигает своей верхней мертвой точки; в таком случае топливо совершенно не подается через нагнетательный клапан.

Установка на то или иное наполнение от руки осуществляется вращением маховика *Z*. Посредством червячной и зубчатой передач, штанги и рычага *18* ось *15*, а вместе с нею и точка вращения рычага *N* перемещаются до тех пор, пока не будет установлено желаемое наполнение. Последнее отмечается при помощи указателя. Нормальное наполнение при регулировке от руки имеет свое ограничение, и таким образом превышение мощности сверх нормальной невозможно. Если по какой-нибудь причине возникает необходимость выключить зажигание одного из цилиндров, то этого можно достичь путем продолжительного открытия всасывающего клапана. Для этой цели на кожухе насоса имеются специальные защелки в виде пластинок; последние повертываются в такое положение, при котором они нажимают на пружинную тарелку регулирующего толкателя и открывают таким образом всасывающий клапан.

При пуске и остановке двигателя топливный насос находится под действием пускового рычага в таком положении, что он начинает подавать топливо лишь в том случае, когда пусковой рычаг будет поставлен в рабочее положение, в то время как при положении рычага в положение „пуска" и „остановки" топливный насос выключен.

Вследствие того, что при пуске двигателя происходит переключение со сжатого воздуха на топливо и при этом не всех его цилиндров сразу, а сначала одной группы их—4, 5 и 6 при помощи длинного рычага *A* и затем другой—1, 2 и 3 при помощи короткого рычага *A'*, то соответственно этому должно происходить включение и топливных насосов. Это производится следующим образом (фиг. 33).

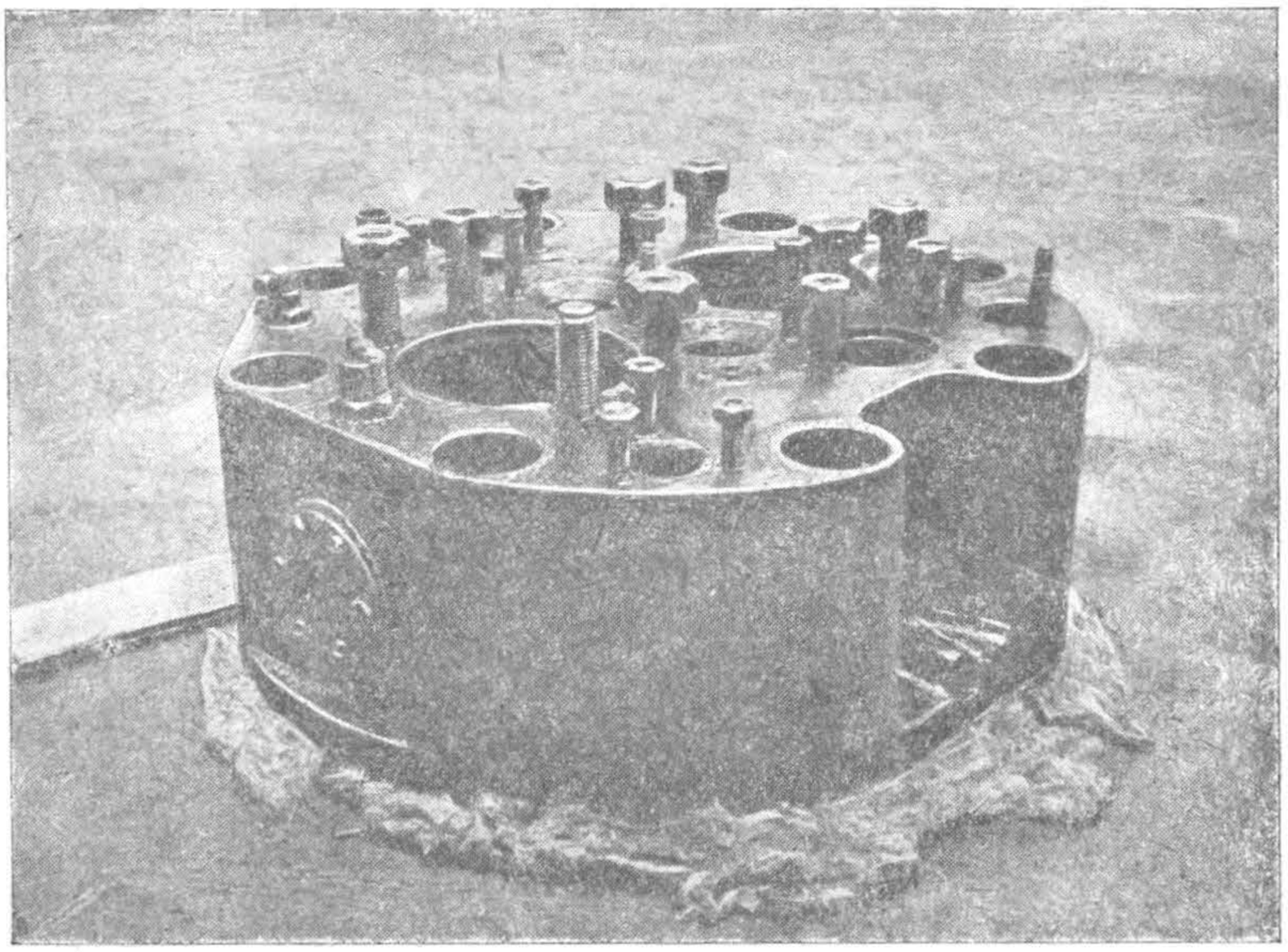
НБ УДУПТ (ДПТ)



Фиг. 22. Разрез крышки дизеля.

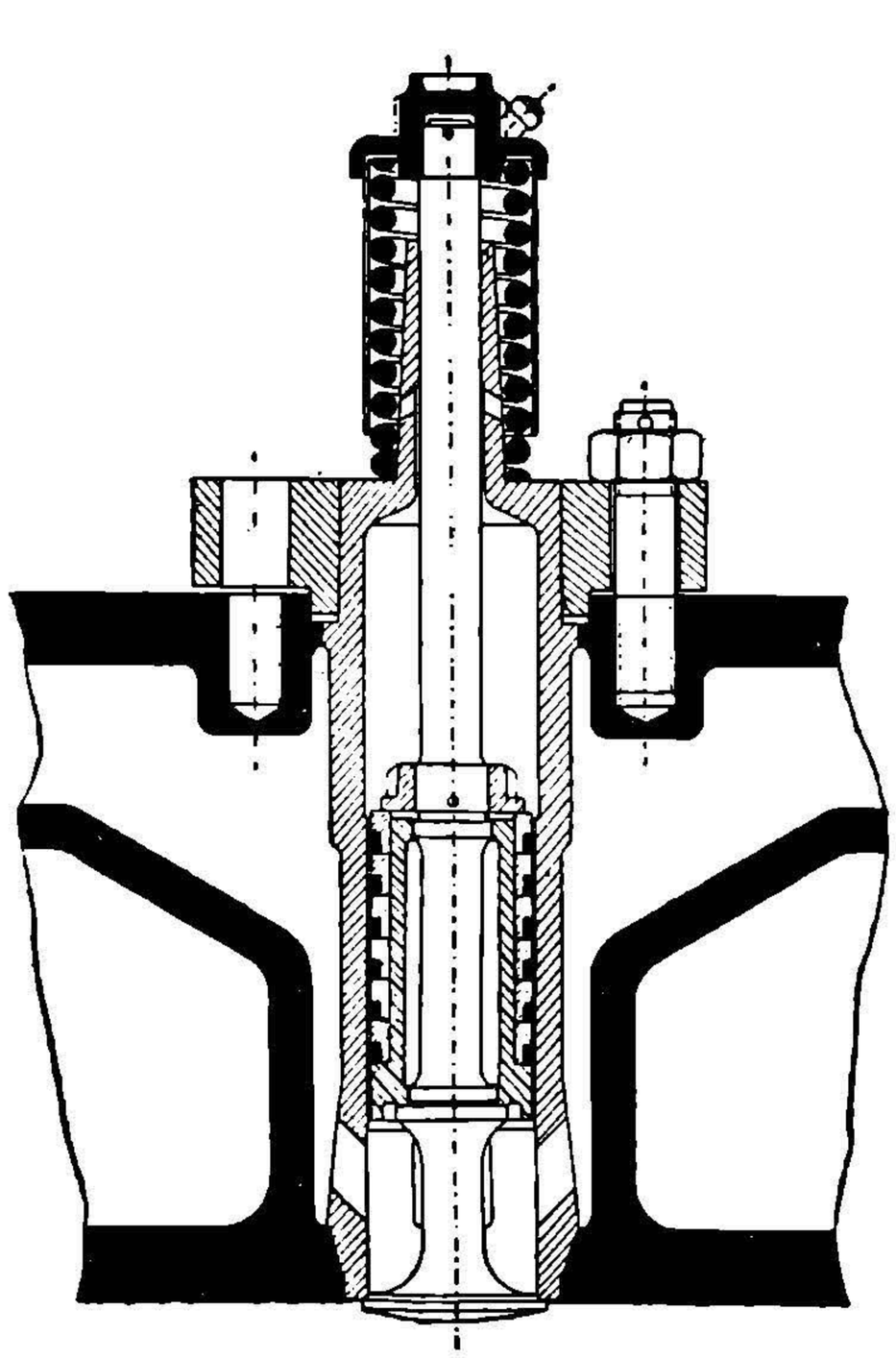
НБ УДУНТ (ДШТ)

На пусковых рычагах *A'* и *A''* находятся кулачные шайбы *22* и *23*, которые расположены не на одной высоте. К кулачковым шайбам под действием пру-

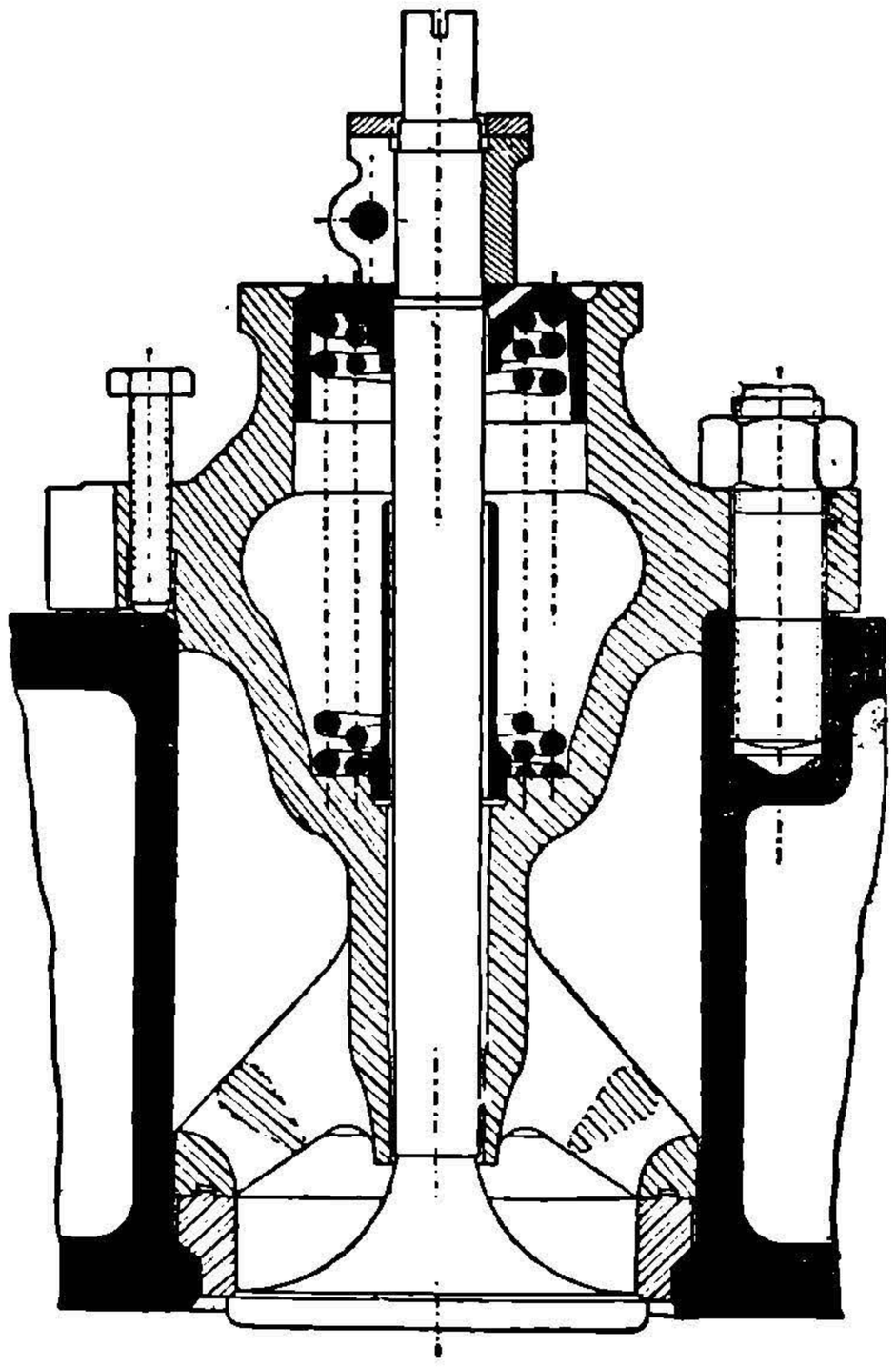


Фиг. 23. Общий вид крышки дизеля (без клапанов).

жин прилегает установочная пластина *S*; последняя имеет ось вращения *25*, которая через посредство рычага *26* и тяги *w* приводит в движение установоч-



Фиг. 24. Пусковой клапан.



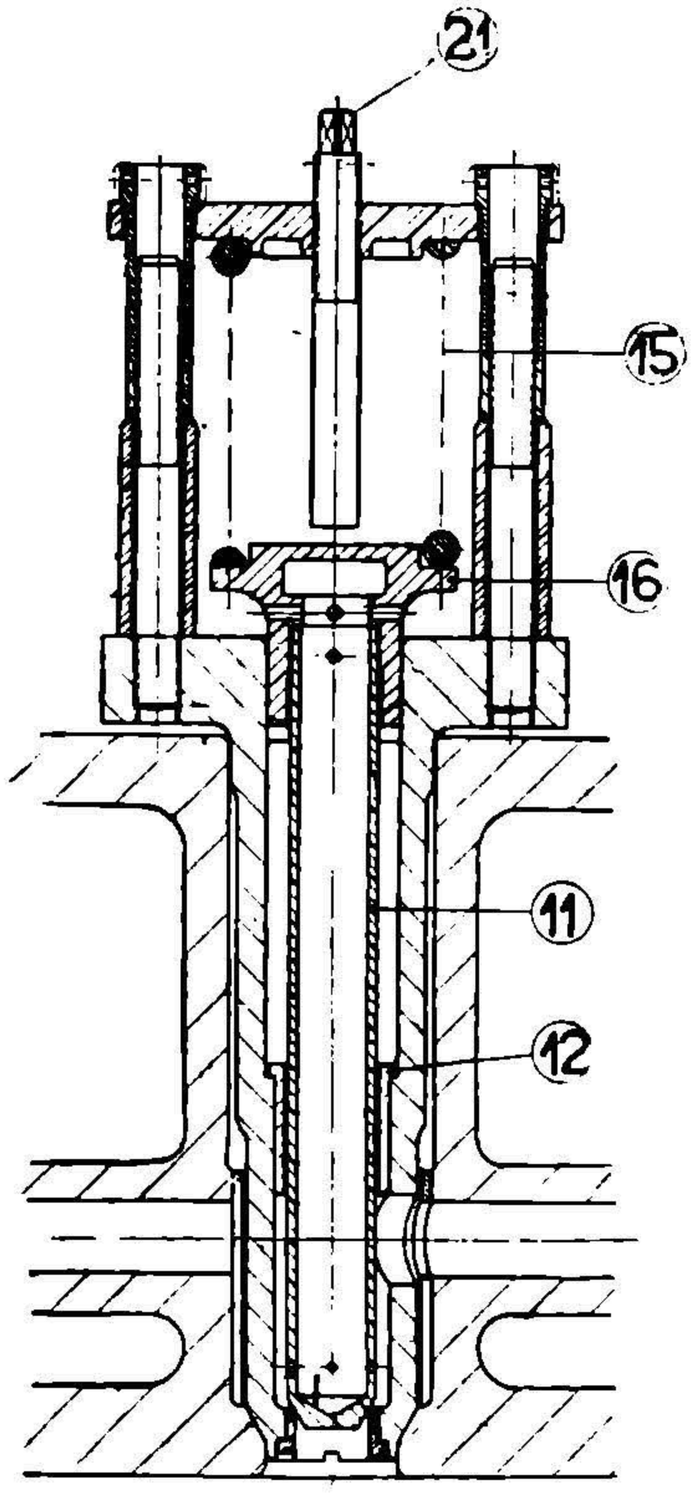
Фиг. 25. Всасывающий клапан.

ный вал *E*. На этом валу находятся установочные рычаги, а именно: группа *29* управляющей толкателями насосов от рабочих цилиндров 1, 2 и 3 и насосов 7 и 8 регулятора форсуночного давления и группа *30* — рабочих цилиндров 4, 5 и 6.

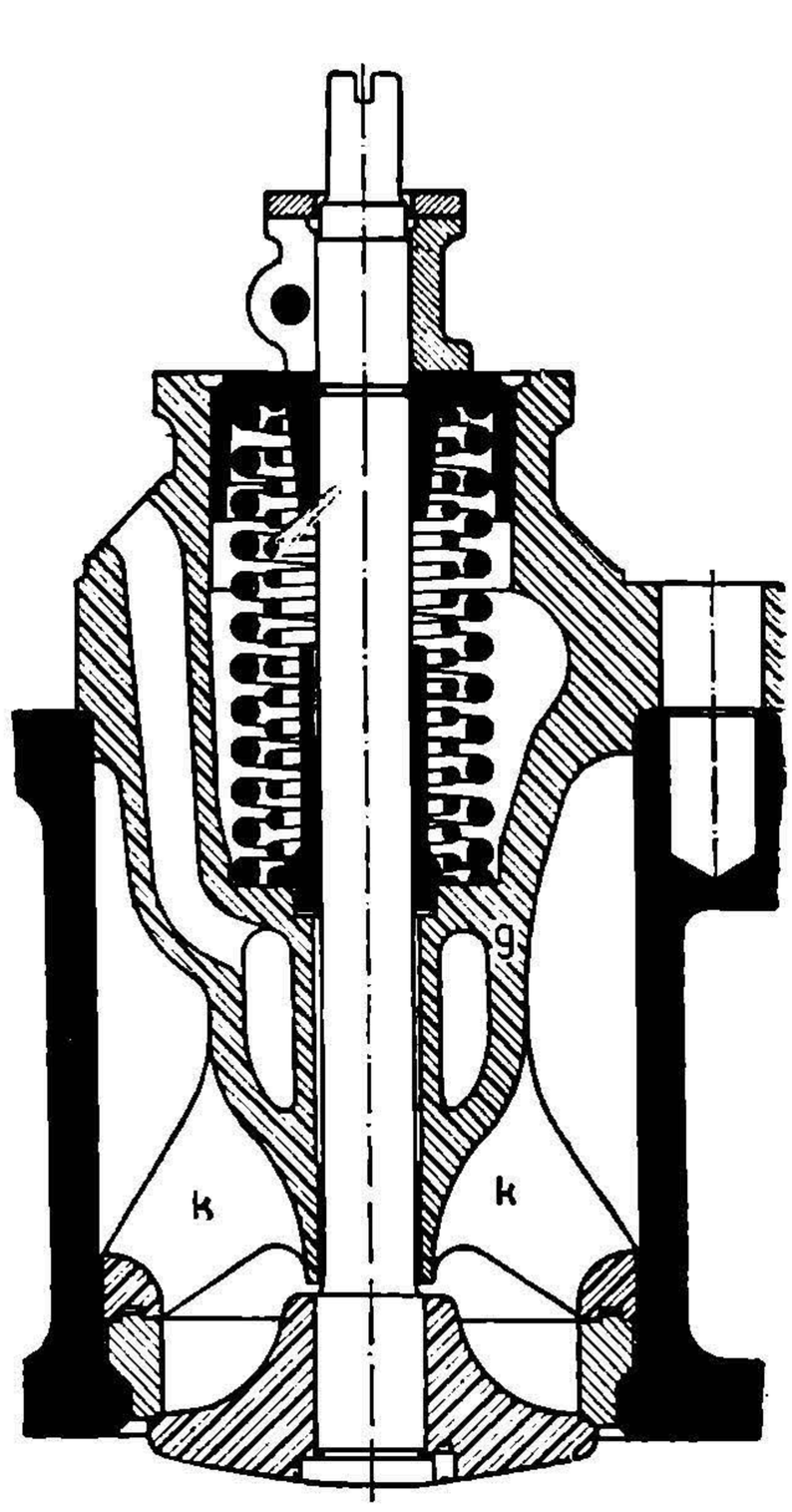
7651
НТБ УДУМТ (ДИТ)

Если оба пусковые рычага *A'* и *A"* находятся в положении „пуска" или „стоп", то пластинка *S* прилегает к высшей кулачковой шайбе *22* длинного пускового рычага и рычаги *29* и *30* опущены настолько вниз, что всасывающие клапаны через посредство толкателей *2* оказываются открытыми, и топливный насос таким образом выключен.

Если теперь длинный пусковой рычаг *A'* при пуске двигателя переставить из положения пуска в рабочее, то пластинка переходит на нижнюю кулачковую шайбу *23* и установочные рычаги *29* и *30* несколько приподнимаются; в таком положении рычаги *30* освобождают толкатели насосов для цилиндров 4, 5 и 6 и последние получают топливо в то время, как рычаги *29* держат еще открытыми всасывающие клапаны насосов для цилиндров 1, 2 и 3 и клапаны 7 и 8



Фиг. 26. Предохранительный клапан.



Фиг. 27. Выхлопной клапан.

регулятора форсуночного воздуха. Если теперь поставить в рабочее положение пусковой рычаг *A"*, то пластина *S* попадет в углубление кулачковой шайбы и рычажная передача поднимется поэтому еще на некоторую высоту, вследствие чего рычаги *29* также освобождают толкатели, и потому начинают получать топливо и цилиндры 1, 2 и 3, а вместе с этим начинают действовать и насосы регулятора форсуночного давления.

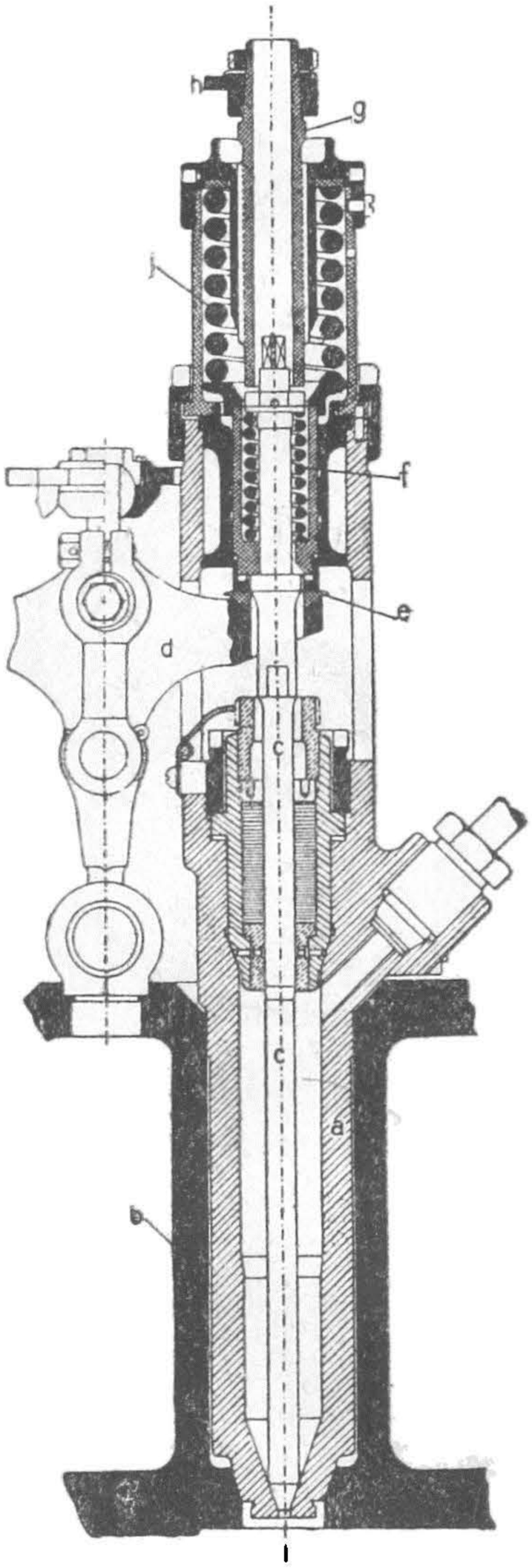
10. Регулятор безопасности. Как указывалось раньше, регулирование двигателя происходит вручную; автоматического регулятора для своей нормальной работы двигатель не имеет, но для предупреждения разноса дизеля здесь применен центробежный регулятор безопасности, который помещен на конце коренного вала со стороны компрессора двигателя и который при повышенных оборотах двигателя с помощью рычагов действует на топливный насос и прекращает подачу топлива из форсунки.

11. Компрессор (фиг. 34). Чрезвычайно важной и ответственной частью двигателя является компрессор. Он подает воздух в форсунки, в пусковые резервуары и кроме того питает воздухом тормоз и свисток тепловоза. Компрессор имеет

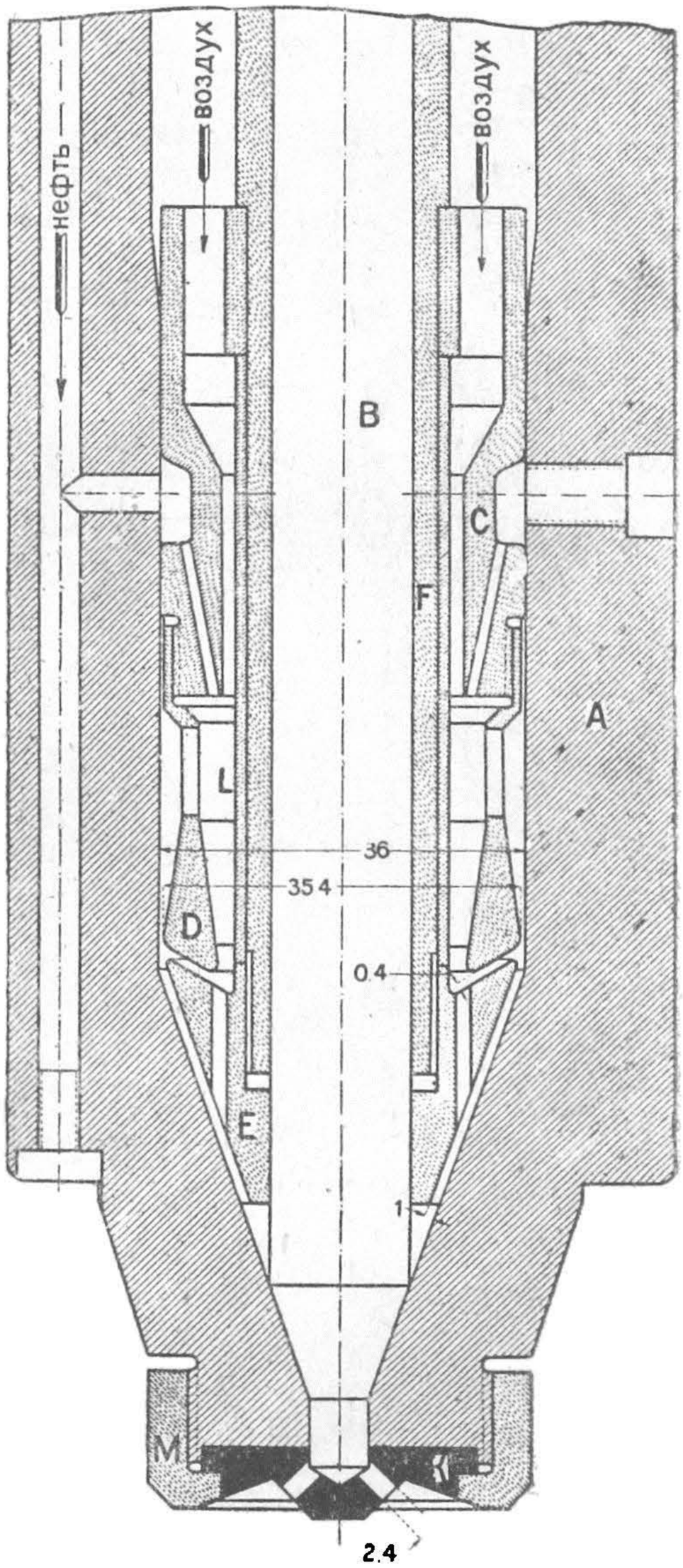
НБ УДУНТ (ДГТУ)

4 ступени и состоит из двух трехступенчатых цилиндров, соединенных между собою в одно целое. Оба трехступенчатых поршня приводятся в движение непосредственно от коренного вала при помощи кривошипов, расположенных под углом в 180°. Воздух засасывается через фильтр и до поступления во всасывающий клапан проходит через дроссельную задвижку, которой регулируется от руки подача воздуха в компрессор. Компрессор создает давления:

1-я	ступень	3— 4 и до 6,
2-я	„	12—15 и до 20,
3-я		45—55 и до 60,
4-я		80—90.



Фиг. 28. Форсунка дизеля.



Фиг. 29. Распылитель форсунки.

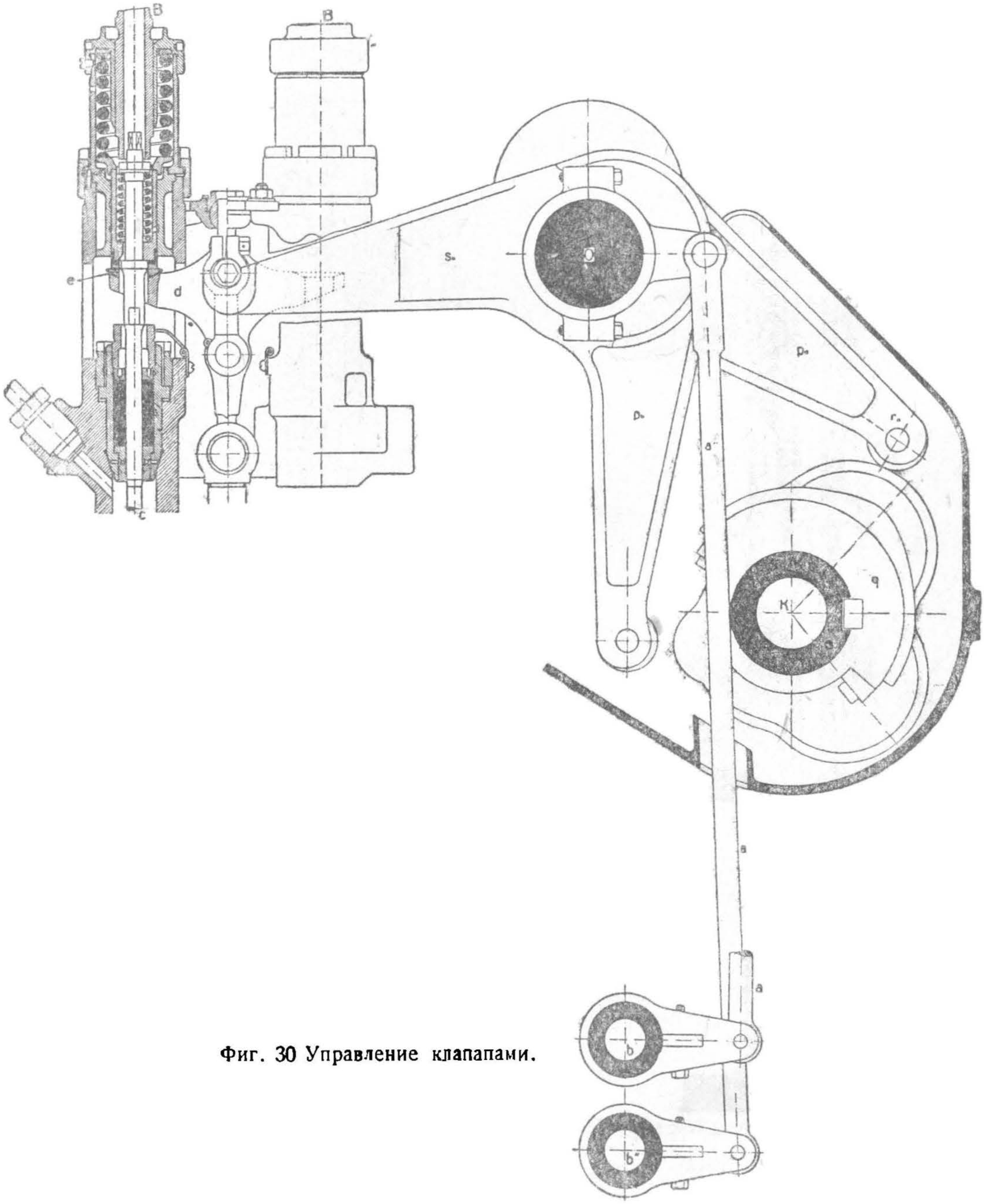
Все клапаны компрессора стальные, пластинчатого типа. Для предотвращения недопустимых давлений в компрессор отдельные ступени последнего снабжены предохранительными клапанами, которые поставлены на соединительных трубах между насосом и воздушным холодильником.

Нагревающийся при сжатии воздух, прежде чем поступить в следующую ступень, подвергается охлаждению, которое достигается с помощью специального воздушного холодильника (фиг. 34а), образованного из пучка трубок, по которым

НБ УДУНТ (ДПТ)

воздух проходит сверху вниз, в то время как вода, омывая трубки, циркулирует снизу вверх.

При выходе из холодильника воздух поступает в расположенный под холодильником водоотделитель (фиг. 34-а), где воздух. проходя по спиральному ходу, благодаря центробежной силе очищается от воды и масла, отводимых затем через



Фиг. 30 Управление клапанами.

специальный вентиль наружу. Компрессор заряжает пусковой и форсуночный резервуары, представляющие собою стальные бутылки, которые закрываются сверху клапанной головкой с соответствующими запорными клапанами.

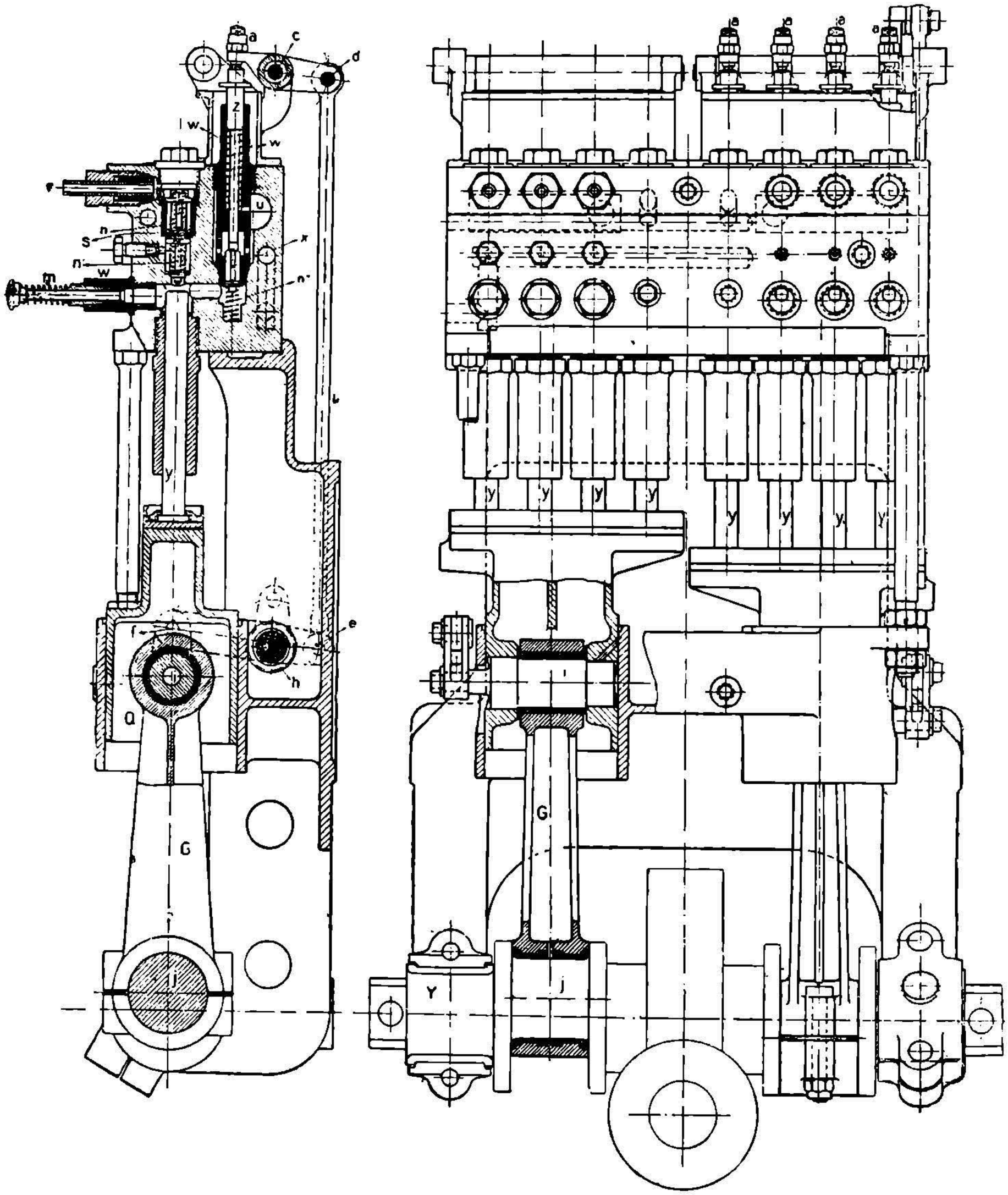
12. Главный и редукционный пусковые клапаны (фиг. 35 и 35а). При запуске дизеля воздух из пускового резервуара, прежде чем попасть в цилиндры дизеля,проходит главный пусковой клапан, открываемый путем переста-

НБ УАУНТ (ДНТ)

новки пускового рычага в пусковое положение, и затем редукционный клапан, назначение которого заключается в том, чтобы подводимый к двигателю сжатый воздух разрядить до давления 12—16 атм.

Оба клапана помещены в общей коробке, которая укреплена на поставке возле цилиндра.

Главный пусковой клапан представляет собой конусный клапан с шлифованной направляющей, приводимой в действие помощью системы тяг *2*, *3*, *4*, от реверсивного вала *5*. Так как клапан находится под действием няходящегося в пусковом резервуаре давления, то для открытия его требуется приложение большей



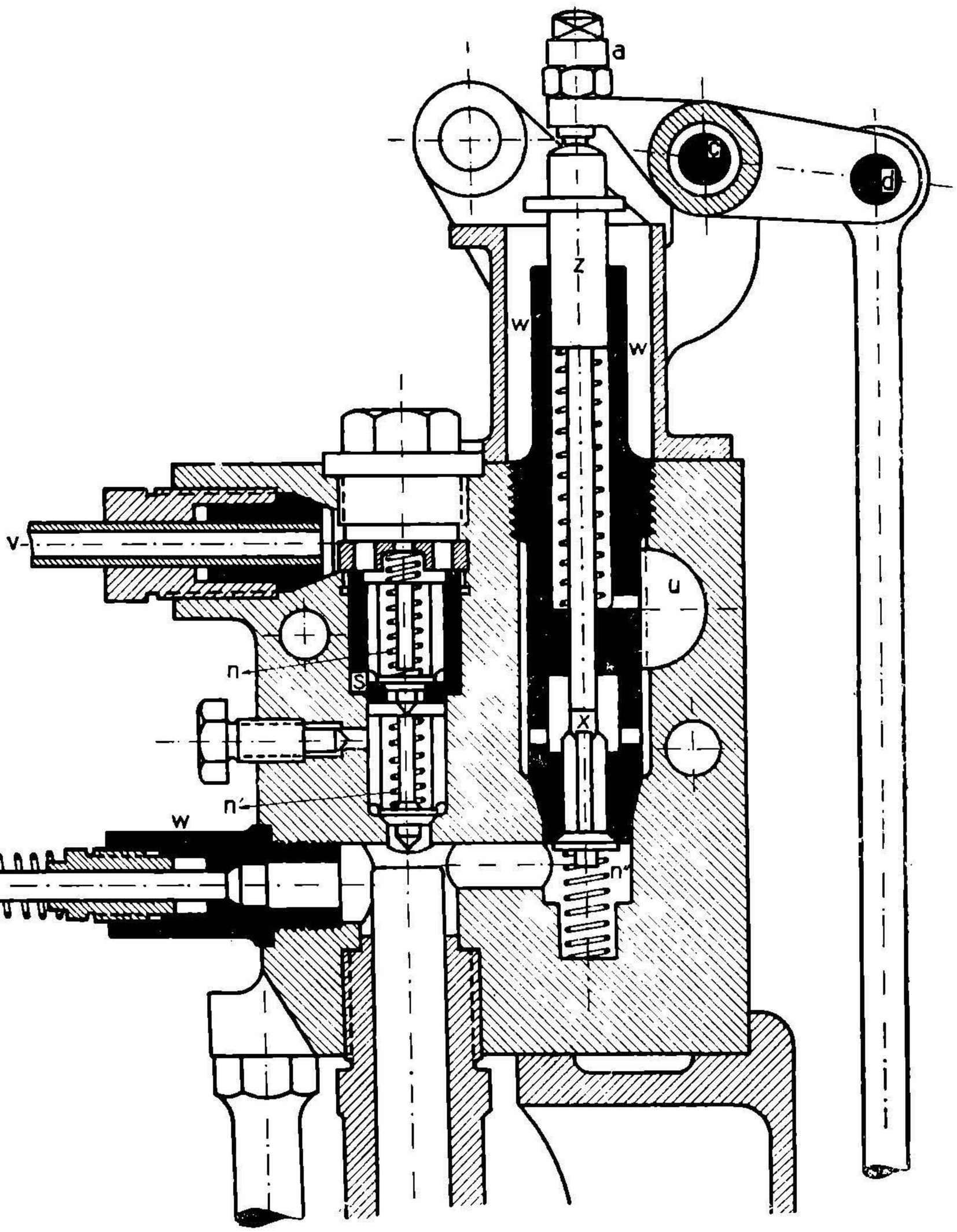
Фиг. 31. Система топливных насосов.

силы; поэтому необходимо, прежде чем открыть клапан, его разгрузить; чтобы достигнуть этого, открывается при помощи рычага сначала маленький вспомогательный клапан *6*, который находится в клапанном конусе, вследствие этого давление переходит в полость под цилиндрической направляющей главного клапана и тем самым достигается разгрузка последнего; только после этого при дальнейшем движении рычага захватывается и главный клапан *7*, причем кроме трения здесь приходится преодолеть еще нажимное усилие пружин. Воздухопровод *7* соединяет клапан с пусковым резервуаром. Редукционный клапан *8* по отношению к давлению пускового резервуара является разгруженным. На клапанный

УДУНТ (ДИТ)

конус однако производится давление воздухопровода *9*, ведущего к двигателю; этому давлению пружина *10* оказывает противодавление, причем пружина сжимается настолько, что в воздухопроводе *9* двигателя образуется давление в 12—16 атм. При помощи крана воздух из пускового воздухопровода может быть выпущен.

Кроме указанных главного и редукционного клапанов на воздушном трубопроводе имеются собранные в один общий клапанный блок перепускные клапаны (фиг. 35б), которые служат для того, чтобы восстановить соединение отдельных воздушных резервуаров между собою. Таким образом они необходимы для



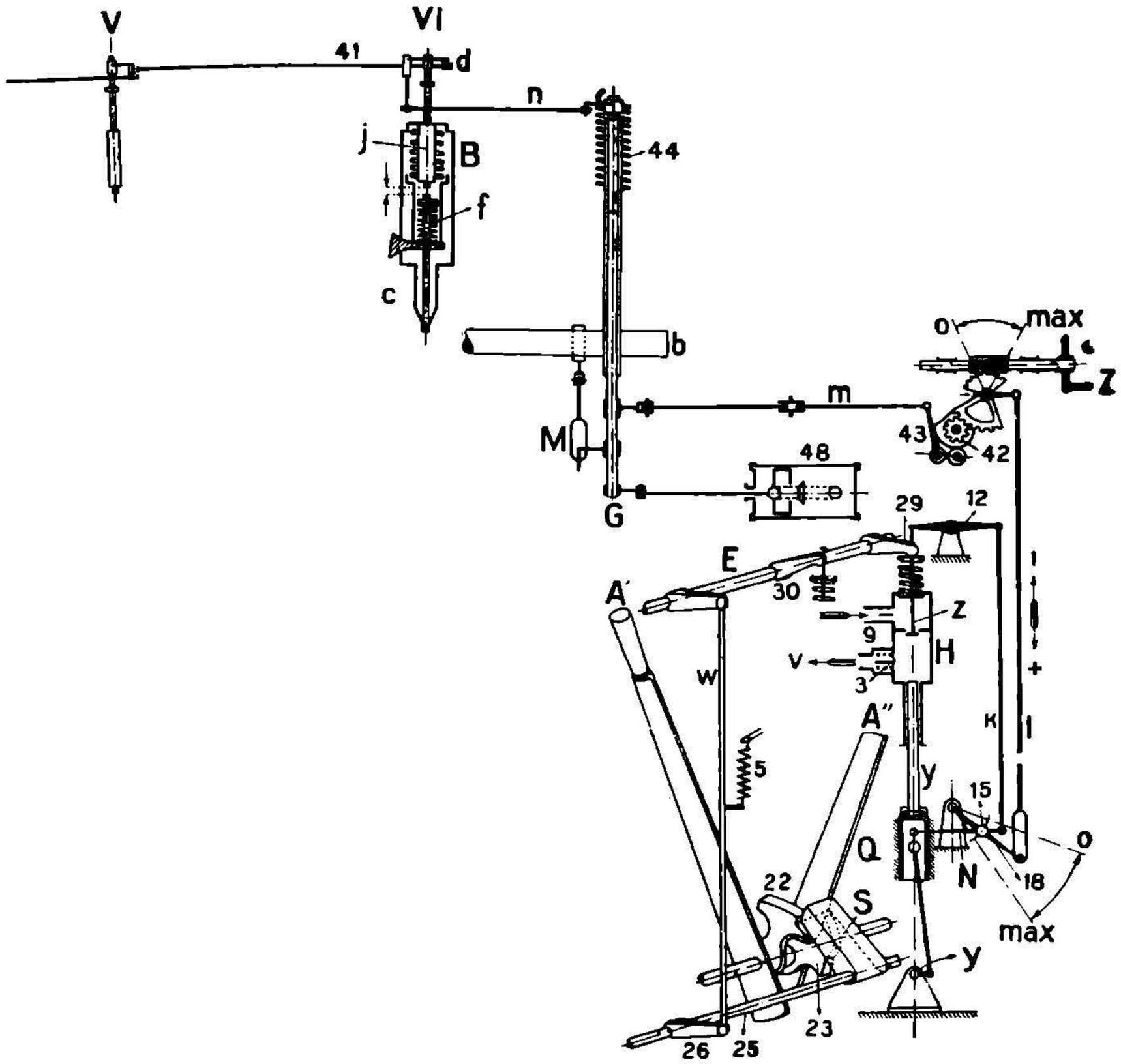
Фиг. 32. Топливный насос (разрез).

наполнения воздухом пусковых резервуаров или для наполнения форсуночного резервуара; можно также и наоборот—пустить воздух из пускового резервуара в форсуночный, если при пуске в последнем оказывается недостаточное давление. Перепускные клапаны резервуаров сжатого воздуха служат также и для отвода воды из последних. Для спуска скапливающейся в сборниках конденсационной воды служат имеющиеся в том же клапанном блоке водоспускные клапаны; для каждого сборника предусмотрен один спускной клапан; имеется также клапан, который служит для спуска воды из полости низкого давления

НТБ УДУНТ (ДИТ)

компрессора, и наконец один клапан предназначен для отвода воды из пускового резервуара.

Между водоспускным и перепускным клапанами включен основной водоспускной трубопровод. При открытии водоспускного клапана устанавливается немедленно соединение с водоспускным трубопроводом; в противоположность этому для отвода воды из резервуара сжатого воздуха кроме соответственного клапана должен быть открыт и водоспускной клапан; при перепуске воздуха из одного резервуара в другой водоспускной клапан должен быть закрыт.

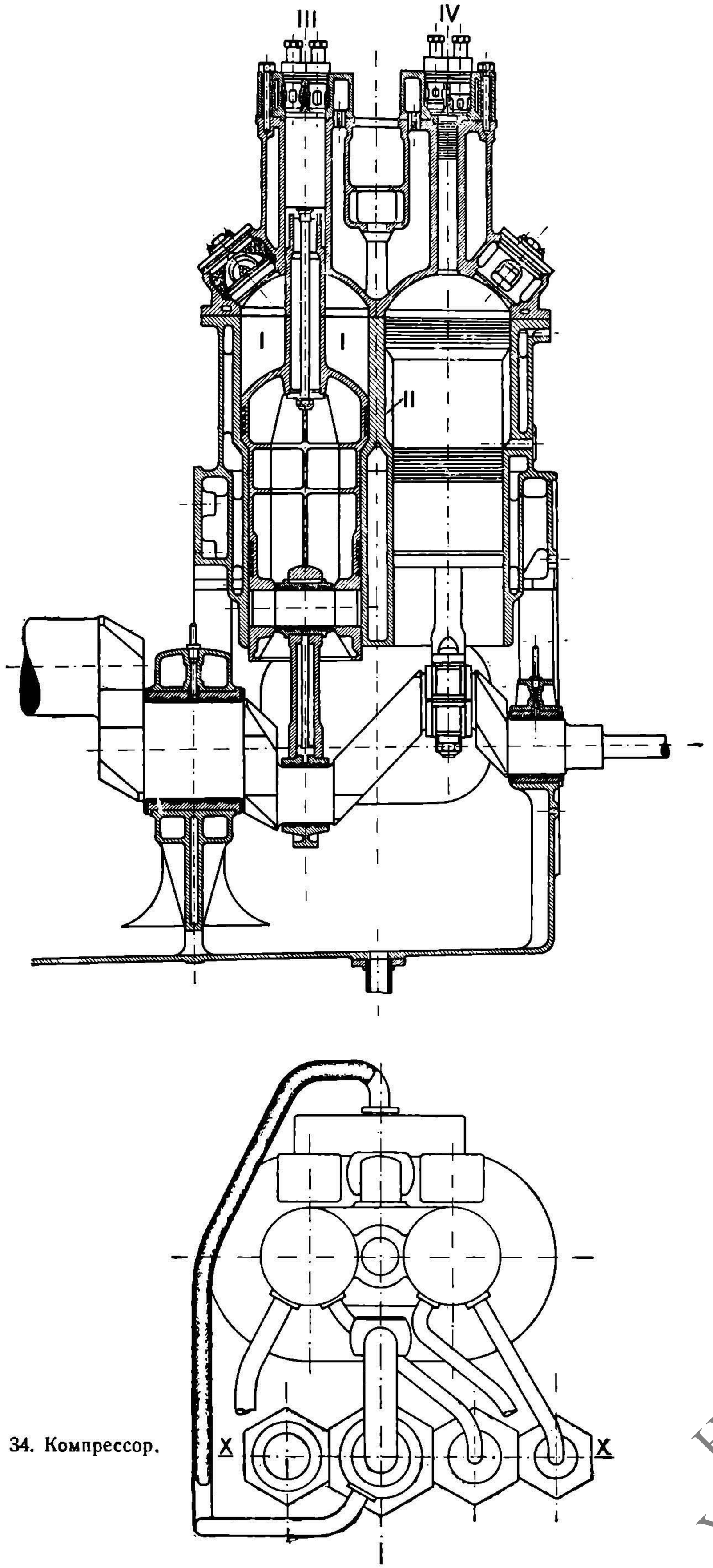


Фиг. 33. Схема запуска и управления дизелем.

Перепускные и водоспускные клапаны устроены так же, как и клапаны на резервуаре форсуночного давления. Общее расположение клапанов и соответствующих трубопроводов понятно из схемы воздушной сети (см. приложение).

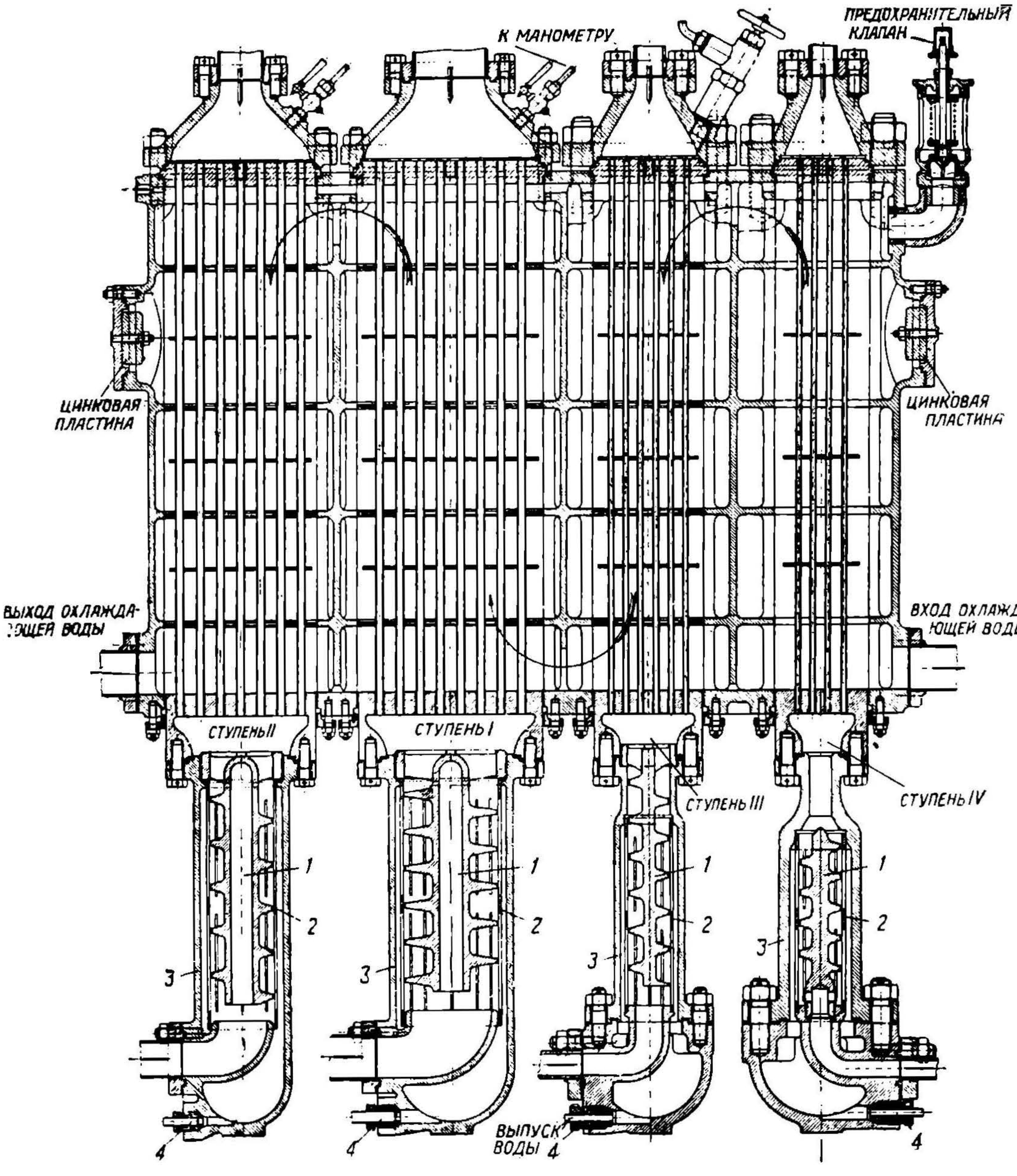
13. Редуктор форсуночного давления (фиг. 36). При регулировании количества топлива, подаваемого насосами в форсунки цилиндров, регулируется и количество воздуха, необходимого для должного распыливания, что достигается редуктором форсуночного давления, играющего важную роль в работе дизеля.

НТБ УДУПТ (ДИТ)



Фиг. 34. Компрессор.

НБ УДУНТ (ДНТ)



Фиг 34-а. Холодильники и водоотделители компрессора.

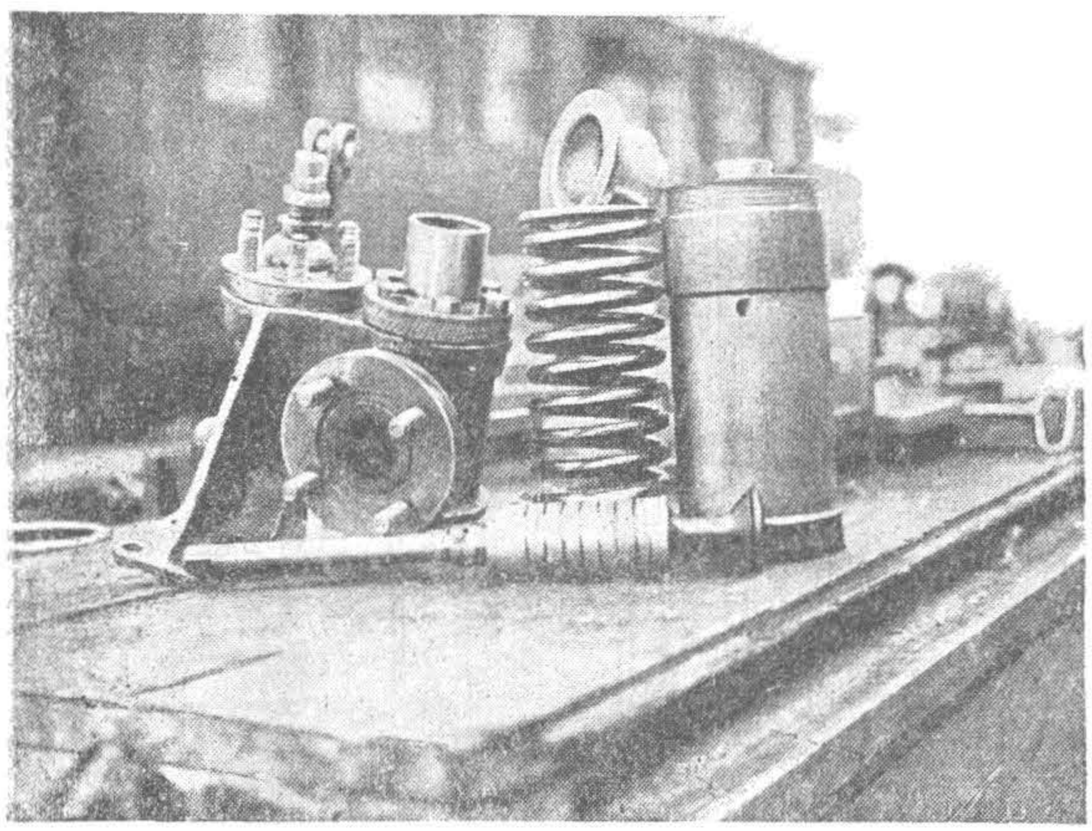
НБ УДУНТ (ДГТ)

Здесь необходимо отметить, что между наполнением и давлением воздуха существует такое соотношение:

Наполнение	Давление воздуха
0	40 атм.
1	44
2	49
3	55
4	64
5	70
6	80

У двигателей, которые не обладают автоматической регулировкой форсуночного давления, установка форсуночного давления соответственно той или иной нагрузке и тому или иному числу оборотов производится от руки путем перестановки дроссельной задвижки компрессора. Такая регулировка форсуночного давления от руки, принимая во внимание, что она зависит от внимательности машиниста, имеет тот недостаток, что вследствие большого объема форсуночного резервуара всегда проходит некоторое время, пока форсуночное давление будет соответствовать новой нагрузке.

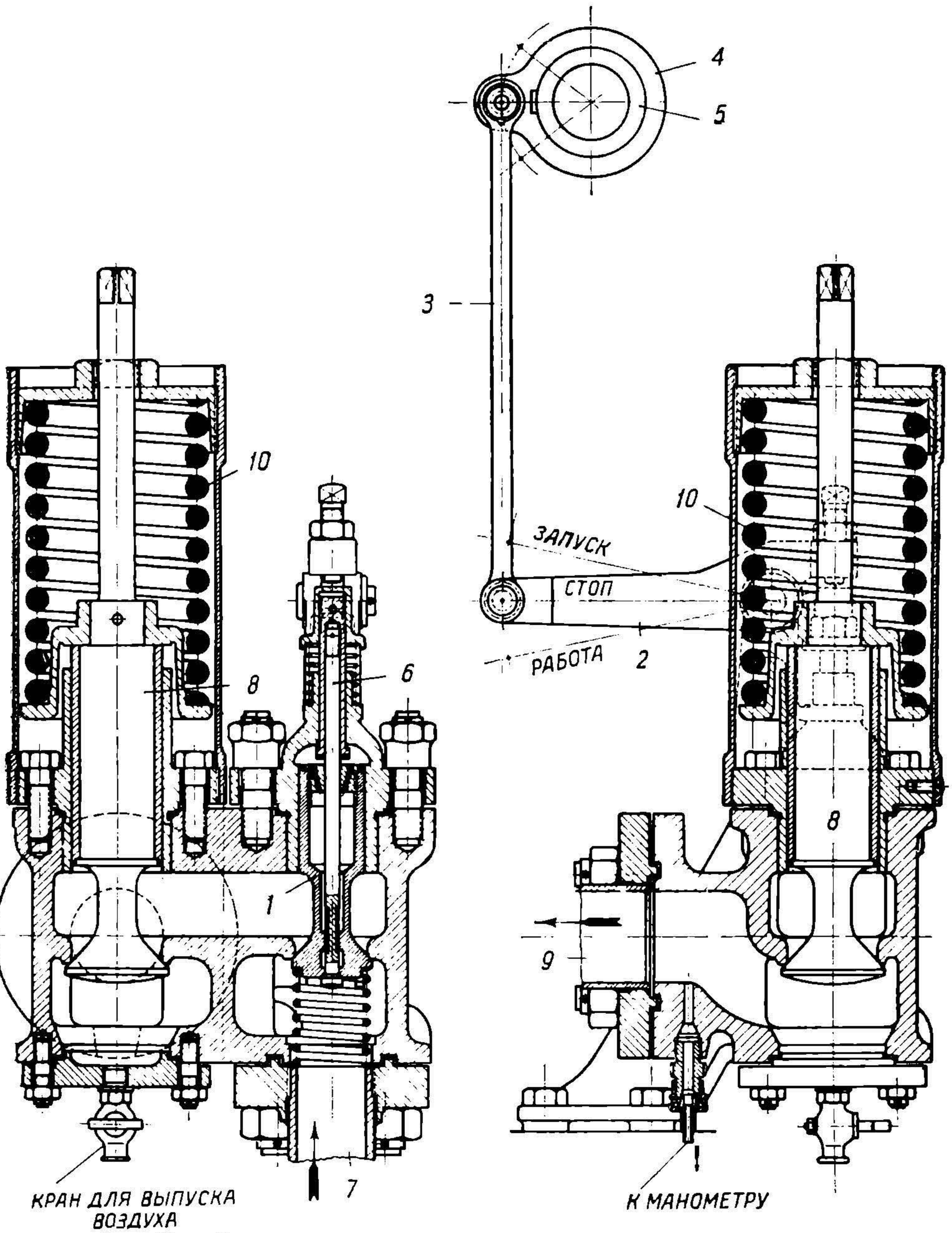
Регулятор МАН не зависит от давления в резервуаре; если, например, при незначительной нагрузке или при реверсировании требуется сравнительно низкое форсуночное давление, то оно устанавливается автоматически, не требуя изменения давления в резервуаре, которое составляет 70—80 атм.; после реверсирования можно тотчас же ехать на полную нагрузку, так как необходимое для этого форсуночное давление немедленно устанавливается. Как видно из схемы, воздух, выйдя из резервуара, прежде, чем попасть в двигатель, проходит через редукционный клапан *i*, цилиндрическое направление этого клапана *o* имеет тот же диаметр, что и седло клапанного конуса, и таким образом клапан *i* является в отношении давления в резервуаре разгруженным. Пространство *A* поверх цилиндрического направления *o* находится в сообщении с атмосферой; таким образом клапанный конус является нагруженным снизу давлением форсуночного воздухопровода *f*, сверху же клапан находится под действием пружины *n*, которая благодаря своей упругости поддерживает равновесие с давлением в воздухопроводе *f*, составляющем 38—40 атм., вследствие этого в форсуночном воздухопроводе устанавливается давление 38 — 40 атм. независимо от давления в форсуночном резервуаре. Редукционный клапан находится кроме того под влиянием давления жидкости, которая занимает пространство *B* и действует на поршень *P* и этим самым усиливает нажим пружины *n*. Давление жидкости (смазочное масло) подается от двух насосов *7* и *8*, которые приводятся в работу вместе с топливными насосами, находясь с последними в одной коробке и будучи устроены так же, как и топливные насосы. Насосы создают круговой процесс таким образом, что масло, засосанное из бака *E*, возвращается обратно в этот бак по каналу *D* и регулирующий клапан *u*. При прохождении масла через дросселирующий клапан *u* происходит потеря давления, которое при определенной установке клапана изменяется в зависимости от количества обращающегося масла. Возникающее при этом давление передается в полость *B* поверх поршня *P*. Форсуночное давление в воздухопроводе *i* будет повышаться тем значительнее, чем больше будет давление на поршень *P*, так как клапан *i* начинает дросселировать только после того, как действующее вверх на клапан



Фиг. 35. Главный и редукционный пусковые клапаны.

НВ УДУТ (ДИТ)

давление поднимется достаточно высоко для того, чтобы преодолеть как сопротивление пружины *n*, так и давление масла на поршень *P*. При повышении числа оборотов двигателя увеличивается и подача масла насосами, а вместе с этим устанавливается и более высокое давление. С другой стороны, подача насосами масла находится в зависимости от той или иной установки топливного насоса, иначе говоря, от нагрузки двигателя и потому именно, что всасывающие клапаны

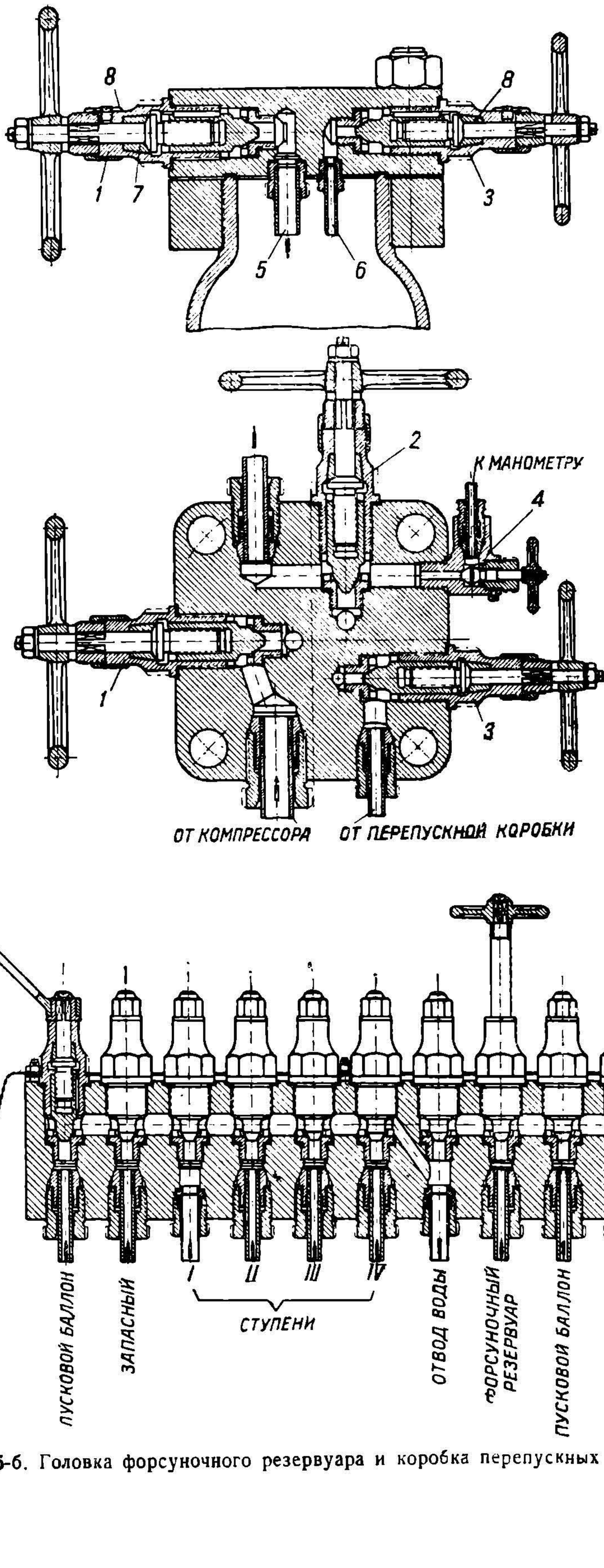


Фиг. 35-а. Разрез по главному и редукционному пусковым клапанам.

насосов устанавливаются таким же образом и от того же привода, как и топливные насосы. Отсюда следует, что давление масла на поршень *P*, а вместе с ним и устанавливающее форсуночное давление в воздухопроводе *f*, зависит как от числа оборотов, так и от нагрузки двигателя.

Давление масла указывается на манометре, установленном не канале *D*. Для наполнения бака *E* предусмотрено отверстие, закрывающееся крышкой.

НБ УДУНТ (ДПТ)



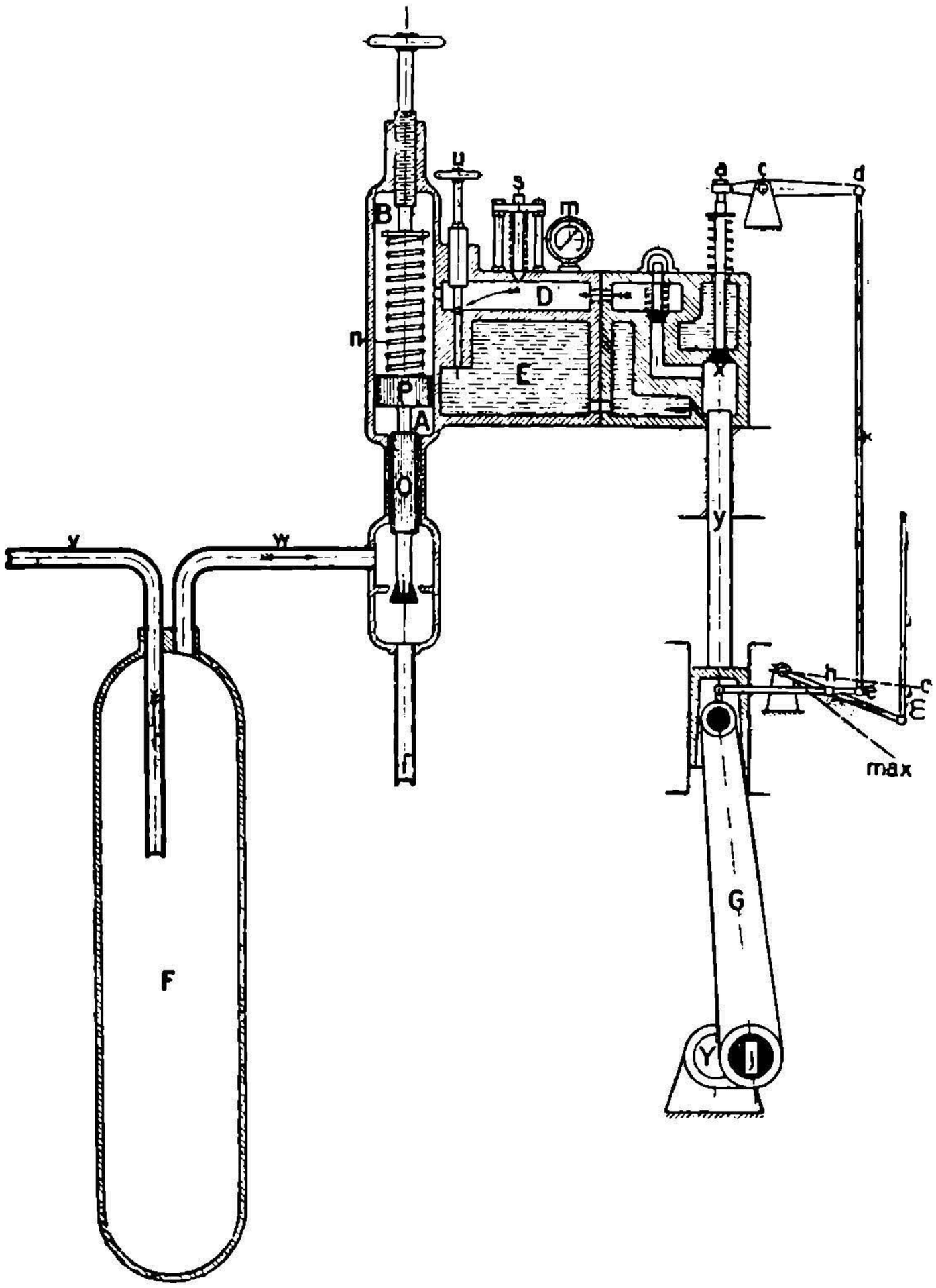
Фиг. 35-б. Головка форсуночного резервуара и коробка перепускных клапанов.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Для того, чтобы предотвратить чрезмерное повышение давления при неправильном обращении с дроссельным клапаном *u*, на канале *D* установлен предохранительный клапан *s* с предельным давлением около 8 атм.

14. Масляный насос. (фиг. 37) Смазка двигателя осуществляется с помощью насоса шестереночного типа, сидящего на вертикальном передаточном валу и приводимого в движение при посредстве лобового колеса, делая одно и то же число оборотов, что и двигатель.

Насос засасывает масло из сборного резервуара, расположенного внизу двигателя, гонит его через фильтр в холодильник, откуда оно через редуктор давления смазки под давлением 1—2 атм. поступает последовательно в коренные подшипники, главный вал, в мотылевые и головные подшипники шатуна, затем стекает в картер и самотеком поступает опять в сборный резервуар. Частично смазка поступает и для смазывания подшипников распределительного вала. Компрессор имеет отдельную механическую масленку, дающую масло для смазки его цилиндров под давлением. Расположение насоса на двигателе и конструкция его частей понятны из фиг. 38, а циркуляция смазки уясняется из схемы масляного трубопровода (см. приложение).



Фиг. 36. Редуктор форсуночного давления.

15. Водяной насос (фиг. 39) приводится в движение от поперечного вала со стороны компрессора. Поперечный вал вращается с числом оборотов, в два раза меньшим числа оборотов двигателя, и приводится в движение от коренного вала при помощи винтовых колес. Кривошипы поперечного вала расположены под углом в 180°. Клапаны насоса бронзовые пластинчатого типа. В верхней части насоса находится воздушный колпак, служащий для смягчения гидравлических ударов, получаемых при работе насоса.

Водяной насос гонит воду из нижнего бака холодильника в нагнетательный трубопровод, по которому вода распределяется на охлаждение цилиндров и поршней двигателя, а также на охлаждение цилиндров компрессора и воздушных холодильников его (см. приложение — схема водяного трубопровода).

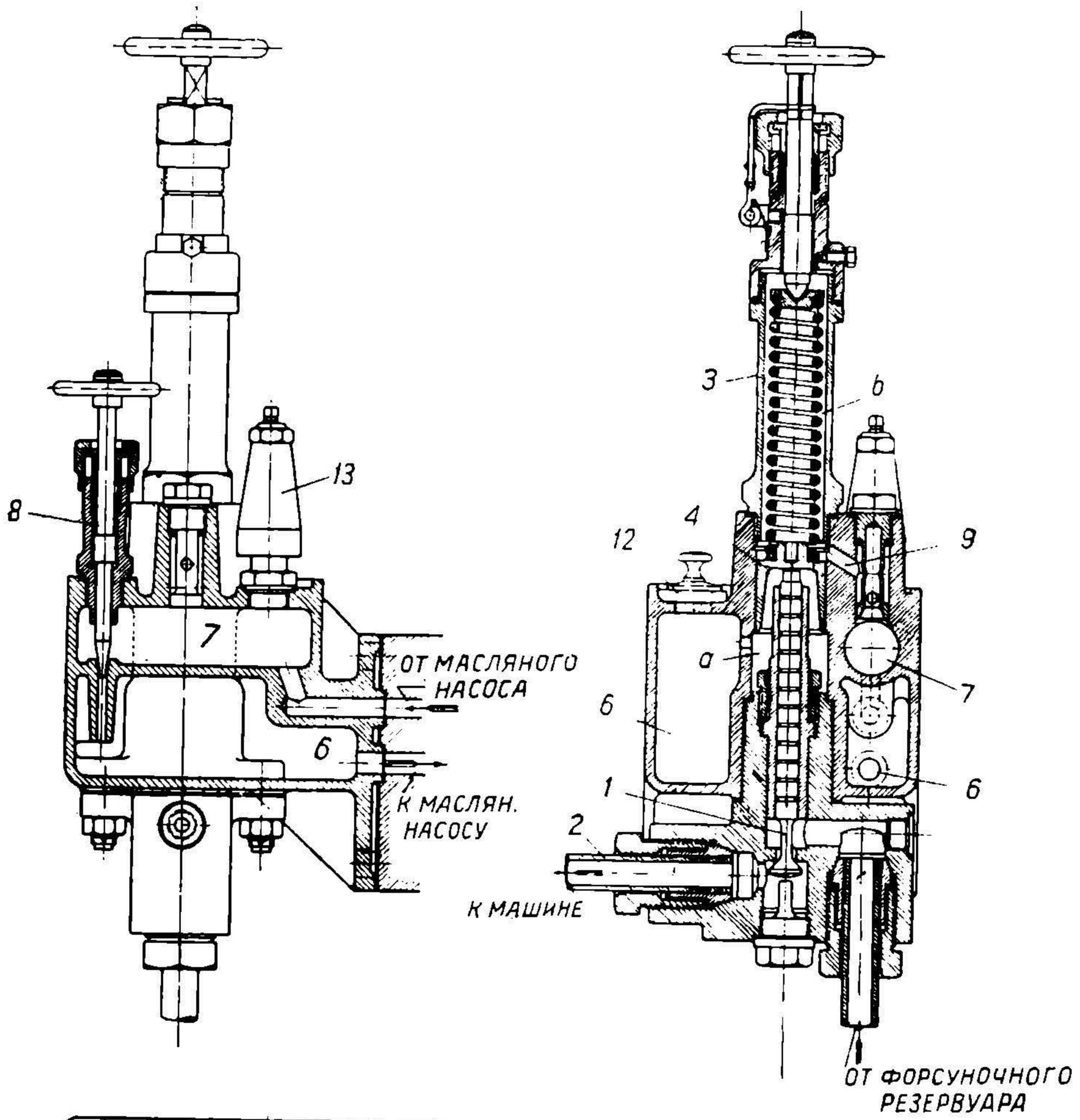
Здесь необходимо остановиться на сборке, испытании и регулировке отдельных частей двигателя, так как только правильный монтаж и правильная регулировка работающих частей дают возможность получить от двигателя необходимую мощность и надежную длительную работу.

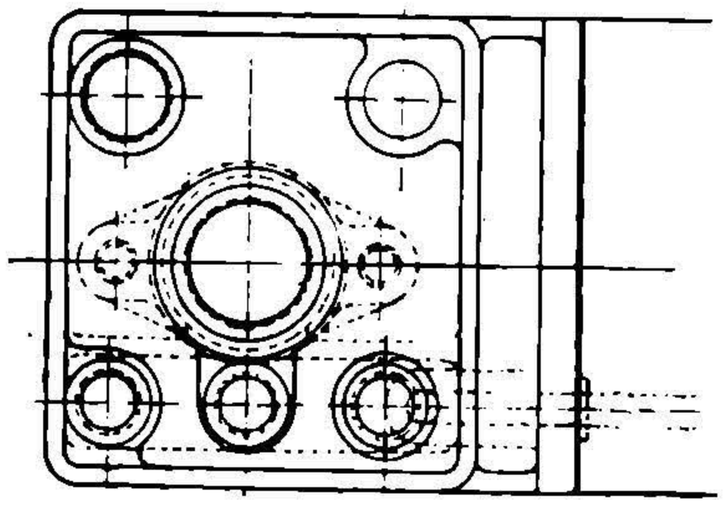
Установка и регулировка наиболее ответственных частей двигателя должны быть выполнены следующим образом.

НБ УДУНТ (ДПТ)

1. Всасывающий клапан

Для контроля плотности всасывающего клапана кривошип соответственного цилиндра нужно установить точно в мертвое верхнее положение, индикаторный кран закрыть и пусковой рычаг установить в рабочее положение, после чего пустить из форсуночного резервуара сжатый воздух в форсуночный трубопро-





Фиг. 36-а. Редуктор форсуночного давления.

вод. Если всасывающий клапан не плотен, то пропускаемый им воздух будет выходить через всасывающую цилиндровую полость. Зазор между рычаговым роликом и кулачковой шайбой устанавливается в 0,7 *мм*. Зазор измеряется на концентрической части шайбы, противолежащей кулаку. Установка зазора производится помощью зажимной гайки, находящейся сверху пружинной тарелки.

НВ УДУНТ (ДИТ)

2. Выхлопной клапан

Зазор у роликов против кулачка устанавливается так же, как и в предыдущем случае. Зазор этот должен быть 1,5 — 1,7 *мм*.

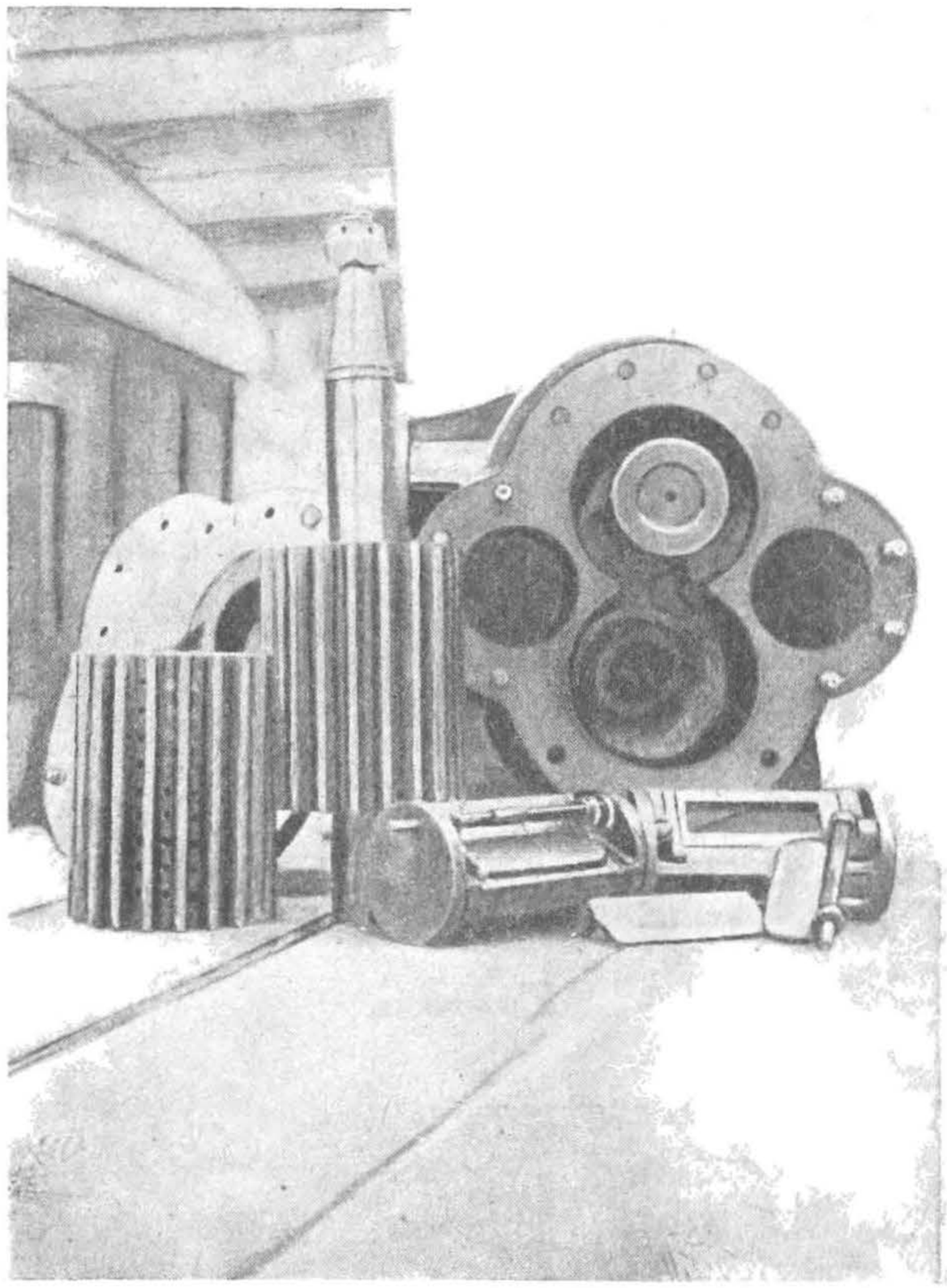
3. Предохранительный клапан

Установка предохранительных клапанов производится на 50 атм. Если при исправности клапана он начинает греметь во время работы, то это показывает, что либо слишком высоко форсуночное давление, либо неправильно установлено распределение, либо заела форсуночная игла. Если клапан гремит во время запуска двигателя, то это происходит обычно от заедания или неплотности форсуночной иглы или пускового клапана, а также от скопления топлива в цилиндре или от слишком высокого форсуночного давления.

Ход клапана составляет 5 *мм*. Между нажимным болтом и клапанным стержнем должен быть зазор в 55 *мм*.

4. Топливный насос

Стопорное приспособление в положении „стоп" пусковых рычагов должно держать всасывающие клапаны насоса открытыми. Когда оба рычага стоят в рабочем положении, то игра между пальцами стопорного приспособления и толкателями всасывающих клапанов, если последние прижаты книзу настолько, что чуть касаются всасывающих клапанов, должна составлять: для насосов — 1, 2, 3, а также для насоса 7 регулятора давление форсуночного воздуха — 1 *мм*, и для насосов 4, 5, 6 — 4 *мм*, причем соответствующие половины насосов должны стоять в верхней мертвой точке.



Фиг. 37. Масляный насос.

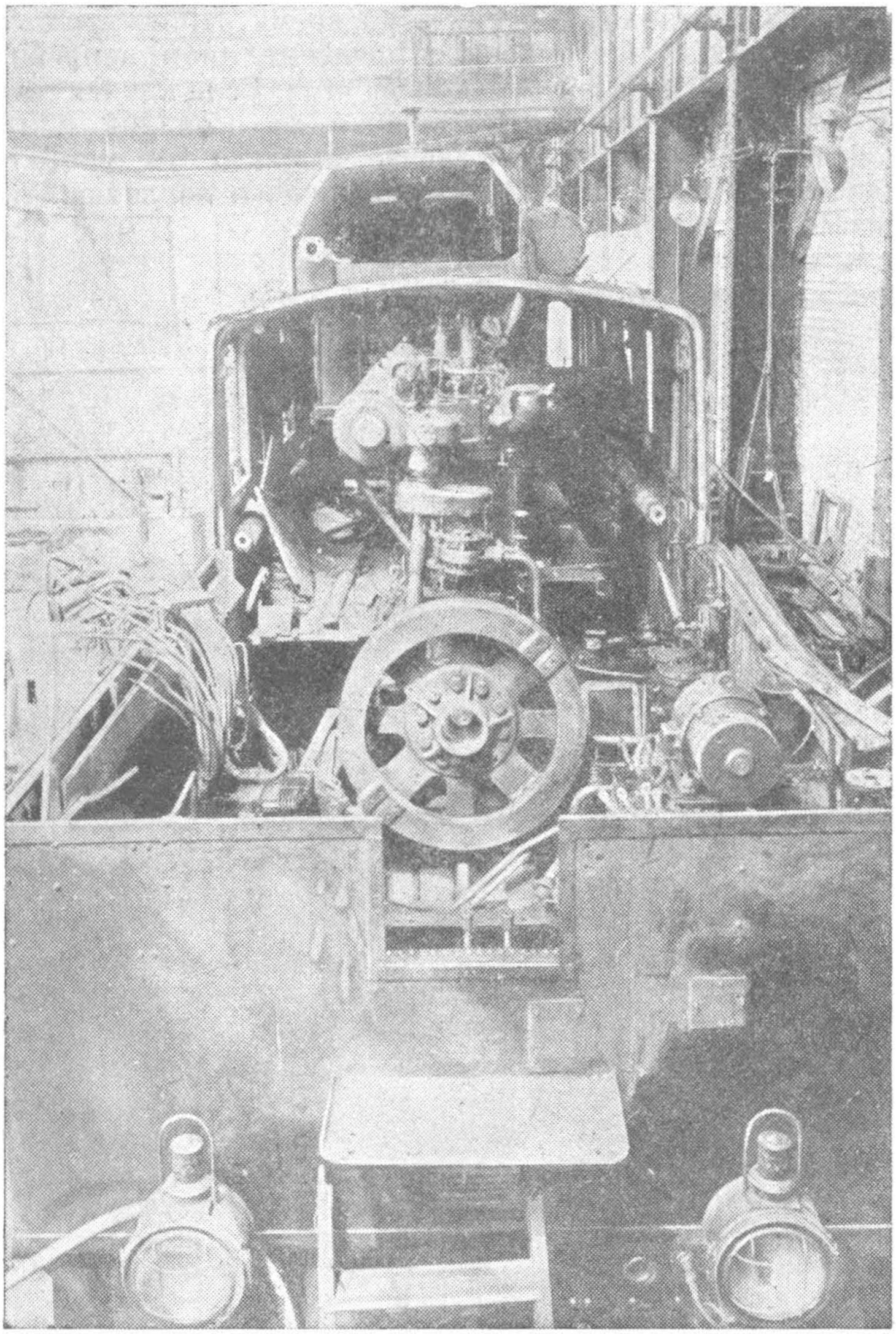
При регулировке топливного насоса двигатель ставится в такое положение, чтобы крейцкопф одной половины насоса стоял точно в верхней мертвой точке, при этом поршни цилиндров 1 и 6 находятся также в верхней мертвой точке. Указатель ручного наполнения ставится на 0. В этом положении три регуляторных болта распределительного механизма всасывающих клапанов топливного насоса устанавливают так, чтобы толкатели чуть касались всасывающих клапанов, не открывая однако последних. Всасывающий клапан масляного насоса регулятора давления форсуночного воздуха должен быть при этом открыт на 1 *мм*, поэтому этот клапан сначала устанавливается так же, как и клапаны топливных насосов, а затем его установочный болт поворачивается на $^3/_4$ оборота, что и соответствует 1 *мм*. После этого машину поворачивают на целый оборот и таким образом поступают с другой половиной топливного насоса. Установка весьма чувствительна, так что даже $^1/_4$ оборота установочного болта влечет за собою изменение наполнения.

НТБ УДУНТ (ДНТ)

5. Регулирование подъема иглы форсунки

При установке механизма подъема игл, нужно тяги к ограничителю разъединить, оба пусковых рычага поставить в положение „стоп“ и ручной регулятор подачи топлива на наполнение 0.

Между кулачком и роликом рычага в коробке ручного регулятора подачи топлива закладывается пластинка (щуп) толщиною 0,9 *мм*, что соответствует

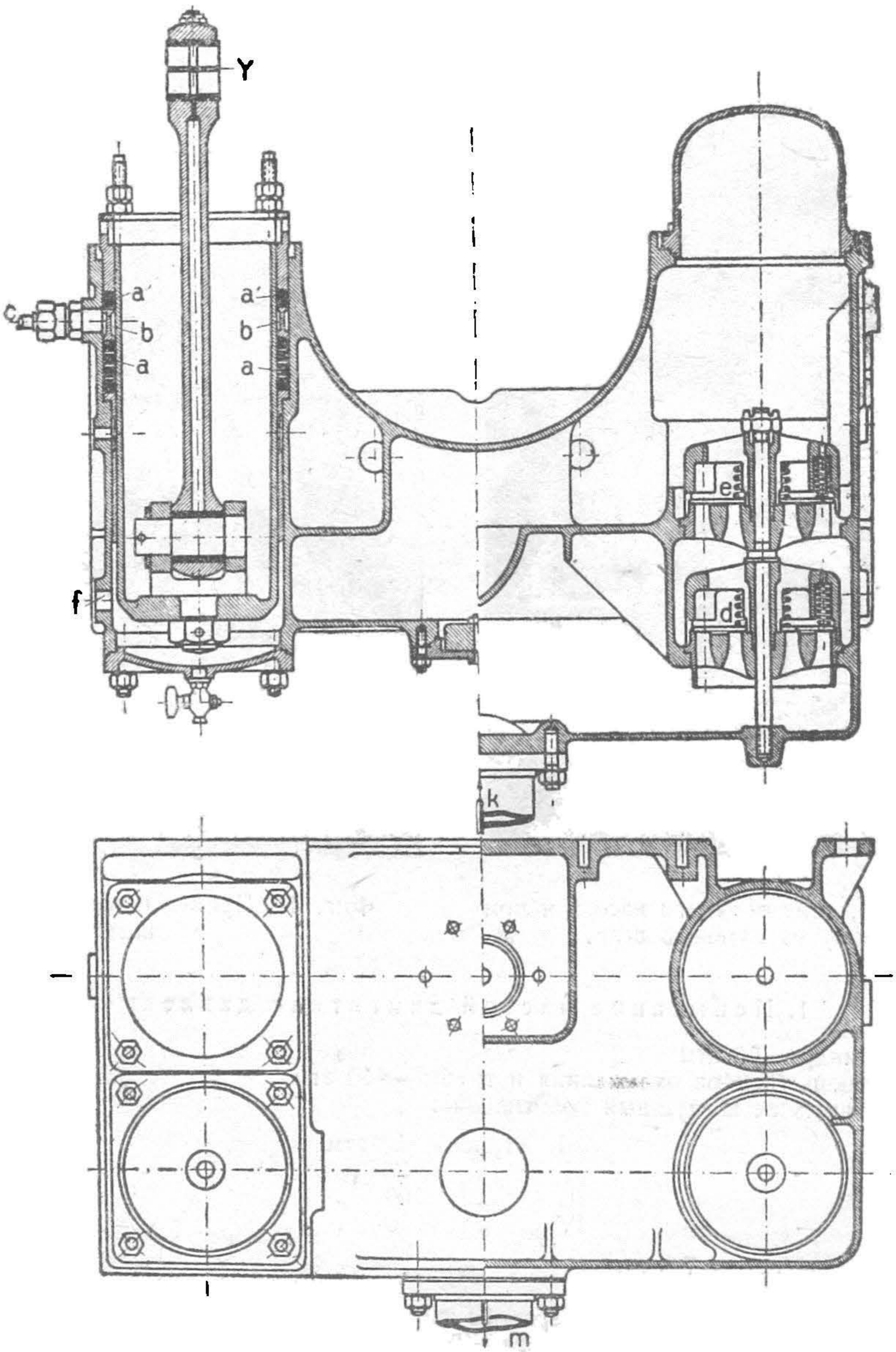


Фиг. 38. Расположение масляного насоса на дизеле и привод к распределительному валу.

подъему иглы, равному нулю (фиг. 33, рычаги 43 и 42). Затем винтовые шпинделн всех форсунок завертываются до отказа (подъем иглы равен нулю), и верхиие гайки на шпинделях вновь затягиваются. Вытаскивая теперь пластинку, ролик под действием пружины прижимается к кулаку, и механизм регулирования подъема иглы при нулевом положении дает подъем 0,5 *мм*. Во время работы, подъем игл принудительно устанавливается в зависимости от положения кулачковой шайбы в коробке ручного регулятора подачи топлива.

НТБ УДУТ (ДИТ)

Топливная игла должна начать открываться при положении главного кривошипа за 6—9° до верхнего мертвого положения или, измеряя по окружности фланца главного вала, за 30—45 *мм*. Диаметр фланца, на котором нанесены верхние мертвые положения и риски в 45°, равняется 570 *мм*, таким образом 1° отвечает 5 *мм* по окружности. На указанном фланце для каждого мертвого



Фиг. 39. Водяной насос.

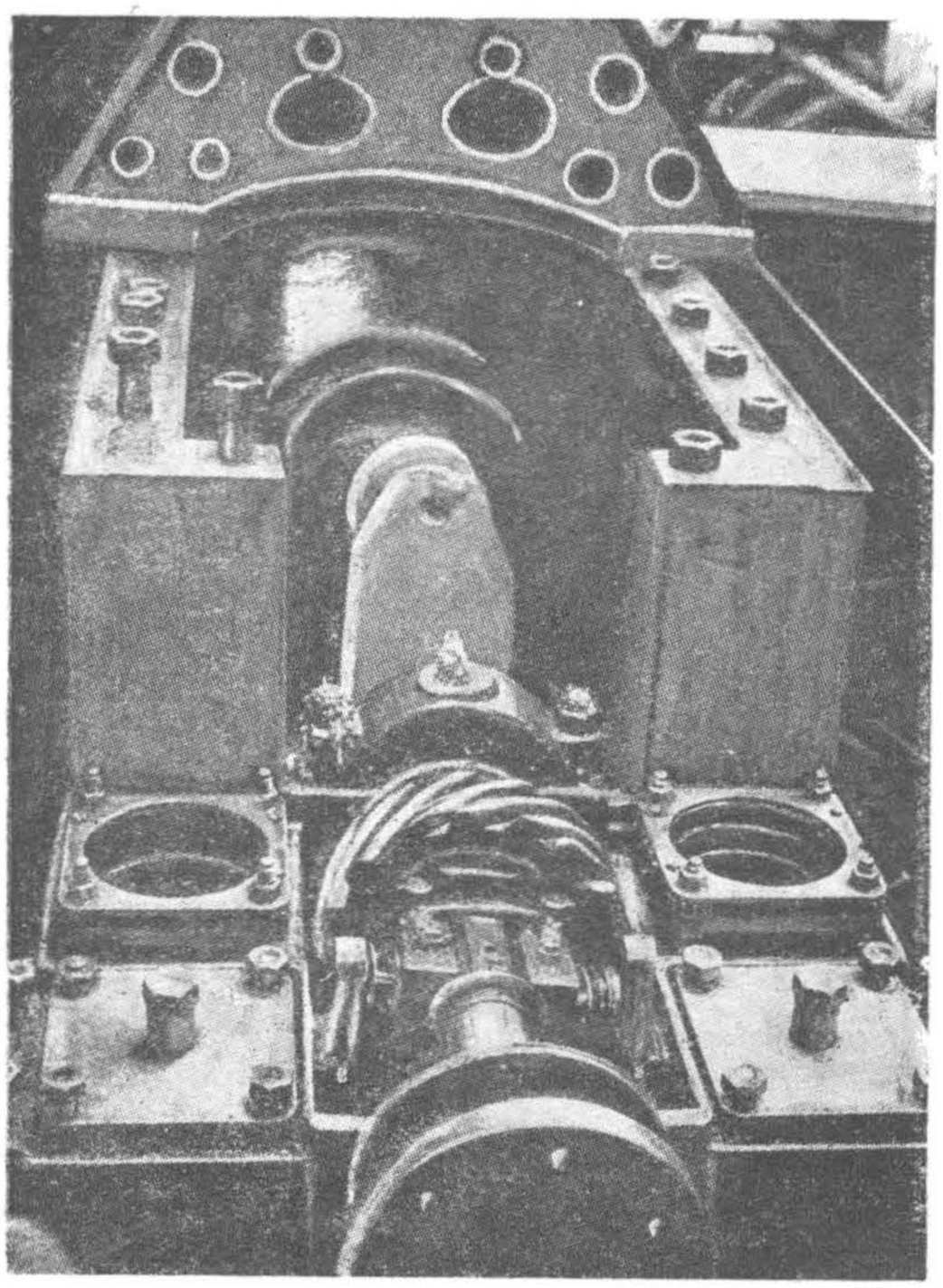
положения нанесена отметка, отвечающая 10° перед мертвым положением. Момент закрытия иглы должен соответствовать 40° или 200 *мм* по окружности после мертвой точки.

Моменты открытия и закрытия форсуночной иглы определяются так: пусковой рычаг устанавливается в рабочее положение, и в форсуночный трубопровод дают сжатый воздух, при этом индикаторные краны нужно открыть, а двигатель медленно буксовать. Как только топливная игла начнет открываться, станет заметным выход воздуха через индикаторный кран.

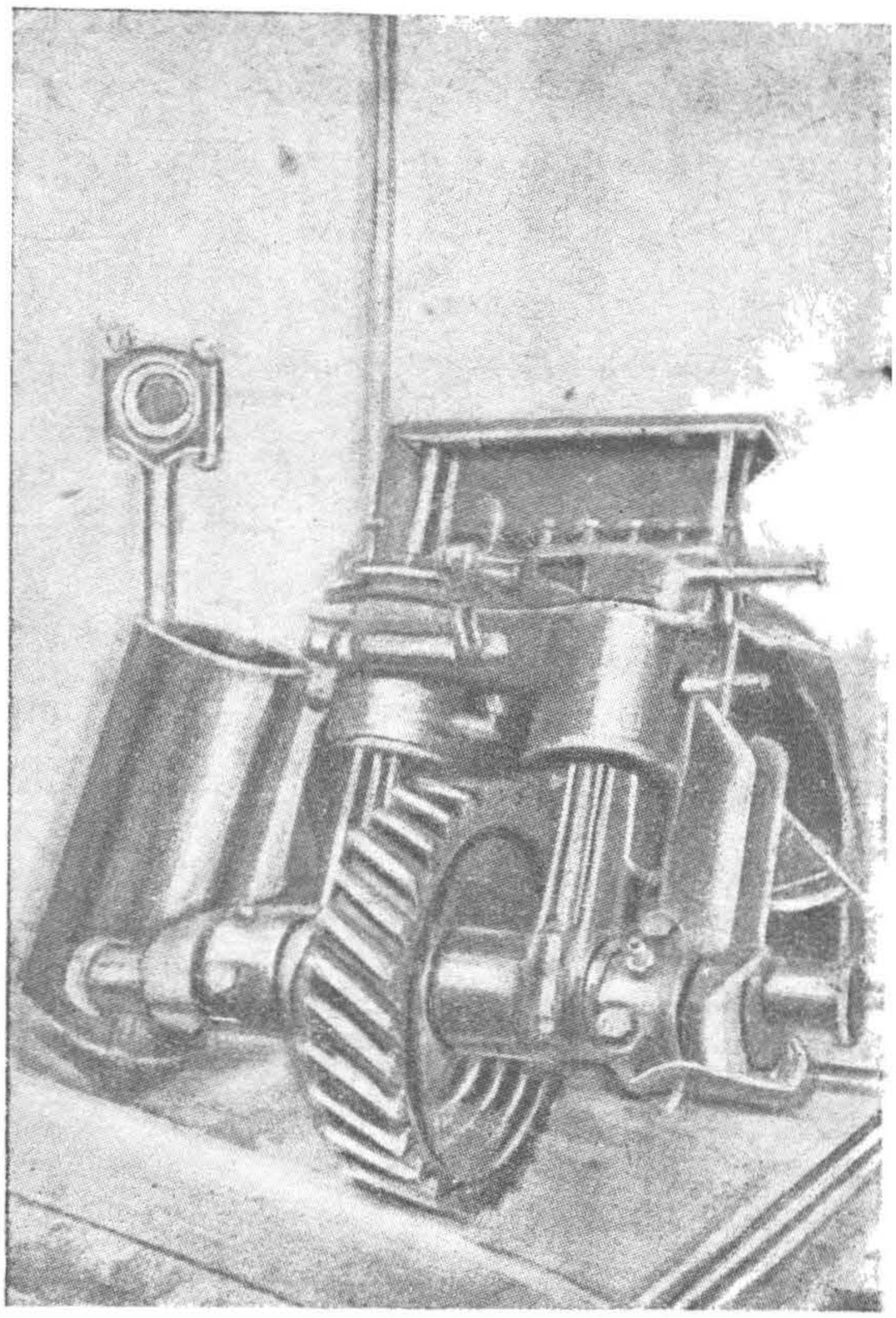
НТБ УДУНТ (ДИТ)

Пружины всех форсунок должны иметь предварительное натяжение — оно составляет 16 *мм* и отвечает усилию около 240 *кг*.

При сборке частей двигателя и испытании их необходимо руководствоваться следующими практическими данными.



Фиг. 40. Расположение водяного насоса и привод к нему от главного вала.



Фиг. 41. Привод к топливным и водяному насосам.

1. Испытание частей двигателя давлением

Рабочий цилиндр — 70 атм
Рабочий поршень (камера охлаждения и трубы) — 10 атм
Компрессор, включая воздушный холодильник:

I	ступень	10 атм
II		35
III		100
IV		150

Водяной насос целиком—7,5 атм
Масляный насос целиком—10 атм
Топливный насос, всасывающая камера—10 атм
Топливный насос, нагнетательная камера—10 атм
Пусковые и форсуночные баллоны и вентили—150 атм
Воздухопровод перед пусковым редукционным клапаном—150 атм
Воздухопровод после пускового редукционного клапана—40 атм
Всасывающий масляный трубопровод—4 атм
Нагнетательный масляный трубопровод—10 атм.

2. Главные размеры частей дизеля

Число цилиндров—6.
Диаметр цилиндров—450 *мм*
Ход поршня—420 *мм*
Число оборотов при наибольшей нагрузке—450 *об*/мин
Скорость поршня—6,3 *м*/сек.; отношение радиуса кривошипа к длине шатуна—1 4,33
Наибольшая нагрузка—1 200 л. с.
Наибольшее число оборотов—450 *об*/мин

НБ УДУНТ (ДИТ)

Объем камеры сжатия—5,67 *л*
Наибольшее давление сжатия—33 атм
Нормальное наибольшее давление вспышки по диаграмме при полной нагрузке—36 атм
Наибольшее давление вспышки при холостом ходе не должно превышать—38 атм
Расход топлива при полной нагрузке и числе обор. = 300, прибл.—195 гр./л. с. час
Расход смазочного масла при полной нагрузке и числе обор.=300 прибл. 2,8 *кг* на двигатель в час.

3. Компрессор (фиг. 34)

I ступень — диаметр цилиндра 320/100 и 320/50 *мм*
Полезная площадь поршня 725,7 и 784,6 *см*²
II ступень — диаметр цилиндра 2 · 320/280 *мм*
Полезная площадь поршня 2 · 188,4 *см*²
III ступень—диаметр цилиндра—100 *мм*
Полезная площадь поршня—78,5 *см*²
IV ступень — диаметр цилиндра—50 *мм*
Полезная площадь поршня—19,6 *см*²
Ход поршней компрессора—230 *мм*
Скорость поршня при 450 *об*/мин.—3,45*м*/с. 1 : 4,05
Предохранительные клапаны компрессора устанавливаются:

I ступени— 6 атм
II ступени—25
III ступени—90
IV ступени—90

4. Водяной насос

Число поршней—2
Диаметр поршней—165 *мм*
Ход поршней—130 *мм*
Двойных ходов при наибольшей нагрузке—225 *об*/мин
Диаметр всасывающих клапанов—100 *мм*
Диаметр нагнетательных клапанов—88,5 *мм*
Подача насоса наибольшая 75—*м*³/час
Давление при полной нагрузке—3—5 атм

5. Масляный насос

Число оборотов при наибольшей нагрузке—450 *об*/мин
Диаметр всасывающих отверстий—57 5 *мм*
Диаметр нагнетательного отверстия—57,5 *мм*
Подача насоса наибольшая—22 *м*³/час
Смазка подшипников—1,5—2,2 атм

6. Топливный насос

Диаметр плунжера—18 *мм*
Ход—26 *мм*
Подача одного насоса за один ход при наибольшей нагрузке—3 *см*³

7. Давления по манометрам

Компрессор	I	ступень	1,3 — 2,7 атм.
Компрессор	II	ступень	6,5 — 14 „
Компрессор	III	ступень	28 — 44 „
Компрессор	IV	ступень	45 — 90 „

Давление в пусковом резервуаре—30 — 90 атм
Давление запуска (за редуктором)—14 — 16 „
Давление в форсуночном резервуаре 40 — 90 „
Наибольшее давление воды— 3 „
Наибольшее давление смазки подшипников—1,2 — 2,0

8. Допуски

Рабочий поршень двигателя, игра в диаметре—0,3 — 0,35 *мм*,
Камера сжатия—22 *мм* (расстояние от верхнего канта поршня до нижнего канта крышки)
Зазор поршневых колец в стыке при постановке их в цилиндр—1,8 — 2 *мм*
Игра верхних колец в канавке в осевом направлении—0,1 — 0,12 *мм*
Зазор в замке поршневых колец компрессора:

для I ступени 1,5 *мм*
для II ступени 1,3
для III ступени 0,4
для IV ступени 0,2 „

НБ УДУНТ (ДПТ)

Рабочий поршень компрессора

Игра в диаметре I ступени 0,32 *мм*, камера сжатия—2,0 *мм*.
Игра в диаметре II ступени 0,27 камера сжатия—2,0
Игра в диаметре III ступени 0,50 камера сжатия—2,0
Игра в диаметре IV ступени 0,40 камера сжатия—2,0

Клапаны	Зазор в направляющей	Ход клапана
Всасывающий	свободно	38 *мм*
Выхлопной	0,5 *мм*	38
Пусковой . . .	свободно	10
Нагнетательный топливный насос	свободно	3
Всасывающий водяной насос	0,5 *мм*	6
Нагнетательный водяной насос	0,5	6
Компрессор I ступени всасывающий .	0,5 „	4
Компрессор I ступени нагнетательный	0,5 „	3
Компрессор II ступени всасывающий	1,0 „	3
Компрессор II ступени нагнетательный	1,0	3
Компрессор III ступени всасывающий .	0,5 „	2,5 *мм*
Компрессор III ступени нагнетательный	0,5	2,5 „
Компрессор IV ступени всасывающий .	0,5	2,5 „
Компрессор IV ступени нагнетательный	0,5	2,5

Натяги подшипников при установке:

а) для подшипников главного вала и нижнего подшипника шатуна (мотылевого) 0,15 *мм*;

б) для верхнего подшипника шатуна (головного) 0,15 *мм*;

в) для коренных подшипников компрессора 0,15 *мм*;

г) для нижних и верхних подшипников шатуна компрессора (мотылевого и головного) 0,07 — 0,1.

Чтобы закончить вопрос о дизеле, нужно сказать несколько слов об его мощности. Для современных дизелей типа подводных лодок и для нашего дизеля в частности, значение среднего эффективного давления может быть принято при длительной нагрузке равным $p_e = 6$ *кг/см²*. Это эффиктивное давление отвечает среднему индикаторному давлению около $p_i = 8$ *кг/см²*. В этих условиях мощность двигателя тепловоза Э—ЭЛ—2 и Э—МХ—3 определяется следующими цифрами:

при 300 *об*/мин. = 800 эффект. л. с.
при 450 *об*/мин. = 1 200 эффект. л. с.

Значение мощности в 800 эф. л. с. является нормальной мощностью дизеля. Мощность в 1 200 эф. л. с. при 450 об/мин. является для этого двигателя высшей нагрузкой. Эта нагрузка не является перегрузкой для дизеля, сжигание топлива происходит при этом бездымно и потому при надлежащем охлаждении цилиндров и поршней двигатель может работать при этой нагрузке долгое время. Так как двигатели тепловозов Э—ЭЛ—2 и Э—МХ—3 имеют область критических чисел оборотов: первый между 360 — 400 и второй между 410 — 430 об/мин., то фактически приходится работать с пониженными числами оборотов.

Так для дизеля Э—ЭЛ—2 как максимум установлено 360 об/мин.
Так для дизеля Э—МХ—3 как максимум установлено 400 об/мии.

Таким образом двигатель при 400 об/мин. и при нормальном *n* должен давать 1 070 л. с., что и принято за высшую длительную мощность двигателя.

Описанный дизель, как мы видели, представляет довольно интересное и изящное конструктивное оформление, которое фирме МАН удалось получить в значительной степени благодаря высоким качествам материалов, применяемых при постройке этих дизелей, а также и хорошей их обработке. Для иллюстрации здесь приводятся данные о материале для основных частей двигателя.

НТБ УДУНТ (ДИТ)

Материалы главных частей машины

Название частей	Материал	Особые качества, прочность, удлинение
Коленчатый вал	Сименс-Мартеновск. сталь	Прочность на разрыв 50—60 *кг/мм²*, разрывное удлинение не меньше 18%
Станина	Стальное литье	Прочность на разрыв 50—55 *кг*, разрывное удлинение не меньше 18%
Подшипники коленчатого вала		
Крышки	То же	То же
Вкладыши	Сименс-Мартеновское ковкое железо	Прочность на разрыв 37—44 *кг*, разрывное удлинение не меньше 22%
Заливка	Баббит	Состав: 78% олова, 3% свинца, 13% сурьмы, 6% меди
Цилиндры:		
Цилиндровые отливки	Стальное литье	Прочность на разрыв 40—55 *кг*, разрывное удлинение не меньше 18%
Втулки	Специальный чугун	Прочность на изгиб 34 *кг/мм²*, прогиб не меньше 10 *мм*. Стержень диаметром в 30 *мм*, в необработанном виде и при расстоянии опор 600 *мм*
Крышки	То же	То же
Поршни и поршневые кольца	То же	То же
Шатуны:		
Стержень шатуна	Сименс-Мартеновск. сталь	Прочность на разрыв 50—60 *кг/мм²*, разрывное удлинение не меньше 18%
Нижняя головка шатуна	Стальное литье	Прочность на разрыр 40—55 *кг/мм²*, разрывное удлинение не меньше 18%
Подшипник поршневого пальца	Сименс-Мартеновск. сталь	Прочность на разрыв 50—60 *кг/мм²*, разрывное удлинение не меньше 18%
Заливка подшипника	Баббит	Состав: 78% олова, 3% свинца, 13% сурьмы, 6% меди
Болты шатуна	Специальная сталь	Прочность на разрыв 60 *кг/мм²*, предел упругости не меньше 38 *кг*, разрывное удлинение 18%
Червячные колеса на коленчатом валу	Специальный чугун	Прочность на изгиб 34 *кг/мм²*, прогиб не меньше 10 *мм* (стержень диаметром в 30 *мм* в необработанном виде расстояние опор 600 *мм*)
На вертикальнном распределительном валу внизу	Бронза	Состав: 83% меди, 15,5% олова, 1,5% кремнистой меди
На вертикальном распределительном валу наверху	Специальный чугун	Прочность на изгиб 34 *кг/мм²*, прогиб не меньше 10 *мм*, (стержень даиметром в 30 *мм* в несбработанном виде, расстояние опор 600 *мм*)
На горизонтальном распределительном валу	То же	То же

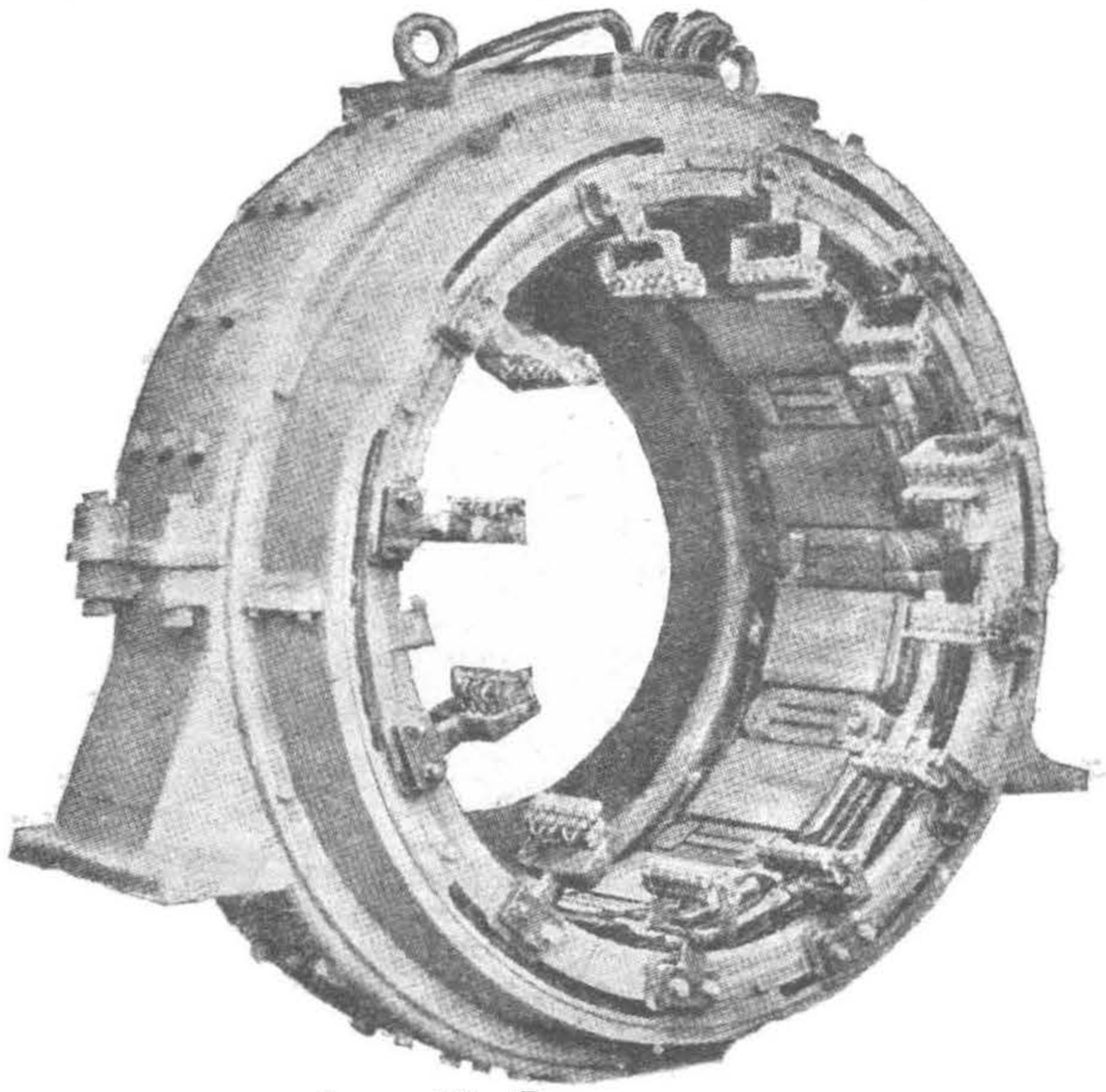
НБ УДУНТ (ДИТ)

Название частей	Материал	Особые качества, прочность, удлинение
На коленчатом валу для привода насоса для охлаждающей воды	Сименс-Мартеновск. сталь	Прочность на разрыв 60—72 *кг/мм²*, разрывное удлинение не меньше 12%
Для этого же на поперечном валу	Бронза	Состав: 83% меди, 15,5% олова и 1,5% кремнистой меди
Компрессор Цилиндр	Специальный чугун	Прочность на изгиб 34 *кг/мм²*, прогиб не меньше 10 *мм* (стержень диаметром в 30 *мм*, в необработанном виде, расстояние опор 600 *мм*)
Крышки цилиндра	То же	То же
Поршень	То же	То же
Шатун	Сименс-Мартеновск. сталь	Прочность на разрыв 50—60 *кг/мм²*, разрывное удлинение не меньше 18%
Головка шатуна	Стальное литье	Прочность на разрыв 40—55 *кг/мм²*, разрывное удлинение не меньше 18%
Заливка в головке шатуна	Баббит	Состав: 78% олова, 3% свинца, 13% сурьмы, 6% меди
Водяной насос Станина	Чугун	Прочность на изгиб 34 *кг/мм²*, прогиб не меньше 10 *мм*
Цилиндровые втулки	Фосфорная бронза	Состав: 84,5% меди, 14% олова, 1% цинка, 0,5% фасфористой меди
Поршни		То же
Зубчатый насос для смазки Станина	Специальный чугун	Прочность на изгиб 34 *кг/мм²*, прогиб не меньше 10 *мм* (стержень диаметром в 30 *мм*, в необработанном виде расстояние опор 600 *мм*)
Зубчатые колеса насоса	Сименс-Мартеновск. сталь	Прочность на разрыв 50—72 *кг/мм²*, разрывное удлинение не меньше 18%
Воздушные резервуары	Стальная труба без шва	Прочность на разрыв 40—55 *кг/мм²*, разрывное удлинение не меньше 15%
Головка с клапаном	Сименс-Мартеновск. сталь	Прочность на разрыв 50—60 *кг/мм²*, разрывное удлинение не меньше 18%
Трубопроводы для воздуха	Стальная труба без шва	Прочность на разрыв 40—55 *кг/мм²* разрывное удлинение не меньше 15%
Для воды	Процинкованные трубы из ковкого железа	То же
Для смазки	Тонкостенные стальные трубы	То же
Для топлива	Стальные трубы	То же
Для выхлопных газов	Трубы из литого железа	То же

НБ УДУНТ (ДИТ)

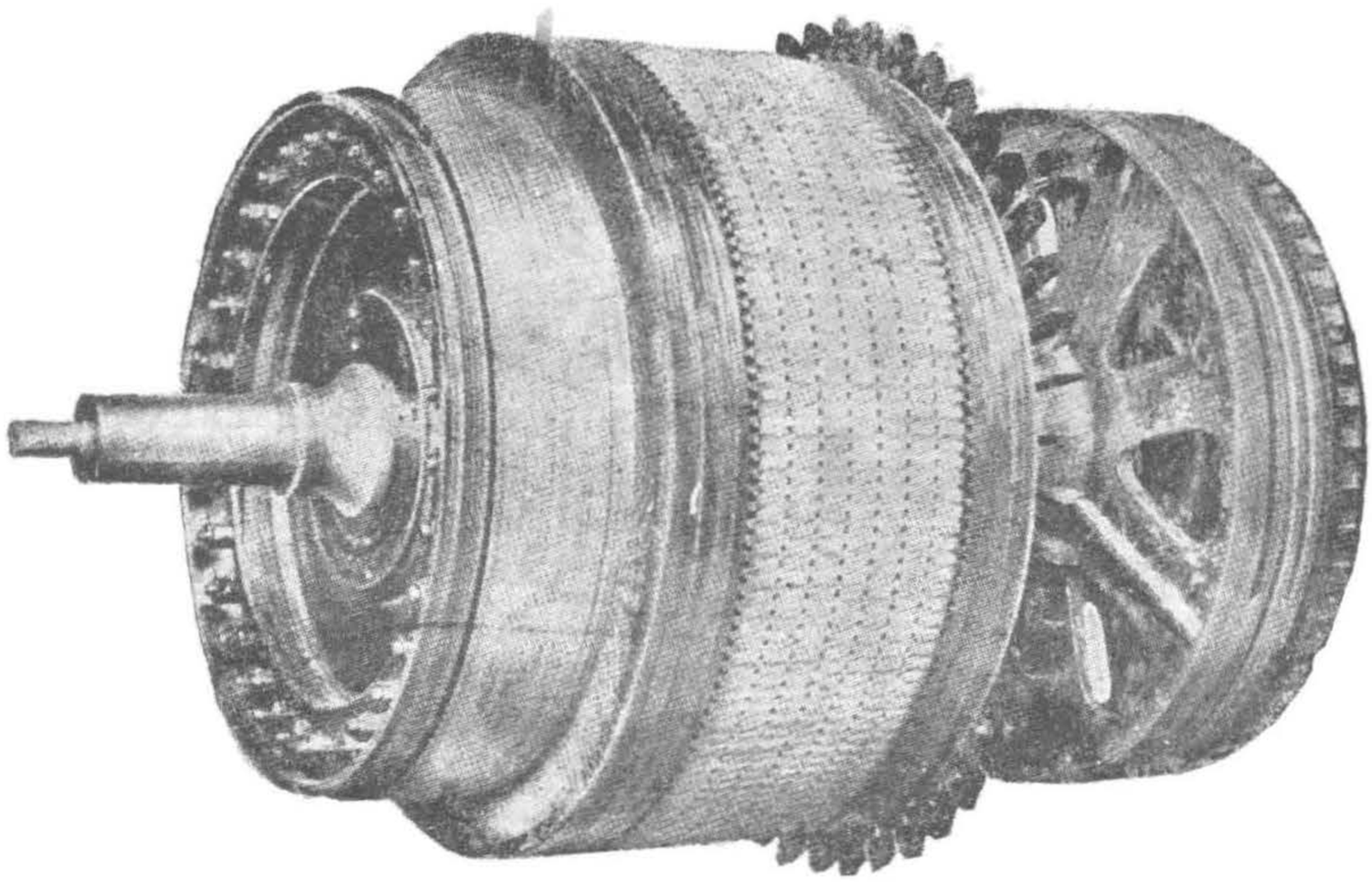
Агрегаты электрического оборудования тепловоза имеют обычную конструкцию и не представляют особенностей, на которых следовало бы подробно останавливаться.

Тип генератора (фиг. 42—46), открытый с искусственной вентиляцией. В верхней части он закрыт кожухом, на котором расположен реверс для перемены хода тепловоза. В нижней части коллектора кожух разъемный и может закрываться или наглухо или решетчатым щитом. На задней стороне якоря расположены лопасти вентилятора, причем воздух засасывается вентилятором снаружи через специальный канал. Крепится генератор к двутавровым балкам, укрепленным на раме тепловоза. Якорь генератора с задней стороны покоится на шаровом подшипнике специальной конструкции, а в передней соединен с полуэластичной муфтой через шаровой наконечник. Как конструкция муфты, так и подобная система крепления якоря генератора показали себя с самой лучшей стороны.



Фиг. 42. Статор генератора.

Не говоря о возбудителях, которые с конструктивной стороны не представляют интереса, нужно лишь сказать несколько слов о каскадном возбуждении, выполненном на тепловозе (фиг. 47). Дело в том, что при отсутствии второго возбудителя потребовался бы сложный и тяжелый контроллер на 250 амп. с малым количеством контактов. При наличии же двух возбудителей имеется контроллер лишь на 3,5 амп., и эта система оказалась на 15% легче и на 50% дешевле, чем схема с одним возбудителем, при этом число контактов контроллера возросло до 26 вместо 9 в первом случае, что значительно увеличило эластичность передачи.



Фиг. 43. Якорь генератора с соединительной муфтой.

Благодаря такой схеме удалось, регулируя силу тока цепи малой возбудительницы, что достигается с помощью незначительного контроллера с большим числом контактов, получать в результате изменение вольтажа генератора, а следовательно, передавать колесам тепловоза различные мощности при разных скоростях.

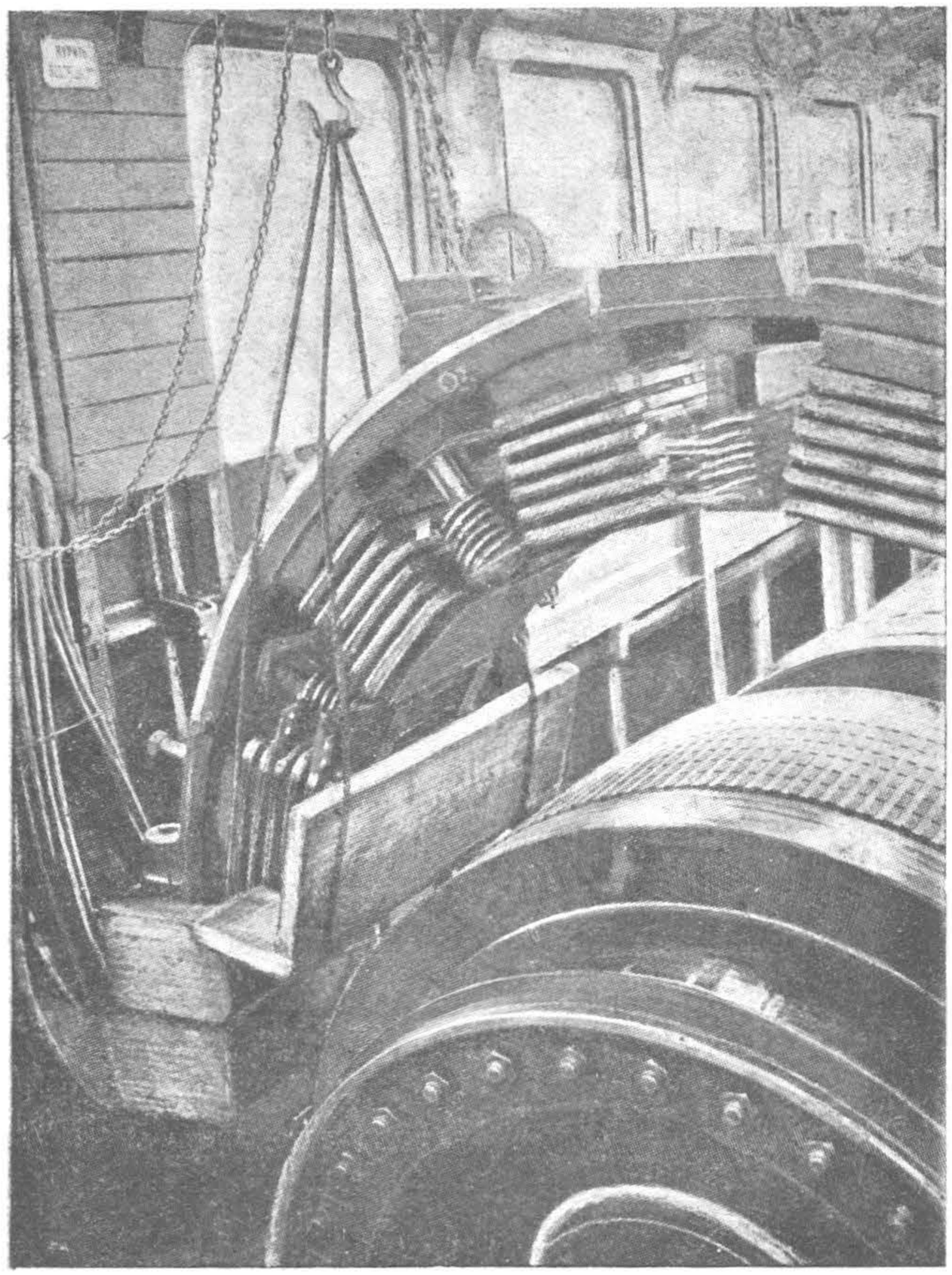
Как указывалось раньше, тепловоз имеет пять тяговых моторов, из которых каждый с помощью лапчатых подшипников жестко связан с колесными парами тепловоза. На осях тепловоза имеются зубчатки, находящиеся в зацеплении с зубчатками якоря мотора; зубчатки охватываются кожухом, заполненным маслом. Другая сторона мотора снабжена поперечной балкой и концы ее помощью подвесок и пружин прикрепляются к раме тепловоза.

НВ УДУНТ (ДИТ)

Подвешивание моторов и соединение их с осями тепловоза понятно из фиг. 48, 49 и 50.

Охлаждение моторов этого тепловоза совершается помощью собственной их вентиляции без принудительной подачи воздуха, для чего каждый якорь снабжен на конце двухлопастным вентилятором *О*, который при вращении якоря засасывает воздух через специальные отверстия в корпусе мотора и проталкивает его внутрь мотора (фиг. 51).

На фигуре 52 представлена конструкция подводки тока от генератора к тяговым моторам, достигаемая с помощью кабелей, уложенных в специальные закрытые желоба.



Фиг. 44. Генератор во время ремонта.

Здесь необходимо более подробно остановиться на электрической схеме тепловоза Э—ЭЛ—2, так как она является наиболее ответственной частью тепловоза и представляет в конструктивном оформлении известную сложность. Электрическая схема тепловоза Э—ЭЛ—2 помещена в приложении.

Основное назначение электроустановки тепловоза—передача энергии дизеля к ведущим осям.

Здесь механическая энергия дизеля при помощи динамомашины превращается в электрическую и затем при помощи тяговых моторов вновь в механическую. Электромоторы связаны с ведущими осями зубчатыми передачами. Кроме того установка обслуживает ряд частей вспомогательного назначения.

По характеру работы и напряжению источников тока вся установка разделяется на три части.

А. Главная цепь (передача) с напряжением, регулируемым в зависимости от условий движения поезда (подъем, вес поезда и т. д.) в пределах от 0 до 1000 вольт.

Б. Цепь возбуждения генератора с напряжением, регулируемым в зависимости от тех же условий в пределах от 0 до 50 вольт.

В. Цепь напряжения 110—135 вольт, которая распадается на две части: а) цепь аккумуляторной батареи и б) цепь вспомогательной динамо (малый возбудитель).

Нумерация проводов соответствует нумерам схемы контактов, к которым провода эти присоединяются, поэтому номер провода указывается в тех случаях, когда он отличается от номера контакта.

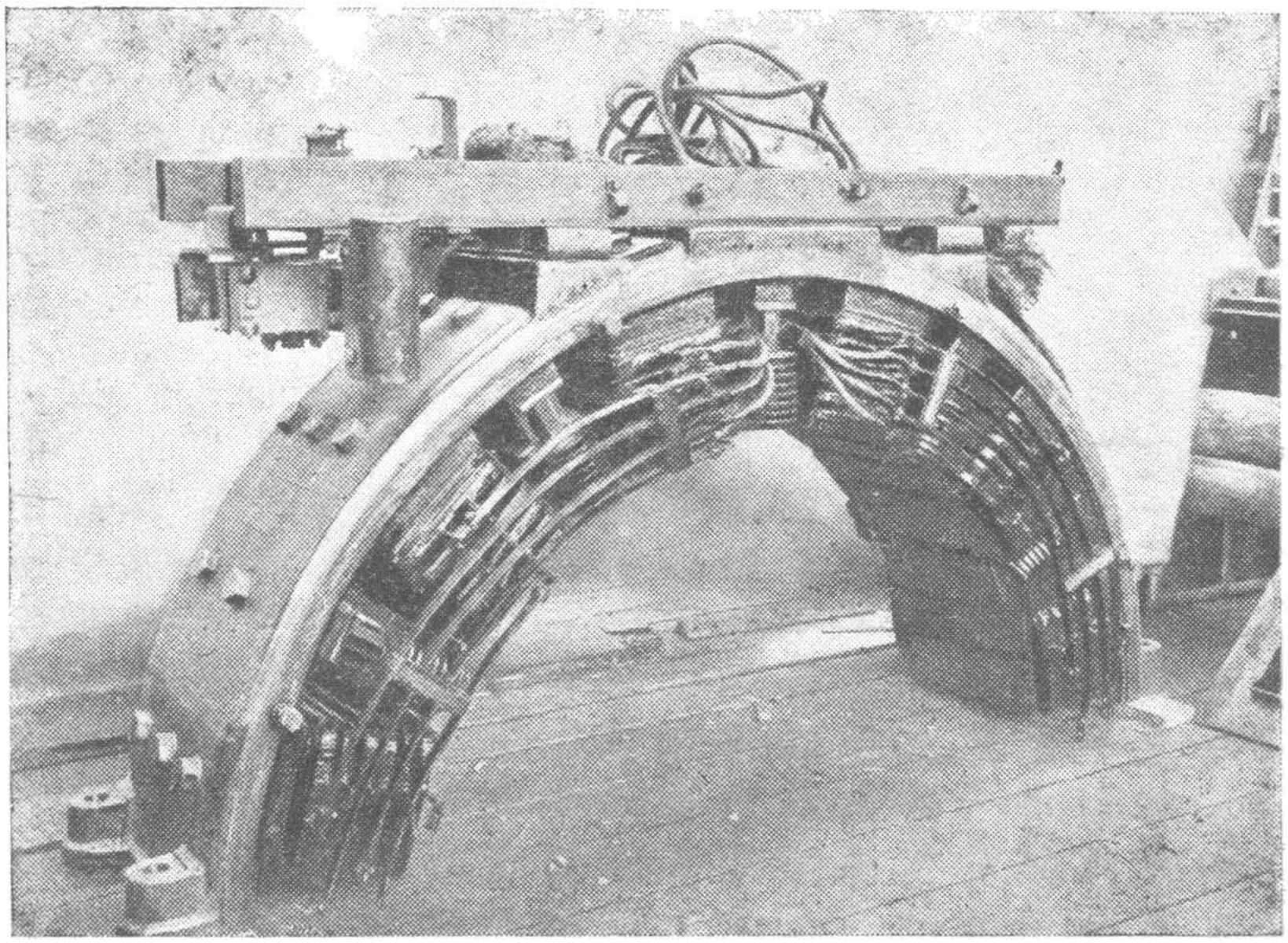
Нумерация моторов ведется по номерам ведущих осей, считая от передней части тепловоза (от холодильника).

А. ГЛАВНАЯ ЦЕПЬ (ПЕРЕДАЧА)

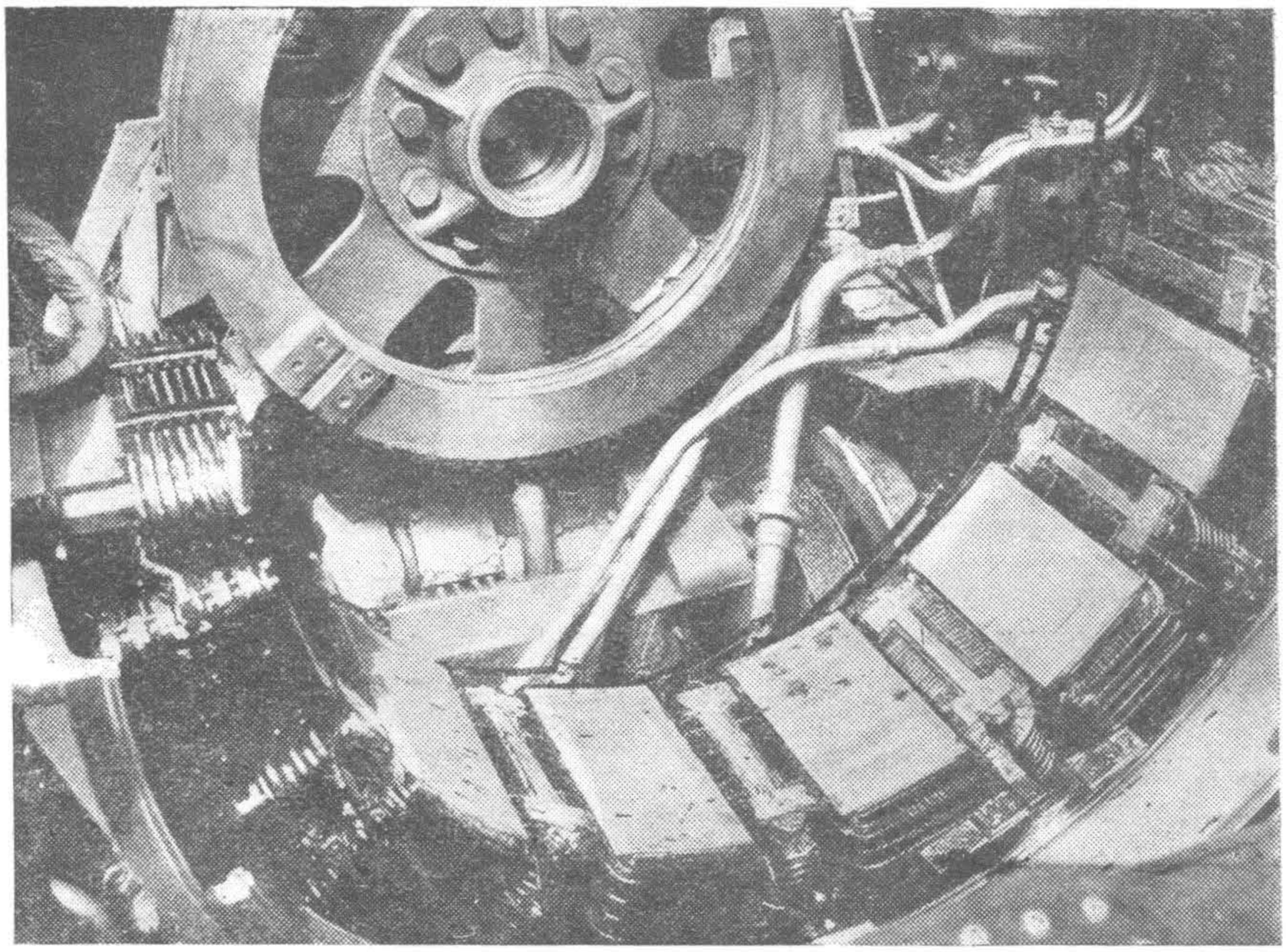
Ток идет (фиг. 62) от положительного зажима генератора *Н* (от дополнительных полюсов) на общую шину реверса 50, дальше через пять предохранителей

НБ УДУНТ (ДНТ)

тяговых моторов к зажимам реверса *H*, к которым присоединяются провода, идущие к тяговым моторам. Моторы включены всегда параллельно.



Фиг. 45. Верхняя половина статора с реверсом.

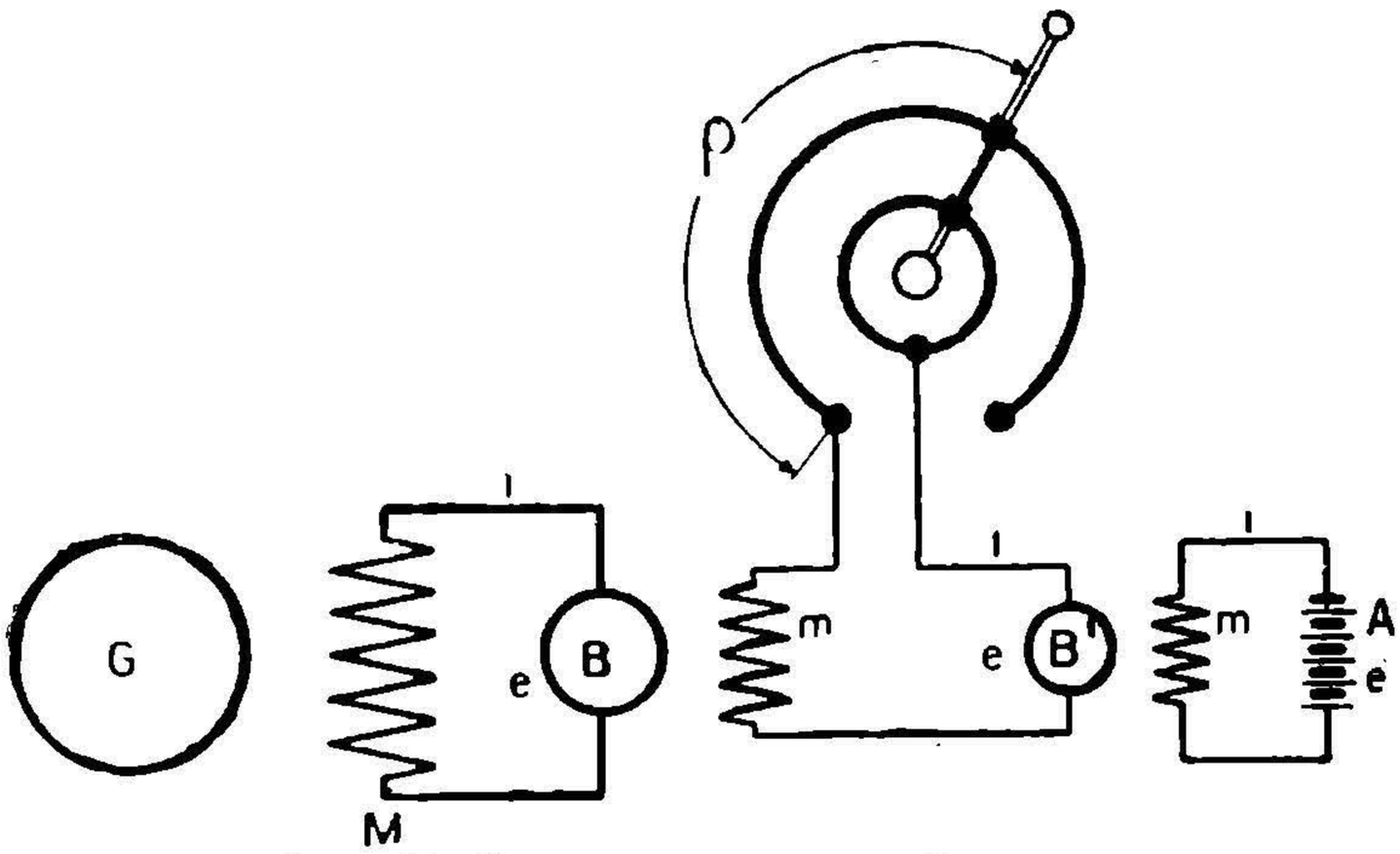


Фиг. 46. Нижняя половина статора и часть соединительной муфты.

Нумерация контактов реверса такая, что номер контакта 1 соответствует мотору 5, 2-й — 4-му и обратно. Третий номер совпадает.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Путь тока для всех моторов одинаков: от контактов *H* через щетки и контакты барабана реверса на контакты реверса *A* 1-5 (при перемене хода в обратном направлении—от *H* 1-5), вторично через барабан реверса на контакт реверса 1-5 и от него через последовательно соединенные обмотки главных полюсов моторов и шунты амперметра на контакт *E* 1-5, от которого через барабан реверса на контакты *K* и далее на общую отрицательную шину реверса, от которой общий ток идет через максимальное реле и шунт постового амперметра к отрицательному зажиму генератора *K*.



Фиг. 47. Схема каскадного возбуждения.

Реверс (переключатель обратного хода) расположен на генераторе и имеет электропневматическое управление с поста машиниста при помощи переключателя на контроллере. Рукоятка переключателя и маховичок реостата контроллера механически сблокированы таким образом, что перевод реверса возможен только при выключенном контроллере (при снятом возбуждении генератора).

При неисправности в системе переключения—последнее производится вручную при помощи съемной рукоятки.

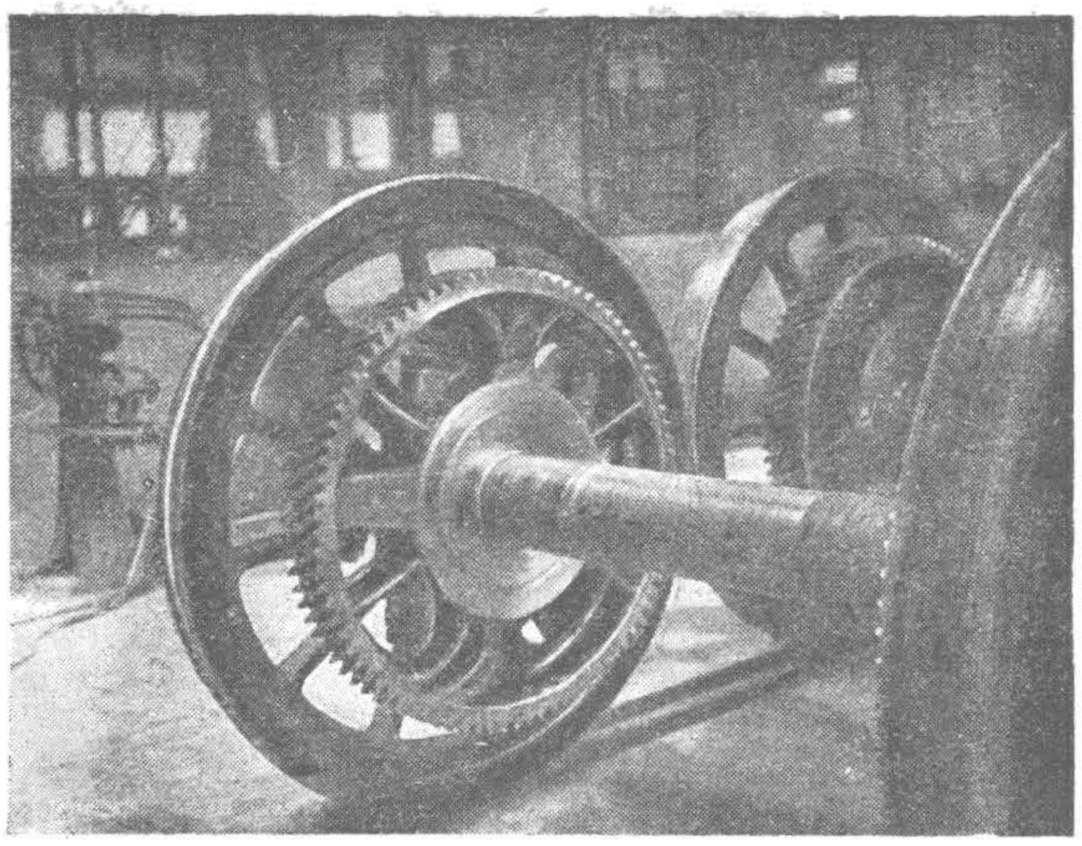
Предохранители рассчитаны на 200 амп. и защищают отдельные моторы от чрезмерных токов.

Максимальное реле установлено на силу тока 1 800—2 000 амп. и снимает при указанной силе тока возбуждение генератора. Выключение производится при помощи главного реле в цепи возбуждения через вспомогательное (контактное) реле.

В виду наличия в рабочей цепи высокого напряжения (1 000 *в*) производство каких-либо работ по ремонту и осмотру под током не допускается.

Б. ЦЕПЬ ВОЗБУЖДЕНИЯ ГЕНЕРАТОРА

Питание обмоток главных полюсов генератора производится от особого возбудителя с независимым возбуждением, напряжение которого регулируется путем изменения силы тока, идущего на его возбуждение. Регулировка производится включением в цепь возбуждения реостата, помещенного в контроллере. При изменении напряжения возбудителя от 0 до 50 *в* сила тока, идущего в обмотки генератора, меняется от 0 до 250 амп.

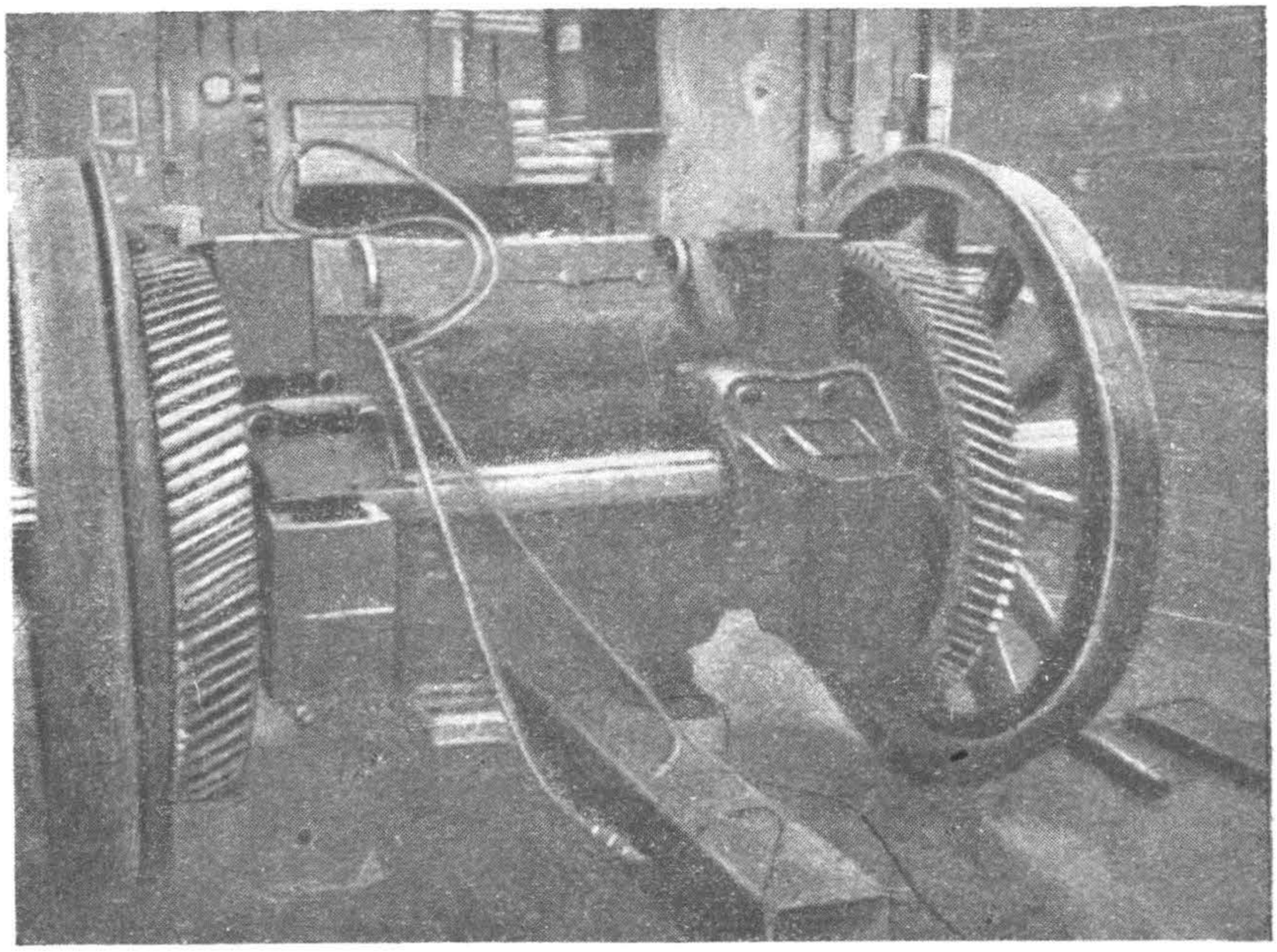

Фиг. 48. Зубчатки на рабочих осях.

Путь тока. От положительного зажима возбудителя *A* на контакт заднего распределительного щитка *31*, далее через предохраннтель (250 амп.), автоматический выключатель (главное реле в цепи возбуждения) и контакт заднего щитка *33* на контакт реверса A_e, далее через барабан на контакт I_1, первую группу из трех катушек, затем на контакт реверса K_1, после чего через барабан на контакт I_2, далее во вторую и подобным же образом в третью группы

УДИТ НВ (ДИТ)

катушек. Из четвертой группы через контакт *К* и барабан реверса ток поступает на контакт реверса $H_в$, откуда через *42* заднего щитка, предохранитель и контакт заднего щитка *43* на отрицательный зажим возбудителя *Н*.

Автоматический выключатель (главное реле), кроме контактов, через которые идет ток возбуждения генератора, имеет еще два вспомогательных контакта,



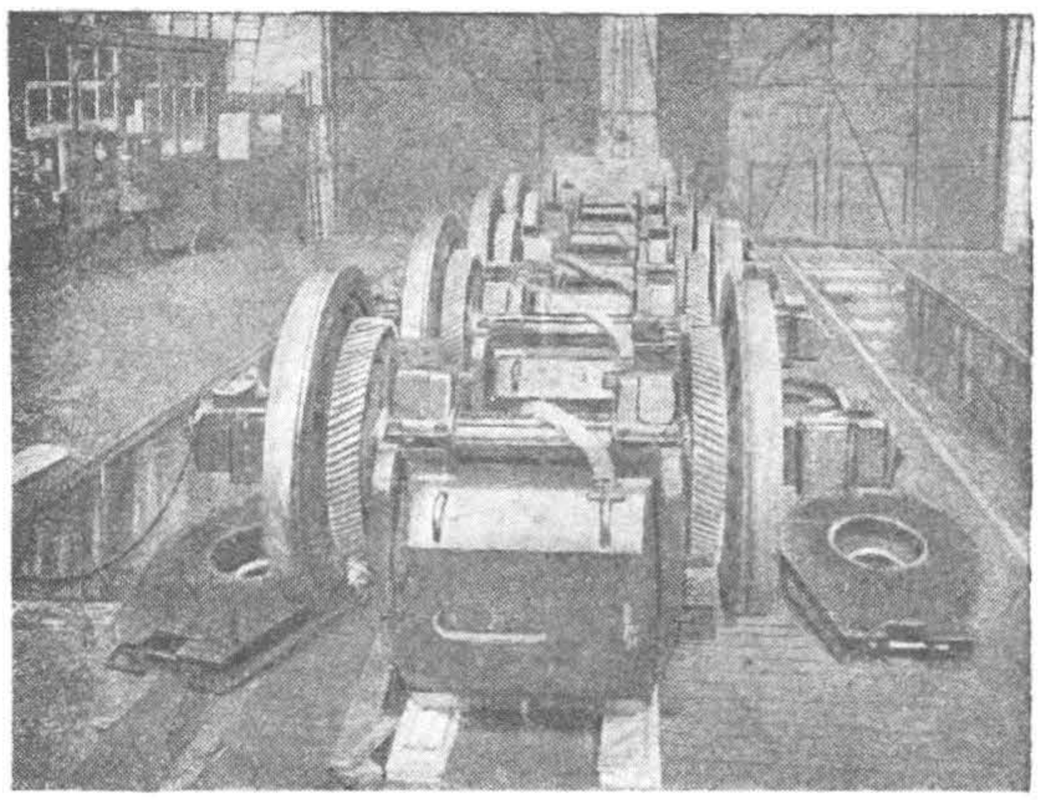
Фиг. 49. Соединение тягового мотора с осью.

через которые проходит ток, питающий включающую катушку выключателя при ходовых положениях контроллера.

Разбивка главных полюсов генератора на четыре группы и прохождение тока возбуждения генератора через реверс объясняется тем, что при постройке тепловоза предполагалось устройство электрического торможения.

В. ЦЕПИ НАПРЯЖЕНИЯ 110 (135) вольт

На тепловозе имеются два источника тока: аккумуляторная батарея и вспомогательная динамо (малый возбудитель). Все приборы, реостаты, рубильники, зарядные автоматы и т. п., относящиеся к этой цепи, расположены на особом щитке на левой стороне тепловоза в передней части кузова. К щитку с одной стороны подходят питающие провода от динамо и батареи, а с другой от него ответвляется ряд цепей к контроллеру в осветительную сеть и т. д.



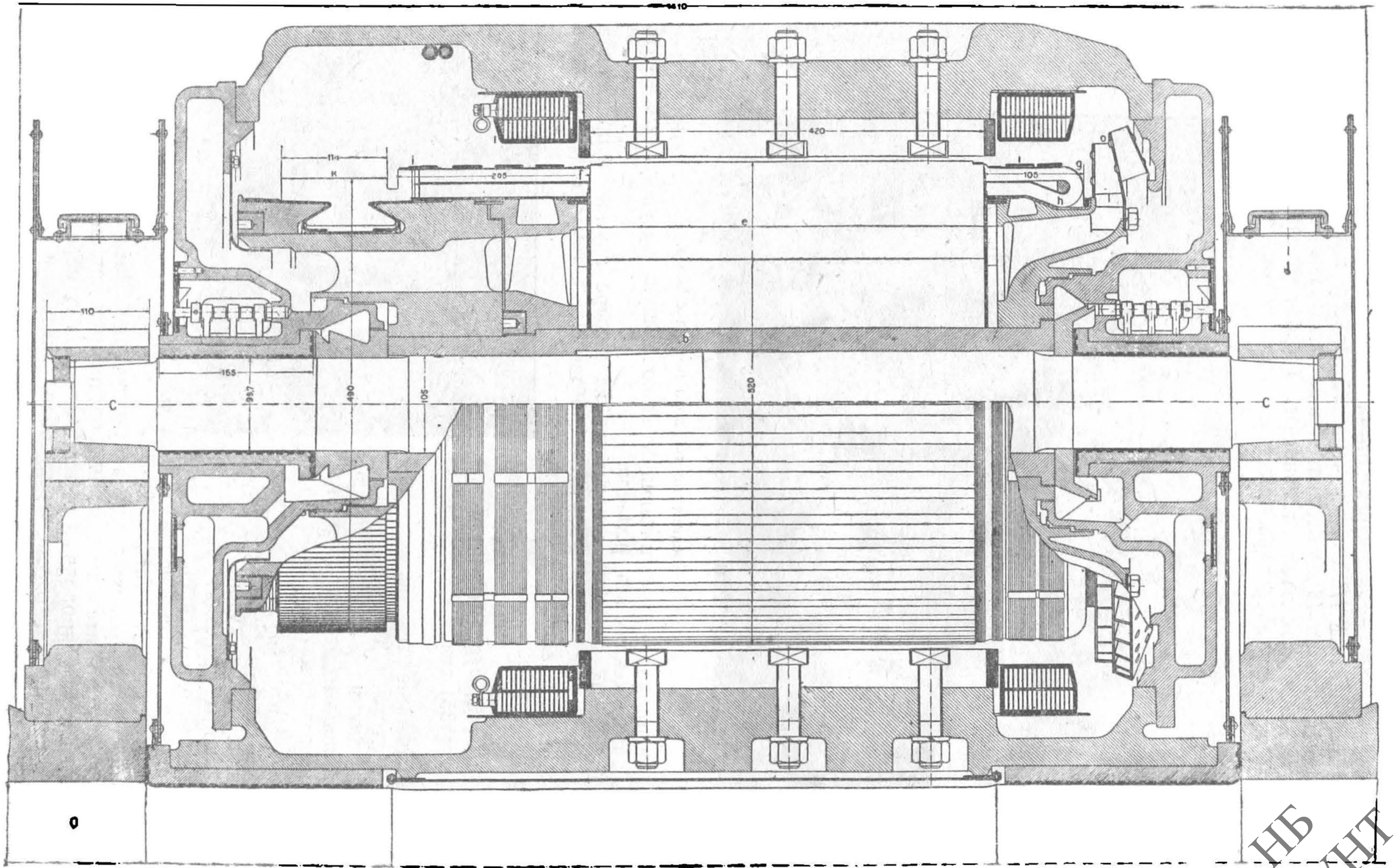
Фиг. 50. Оси, подготовленные к подкатке.

а) Питание щитка происходит от аккумуляторной батареи.

Ток идет от положительного зажима батареи по проводу *2* через контакт *2* заднего щитка и регулировочный реостат, стоящий у переднего щитка, на контакт *2* переднего щитка, откуда через предохранитель и амперметр к рубильнику с батарейными шинами переднего щитка.

Подобным же образом отрицательный зажим батареи соединен с другим ножом рубильника, а через него с отрицательной шиной переднего щитка. От

НБ УДУНТ (ДПТ)

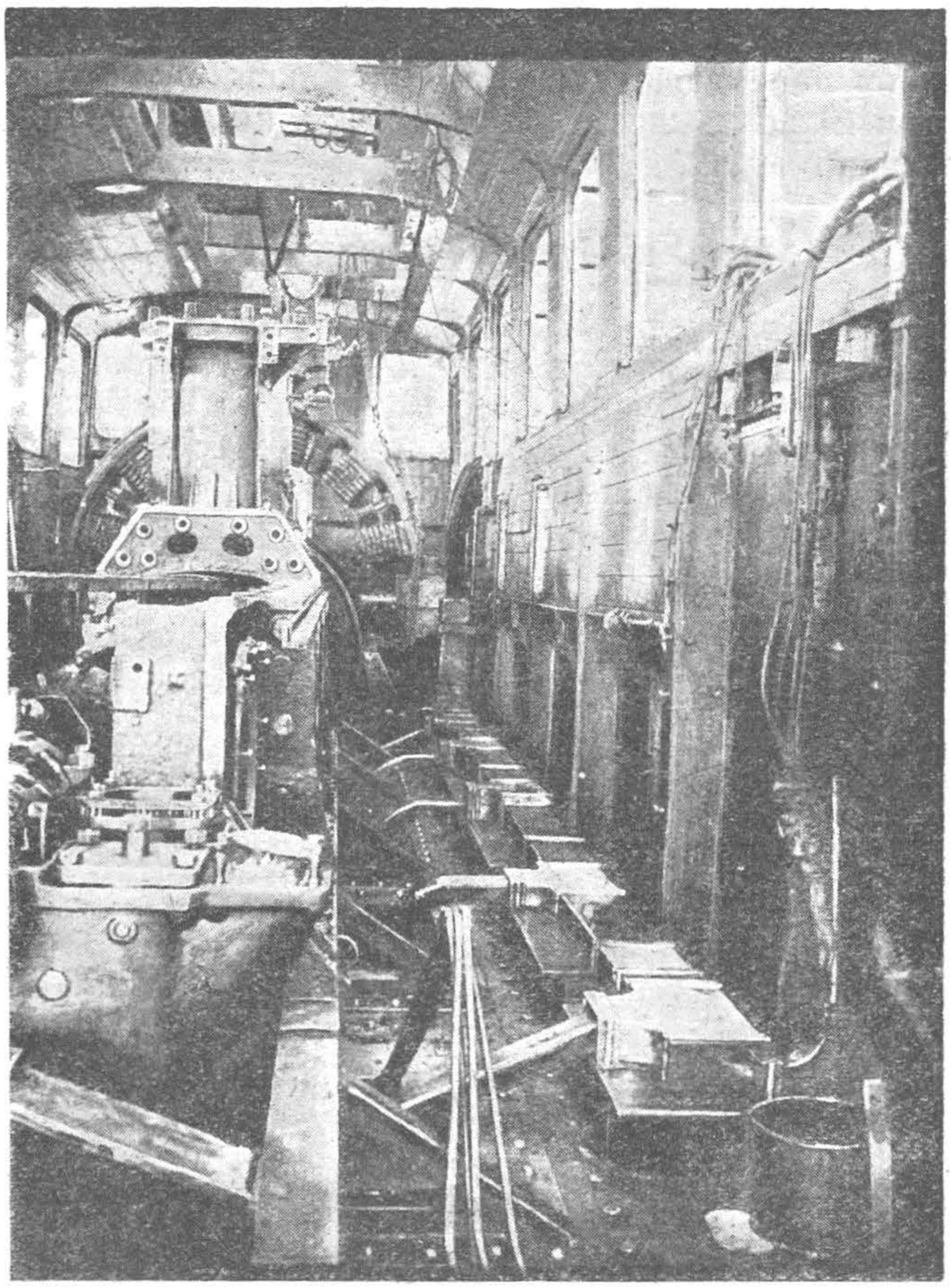


Фиг. 51. Тяговый электромотор.

НБ УДУНТ (ДИТ)

шины через рубильник, предохранитель, контакт *1* переднего щитка на контакт *1* заднего и далее по проводу *1* на зажим батареи.

б) От вспомогательной динамо (малый возбудитель) ток идет от положительного зажима динамо по проводу *7* на контакт *7* заднего щитка, от него на контакт *7* переднего щитка и далее через предохранитель на верхний контакт двухполюсного переключателя переднего щитка. Подобным же образом второй верхний контакт переключателя соединен с отрицательным зажимом динамо через предохранитель, контакт *8* переднего контакта на *8* заднего щитка и далее по проводу *8* на отрицательный зажим динамо.



Фиг. 52. Электропроводка к моторам.

Непосредственно к контактам заднего щитка *7* и *8* был присоединен мотор $^1/_4$ л. с. масляного сепаратора Лаваля через предохранитель (в проводе *8*) и выключатель (в проводе *7*). Таким образом сепаратор работал всегда от динамо. В настоящее время сепаратор с тепловоза Э—Эл—2 снят.

Переключатель переднего щитка дает возможность производить зарядку батареи или от вспомогательной динамо (включение вверх) или от внешнего источника тока (включение вниз) при зарядке в депо. В последнем случае провода от динамо присоединяются к особым контактам на переднем щитке и зарядка ведется через автоматы и амперметр щитка.

При зарядке батареи от вспомогательной динамо ток от положительного контакта переключателя через низ идет в максимальный автомат на щитке и далее через амперметр на шину батареи. От шины ток проходит указанным выше путем в батарею, из нее на отрицательную шину переднего щитка, с которой через минимальный автомат и нижний переключатель на его отрицательный контакт, соединенный, как указано выше, с отрицательным зажимом динамо.

Максимальный автомат установлен на силу тока около 2000 амп. и предохраняет машину от перегрузки.

Минимальный автомат выключается в момент падения до нуля силы тока, идущего из динамо на шины батареи, и защищает динамо от обратного тока и батарею от разрядки на динамо при понижении напряжения последней ниже имеющегося в батареи.

Амперметр указывает нагрузку динамо за вычетом тока, идущего в мотор сепаратора Лаваля.

Для зарядки включается переключатель и максимальный автомат, затем напряжение динамо устанавливается выше батарейного (проверка по вольтметру переднего щитка с переключателем), после чего включается минимальный автомат.

По мере зарядки (наибольший ток 6 амп.) напряжение динамо увеличивается при помощи шунтового реостата в цепи возбуждения (см. выше) до 135 в. По-

НТБ УДУТ (ДИИТ)

лучение этого напряжения при выключенном регулировочном реостате служит признаком полной зарядки батареи (2,5 вольта на элемент); дальнейшее повышение напряжения нежелательно, так как вызывает сильное кипение и нагрев батареи.

От батарейных шин переднего щитка взято питание для цепей: 1) возбуждения вспомогательной динамо (малый возбудитель), 2) приборов управления (контроллер, реверс, реле), 3) освещения тепловоза и турного вагона.

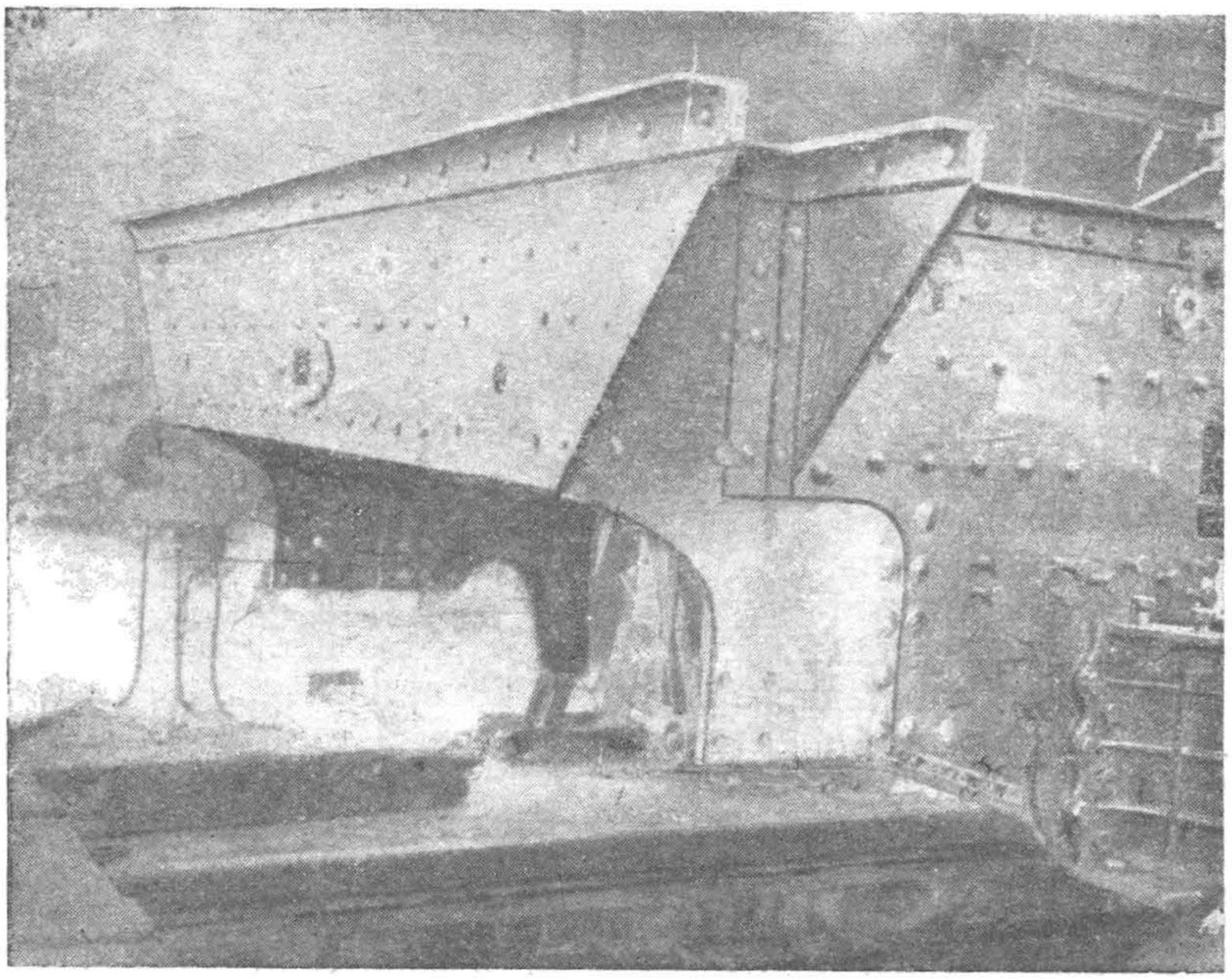
Кроме того на тепловозе установлен электрический насос для перекачки нефти в мерные баки. Питание для мотора взято от положительной шины батареи через предохранитель и рубильник. Обратный провод через рубильник и предохранитель присоединяется к отрицательному ножу переключателя переднего щитка. Таким образом насос может работать от динамо после включения переключателя вверх и максимального автомата. При этом амперметр (левый) показывает силу тока, идущего в мотор (при выключенном минимальном автомате).

1. Цепь возбуждения вспомогательной динамо (малый возбудитель)

При включенном рубильнике переднего щитка ток от положительной батареи шины через контакт *9* и шунтовой реостат проходит на контакт *9* заднего щитка и далее через обмотку главных полюсов динамо на контакт *3* заднего и потом переднего щитков, откуда через предохранитель и рубильник на отрицательную шину переднего щитка.

2. Цепь приборов управления

Цепь охватывает следующие приборы: контроллер, реверс, главное вспомогательное и максимальное реле и кнопку контроллера.



Фиг. 53. Наращивание рамы для установки холодильника.

Питание цепи управления производится через двухполюсный рубильник переднего щитка, причем положительный провод от рубильника через предохранитель соединен с контактами *19*, расположенными один на контактной планке контроллера и второй на заднем щитке. От этих контактов ток разветвляется на ряд ветвей отдельных приборов управления. Все обратные провода этих ветвей сходятся на контакт *10* заднего щитка, от которого ток по

НБ УАДУНТ (ДШТ)

проводу *10* идет через контакт *10* переднего щитка на предохранитель и далее через рубильник на отрицательную шину батареи.

В дальнейшем будет указан путь тока только от одного из контактов *19* до контакта *10* заднего щитка.

Контрольная лампа поста управления включена между контактами *19* и *10* переднего щитка; ее горение указывает на наличие питания в цепи, приборов управления и на возможность движения тепловоза (для чего нужно включить рубильники батареи и контроллеры).

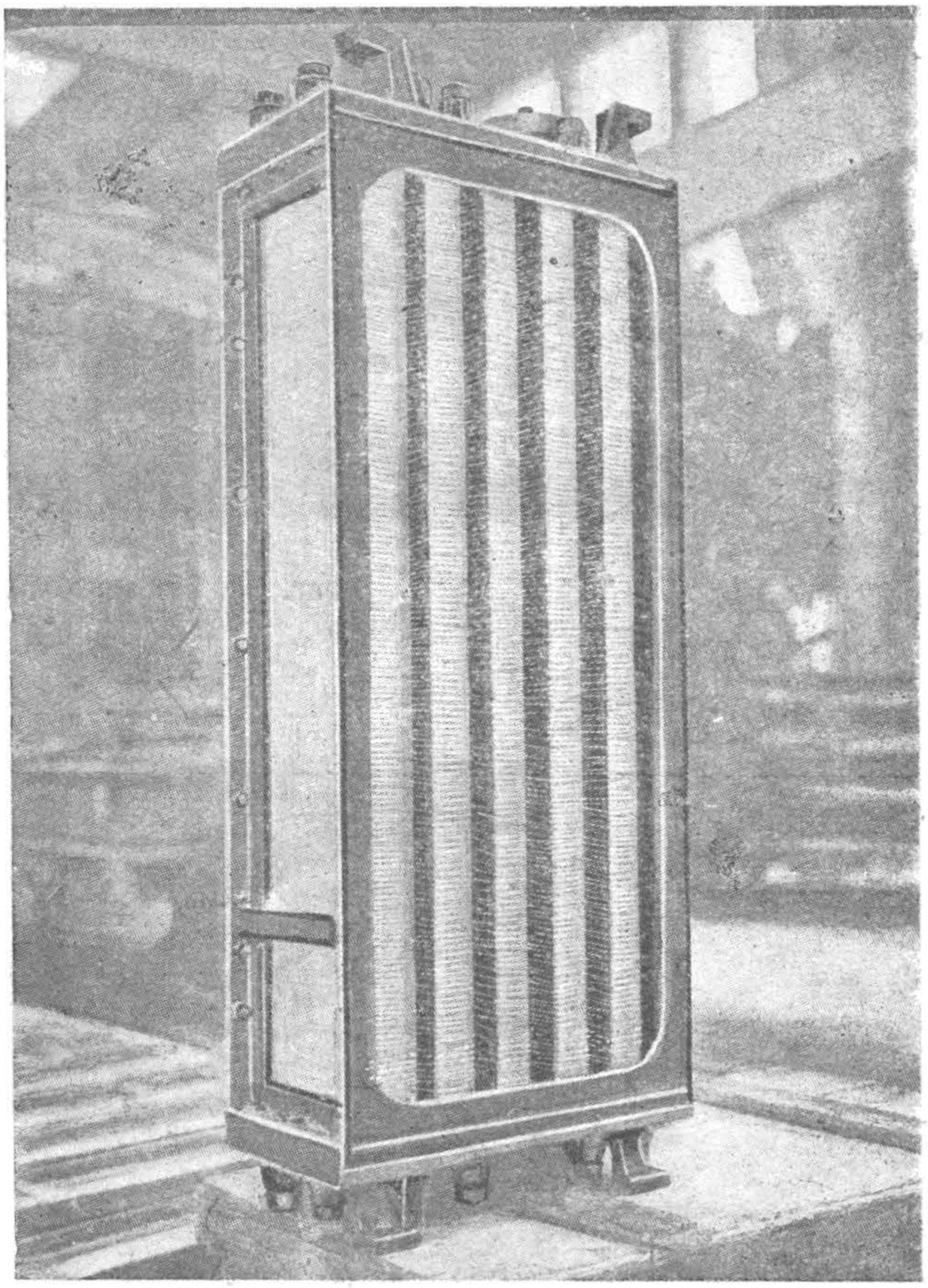
Контроллер. При помощи двух рукояток и кнопки контроллера производится: 1) перевод реверса в положение переднего и заднего хода; 2) включение главного реле в цепи возбуждения генератора; 3) включение главного реле; 4) регулировка силы тока возбуждения возбудителя (а следовательно, и генератора).

Перевод реверса производится путем поворота в соответствующее положение рукоятки переключателя, помещенного в контроллере.

В среднем положении ручки ток выключен. При повороте ручки в одно из ходовых положений ток от контакта контроллера *19* (батарея) через переключатель поступает по проводу *5* (или *6*) на блокировочные контакты реверса и далее через блокировочный барабан в катушку электропневматического клапана переднего или заднего хода. Обратный провод, общий для обеих катушек, присоединен к контакту *10* заднего щитка батареи.

При открытии клапана воздух из свисткового резервуара поступает в воздушный сервомотор и переводит реверс в нулевое положение.

Перевод реверса производится при вполне остановленном тепловозе во избежание подгорания коллекторов тяговых моторов и контактов реверса.



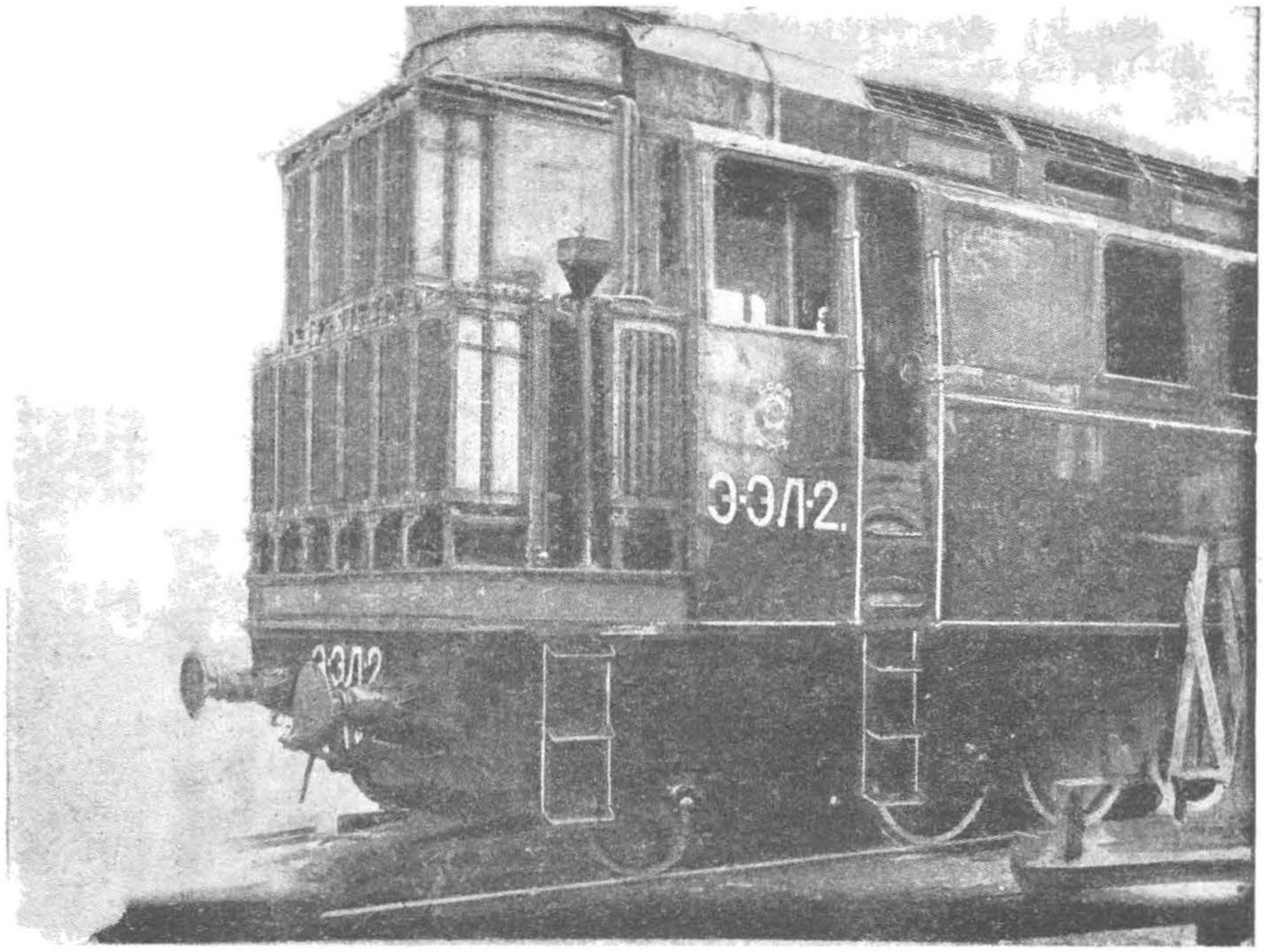
Фиг. 54. Элемент нового холодильника.

Включение главного реле происходит при установке маховичка контроллера на контакт *1* („нулевой"), при этом ток идет от контакта контроллера *19* (батареи) на контакт контроллера *13* и далее через контакт *13* заднего щитка во включающую катушку главного реле; обратный провод присоединен к контакту *10* заднято щитка (батареи), при втягивании в катушку железного якоря происходит одновременно включение двух цепей:

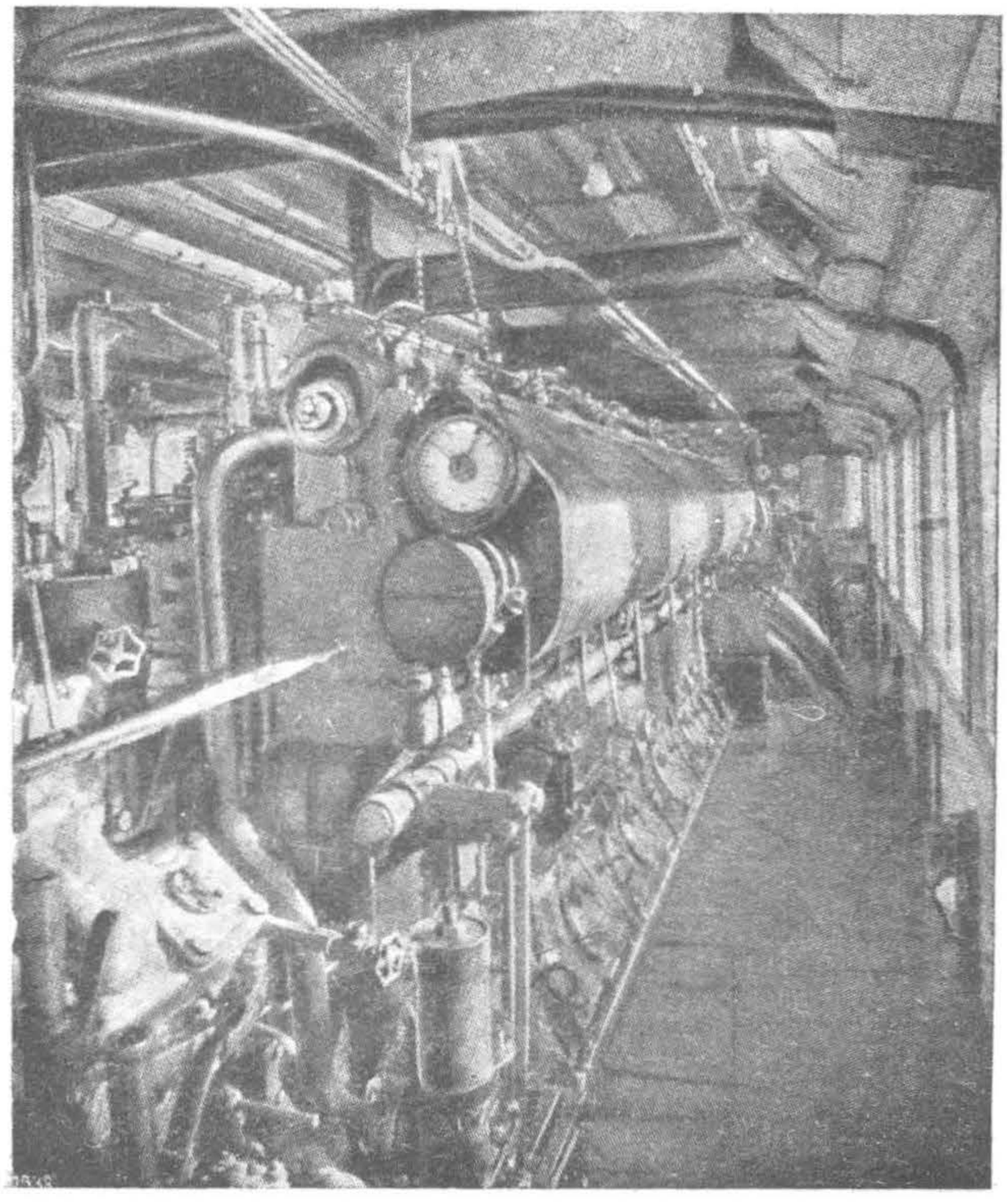
1. Цепи возбуждения генератора (см. выше).
2. Цепи питания включающей катушки главного реле при ходовых положениях маховичка контроллера (1-е и следующее).

В этих положениях маховичка питание катушки через контроллер прекращается, но реле остается включенным благодаря включению второй линии питания. От контакта *19* заднего щитка (батареи) через контакты вспомога-

НБ УДУПТ (ДПТ)

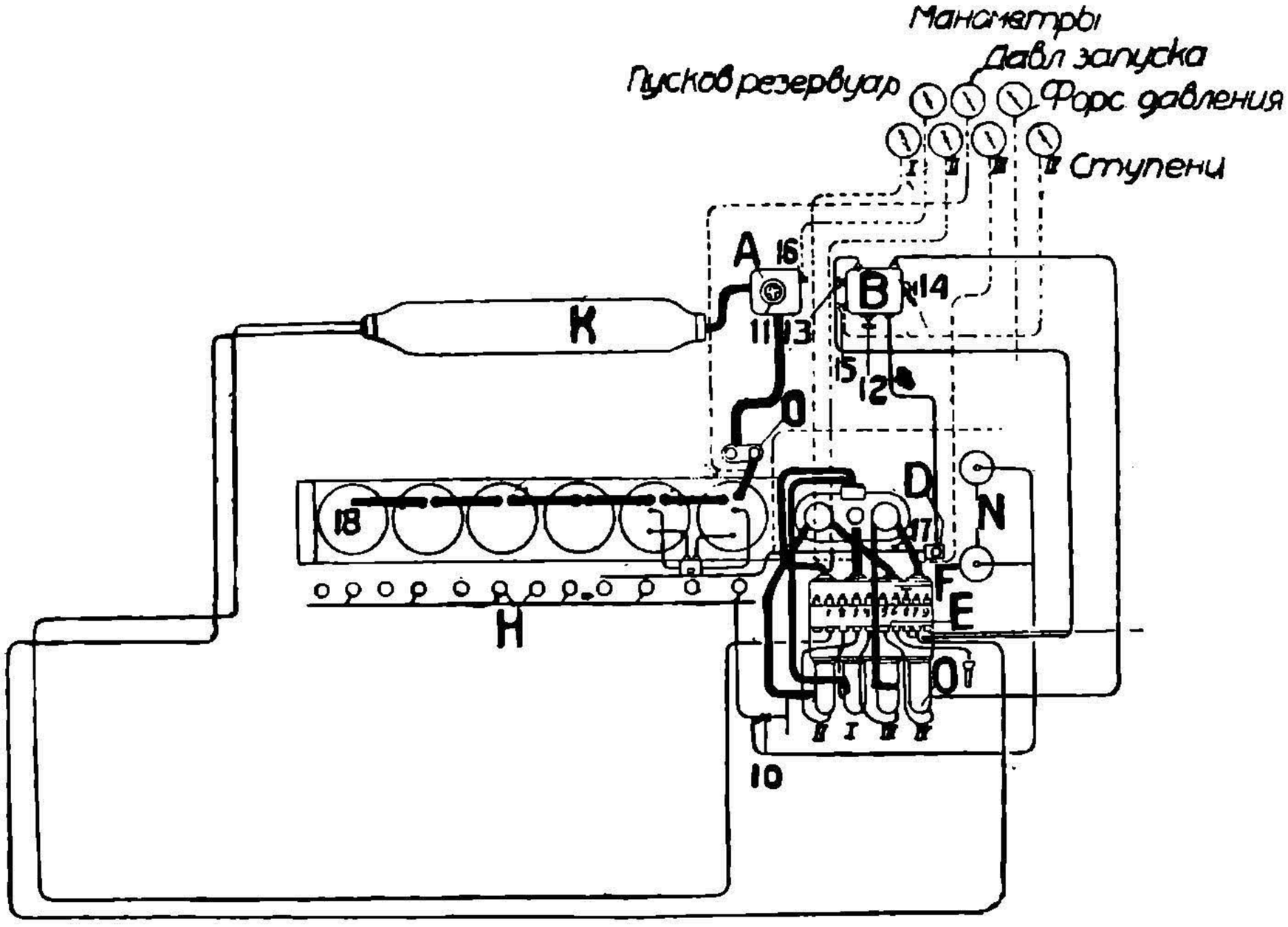


Фиг. 55. Новый холодильник.



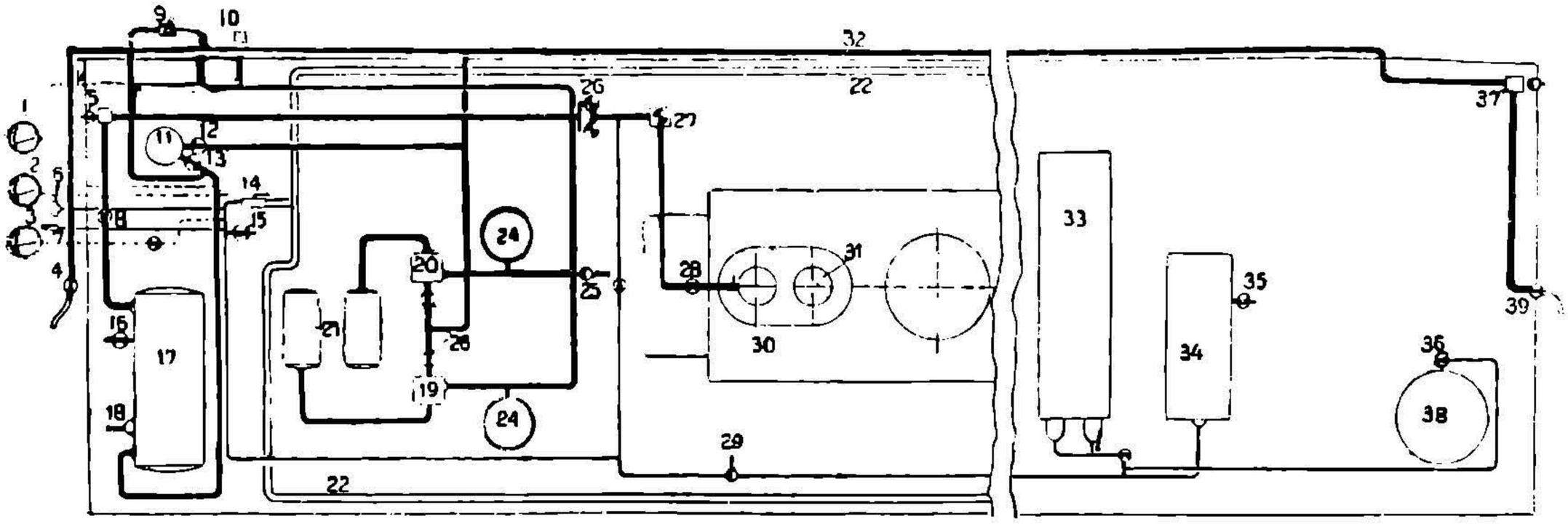
Фиг. 56. Внутреннее устройство тепловоза Э—ЭЛ—2.

НБ УДУНТ (ДИТ)



Фиг. 57. Воздушная схема тепловоза.

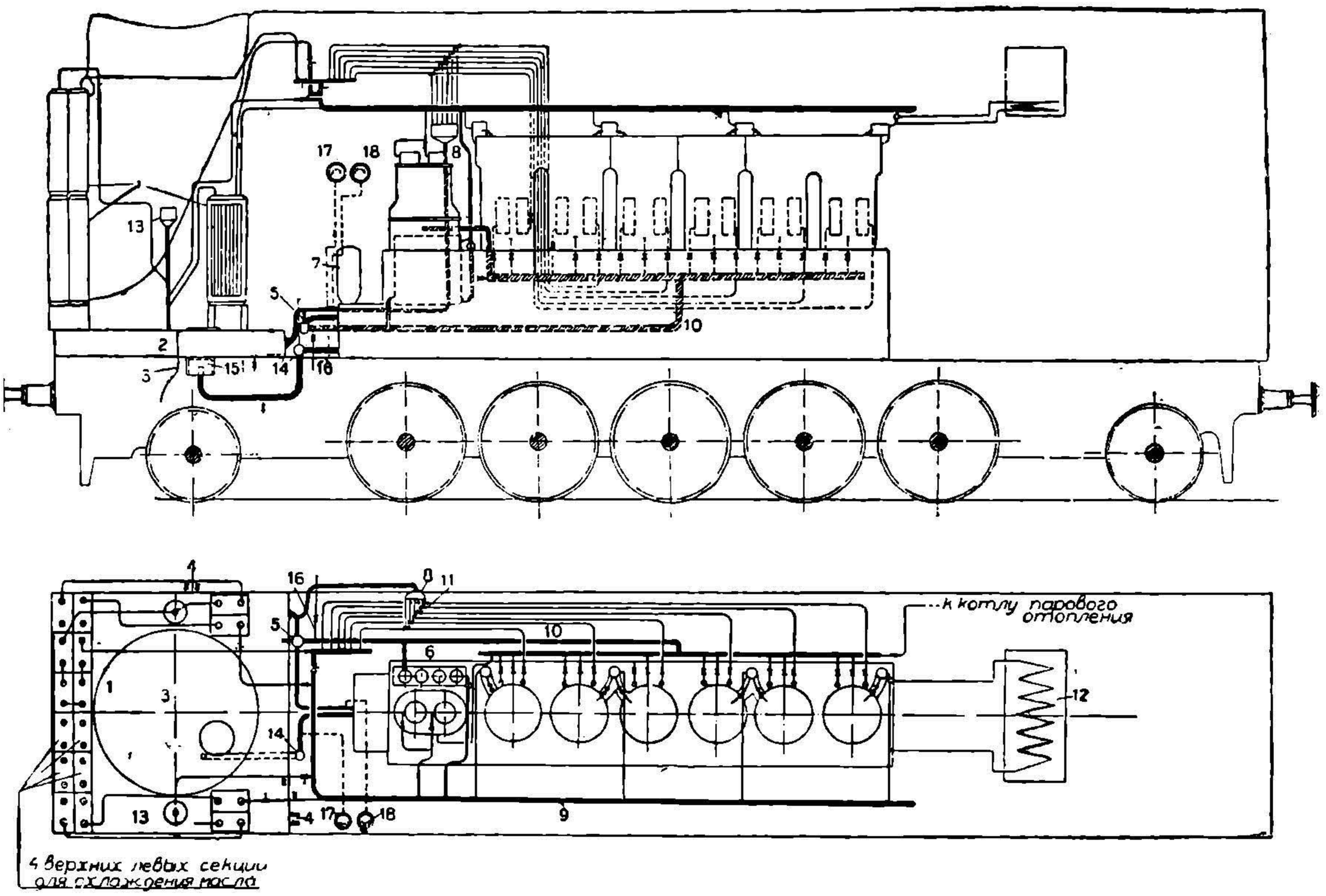
A – пусковая головка.
C—редуктор.
B—головка форсуночного резервуара.
D—регулировочный клапан форсуночного давления.
E – спускные и продувные клапона·
F—холодильники компрессора.
O—водосборник.
H—воздушный колпак водяного охлаждения поршней.
K—пусковой резервуар.
N—воздушный колпак водяной помпы.
1—продувочный вентиль пускового резервуара.
2— » » I ступени.
3— » » II »
1 » III
5—Продувочный вентиль IV ступени.
6—Запорный вентиль атмосферной трубы.
7—Наполняющий клапан пускового резервуара.
8— » » форсуночного резерв.
9—присоединение вспомогательного компрессора.
10—запорный вентиль воздушного колпака.
11—Главный пусковой вентиль.
12—Запорный вентиль форсунок.
13—Перепускной вентиль.
14—Запорный вентиль компрессора.
15— » » манометра форсуночн. резерв.
16— » » » пускового »
17—Выпускной клапан форсуночного воздухопровода
18—Предохранительный клапан пусковой магистрали



Фиг. 58. Тормозная схема.

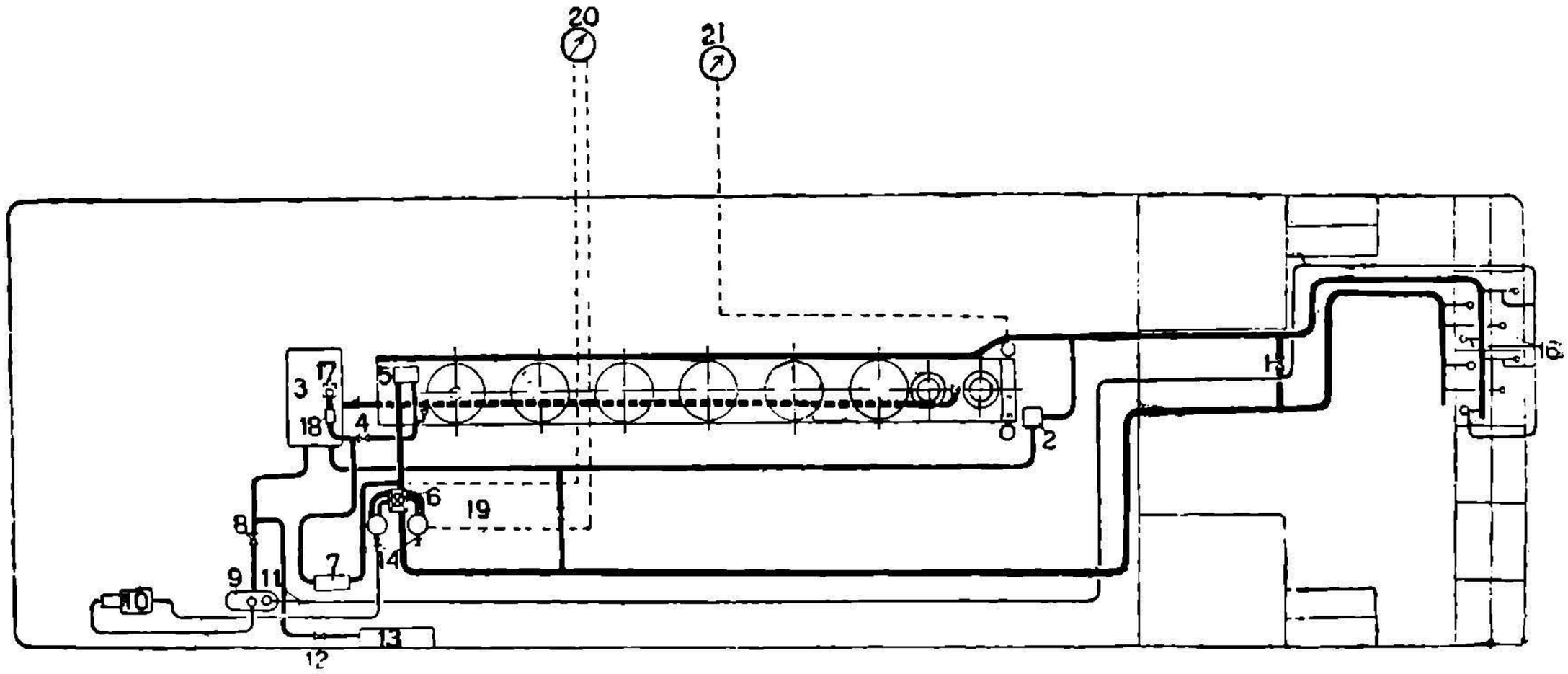
1—Тормазной манометр.
2—Манометр главного резервуара.
3—Манометр свисткового резервуара.
4. Передний кран.
5—Водоотделитель.
6—Тифон.
7—Свисток.
8—Невозвратный клапан.
9—Запорный кран тормоз. трубопр.
10—Отпускной кран.
11—Кран машиниста.
12—Комбинированный кран.
13—Запорный кран главного трубопровода.
14—Управление песочницами.
15— ,, вентиляторами (снято).
16—Спускной кран.
17—Главный резервуар.
18—Предохранительный клапан на 10 атм.
19—20 Воздухораспределитель.
21 Запасные резервуары.
22—Магистрали к песочницам.
23—Запорные краны.
24—Тормозные цилиндры.
25—Предохранительный клапан 5 атм.
26—Редукционный клапан главного резерва.
27—Редукционный клапан.
28—Запорный вентиль.
29—Предохранительный клапан 15 атмосф.
30 Трубопровод от 3-ей ступени.
31 Компрессор дизеля.
32 - Поездная, тормазная магистраль.
33—Реверс.
34—Свистковый резервуар.
35 - Спускной кран
36 Запорный кран.
37—Водоотделитель.
38—Паровой котел (снят).
39—Задний кран.

НБ УДУНТ (ДПТ)



Фиг. 59. Водяная схема.

1—Секции холодильника.
2—Водяной бак.
3—Контрольная сливная трубка.
4—Контрольные краники.
5—Предохранительные клапана.
6—Холодильники компрессора.
7—Водяной насос.
8—Сливная воронка.
9—Отводная труба.
10—Подводящая труба.
11—Контрольные краны телескопических трубок.
12—Обогрев. нефтеного бака.
13—Наливные воронки.
14—Главный вентиль.
15—Воздушный фильтр.
16—Спускная трубка глав. труб.
17—Воздушн. манометры всасыв тр.
18—Манометр.



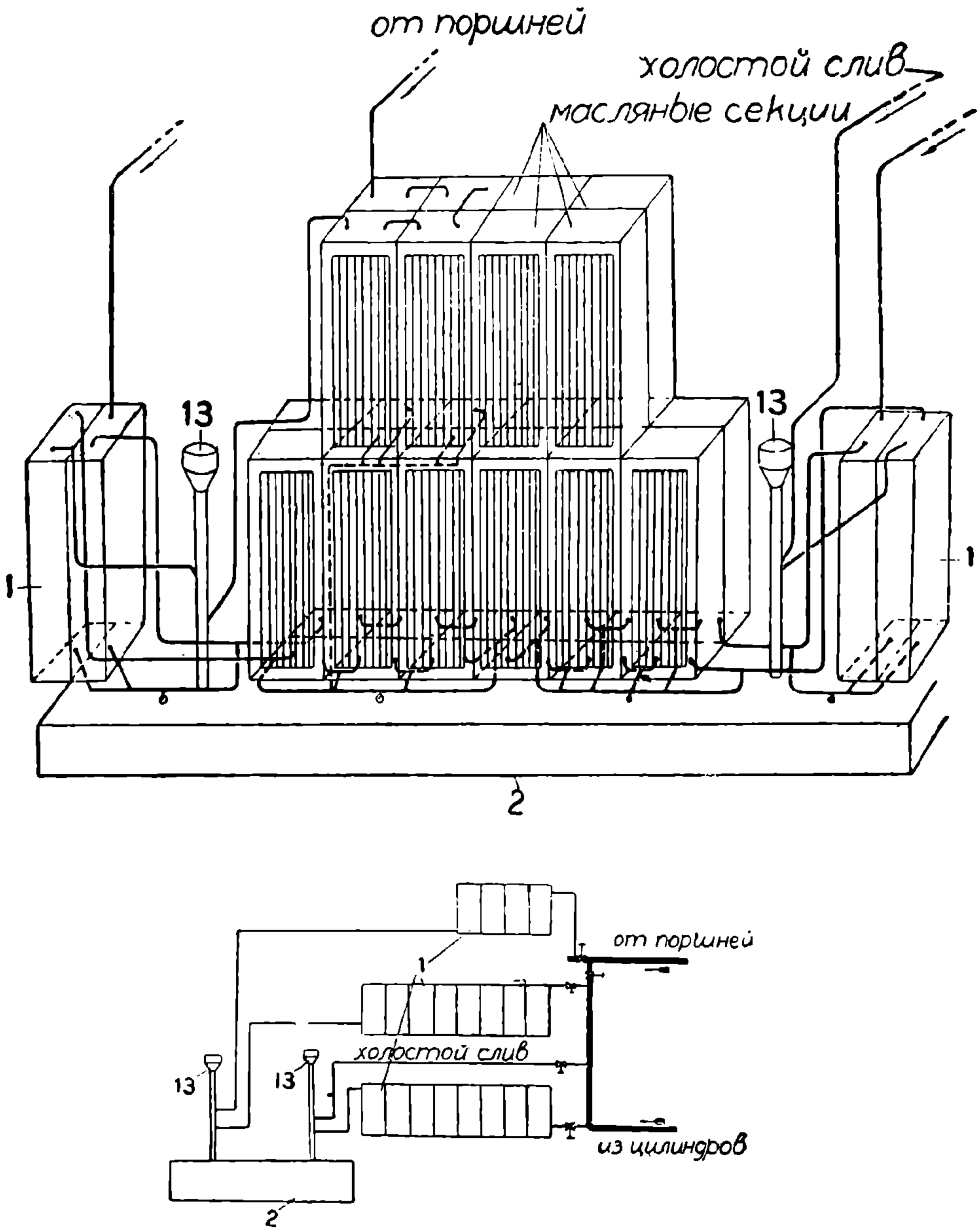
Фиг. 60. Масляная схема.

1—Обводный кран.
2—Регулятор давления смазки.
3—Масляный бак.
4—Вентиль масляного насоса.
5—Масляный насос.
6—Трех-ходовой кран фильтра.
7—Ручной насос.
8—Вентиль для спуска и наполнения воздуха.
9—Воронка для наполнения маслом и спуска воздуха.
11—Запорный вентиль,
12—Вентиль маслосборника.
13—Маслосборник.
14—Вентили фильтров.
15—Перепускной кран.

НБ УДУНТ (ДИТ)

тельного (контактного) реле вспомогательные контакты главного реле в катушку и далее на контакт *13* заднего щитка (батареи).

Выключение главного реле происходит при перерыве линии тока, поступающего в его катушку. Это происходит при помощи вспомогательного (контактного) реле. При пропускании тока через катушку последнего железный якорь притягивается и прерывает соединение между контактами реле вспомогательного, через который проходит ток в катушку главного.

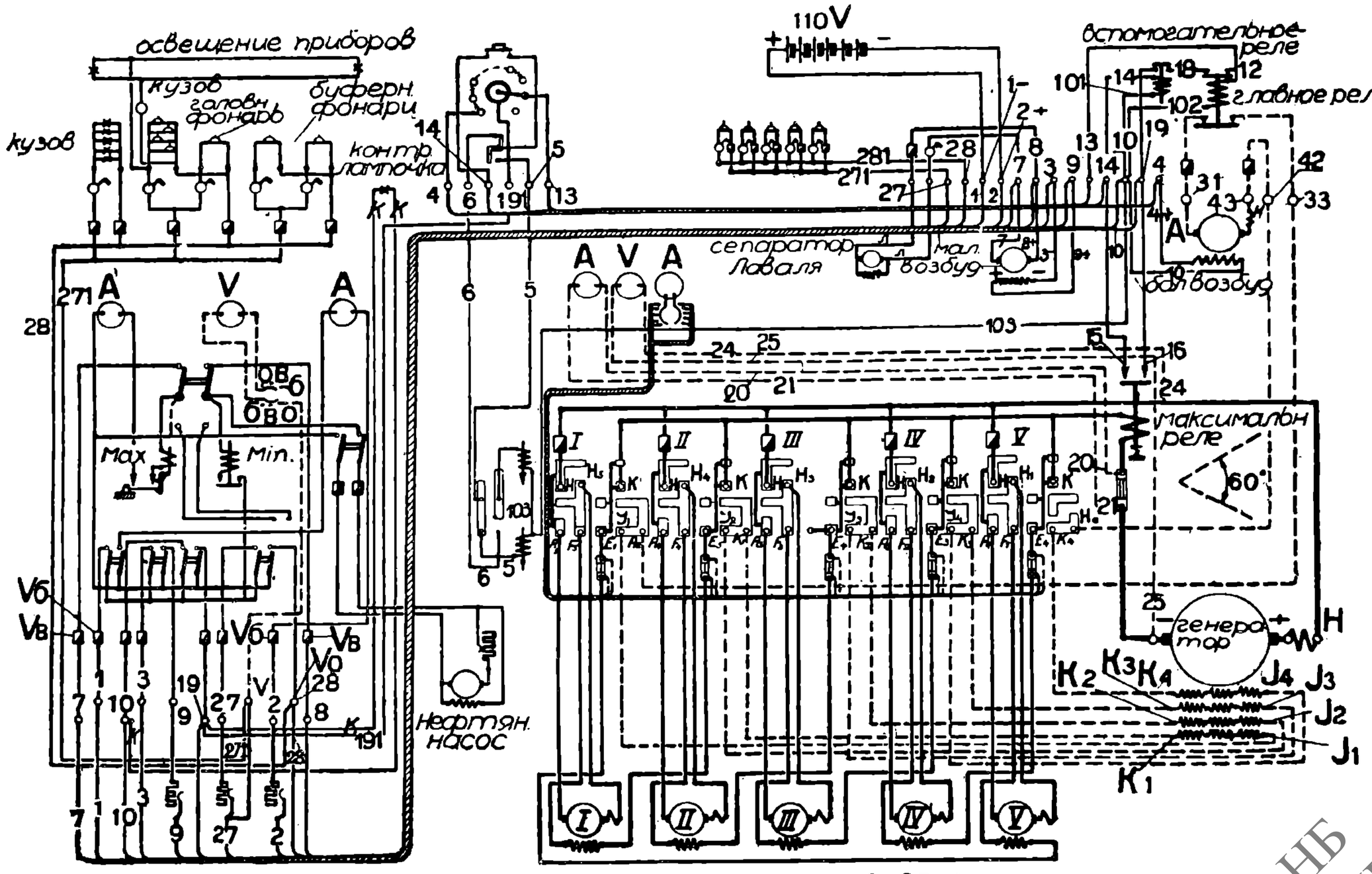


Фиг 61. Схема работы холодильника.

При включении тока в катушке вспомогатального реле его контакты вновь замыкаются, но линия тока, идущего в катушку главного реле, оказывается прерванной, так как вспомогательные контакты главного реле разомкнуты.

Вторичное включение главного реле может произойти только после установки маховичка контроллера в „нулевое“ положение (см. выше).

НБ УДУНТ (ДПТ)



Фиг 62. Электрическая схема тепловоза Э—ЭЛ—2.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Таким образом для снятия возбуждения с генератора нужно пропустить ток через катушку вспомогательного реле. Это происходит:

а) при нажиме кнопки контроллера, когда ток идет от контакта контроллера *19* (батареи) через кнопку на контакт контроллера *14*, откуда через контакт *14* заднего щитка в катушку вспомогательного реле и обратно на контакт *10* заднего щитка (батареи);

б) при сработке максимального реле в цепи главного генератора, при этом ток идет от контакта *19* заднего щитка (батареи) через контакты максимального реле на контакт *14* заднего щитка и далее через катушку вспомогательного реле на контакт *10* заднего щитка (батареи).

При нормальной работе пользоваться кнопкой разрешается только после перевода маховичка контроллера в положение „холостого хода", так как размыкание реле под нагрузкой, особенно при большой силе тока, может вызвать подгорание контактов реле и даже пробой изоляции главных полюсов.

Регулировка силы тока возбуждения возбудителя (напряжения генератора) производится путем включения большего или меньшего сопротивления в цепь тока.

При постановке маховичка в 1-е ходовое положение ток проходит от контакта контроллера *19* (батареи) через скользящий контакт и весь реостат контроллера на контакт *4* контроллера, далее через контакт *4* заднего щитка в обмотку главных полюсов возбудителя и затем на контакт *10* заднего щитка (батареи). По мере вращения маховичка влево часть реостата (а затем и весь) выключается и сила тока постепенно возрастает. Одновременно с этим растут напряжение возбудителя, сила тока возбуждения генератора и его напряжение.

3. Цепь освещения

При включении рубильника переднего щитка ток от положительной шины батареи (см. выше) поступает на контакт *28* переднего щитка, где разветвляется на две части:

а) к переднему осветительному щитку (около переднего распределительного щитка),

б) к заднему осветительному щитку (на правой стороне в задней части тепловоза) через контакт *28* заднего распределительного щитка.

Обратные общие провода от заднего осветительного щитка через контакт *27* идут на регулировочный реостат.

От переднего через контакт (вольтметровый) переднего распределительного щитка на тот же реостат.

После реостата ток проходит через контакт *27* переднего шитка и предохранитель на рубильник и далее на отрицательную шину батареи.

К переднему щитку присоединяются линии освещения: кузова, приборов поста управления, передних сигнальных фонарей, штеп-селей кузова; к заднему — линии освещения задней части кузова, турного вагона и задних сигнальных фонарей.

На посту управления установлены амперметр генератора, работающий от шунтов стоящего в кожухе реверса, и вольтмер генератора с дополнительным сопротивлением, установленным под контроллером.

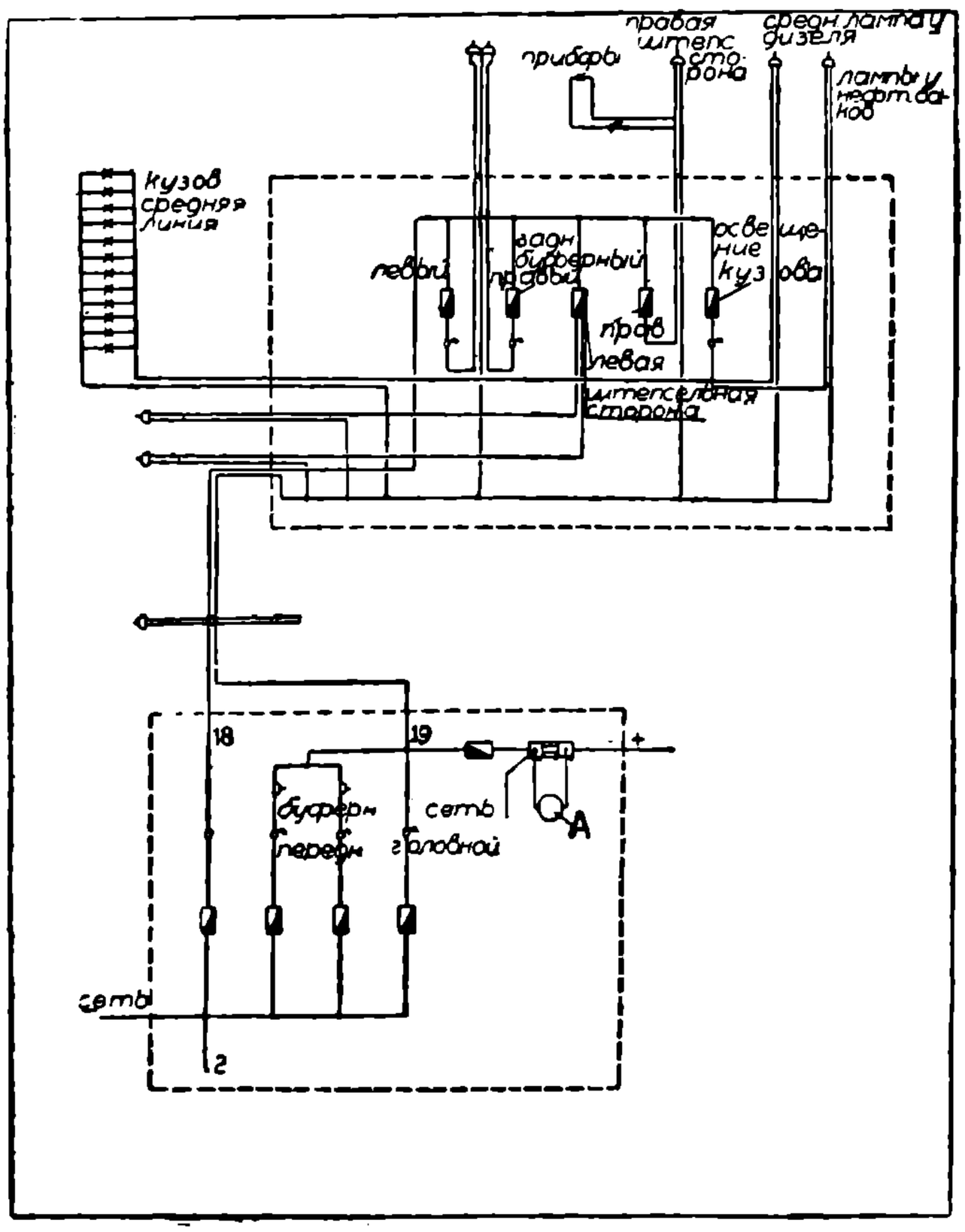
Все провода проложены в общем железном закрытом желобе вдоль передней левой и задней стенок кузова тепловоза. Желоб имеет ответвления, через которые проходят провода поста управления, переднего распределительного щита, нефтяного и тяговых моторов реверса, измерительных приборов в сети высокого напряжения и заднего распределительного щита (фиг. 52).

Проводка выполнена проводом ПРГИ (гибкий Гуппер с двухслойной изоляцией).

НБ УДУНТ (ДИТ)

В начале описания тепловоза Э—ЭЛ—2 указывалось, что тепловоз этот в 1928 г. подвергся коренным переделкам на Опытной тепловозной базе. Основной работой при этих переделках была замена старого трубчатого холодильника новым—большей поверхностью охлаждения и большей конструктивности. Постановка нового холодильника вызвала наращивание основной рамы тепловоза на 300 *мм*.

Элемент холодильника состоит из пучка медных труб элептического сечения. К трубам припаяны медные тонкие пластинки, которые отводят тепло от трубок, а следовательно и от воды, и отдают его воздуху, протягиваемому венти-



Фиг. 63. Схема освещения.

лятором холодильника в щели, образуемые между пластинками. Концы трубок холодильника развальцовываются в днищах элемента, закрываемого сверху и снизу алюминиевыми крышками, снабженными внутри переборками для образования ходов для воды. На холодильнике Э—ЭЛ—2 таких элементов *24*, из которых *20* назначены для охлаждения воды и 4 для охлаждения смазки.

Заканчивая описание тепловоза Э—ЭЛ—2, нужно отметить чрезвычайно простое управление им: при запущенном дизеле, который запускается помощью сжатого воздуха из пусковых баллонов, машинист управляет маленьким контроллером возбуждения и маховичком подачи топлива, устанавливая необходимый режим двигателя, а следовательно, и тепловоза. Достаточно стойкая работа основных агрегатов тепловоза и гибкая система управления дали возможность получать на тепловозе Э—ЭЛ—2 большие пробеги и признать его локомотивом высоких эксплоатационных качеств.

В приложениях к описанию тепловоза Э—ЭЛ—2 приведены схемы трубопроводов и электропроводки, которые уясняются из фигур 57—63.

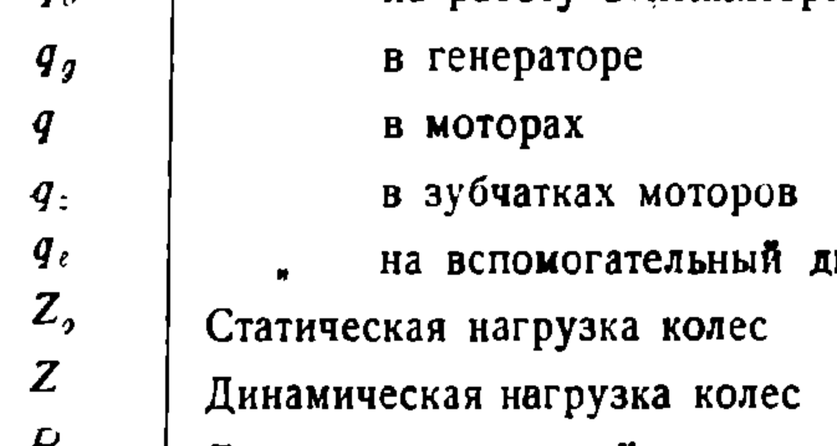
Ниже приводятся данные тепловоза Э—ЭЛ—2, которые в целом составляют так называемый паспорт тепловоза. (Сборник Тепловозной комиссии № 2).

НБ УДУНТ (ДИТ)

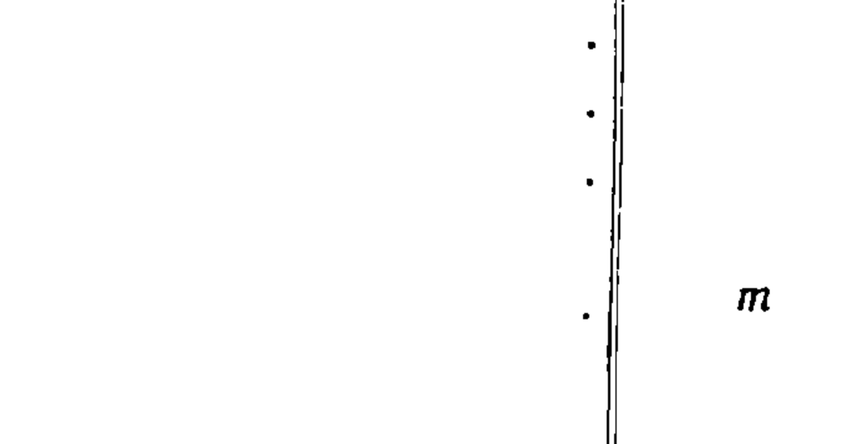
I. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ В ПАСПОРТЕ

Обозначения	СОДЕРЖАНИЕ	Единицы измерения
C_p	Часовой расход нефти главным двигателем	*кг*/час
	Число оборотов двигателя	об./мин.
σ	Подача топлива в один цилиндр за один рабочий такт	*г*
	Деление сектора топливного насоса	
p_i	Среднее индикаторное давление	*кг*/*см*^{2}
N_i	Мощность индикаторная	л. с.
N_e	эффективная (на валу)	
N_g	на зажимах генератора	
N_v	расходуемая вентилятором холодильника	
N_k	на ободе	„
η_i	К. п. д. индикаторный	%
η_m	механический дизеля (брутто)	
η_e	экономический	
η_g	генератора	
η_M	моторов	
η_z	зубчаток	
Y	Полный к. п. д. тепловоза (на ободе)	
F_k	Сила тяги тепловоза на ободе	*кг*
V	Скорость поезда	*км*/час
q_t	Потери термические	%
q_o	в дизеле механические	
q_b	на работу вентилятора	
q_g	в генераторе	
q	в моторах	
q_z	в зубчатках моторов	
q_e	„ на вспомогательный двигатель	
Z_o	Статическая нагрузка колес	*т*
Z	Динамическая нагрузка колес	
P	Динамическое воздействие рессор	
M	Динамическое воздействие моторов	
T	Тяговое воздействие моторов	

II. ХАРАКТЕРИСТИКА ДВИГАТЕЛЯ

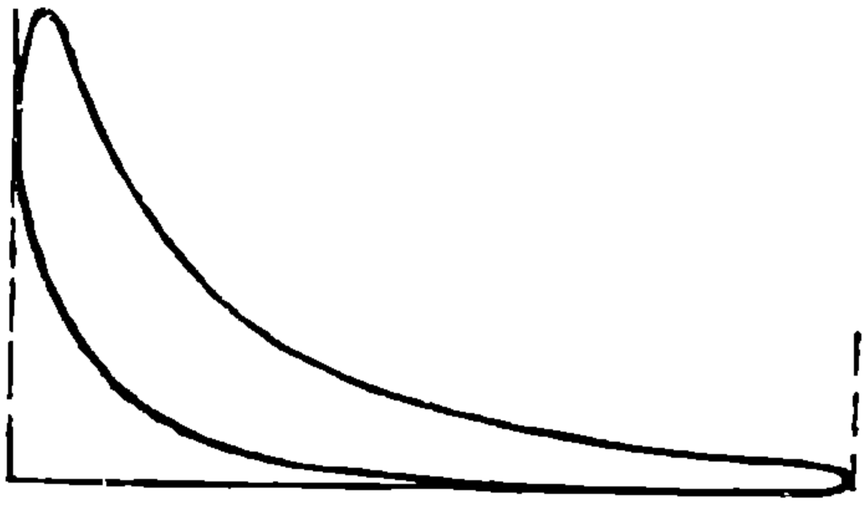


б=1,5 pi=4,56



б=2.5; pi=7,40

НБ УДУНТ (ДИТ)

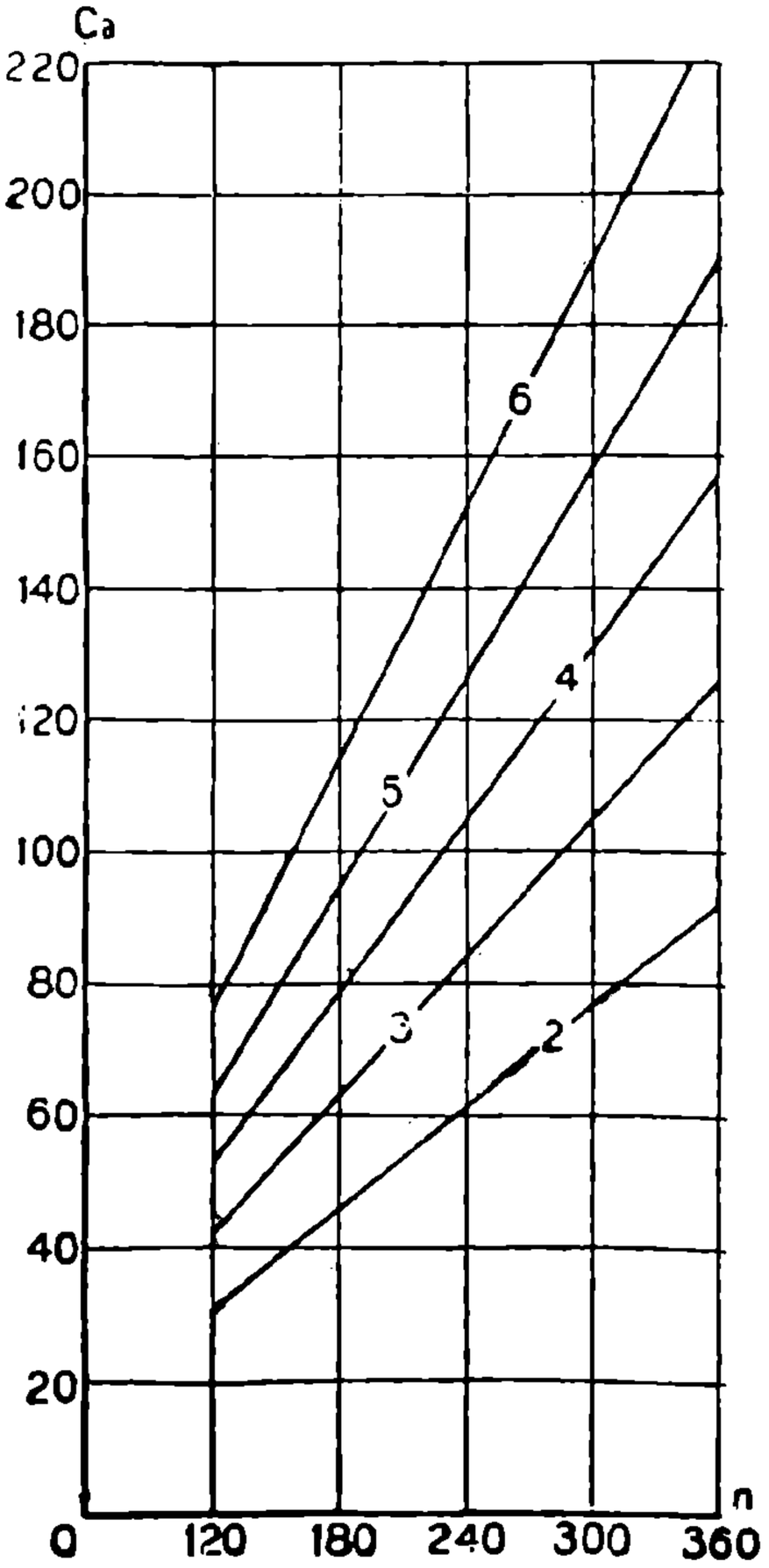


б=3,0; pi=8,15



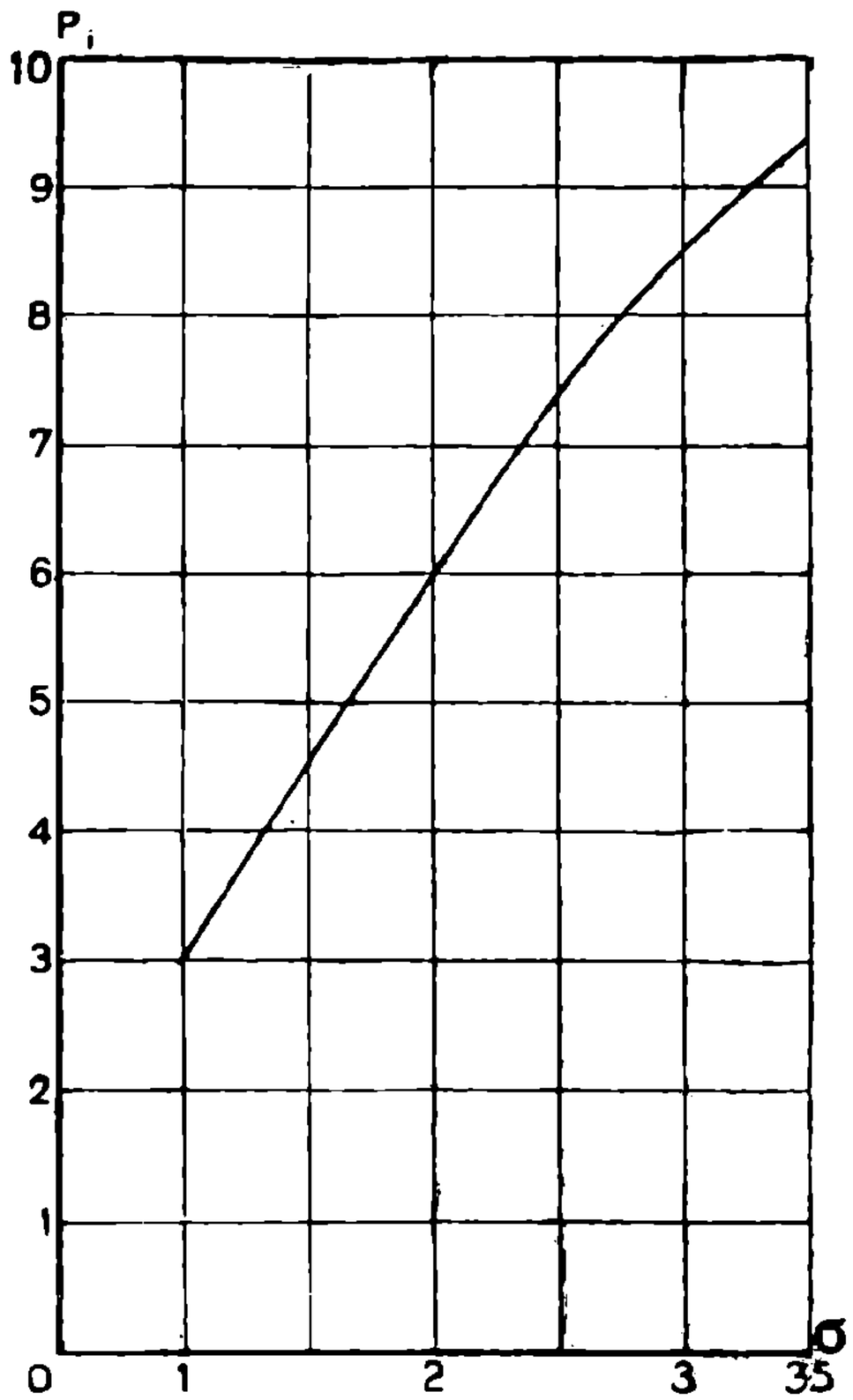
б=3,5; pi=9,48

Часовой расход топлива двигателем.



Ca=f (ε,n)

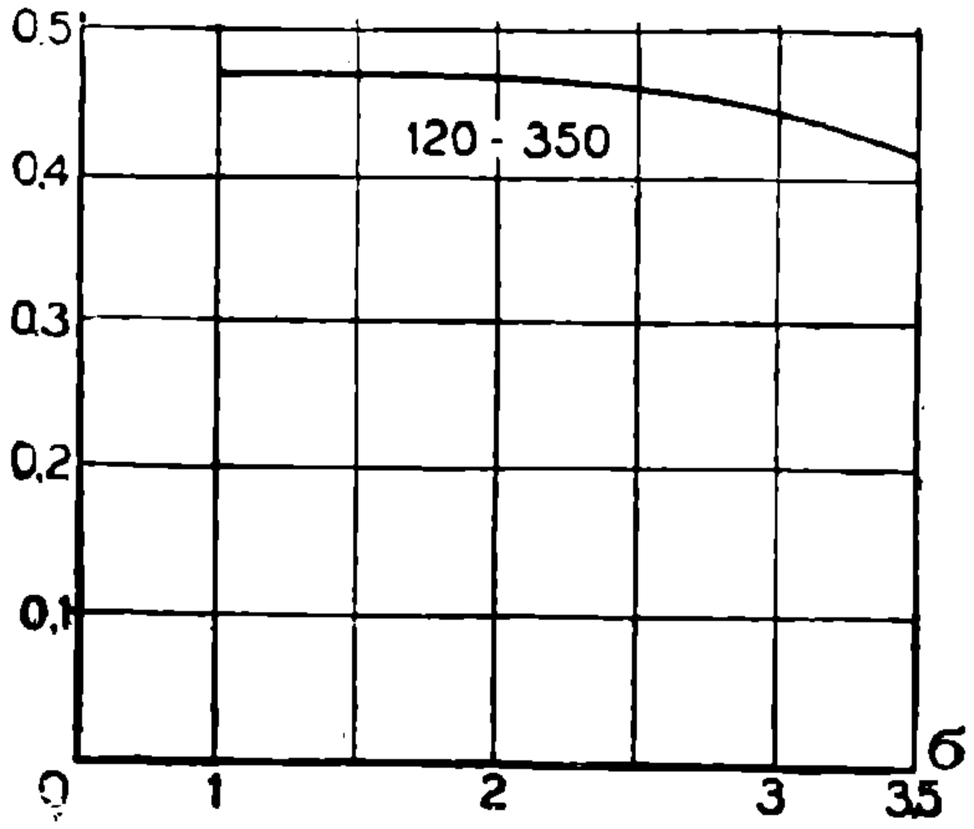
Индикаторные давления.



Pi=f (σ)

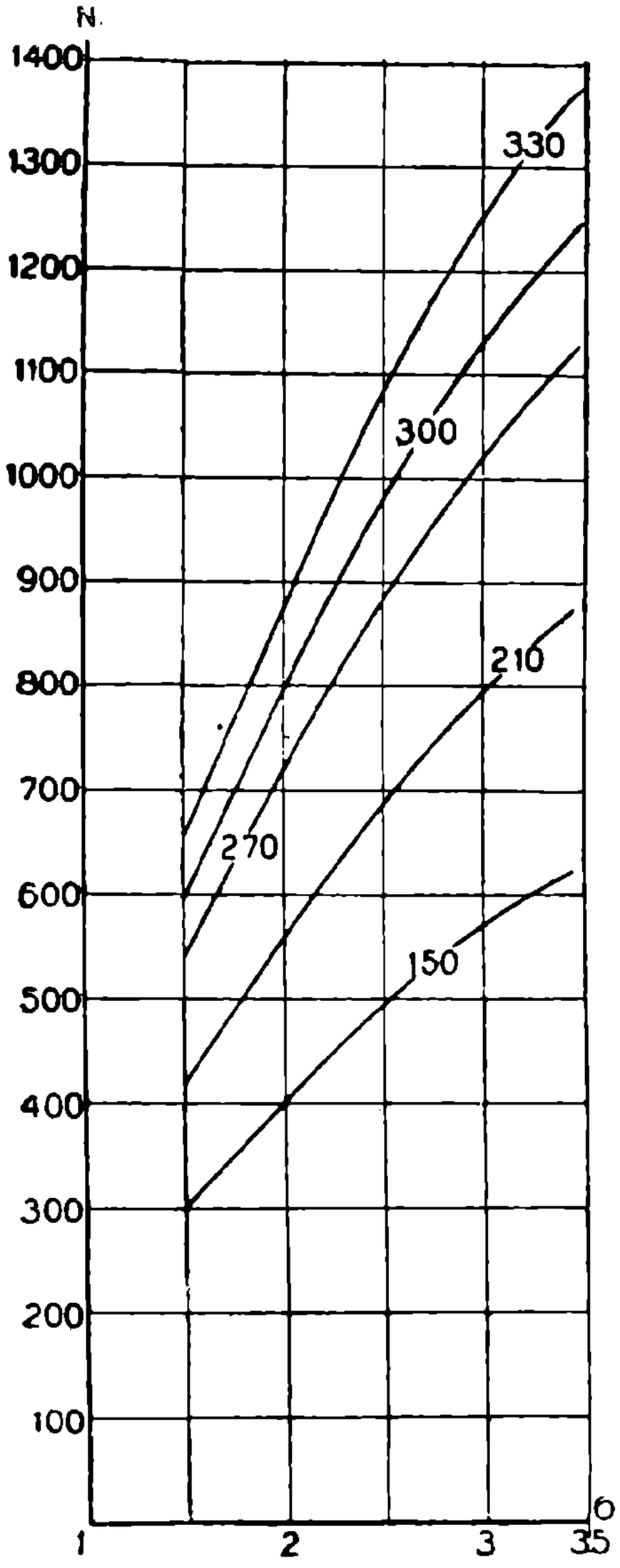
НБ УДУНТ (ДИТ)

Индикаторный коэф. полезного действия двигателя.



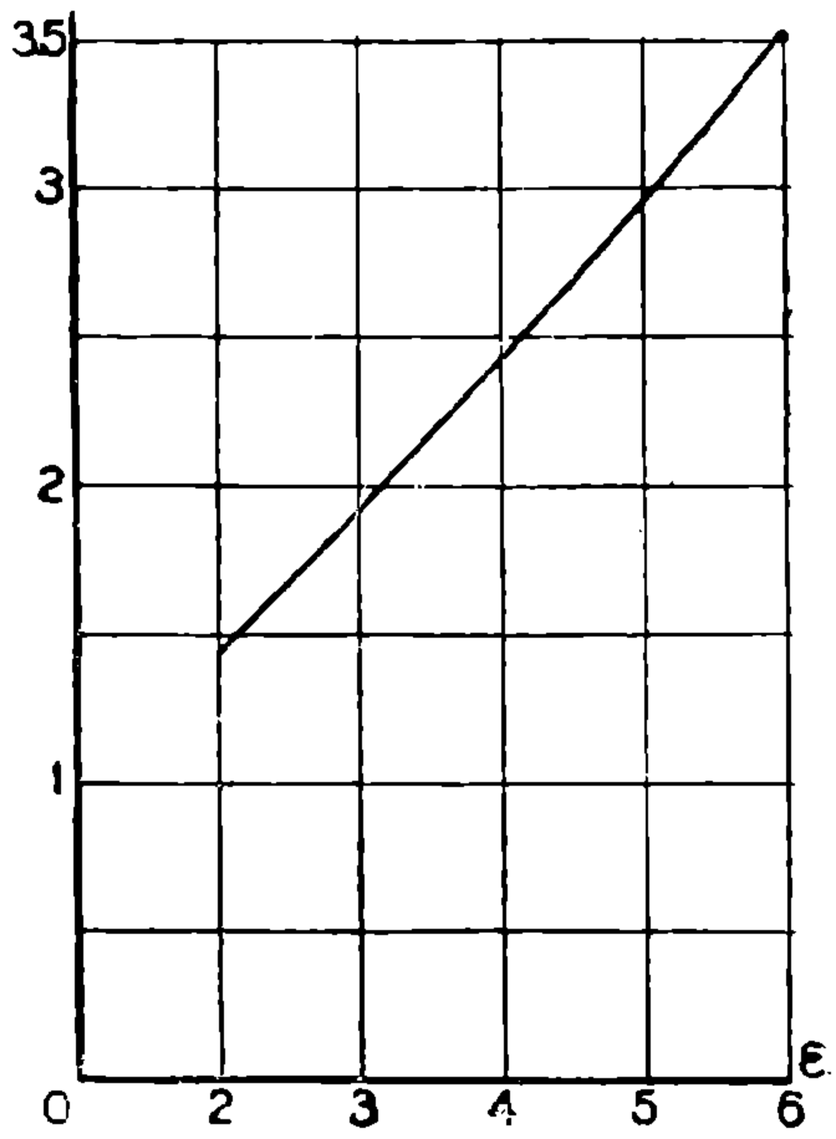
$\eta i = f(б, n)$

Индикаторная мощность при различной подаче топлива и при различных числах оборотов.



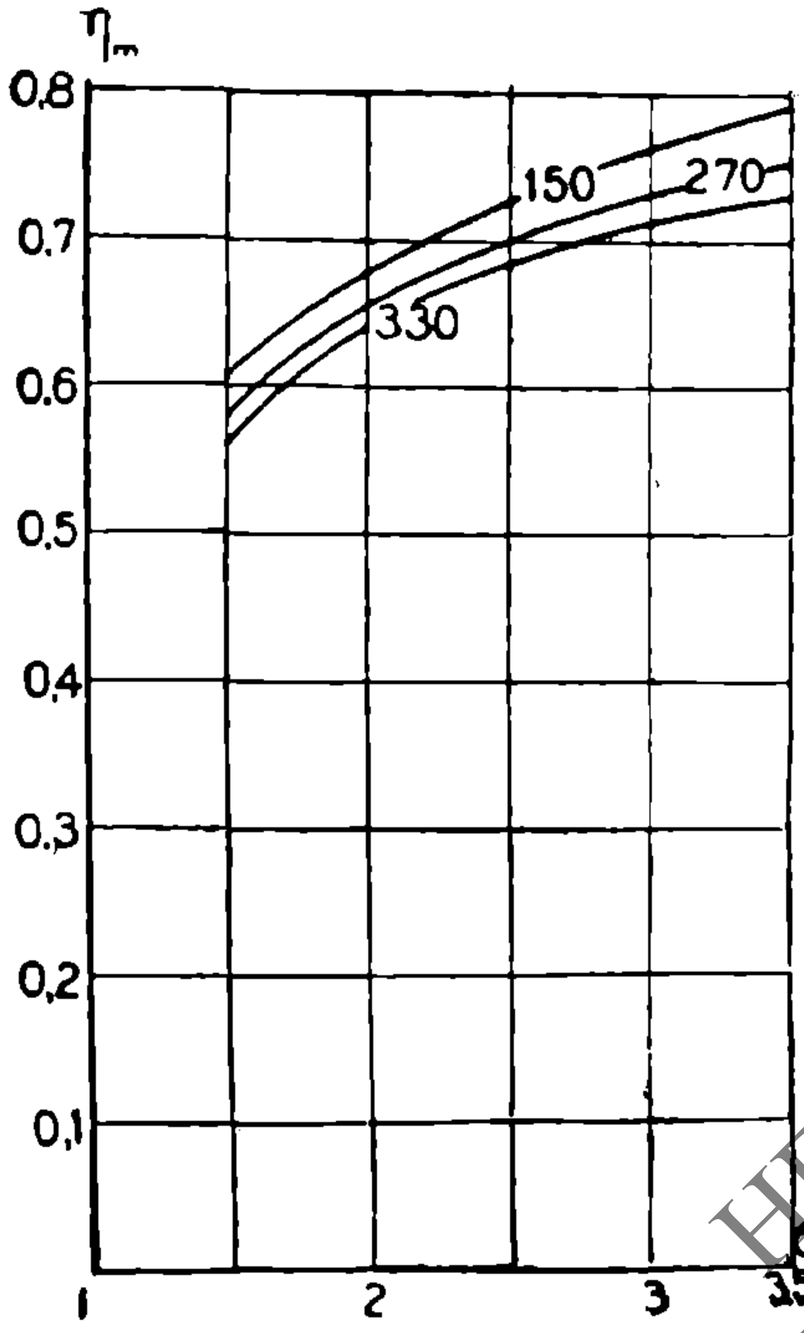
Ni = f (б, n)

Нормальная регулировка топливного насоса.



б = f (ε)

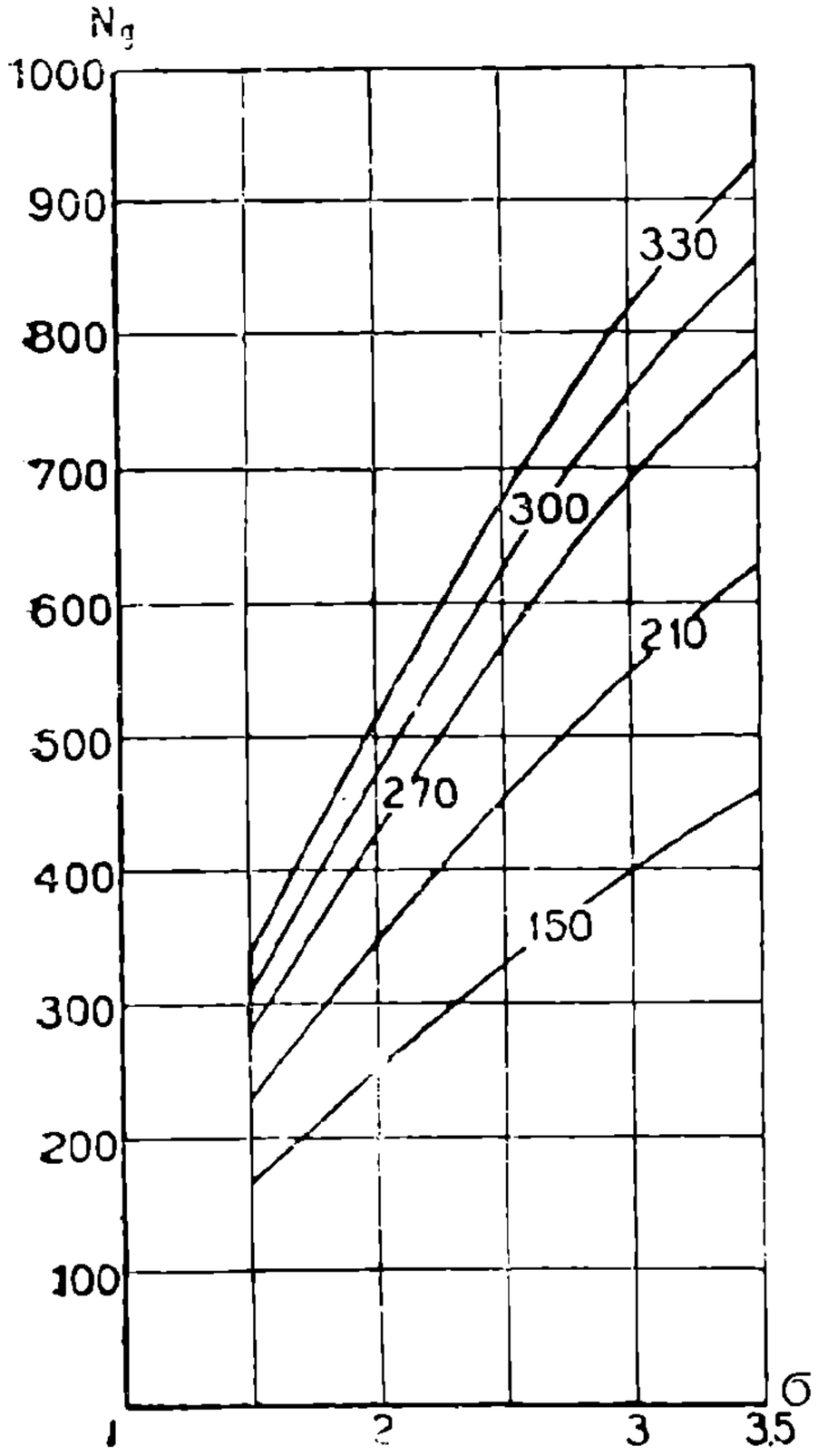
Механический коэф. п. д. двигателя.



$\eta_м = f(б, n)$

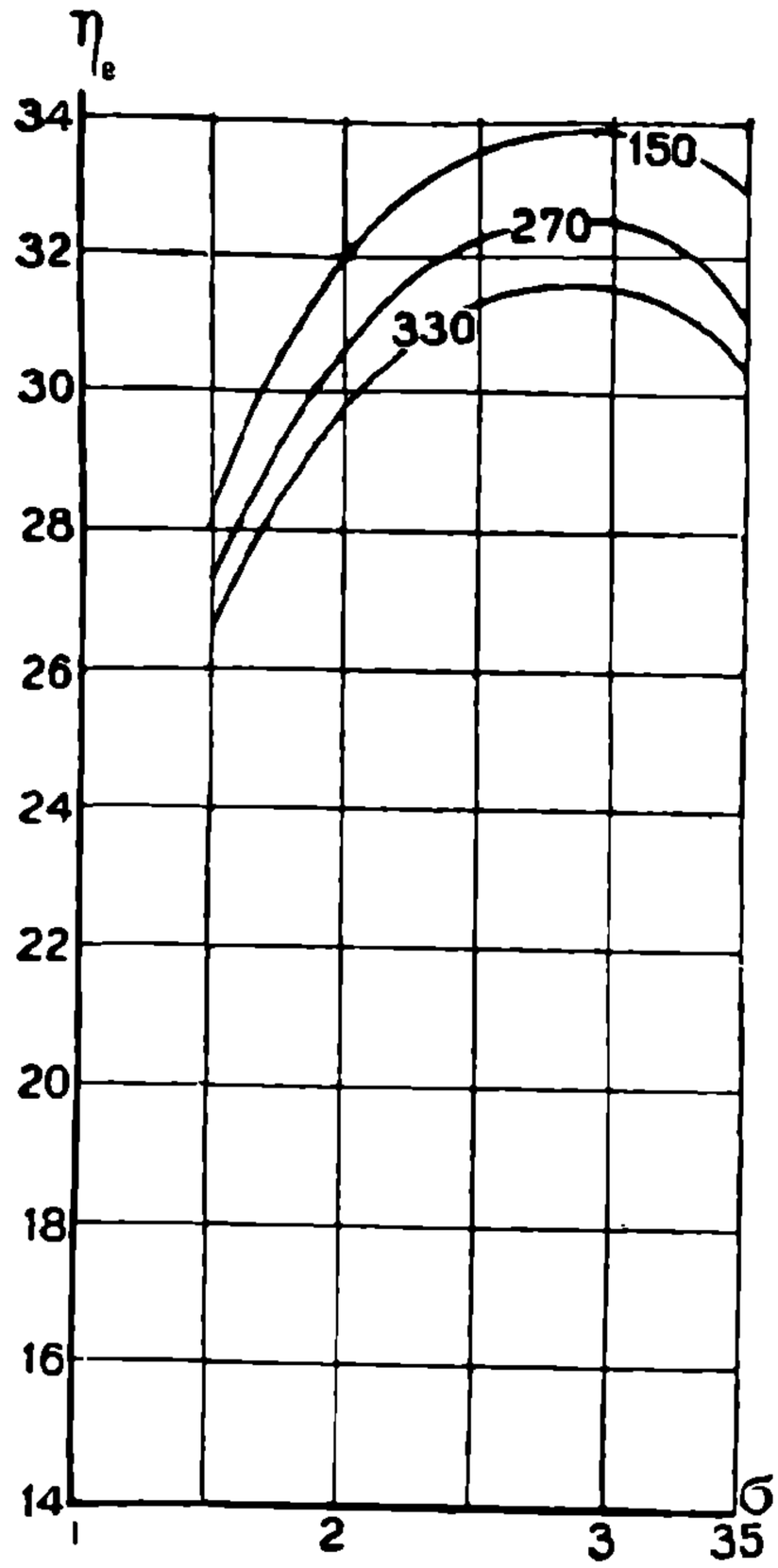
НБ УДУНТ (ДИТ)

Эффективная мощность двигателя при различной подаче топлива и различном числе оборотов.



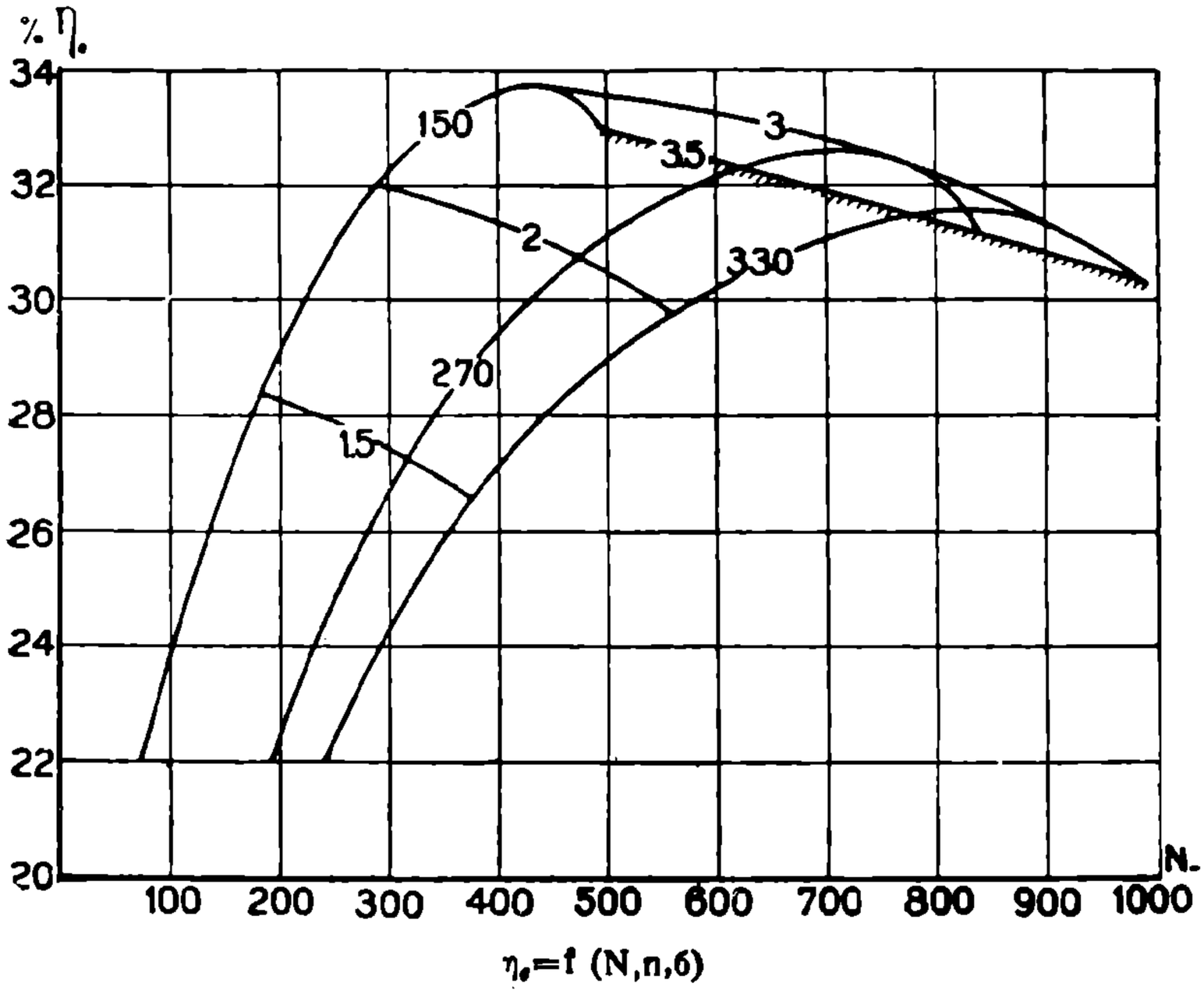
$N_e = f\ (б,n)$

Экономический коэфициент полезного действия двигателя.



$\eta_{ic} = f\ (б,n)$

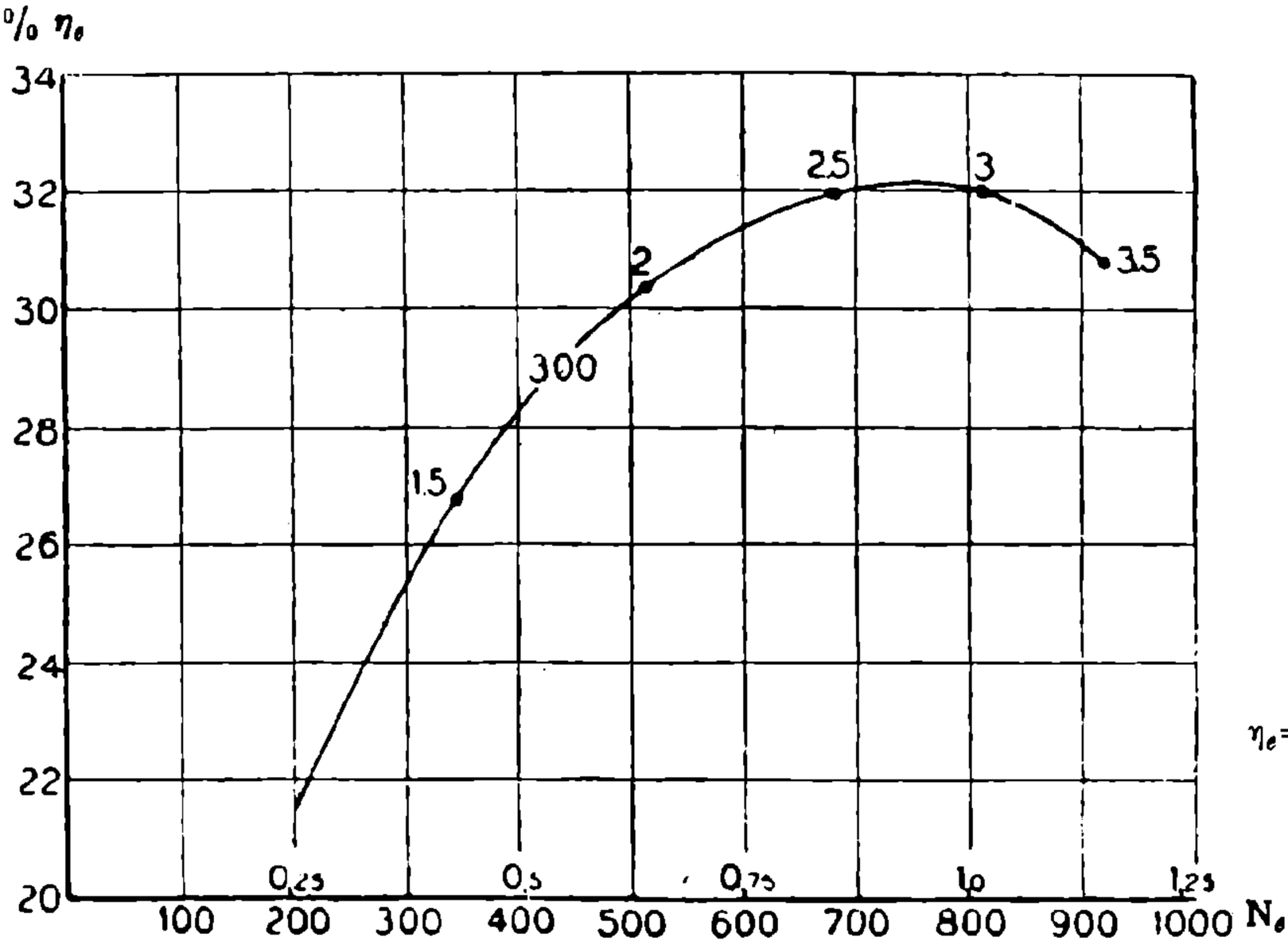
Наивыгоднейшее регулирование двигателя в зависимости от мощности, числа оборотов и подачи топлива.



$\eta_e = f\ (N,n,б)$

НБ УДУНТ (ДИТ)

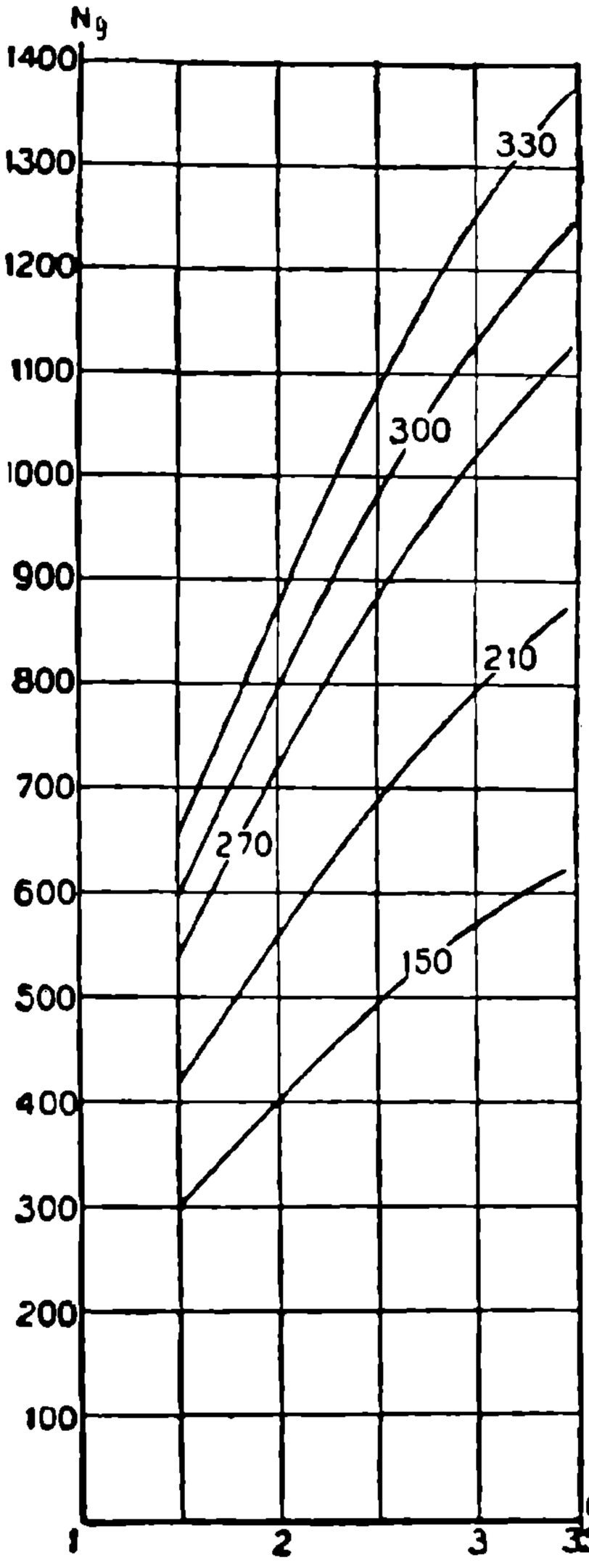
Наивыгоднейшее регулирование двигателя в зависимости от величины нагрузки при [нормальном числе оборотов.



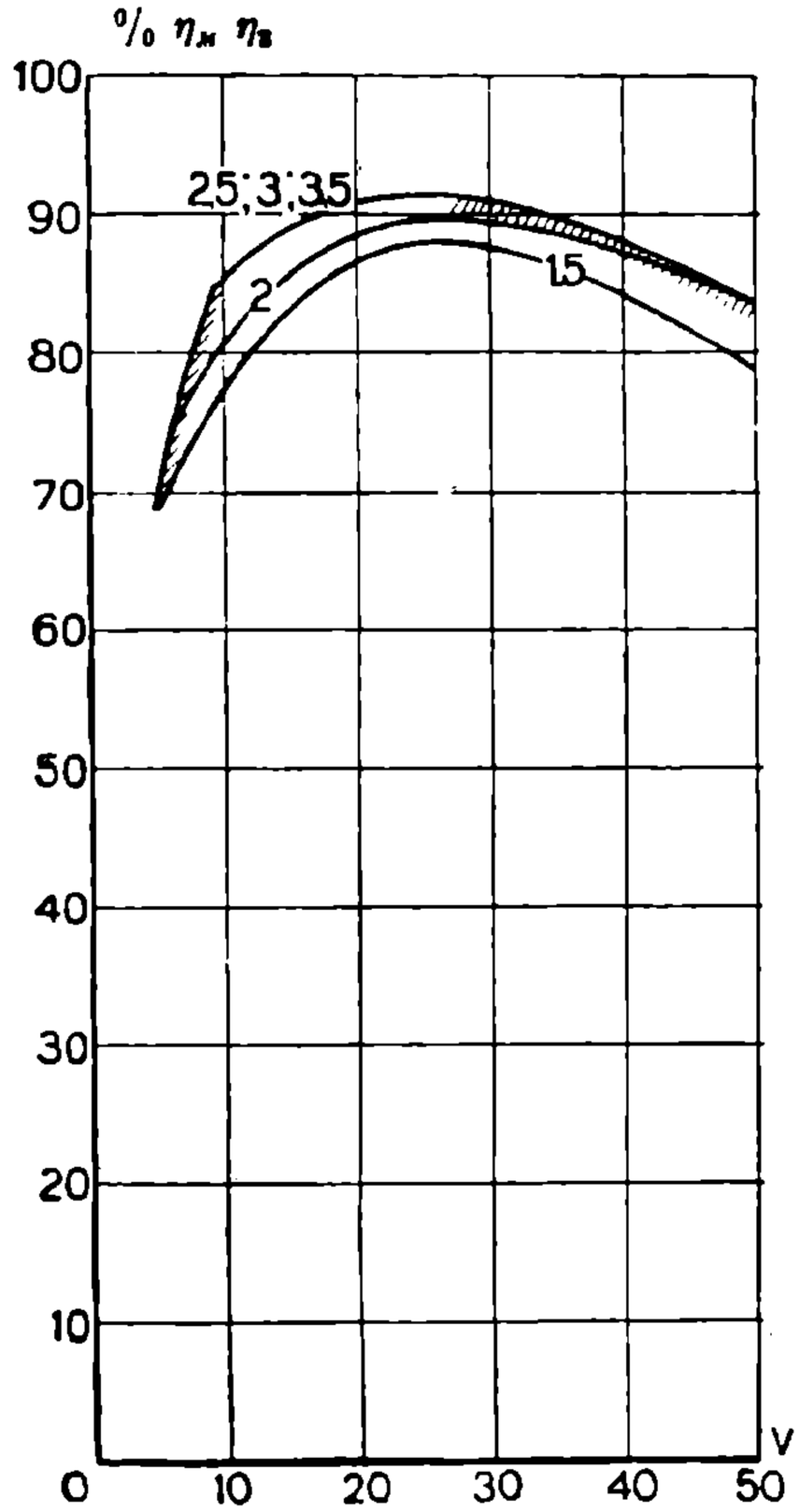
$\eta_e = f(N_e); n = 300$

III. ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ.

Мощность на валиках генератора при различной подаче топлива и для различного числа оборотов.



$N_g = f(6,n)$



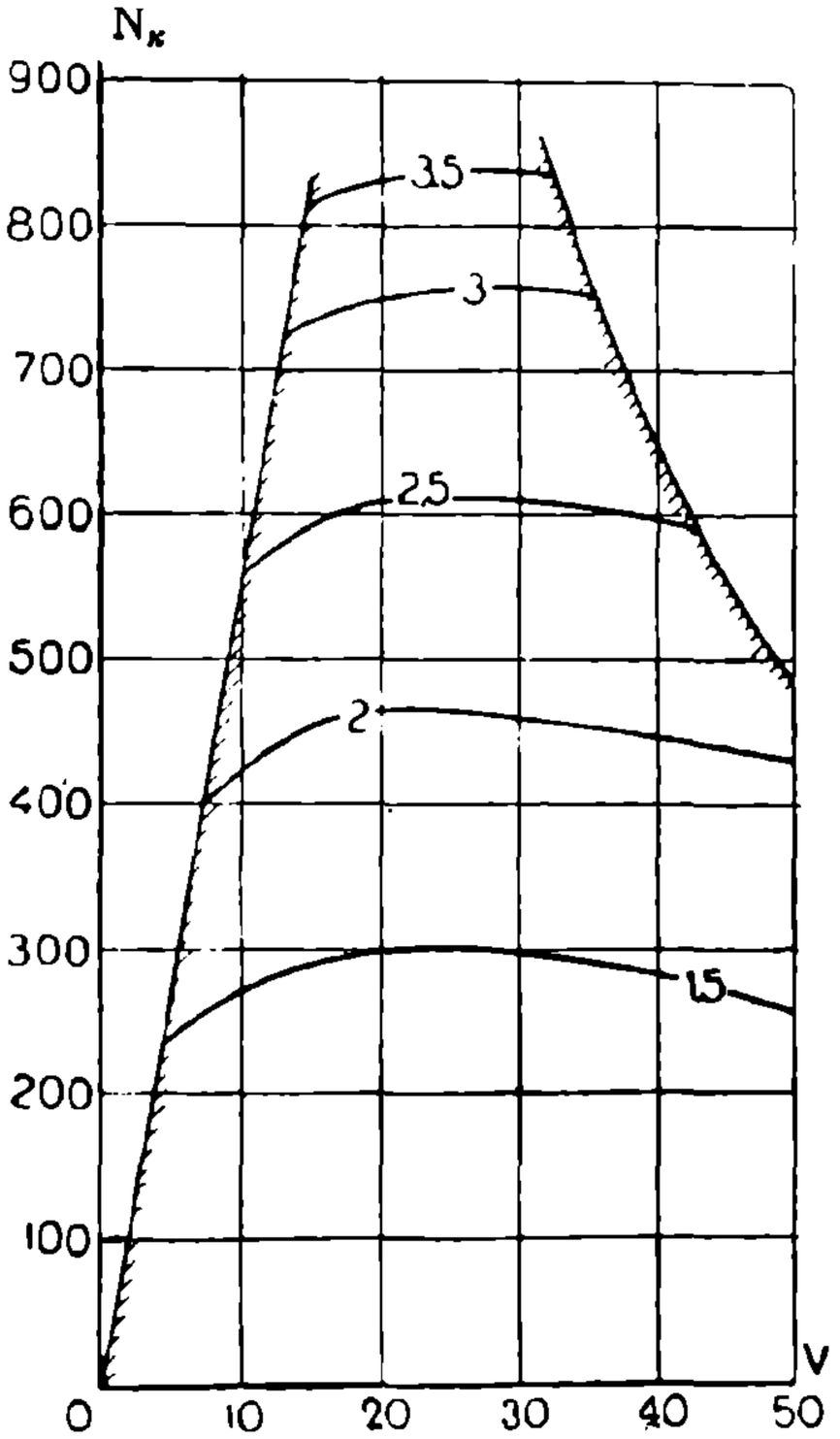
$\eta_м$ $\eta_з = f$ (V.6)

Коэф. полезного действия моторов и зубчатой передачи.

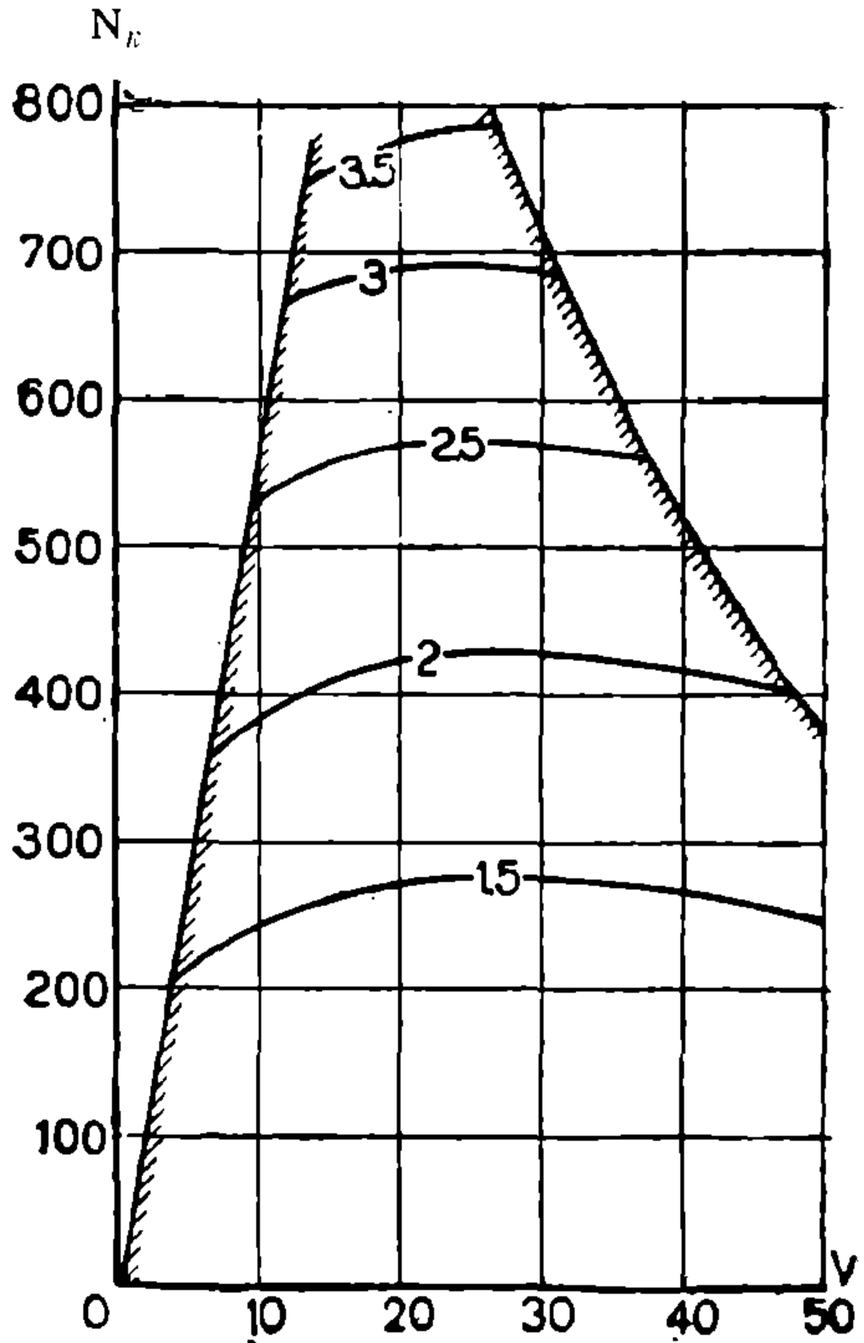
НБ УДУНТ (ДПТ)

IV. ТЯГОВАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

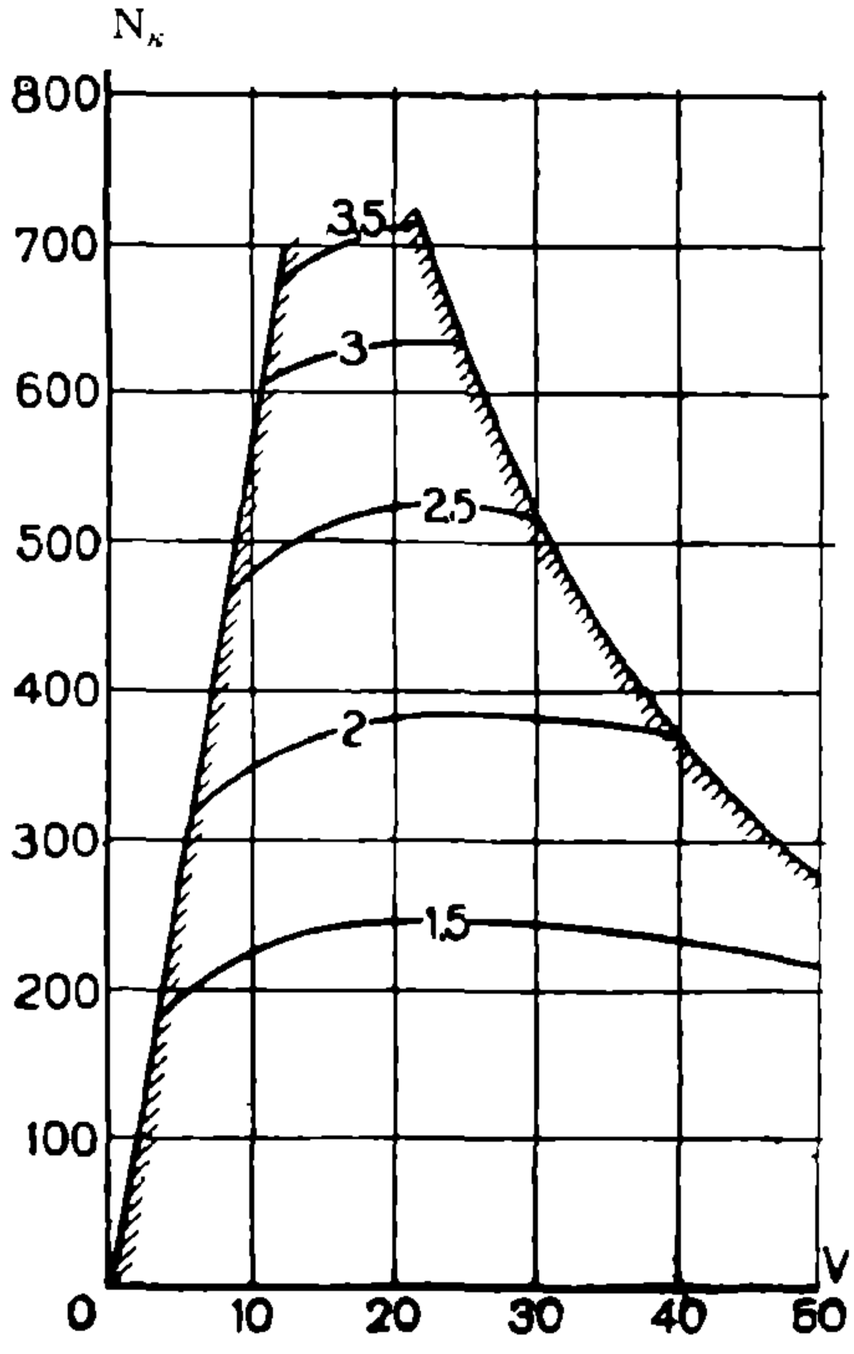
Мощность на ободе колес при разной подаче топлива и различных скоростях и числах оборотов двигателя.



$N_к = f\ (v,6);\ n = 330$



$N_к = f\ (v,n);\ n = 330$

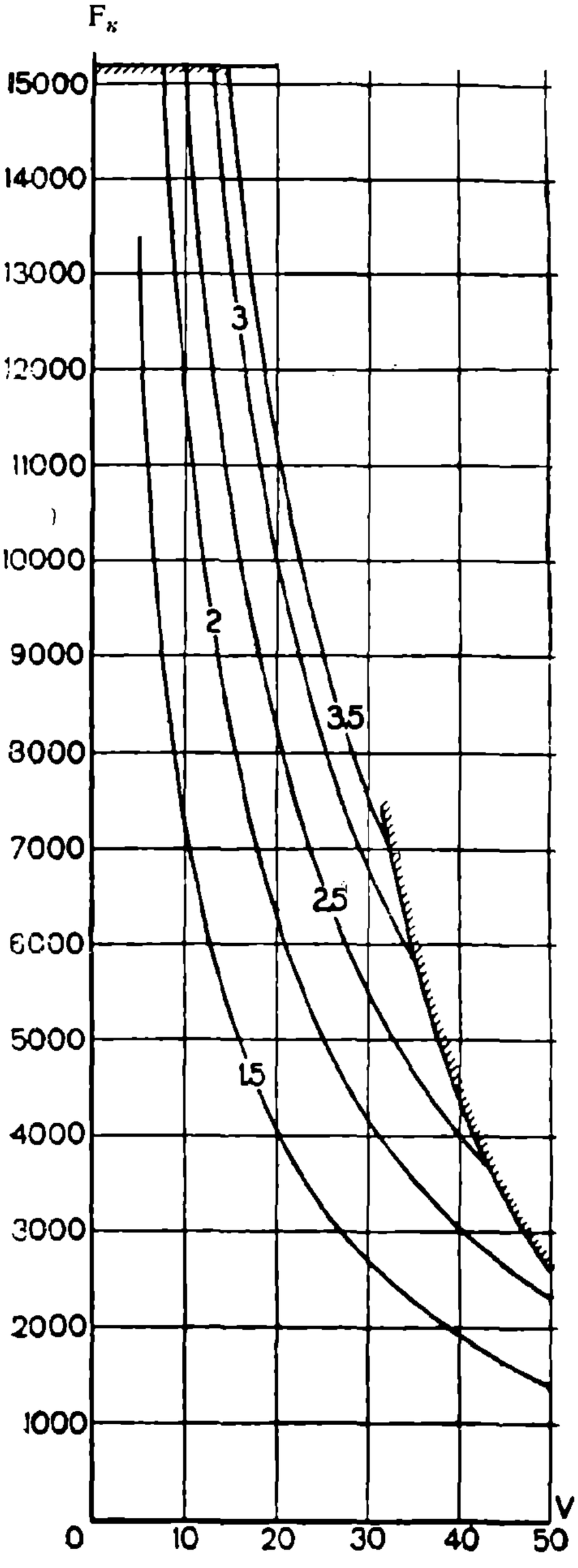


$N_к = f\ (v,б);\ n = 270$

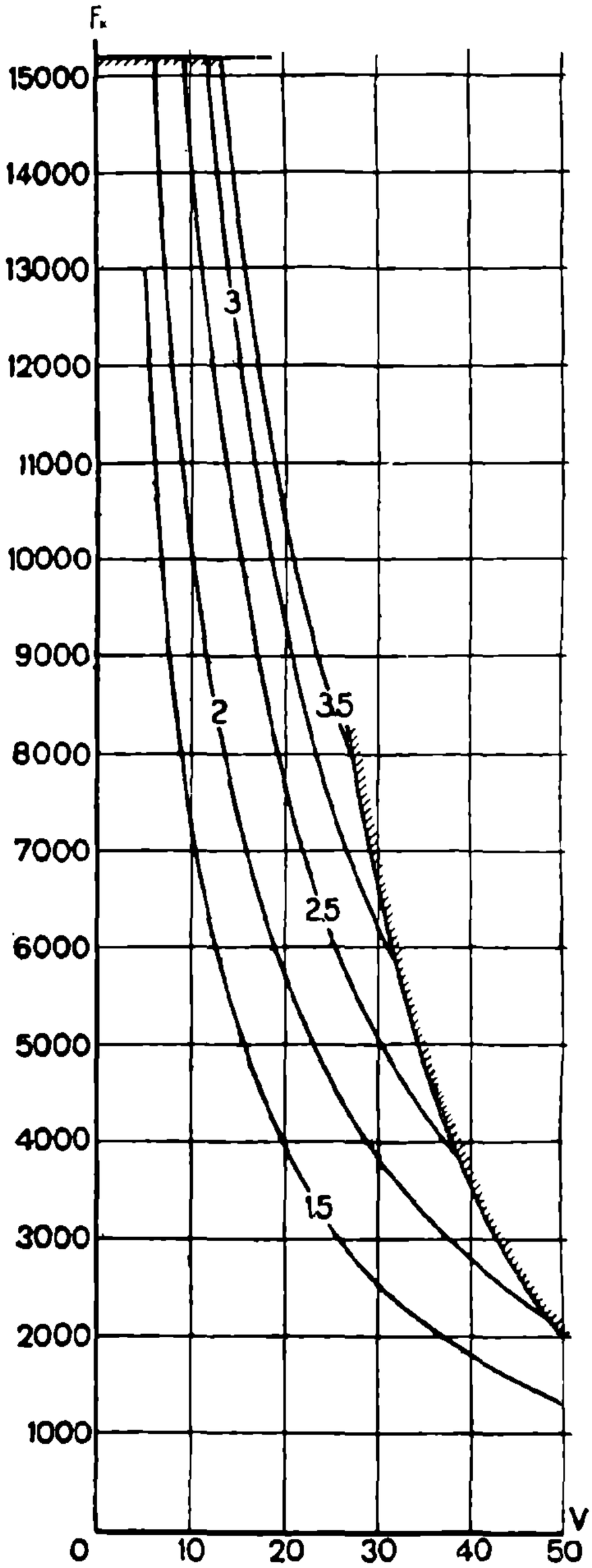
Примечание. Заштрихованные кривые — ограничения по сцепному весу (левые) и по возбуждению (правые).

НБ УДУНТ (ДИТ)

Сила тяги на ободе при разной подаче топлива и различных скоростях.



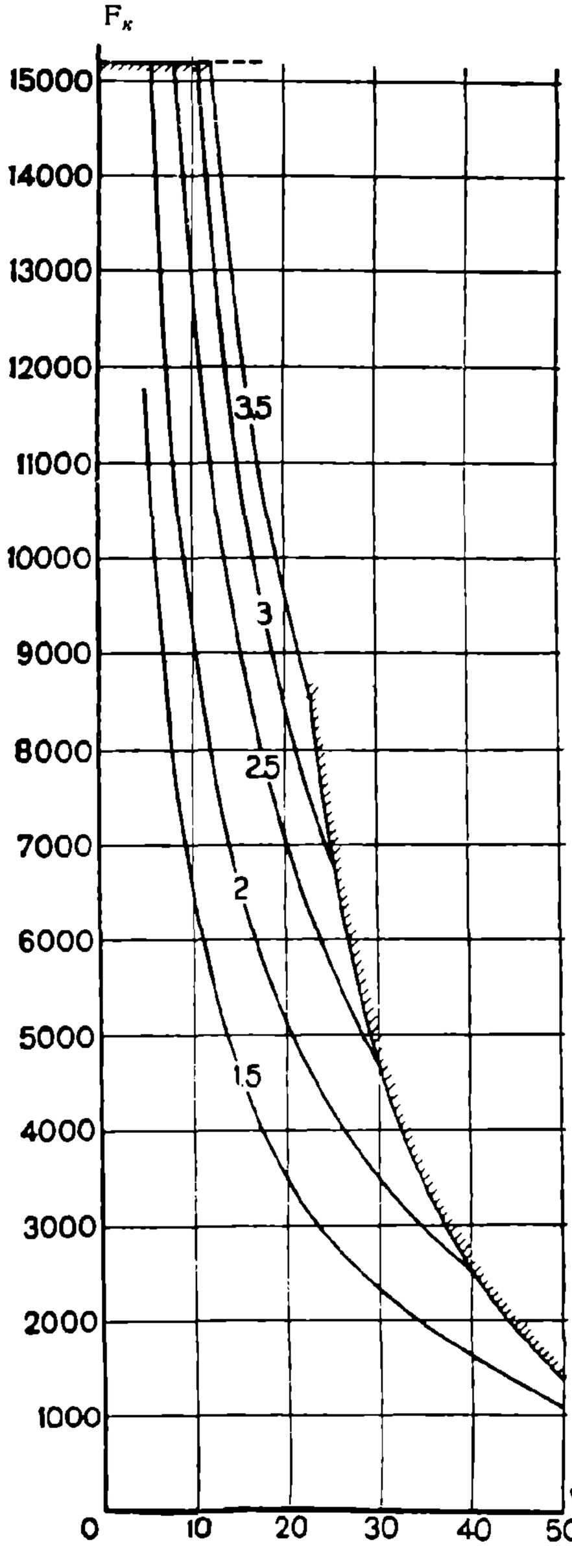
$F_к$=f (V,б); n=330



$F_к$=f (V,б); n=300

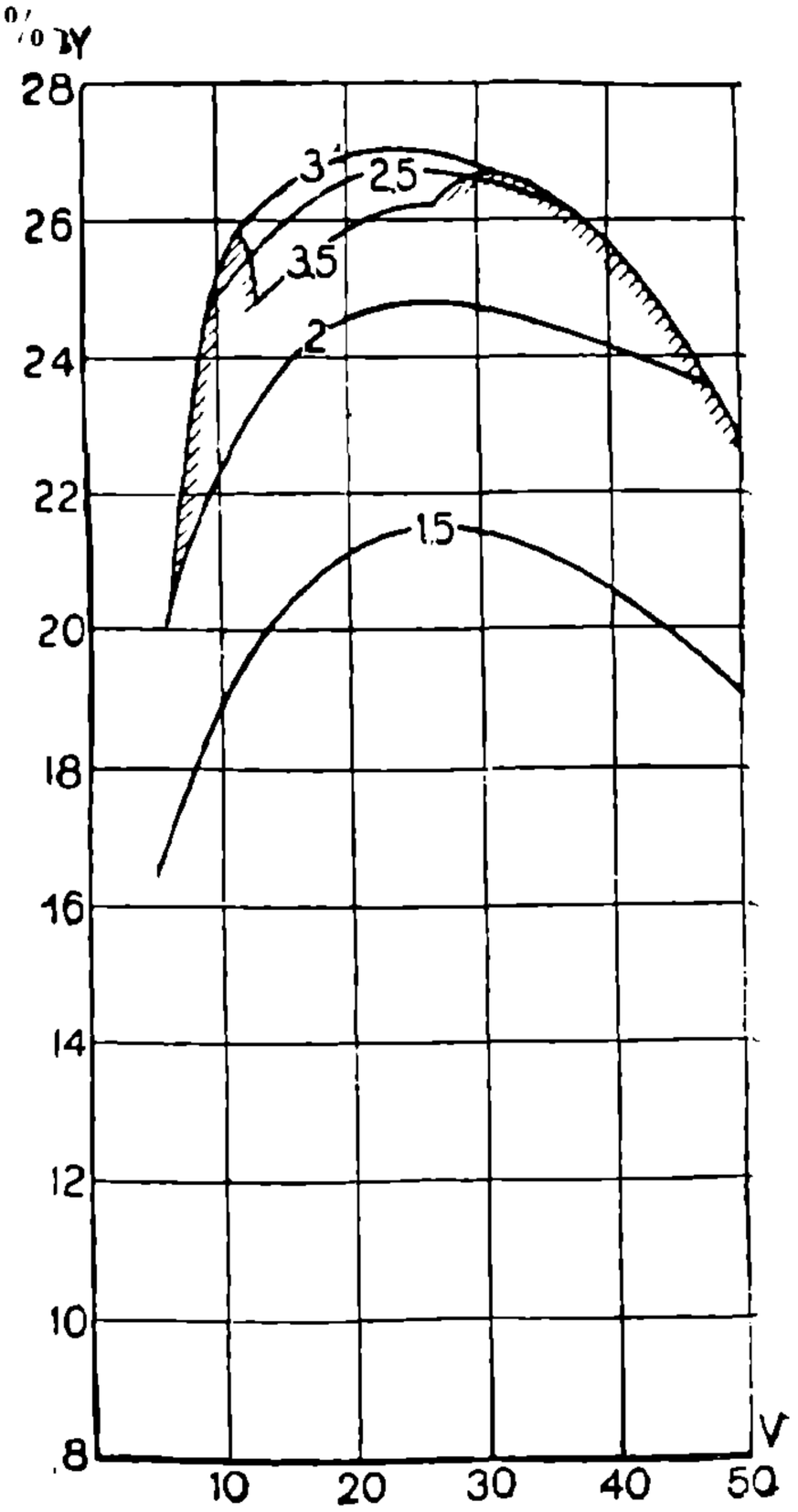
НБ УДУНТ (ДІІТ)

Сила тяги на ободе при разной подаче топлива и различных скоростях.



$F_к$=f (V,б);, n=270

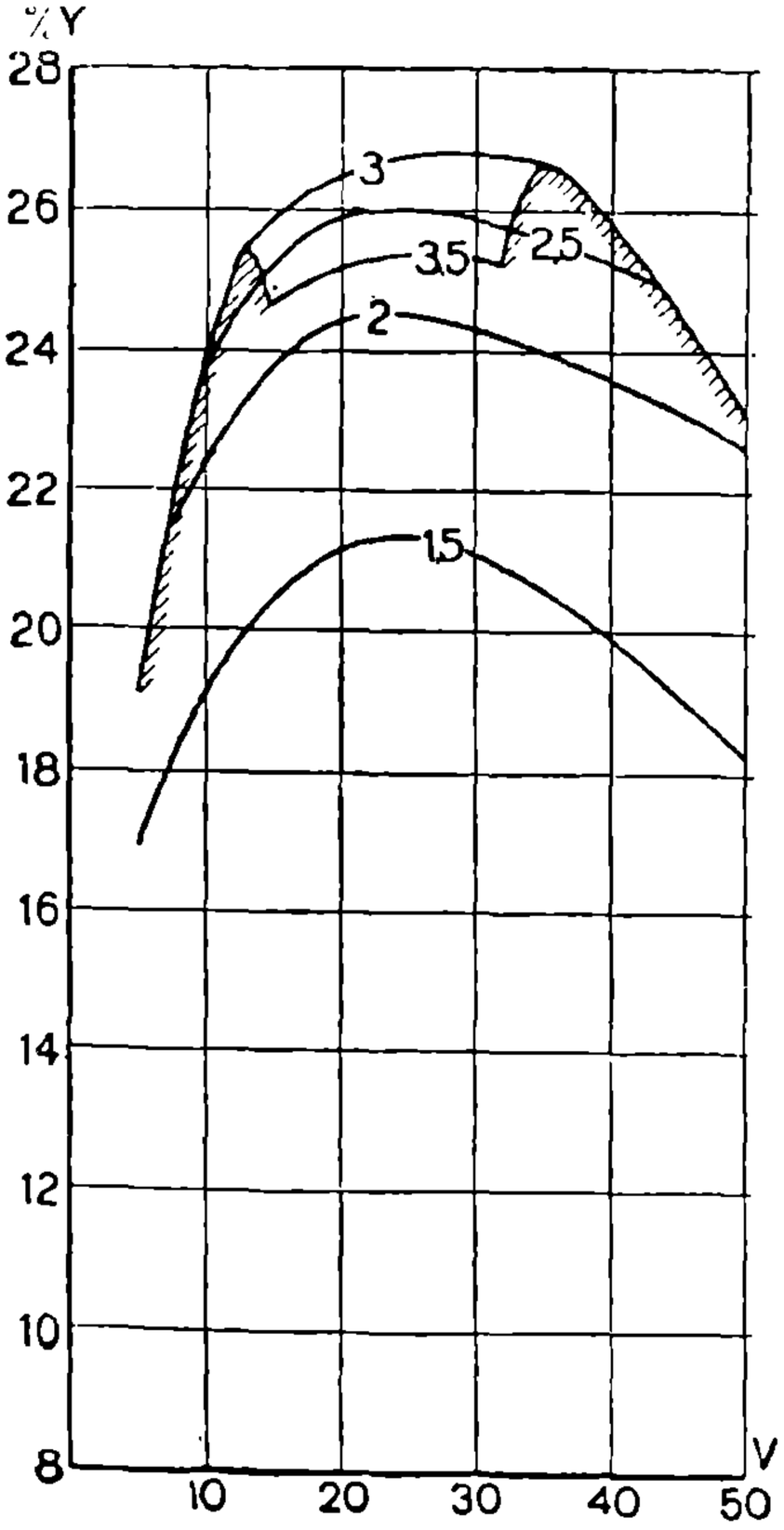
Коэфициент полезного действия тепловоза, отнесенный к ободу движущих колес.



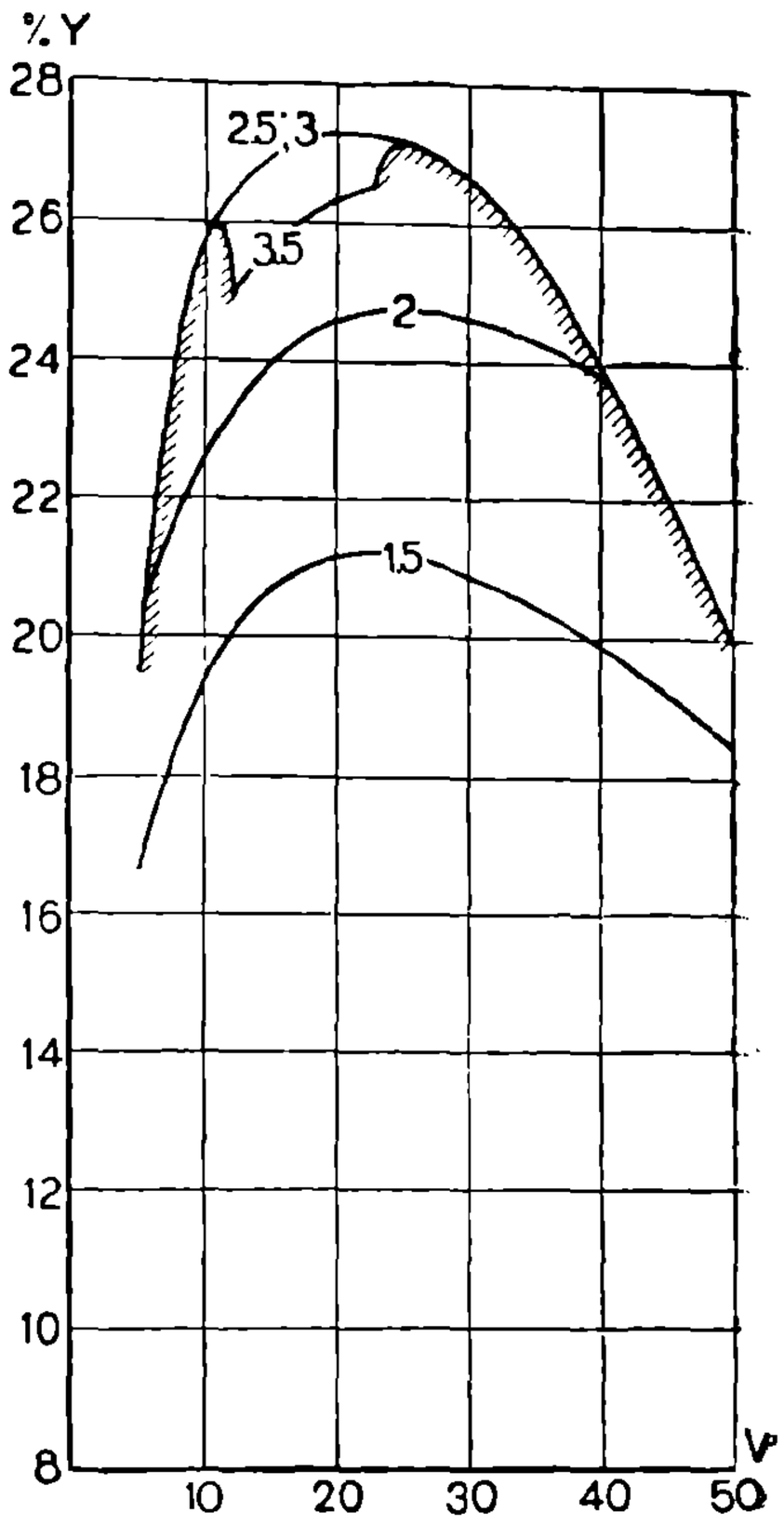
Y=f (V,б); n=330

НБ УДУНТ (ДИТ)

Коэфициент полезного действия тепловоза, отнесенный к ободу движущих колес



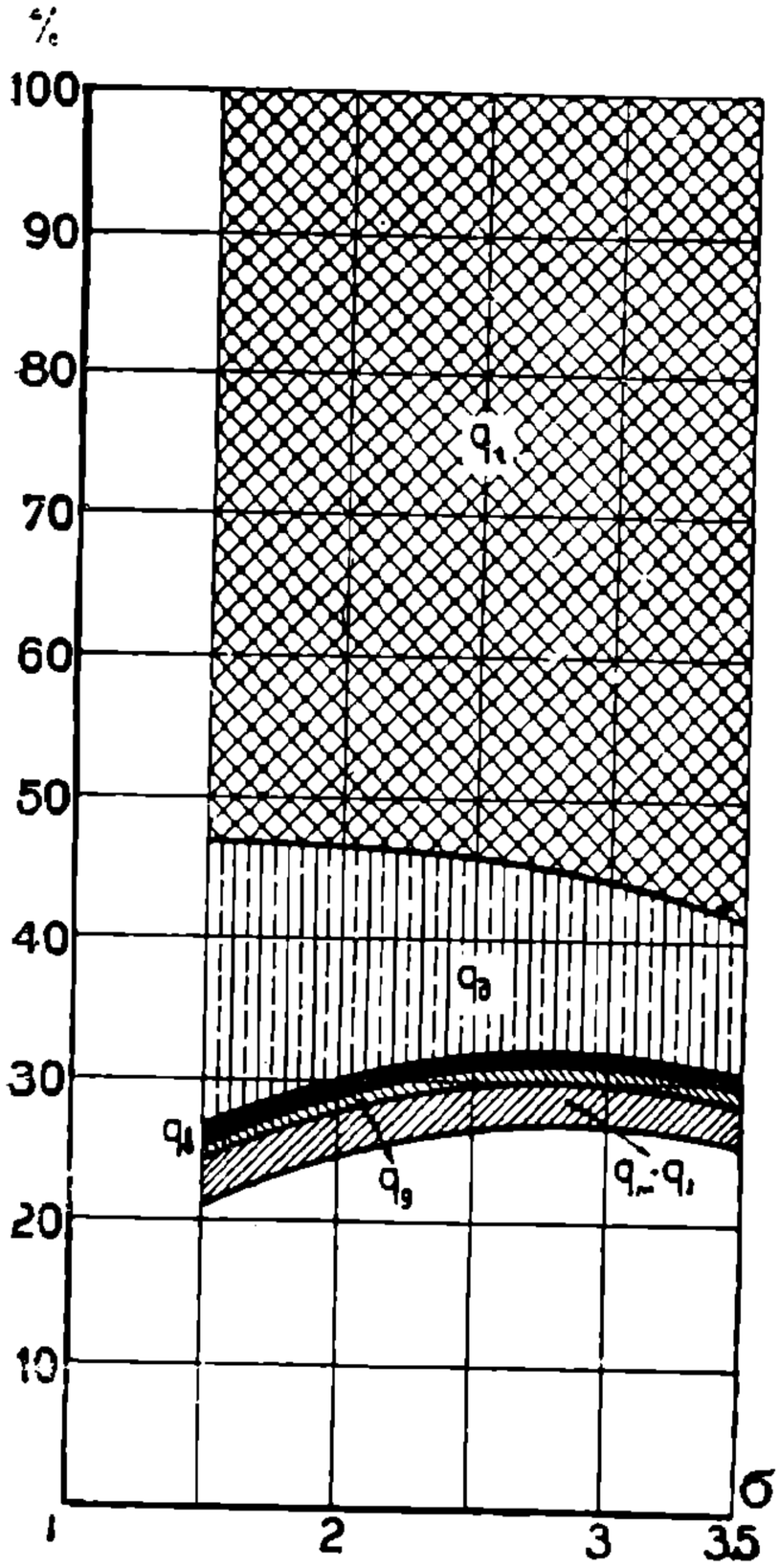
Y=f (V,6); n=300



Y=f (V,6); n=270

НБ УДУНТ (ДИТ)

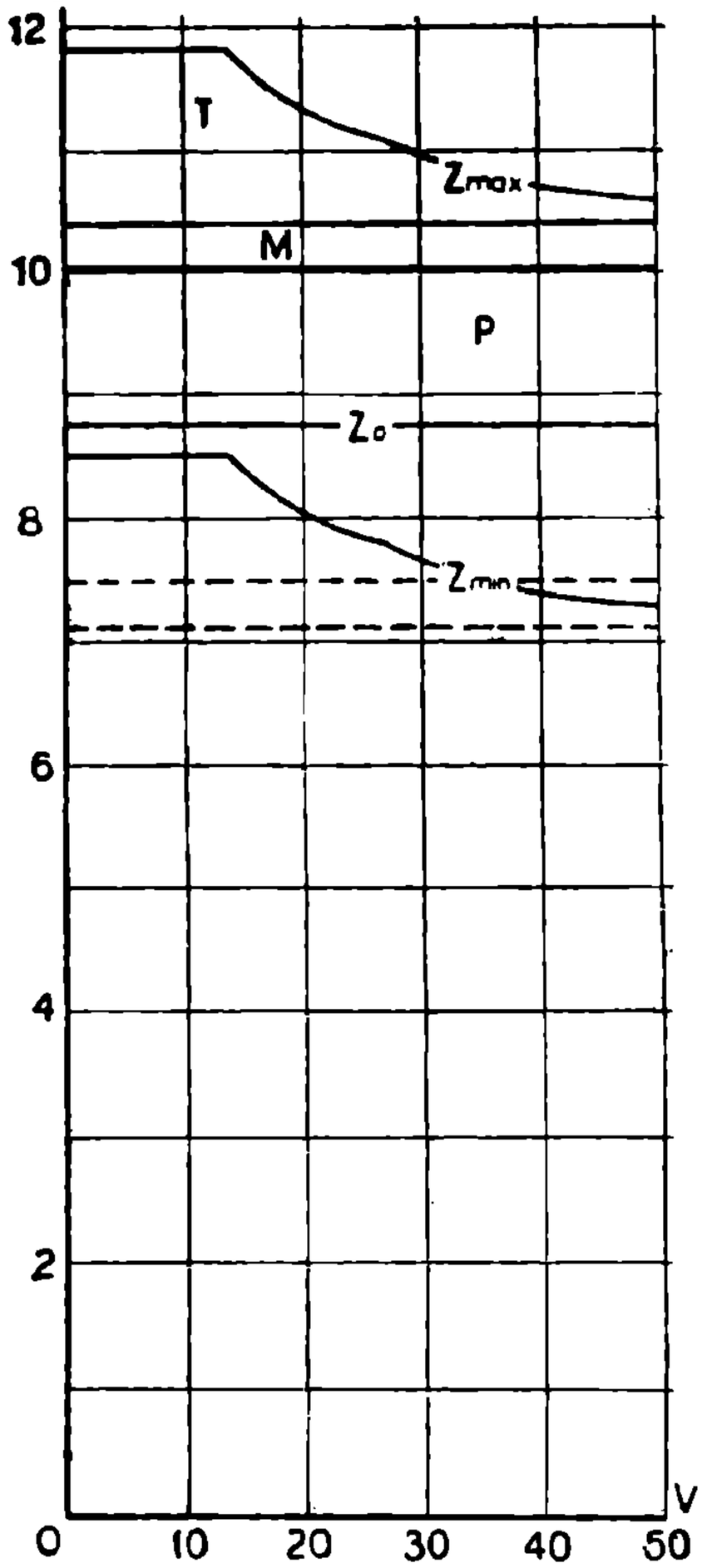
V. ТЕПЛОВОЙ БАЛАНС



n=300; V=20

VI. ДИНАМИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПУТЬ

Наибольшие и наименьшие значения вертикальных реакций колеса.



Z=f (V)

Примечание. Пунктиром показаны манимальные значения реакции колеса при следовании тепловоза без нагрузки.

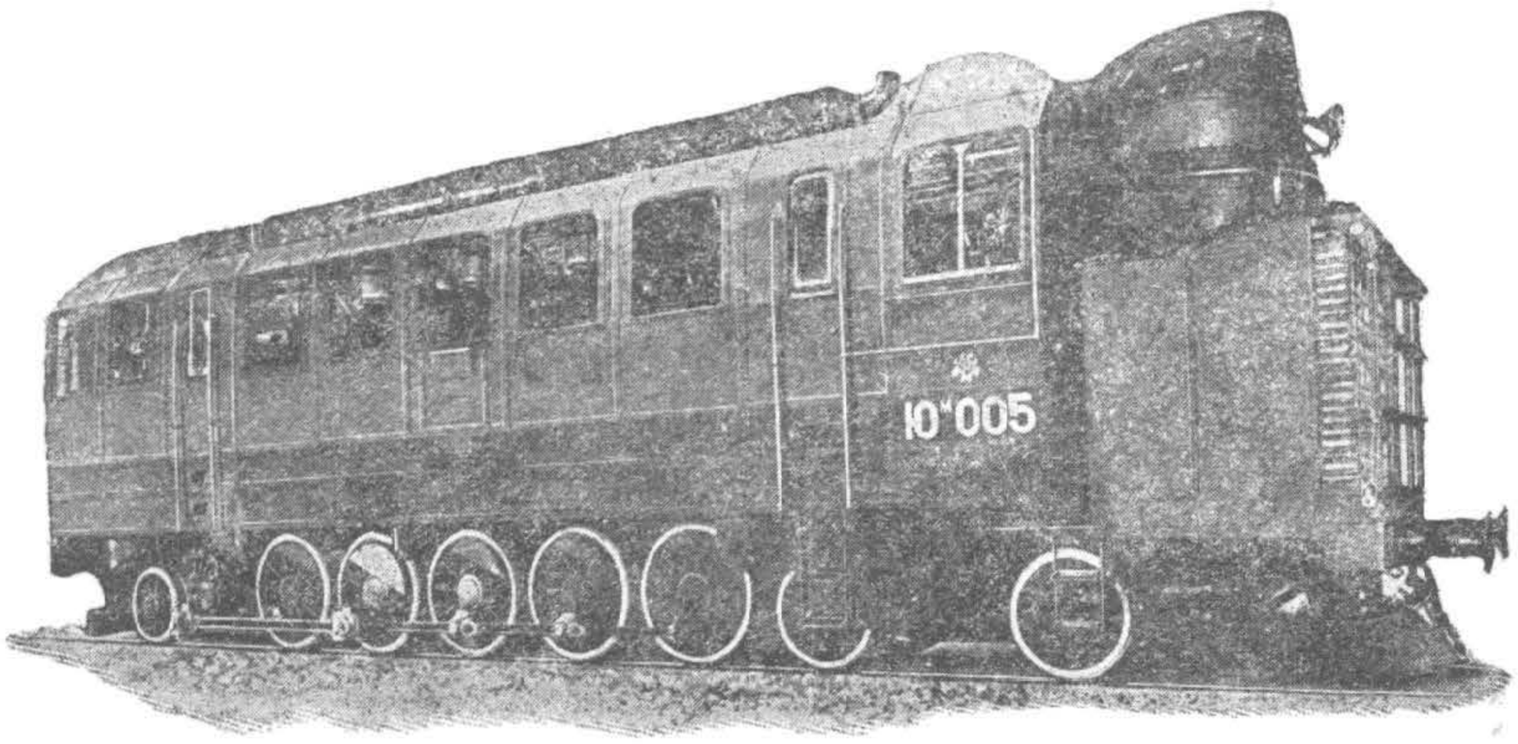
T—динамическая нагрузка колеса от действия вращающего момента электромотора.

M—динам. нагрузка от действия веса опертой на ось части веса электромотора.

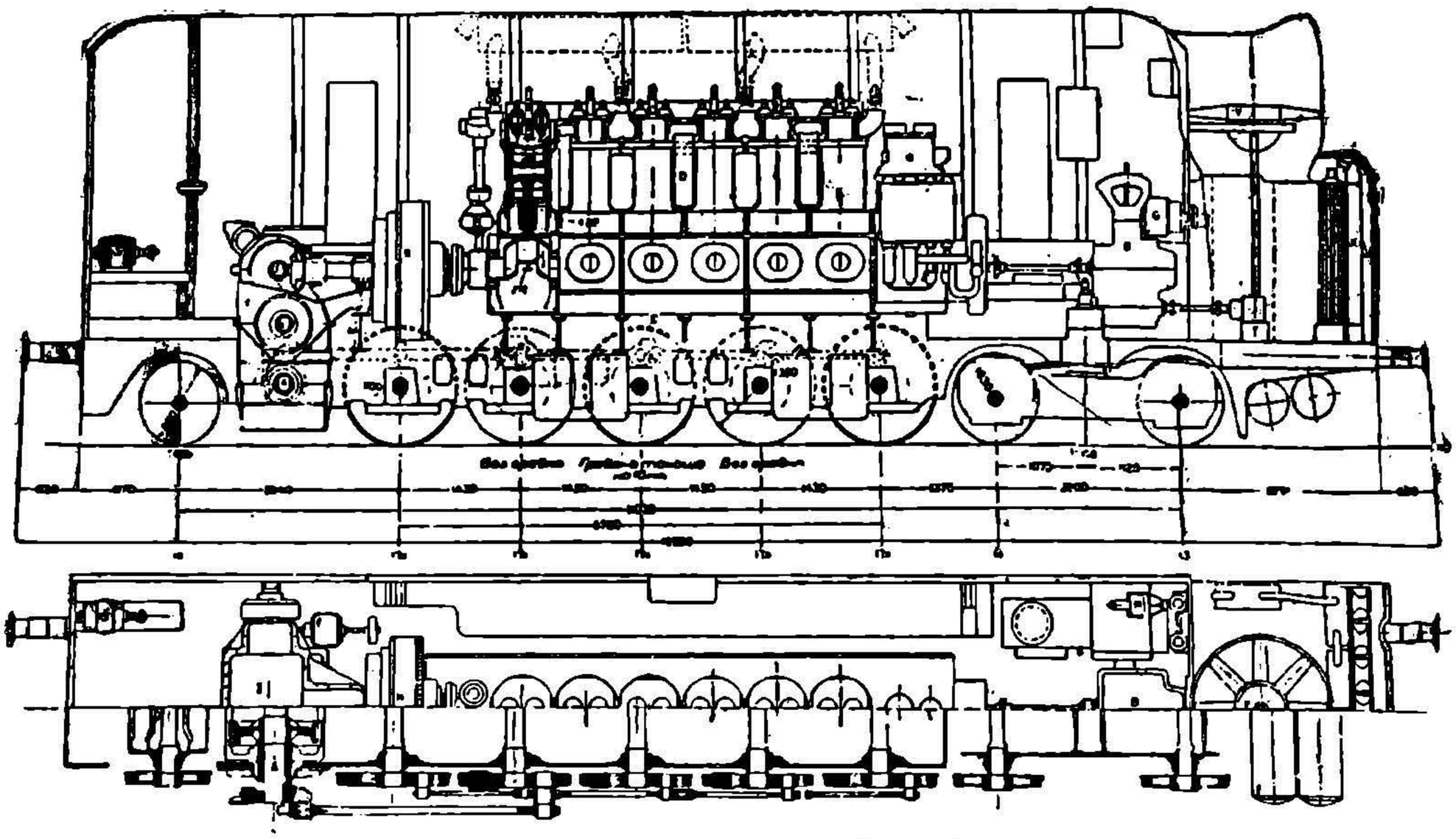
P—динам. нагрузка от прогиба рессор.

НБ УДУНТ (ДИТ)

ТЕПЛОВОЗ Э—МХ—3



Фиг. 64. Общий вид тепловоза Э—МХ—3.



Фиг. 65. Разрез тепловоза Э—МХ—3.

Основная характеристика тепловоза Э—МХ—3

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Тип	2—5—1
Длина между буферами	16 696 *мм*
База полная .	11 945 „
База жесткая	5 720 „
Вес служебный общий	131 *т*
Вес сцепной .	88 „

Нагрузка

Передней тележки	13,0 + 14,0
Сцепной оси	17,6 *т*
Поддерживающей оси	16,0 „
Коэфициент жесткости рессор: тележки .	68 кг/*мм*
сцепной оси .	115 „
поддержн. оси	115 „
Запас топлива	3,5
„ воды .	1,0
„ смазки	1,0

НБ УДУНТ (ДИТ)

Разбеги

Тележки или бегунковой оси . .	± 100 *мм*
I сцепной оси (гребень полный)	0 „
II сцепной оси (без гребня)	12 „
III сцепной оси (гребень ослабленный на 10 *мм*)	10 „
IV сцепной оси (без гребня) . .	—
V сцепной оси (гребень полный)	—
Поддерживающей оси . .	± 105 *мм*
Диаметр движущих колес	1 320 „
Наибольшая скорость по конструкции	55 *км*/час
Наибольшая сила тяги на ободе	15 200 „
Наибольшая мощность на ободе на II ступени при $\sigma = 3$	920 л. с.

Главный двигатель и холодильник

Тип двигателя . . .	бескомпрессорный
Диаметр цилиндров	450 *мм*
Ход поршня . . .	420
Число цилиндров	6
Наибольшее число оборотов . .	450 об/мин.
Предельное рабочее число оборотов	400
Наибольшая эффективная мощность при оборотах 400 об/мин.	1 050 л. с.
Охлаждение поршней	масляное
Подача водяного насоса наибольшая	48 *м*³/час. л. с.
Подача масляного насоса	20 „
Поверхность водяного холодильника	530 *м*²
Поверхность масляного холодильника для машины и поршней	200 „
Наибольшее число вентилятора холодильника	1 200 об/мин. л. с.
Наибольшая подача воздуха	40 *м*³/сек
Коэфициент теплопередачи водяного холодильника	46 кал./*м*² час.1°Ц
Коэфициент теплопередачи масляного холодильника	39 „ „

Зубчатая передача с магнитными муфтами

Число ступеней 3

Передаточное число:

I ступени	6,923
II	3,966
III	2,053

Предельная скорость на отдельных ступенях при 400 об/мин. двигателя:

I ступени	14,36 *км*/час
II „	25,12 „
III „	48,52 „

Предельная сила тяги на отдельных ступенях:

I ступени	15 200 *кг*
II	11 300 „
III	5 900 „

Вспомогательное оборудование

Генератор постоянного тока (для питания катушек магнитных муфт, освещения и зарядки аккумуляторной батареи):

Наибольшее число оборотов	2 500 об/мин.
Напряжение	110/135 *в*
Мощность	6 *квт*

Электромотор для работы масляного насоса охлаждения на стоянке:

Напряжение	110 *в*
Мощность	1,0 *квт*
Аккумуляторная батарея—тип	свинцовая (кислотн.)
Число элементов	55
Напряжение зарядного тока . .	100—140 *в*
Наибольшая сила зарядного тока	27 амп.
Емкость при трехчасовом разряде	80 амп./час

НБ УДУНТ (ДПТ)

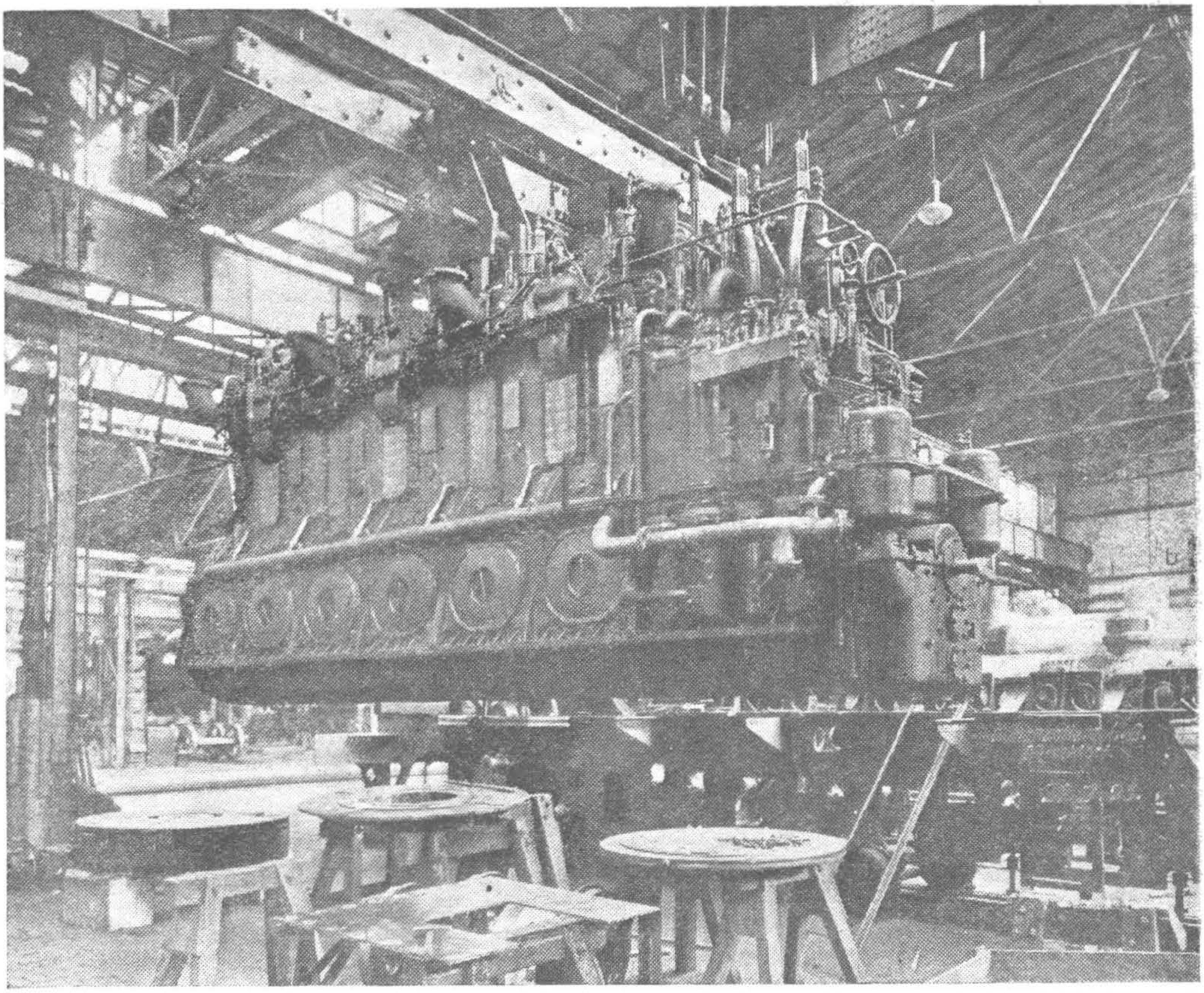
Вес отдельных частей

Дизель . .	25 000 *кг*
Холодильник . .	6 825 „
Коробка скоростей	13 850 „

Наибольшая скорость тепловоза

Конструкционная .	55 *км*/час
По рельсу типа IV-а	40
То же со сплошными подкладками	45
По рельсу типа III-а	55
II-а	55
I-а	55

При заказе за границей нашего второго тепловоза была поставлена задача как можно больше упростить передачу вращающего момента от дизеля ведущим



Фиг. 66. Дизель тепловоза Э—МХ—3; вид со стороны компрессора.

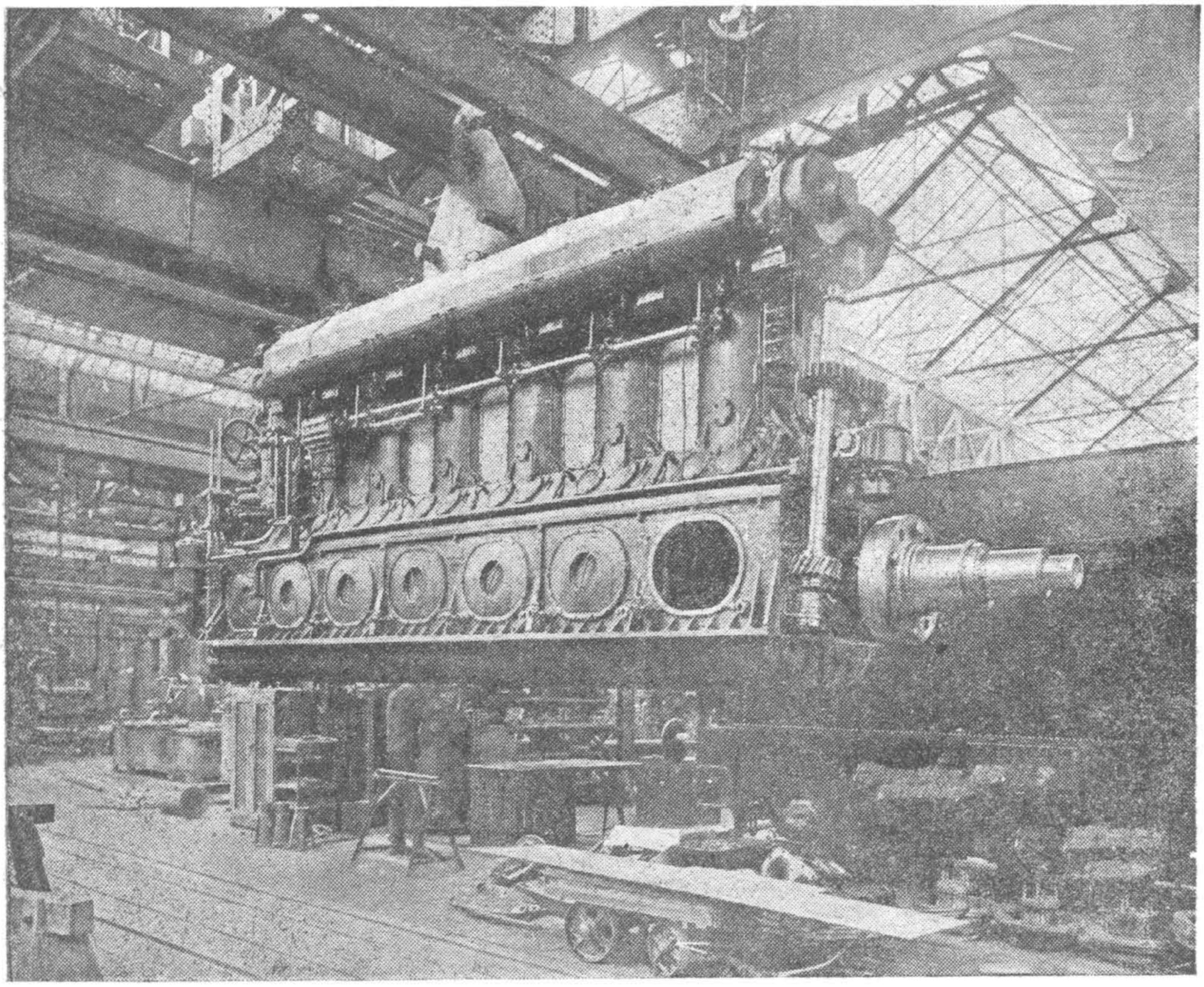
колесам и приблизить ее насколько возможно к передаче непосредственной. Но детальное изучение недостатков тепловоза с посредственной передачей завода Зульцера и новые мысли, которые появились благодаря большим успехам в изготовлении зубчаток для передачи больших мощностей, привели конструкторов тепловоза Э—МХ—3 к проектированию и затем к постройке первого в мире тепловоза с механической передачей большой мощности. Тепловоз этот с технической стороны представляет громаднейший интерес.

Тепловоз построен по нашему проекту в Германии на заводе «Гогенцоллерн» в 1923—1926 гг. и в 1927 г. прибыл в СССР.

Установленный здесь двигатель *D* того же типа, как и на тепловозе Э—ЭЛ—2, с теми только отличиями, что он имеет обратный ход (реверсивный), и охлаждение поршней здесь происходит не водой, как на двигателя Э—ЭЛ—2, а маслом (см. конструкцию фиг. 18).

НБ УДУНТ (ДНТ)

Двигатель приводит в движение оси тепловоза через главную муфту *N*, зубчатую передачу *Z* и так называемый отбойный вал *A*. Назначение главной муфты заключается в том, что она должна производить эластичное соединение главного вала дизеля с коробкой скоростей; зубчатая же передача должна осуществлять различные скорости на отбойном валу, а следовательно, и тепловоза. Число ступеней передачи в коробки скоростей три, причем зубчатые колеса отдельных ступеней находятся в постоянном между собою зацеплении. Включение в рабочее зацепление как главной муфты, так и соответствующих зубчаток передачи производится с помощью электромагнитов и специальных пластин трения. Вся коробка и особенно муфты представляют в техническом отношении большой интерес и о них будет сказано ниже.



Фиг. 67. Дизель тепловоза Э—МХ—3; вид со стороны масляного насоса.

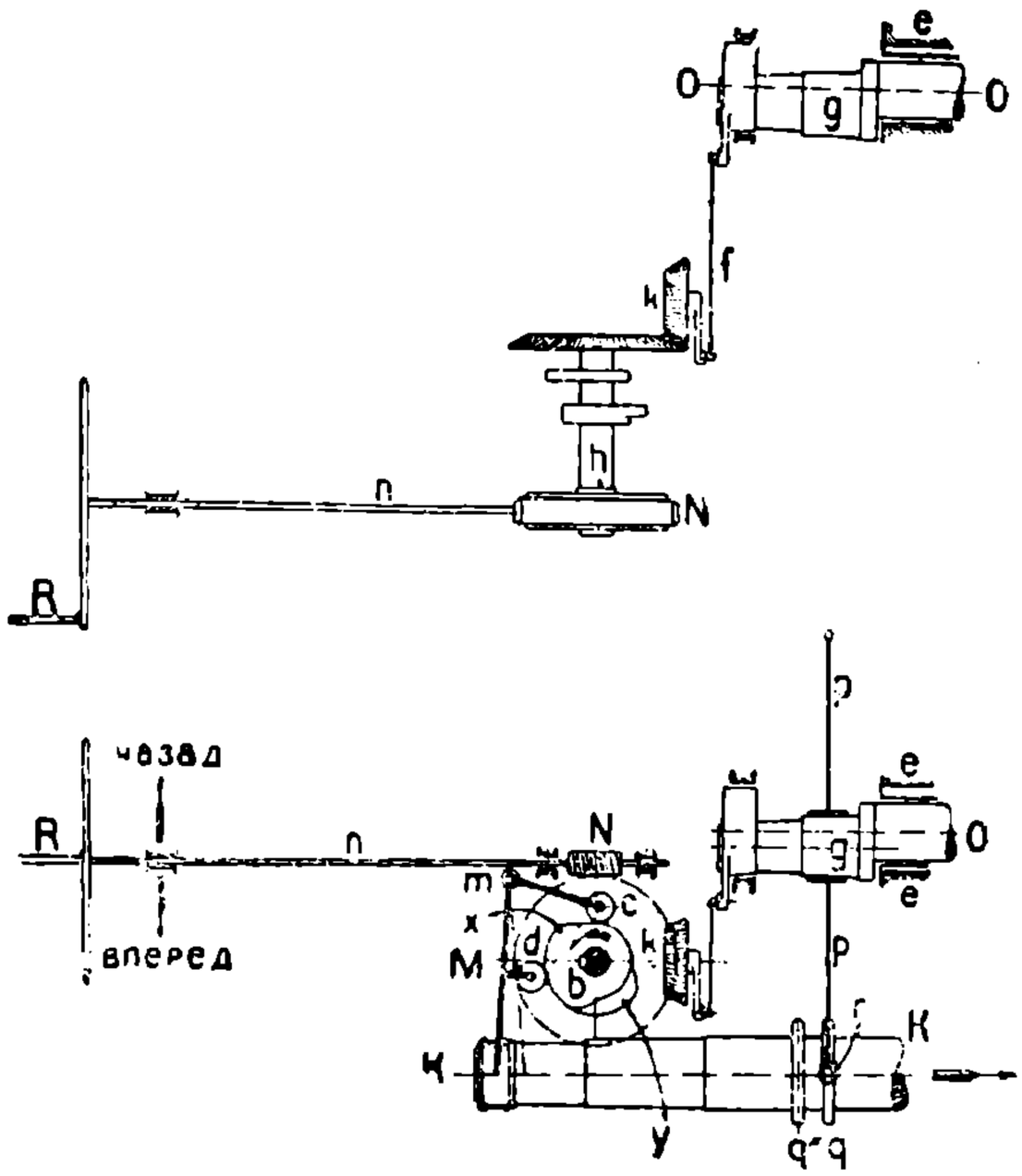
В передней части тепловоза (фиг. 65) помимо компрессора *k* имеется динамо *G* для питания током магнитных муфт, зарядки аккумуляторной батареи, питания трех подсобных мотора и для освещения тепловоза. Конец вала дизеля, вращающий динамо, вращает с помощью зубчаток вентилятор *Y* холодильника *X* для охлаждения воды и смазки дизеля, а также смазки зубчаток передачи, находящихся в коробке *B*.

Переходя теперь к разбору наиболее интересных и оригинальных конструкций тепловоза Э—МХ—3, необходимо в отношении двигателя остановиться лишь на его реверсивности, так как в остальном, если не считать охлаждения поршней, о котором уже говорилось, дизель тепловоза Э—МХ—3 в конструктивном выполнении аналогичен с дизелем тепловоза Э—ЭЛ—2.

Сущность реверсирования состоит в том, что для каждого клапана на распределительном валу *K* имеется по две заклиненных кулачковых шайбы *q'* и *q''*, одна для переднего и другая для заднего хода двигателя, вследствие чего при перемещении распределительного вала *K* входят в зацепление соответственными

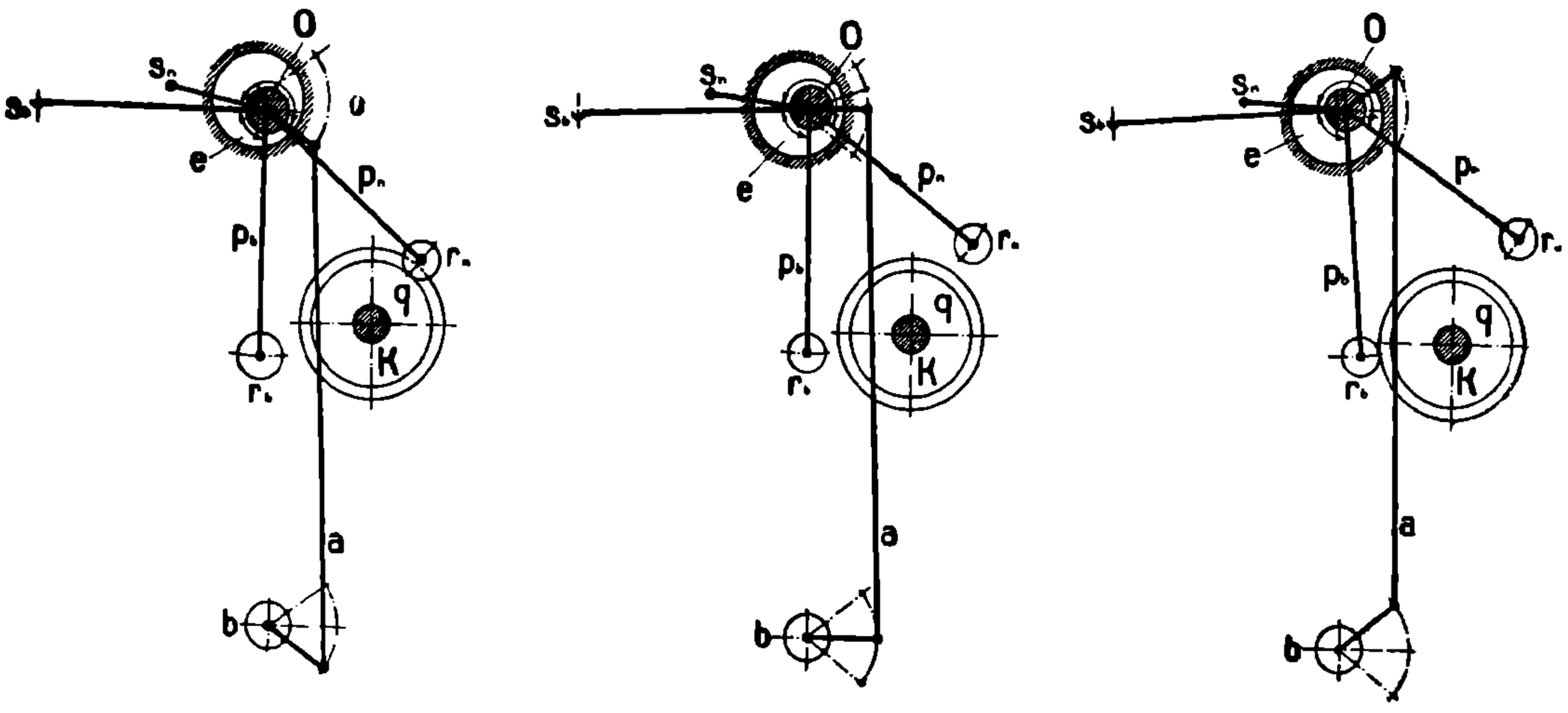
РЕПОЗИТОРИЙ УДУНТ (ДИТ)

клапанными рычагами распределительные шайбы либо переднего, либо заднего хода. Передвижение распределительного вала *K* производится при помощи двойного рычага *M*, поворачиваемого вокруг оси *m*, причем рычаг *M* получает движение от кулачков *x* и *y*, последние заклинены на вертикальном валу *b*, который приводится в движение от промежуточного включения червячной передачи *N* и от реверсивного маховика *R*. Перемещение распределительного вала *K* может произойти, конечно, лишь после того, как все клапанные рычаги приподняты над распределительными шайбами, что достигается поворотом рычагового вала *O* посредством пары конических колес *k* и кривошипной тяги *f*.



Фиг. 68. Схема реверсирования дизеля тепловоза Э—МХ—3.

Рычаги *P* всасывающих и выхлопных клапанов расположены эксцентрично по отношению к рычаговому валу *O* и при поворачивании вала освобождаются от кулачковых шайб. Насаженные же центрально по отношению вала *O* втулки *b* рычагов пусковых клапанов и форсунок не зависят от вращения, и потому во время реверсирования находящиеся в положении «стоп» рычаги пусковых клапанов и форсунок являются свободными от соответственных кулачков. Одновременно с этим при помощи блочного соединения достигается то, что ручка реверса может быть повернута только в том случае, когда пусковые рычаги находятся в положении «стоп», и с другой стороны пусковые рычаги



Фиг. 68-а.

могут быть приведены в действие лишь тогда, когда ручка реверса находится в одном из своих крайних положений «вперед» или «назад».

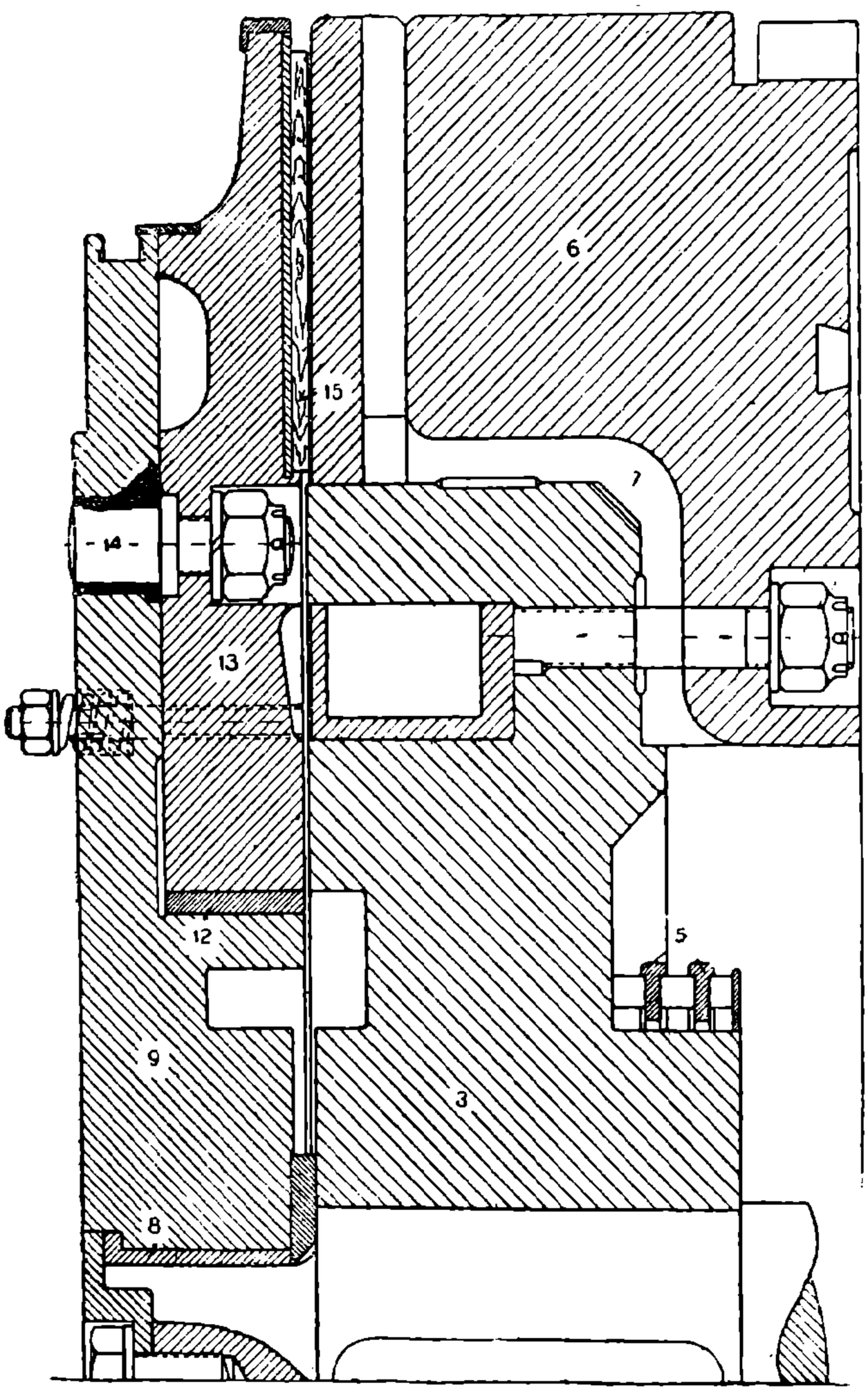
Процесс при реверсировании происходит следующим образом.

Пусковые рычаги находятся в положении «стоп»; вследствие этого рычаги пускового клапана и форсунок являются свободными от их кулачков; запускная шайба стоит так, что маховик реверса *R* может быть повернут. При переводе с переднего хода на задний и наоборот маховик реверса поворачивается 10 раз

УЭУНТ (ДИТ)

влево в первом случае и вправо—во втором. С момента реверсирования вследствие имеющегося блочного соединения перемещение пускового рычага становится невозможным. При посредстве червячной и конической зубчатых передач, а также и кривошипа *f* вал *O* поворачивается, а вследствие этого отделяются от распределительных шайб и рычаги всасывающих и выхлопных клапанов. Во время этой части реверсирования ролики *c* и *d* двойного рычага *M* вскакивают на концентрическую часть кулачков ***x*** и *y*, вследствие чего рычаг этот остается неподвижным.

Только после того, как клапанные рычаги освободятся от распределительных шайб, начинают сбегать ролик *d* по кулачку *x* и одновременно с этим ролик *c* по кулачку *y*, вследствие чего рычаг *M* захватывается, и распределительный вал *k* перемещается в положение «назад». При дальнейшем вращении маховика реверса ролики попадают опять на концентрическую часть кулачков, и вал *O* возвращается опять в прежнее положение; рычаги всасывающих и выхлопных клапанов ложатся на распределительные шайбы заднего хода; блочное соединение освобождает пусковой рычаг и после этого пуск машин может быть произведен в обратном направлении. В конечных положениях «вперед» и «назад», которые обозначены надписями, ручка реверса находится точно внизу.



Фиг. 69. Главная муфта.

На тепловозе Э—МХ—3 вал дизеля может быть разобщен от зубчатой передачи с помощью фрикционной магнитной муфты и дизель может быть пущен вхолостую сжатым воздухом. Как указывалось раньше, дизель может работать лишь при некотором минимуме обязательных оборотов и, следовательно, в момент трогания поезда с места и его разгона муфта должна допускать передачу части мощности дизеля при различных числах оборотов соединяемых частей или, как говорят, она должна пробуксовывать. Эта операция выполняется главной муфтой и таким образом от правильной работы ее зависит вся работа тепловоза.

На описываемом тепловозе механическая передача допускает возможности осуществлять три передаточных числа от дизеля к колесам тепловоза. Минимальное число оборотов дизеля, при котором еще возможна вспышка 1 об/сек. или 60 об/мин, но так как от дизеля приводится в движение водяной и масляный насосы, то практически число оборотов не понижается ниже 100—130 об/мин. При этом числе оборотов дизеля и при включенной главной муфте число оборотов отбойного вала составляет:

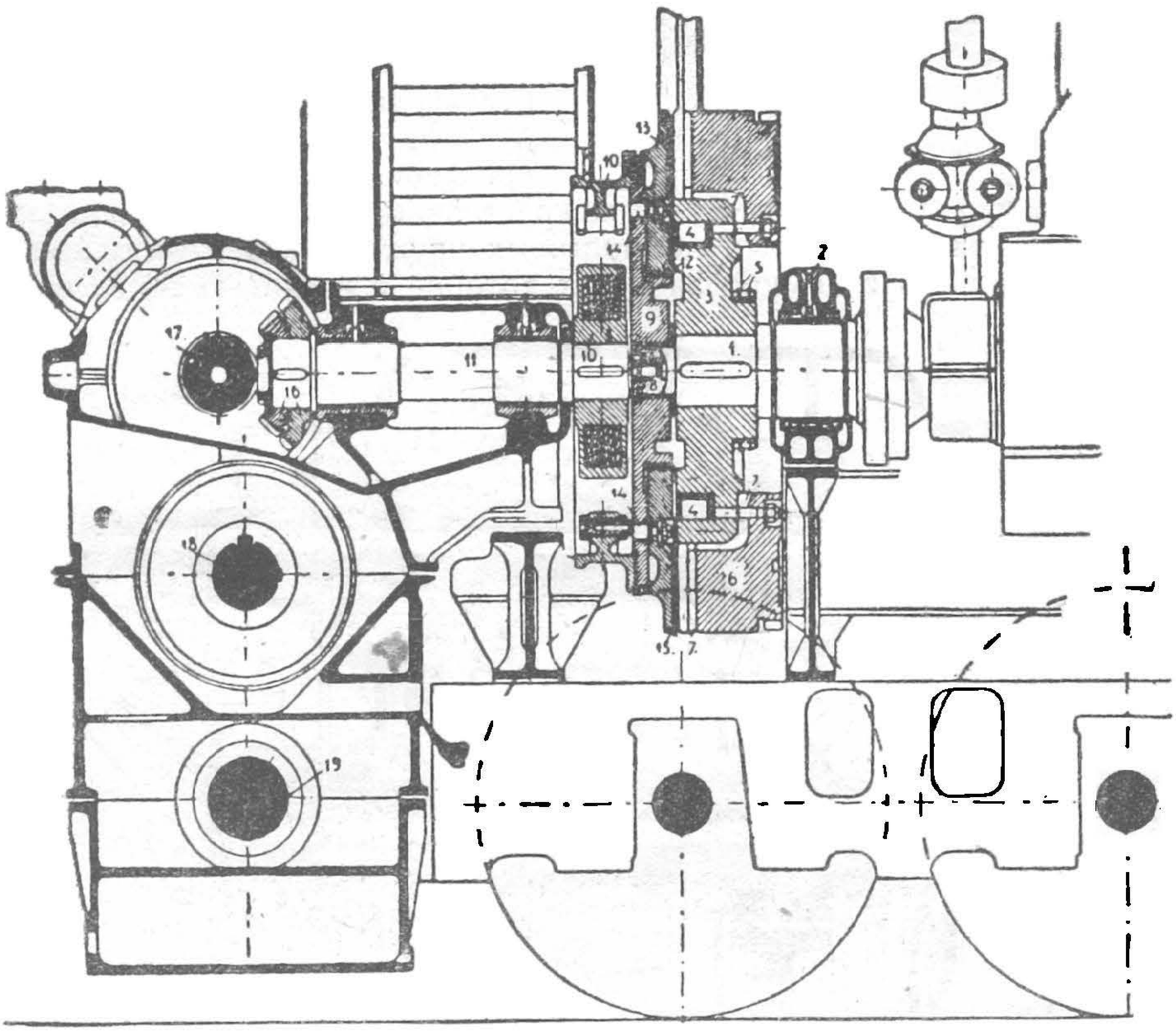
$$n_0 = \frac{n}{i} = \frac{120}{6{,}9} = 17{,}2 \text{ об/мин., где } i \text{ — передаточное число I ступени.}$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

Диаметр ведущих колес тепловоза 1 320 *мм*, следовательно, при этом скорость будет $V = \pi \cdot Dn_0 \cdot 60 = \pi \cdot 1{,}32 \cdot 17{,}2 \cdot 60 = 4{,}3$ *км*/час. Отсюда видно, что лишь при приобретении тепловозом этой скорости главная муфта может быть включена,—до этого же момента муфта допускает скольжение фрикционных своих частей, что практически не превышает $1^1/_2$—2 минуты.

Конструктивно главная муфта выполнена следующим образом.

Сердечник главной муфты *3* наглухо насажен на вал дизеля; в кольцевую выточку этого сердечника вложена катушка *4*, которая питается током, подводимым в ней по кольцам *5*. Этим собственно и кончается вал дизеля и дальше идет так называемый продольный вал передачи *11*, который на конце, обращенном к дизелю, несет последовательно: крестовину с рессорами *10*, служащей для смягчения ударов, связанную с ней шайбу *9*, снабженную цапфами *14*, и, наконец, рабочую шайбу *13*, покрытую специальными фрикционными накладками *15*. Рабочая шайба *13* может передвигаться в осевом направлении на 1 *мм* по направляющим *12* шайбы *9*.



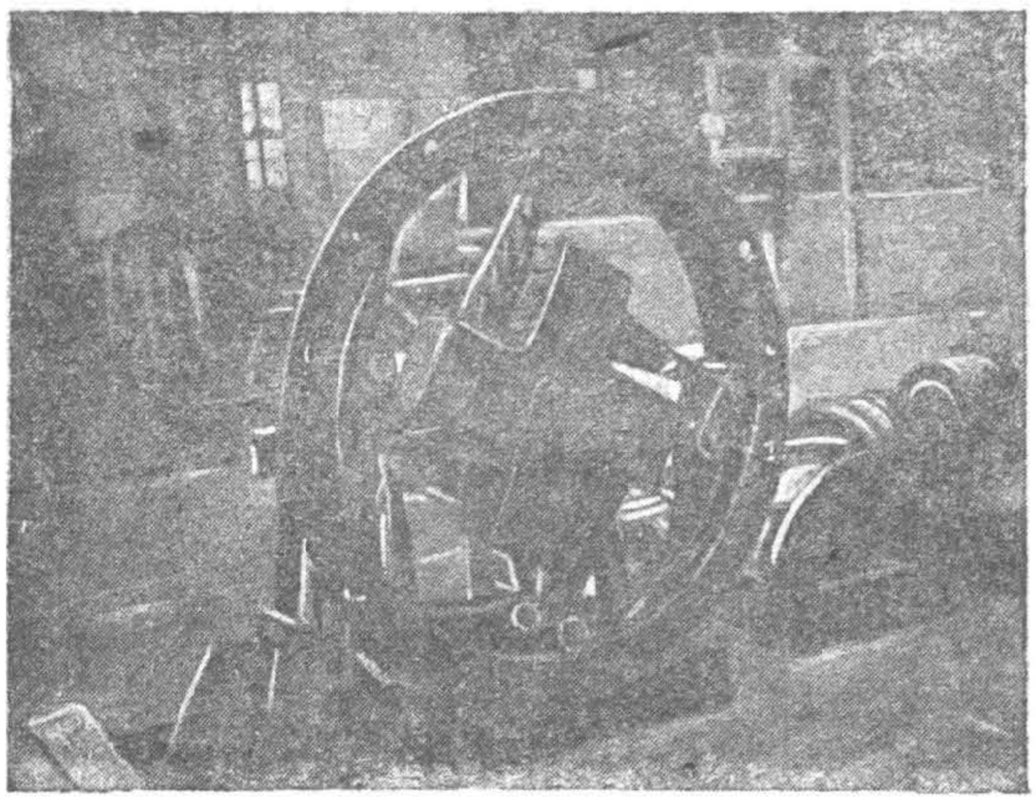
Фиг. 70. Главная муфта в соединении с продольным валом передачи.

Действие муфты заключается в следующем.

Когда муфта выключена, а дизель работает, то с валом дизеля вращается и магнит, в то время как шайба, связанная с рессорной муфтой и свободно сидящая на валу, остается неподвижной. Когда же в обмотку магнита *4* пускается ток, сила которого регулируется контроллером, находящимся на посту машиниста, создается электромагнитное поле, и якорная шайба *13* притягивается к сердечнику с большей или меньшей силой в зависимости от положения контроллера. Вследствие трения прокладок шайба *13* начинает увлекаться валом дизеля и вращаться вместе с ним. С вращением шайбы *13* вращается с помощью указанных цапф *14* шайба *9*, затем рессорная муфта *10*, продольный вал *11* и, наконец, коническая зубчатка *16*, сидящая на конце этого вала. Как указывалось раньше, вначале муфта должна буксовать, вследствие чего на поверхностях происходит значительное выделение тепла, которое отводится помощью кана-

НБ УДУНТ (ДИТ)

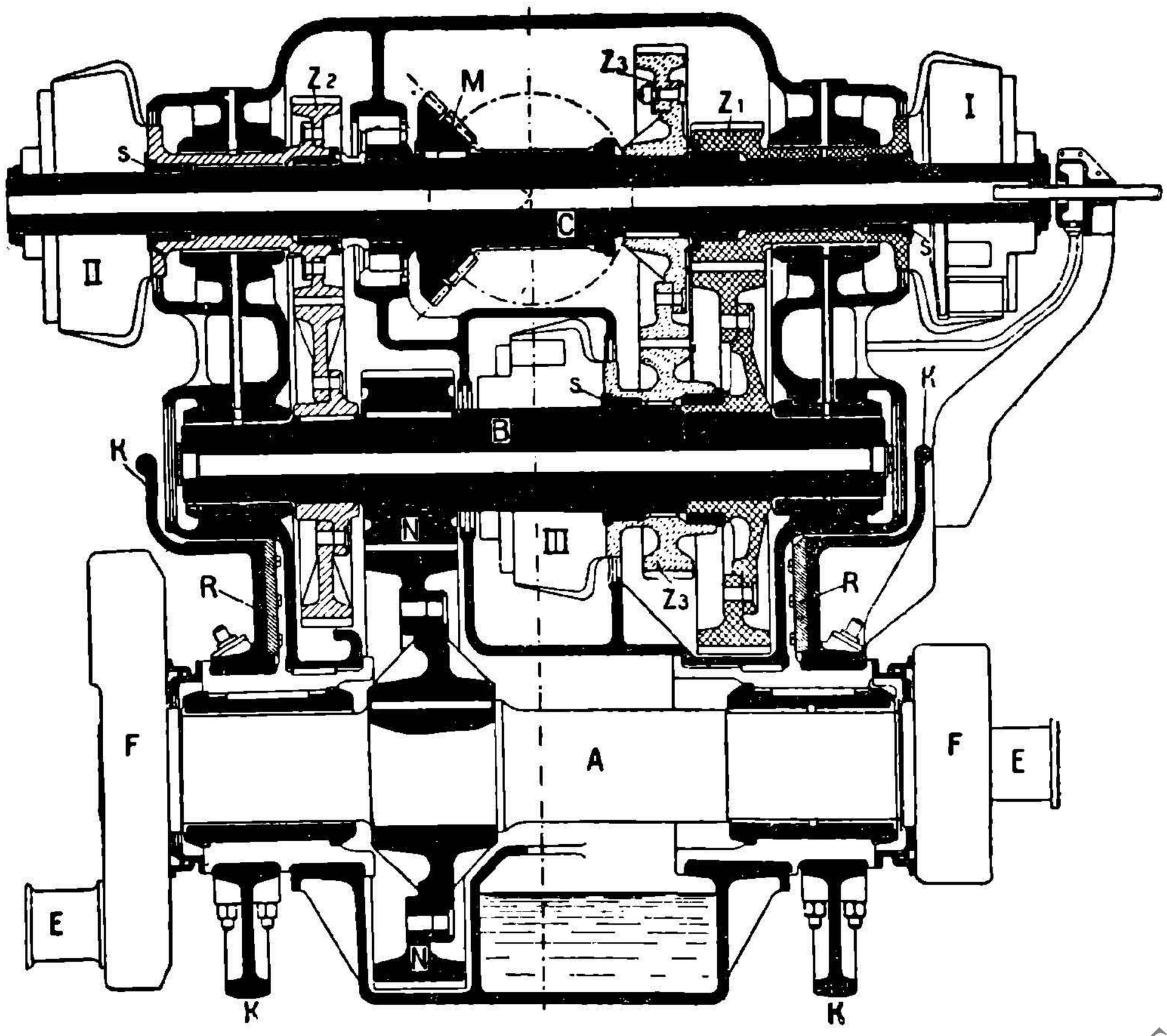
лов 7, образованных выемками в теле магнита, маховика и опорной шайбы. Муфта рассчитана на скольжение в течение 8 минут и на передачу вращающего момента в 190 000 *км/см*. Наибольшая расчетная сила тока в катушке магнита—10 амп, напряжение тока — 110 *в*.



Фиг. 71. Рессорная муфта.

Из конструкции передачи видно, что якорная шайба связана с рессорной муфтой, которая назначена для смягчения возможных ударов и защиты зубчаток в случаях, когда происходит быстрое схватывание главной муфты и, следовательно, получаются как бы удары на ведомой части передачи; кроме того, при критическом числе оборотов двигателя, когда вращающий момент создает значительные колебания, которые не могут быть поглощены полностью маховиком, рессорная муфта предохраняет зубчатые колеса от чрезмерных напряжений.

Рессорная муфта (фиг. 71) состоит из крестовины, запрессованной на продольном валу передачи, четырех двойных листовых пружин, вложенных одним концом в пазы крестовины и стальной шайбы, к которой с помощью валиков и накладок присоединяются вторые концы рессор. Периодическое понижение или повышение вращающего момента двигателя воспринимается листовыми пружинами



Фиг. 72. Коробка скоростей тепловоза.

НБ УДУНТ (ДІТ)

и претворяется в работу пружин, после чего вращающийся момент передается на передачу как равномерный.

Продольный вал *1* покоится на двух подшипниках с баббитовой заливкой. На конец продольного вала насажена коническая зубчатка, которая, находясь в зацеплении с такой же конической зубчаткой поперечного вала, вращает последний и затем через ряд цилиндрических зубчаток, находящихся в коробке скоростей, вращение передается отбойному валу.

Коробка скоростей в схематичном разрезе представлена на фиг. 72.

Здесь расположены три поперечных вала: верхний *c*, несущий две зубчатки Z_1 и Z_2 со своими муфтами I и II, средний вал *B*, имеющий зубчатку Z_3 с муфтой III и, наконец, нижний отбойный вал с мотылями *F* и ведущими пальцами *E*. Каждая из указанных зубчаток помощью своей муфты может быть заклинена на валу и передавать необходимый вращающий момент. Остальные зубчатки насажены на валы жестко. Работа зубчаток коробки скоростей происходит так: если, например, включена муфта первой ступени I, тогда вращение вала *C*, полученное от дизеля через указанные ранее конические зубчатки *M*, передается зубчатке Z_1, которая при включенной муфте 1 становится рабочей, и, вращаясь, вращает зубчатку, сидящую наглухо на валу *B*, и через пару зубчаток *N*, находящихся в постоянном жестком зацеплении,—отбойный вал. Совершенно аналогично работа протекает и в случае включения муфт II и III. Таким образом, в зависимости от того, какая ступень включена, можно иметь различные числа оборотов отбойного вала, а следовательно и скорость тепловоза.

Передача располагает тремя ступенями, которые при диаметре ведущих колес тепловоза в 1 320 *мм* дают возможность осуществить при определенных числах оборотов двигателя следующие скорости тепловоза.

Ступень / Передаточное число	Число оборотов двигателя в минуту	Число оборотов отбойного вала в минуту	Скорость тепловоза *км*/час
I — 6,94	60 — 150	8,6 — 21,5	2,15 — 5,35
	150 — 300	21,5 — 43	5,35 — 10,7
	300 — 400	43 — 65	10,7 — 14,4
II — 3,99	60 — 150	15 — 37,5	3,75 — 9,4
	150 — 300	37,5 — 75	9,4 — 18,8
	300 — 400	75 — 113	18,8 — 25
III — 2,05	60 — 150	29 — 73	7,25 — 18,2
	150 — 300	73 — 146	18,2 — 36,4
	300 — 400	146 — 220	36,4 — 48,2

Все зубчатки со своими валами расположены в герметически закрытой стальной коробке, наполненной маслом; коробка покоится на основной раме тепловоза.

Смазка частей зубчатой передачи производится помощью масла под давлением от 0,5 до 1 *кг/см²* посредством зубчатого насоса, приводимого в движение от передачи и работающего в обоих направлениях одинаково с подачей около 400 *л*/мин. при 800 об/мин. (см. приложение, схема масляного трубопровода коробки скоростей тепловоза Э– МХ—3). Этот масляный насос помещается в наклонном положении на верхней крышке коробки и соединен приводом с большим зубчатым колесом верхнего поперечного вала. Он берет масло после включения обратного клапана из сборного масляного бака, находящегося внизу коробки, и нагнетает его по специальным трубочкам к отдельным местам смазки, предварительно прогнав масло через фильтр и секцию холодильника, если температура масла требует последнего.

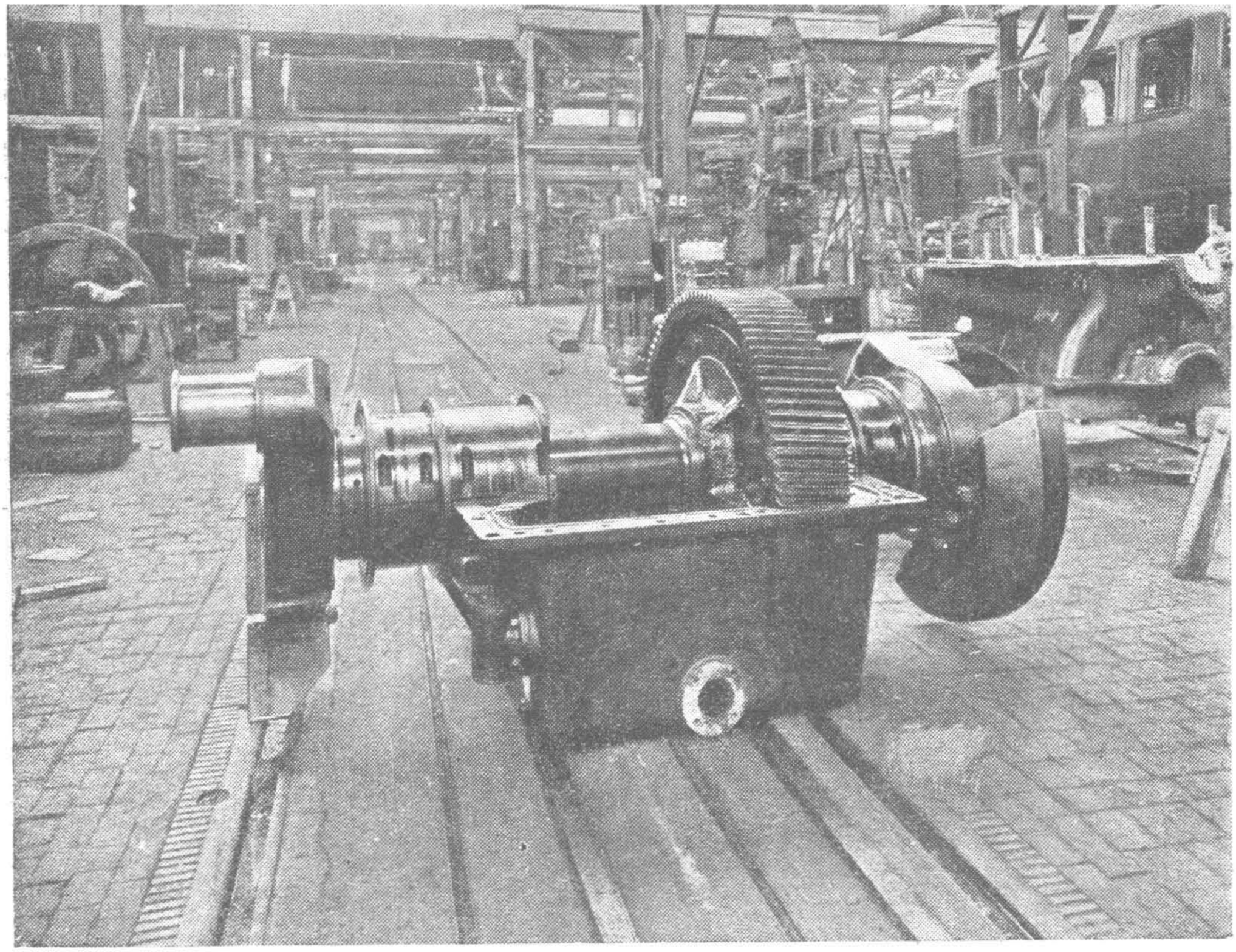
Для смазки передачи перед включением коробки передачи и, следовательно, перед троганием тепловоза имеется специальный электронасос, питаемый током от аккумуляторной батареи.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Особенность передачи, примененной на этом тепловозе, заключается в том, что зубчатые колеса ступеней находятся все время в зацеплении, которое может быть или рабочим, когда данная зубчатка при включении ее муфты становится жестко связанной с валом и передает, следовательно, рабочий момент, или же вращаться свободно, когда муфта ее выключена.

Сущность конструкции и принцип работ муфт ступеней уясняется из схематичного разреза муфты (фиг. 75).

Здесь магнит *3* наглухо насажен на вал *5* и с ним постоянно вращается. В кольцевом гнезде магнита помещается катушка *2*, к которой подводится ток по щеткам и контактным кольцам *1*. Магнит охватывается так называемым колоколом *9*, который помощью втулки жестко связан с зубчаткой соответствующей ступени передачи. Колокол, втулка и зубчатка сидят свободно на валу. Как магнит *3*, так и внутренняя часть обода колокола *9* имеют шпонки,



Фиг. 73. Нижняя часть коробки передачи с отбойным валом.

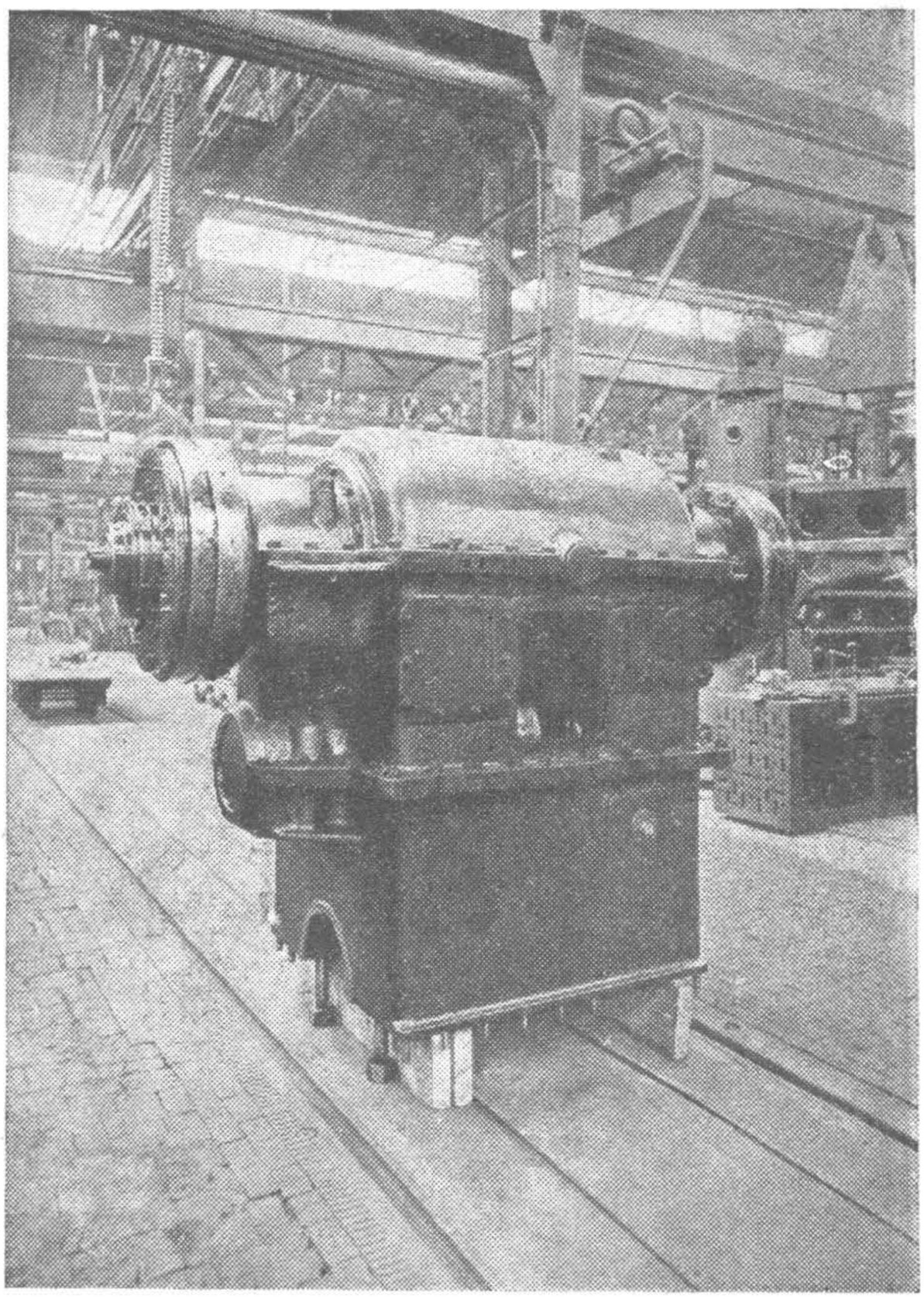
по которым могут двигаться в осевом направлении диски, причем на магните сидит 5 штук стальных дисков *7а*, а на колоколе—6 штук стальных дисков *7*, покрытых с двух сторон специальными фрикционными накладками. Расположение дисков понятно из фиг. 75. Между магнитом *3* и колоколом *9* находится шайба *6*, связанная с колоколом *9* через болты *13* с отжимными пружинами *14*; шайба имеет возможность передвигаться по бронзовой втулке *8*. Работа муфты протекает так: при включении тока в муфту магнита последний притягивает к себе шайбу *6*, которая, передвигаясь в сторону магнита, сжимает пакет пластин и заставляет в результате колокол, а следовательно, и зубчатку вращаться с теми же оборотами, как и вал, на который насажен магнит. При выключении тока благодаря пружинам *14* шайба *6* оттягивается, и рабочее вращение колокола и зубчатки прекращается. Шайба *6* по отношению к магниту устанавливается с определенным зазором *18*, который поддерживается при сработке пластин постановкой прокладок между шайбами *15* и *16*.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Якорная шайба *6* после прекращения подачи тока в катушку оттягивается назад четырьмя пружинами с жесткостью в 16,5 *кг* и имеет ход до 8 *мм*; при включенной муфте якорная шайба находится от магнита на расстоянии 1 *мм*. Величина этого зазора имеет большое значение для правильной работы муфты. Так как фрикционные пластины с течением времени истираются и зазор между якорем и магнитом меняется, то для регулирования этого зазора предусмотрена возможность постановки прокладок из прешпана между опорными шайбами; во время этой операции скрепляющие болты шайбы *17* отпускаются, между шайбами *16* и *15* закладывается прокладка определенной толщины, и затем болты затягиваются.

При включении магнитной муфты в катушку пропускается ток силой в 3,6 амп. при напряжении в 110 *в*.

Источником тока на тепловозе служит двухколлекторный генератор завода Пинча на 110 и 25 *в*. Генератор этот, как говорилось, приводится во вращение от вала дизеля через зубчатую передачу. Так как число оборотов дизеля меняется в зависимости от скорости тепловоза и, следовательно, генератор также работает при переменном числе оборотов, то для того, чтобы сохранить постоянное напряжение, в цепь возбуждения генератора введен автоматический регулятор напряжения (завода Пинча), который и поддерживает напряжение при разном числе оборотов практически постоянным. Благодаря этому регулятору генератор, имеющий двойной якорь на 110 и 25 *в*, может переключаться или на напряжение 110 *в*, — тогда питается сеть освещения и муфты ступеней, или на напряжение 135 *в*, когда якоря соединены последовательно и напряжение повышено до 135 *в*, — тогда происходит зарядка аккумуляторной батареи.

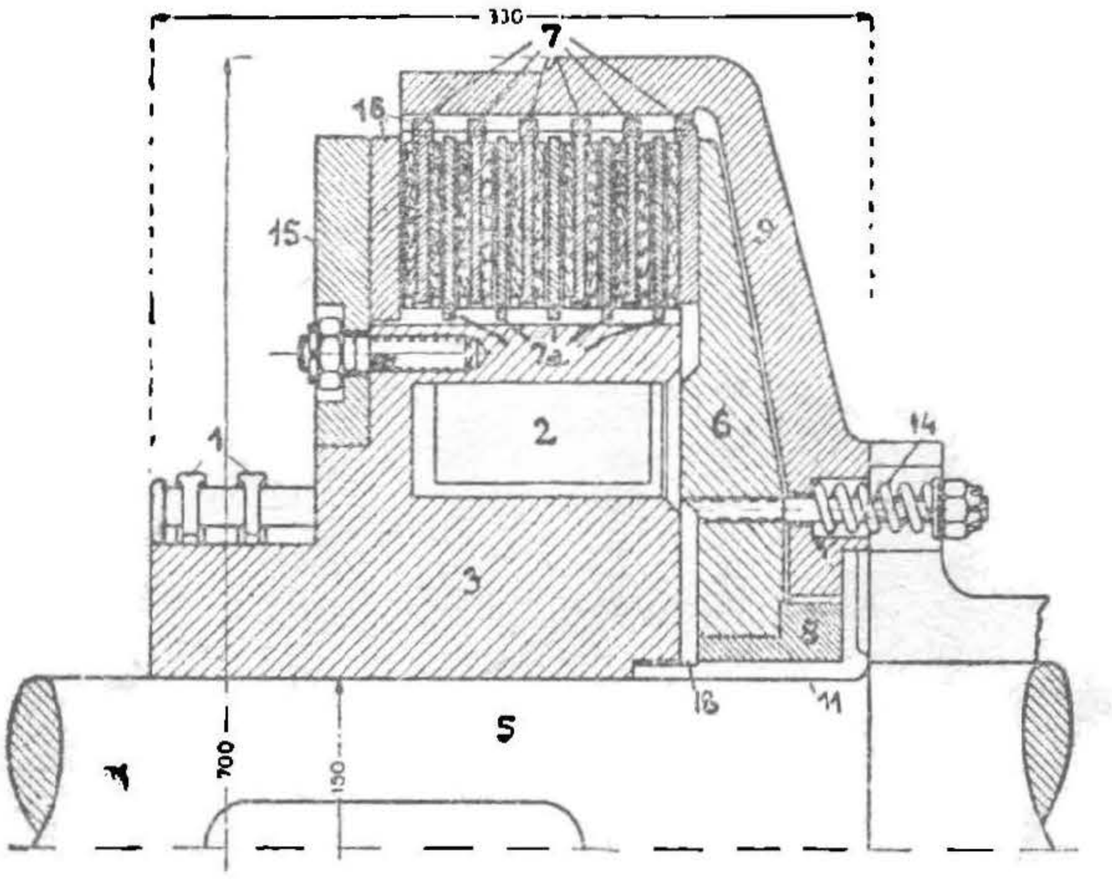


Фиг. 74. Верхняя часть коробки передачи в собранном виде.

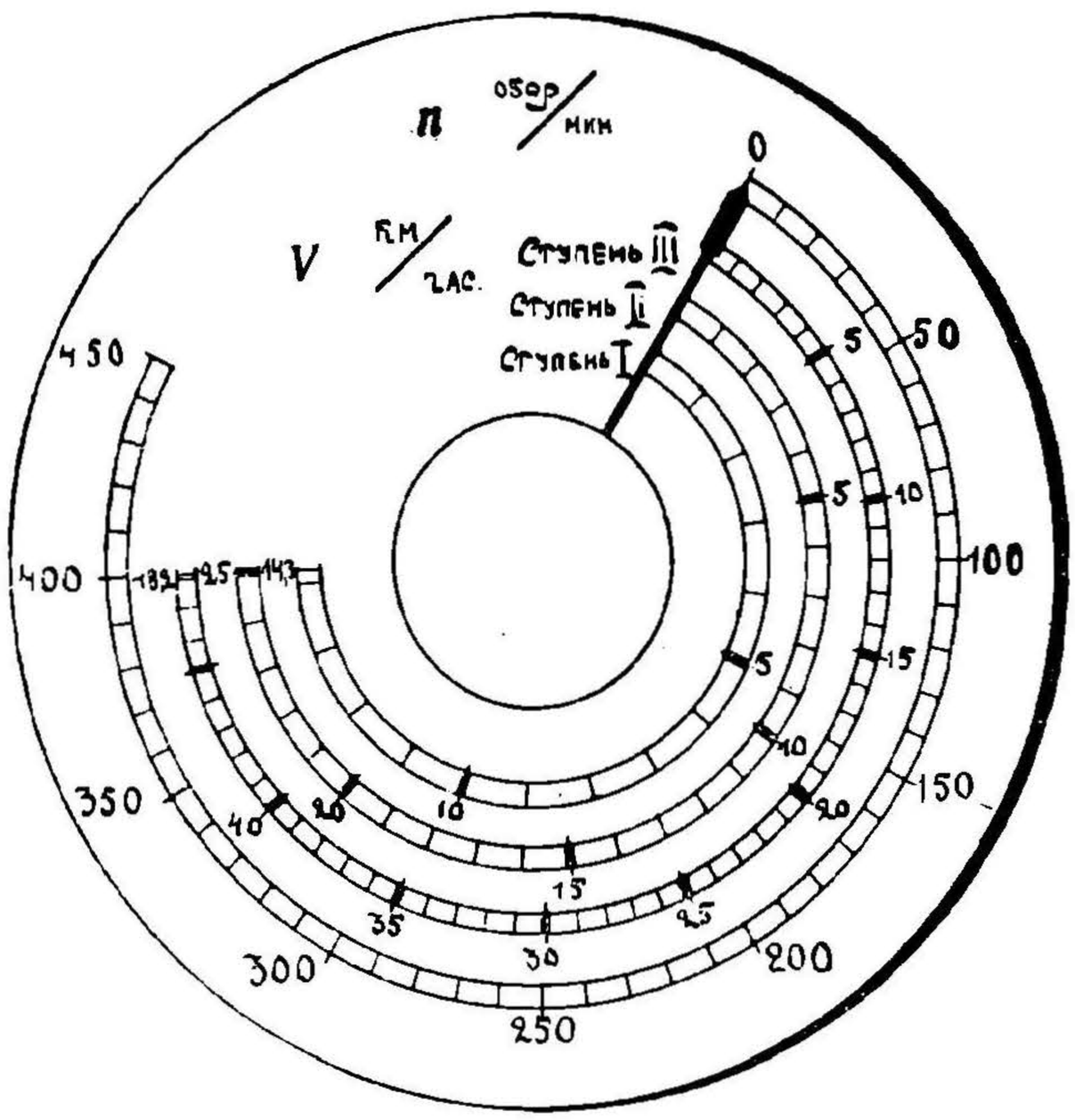
В описанной передаче с электромагнитными муфтами и заключается особенность тепловоза Э—МХ—3; по ходовой части он очень схож с паровозом, а по остальным элементам — холодильнику и вспомогательному оборудованию — никаких особенностей не представляет. Здесь необходимо становиться лишь на управлении тепловоза Э—МХ—3, который, имея особенности в передаче, отличается и способами управления. В основном управление тепловоза при запущенном дизеле сводится к операциям (с поста машиниста) с контроллером ступеней скоростей, с контроллером главной муфты и с маховичком изменения наполнения дизеля. Запуск дизеля и работа его вначале происходит при выключенных контроллерах ступеней и главной муфты — тепловоз в это время стоит. После этого контроллер ступеней ставится в 1-е положение, тогда муфта I ступени заклинивает на валу зубчатку 1-й скорости и передача делается жестко связанной с осями тепловоза через элементы, понятные из фигур 70 и 72.

НТБ УДУНТ (ДИТ)

Затем постепенно включается контроллер главной муфты, следя за силой тока по амперметру на посту машиниста пускаемого в обмотку магнита главной муфты,—тогда подвижная шайба последней с фрикционными пластинами притягивается к части, заклиненной на валу дизеля, происходит скольжение, нарастающее по мере включения контроллера дальше и, наконец, полное сцепление. Так как по мере «схватывания» главной муфты обороты дизеля падают, то с помощью маховичка машинист увеличивает наполнение дизеля, повышая тем самым его обороты, а следовательно, и скорость тепловоза.



Фиг. 75. Магнитная муфта ступеней.



Фиг. 76. Комбинированный тахометр дизеля на посту машиниста.

Повышая обороты дизеля дальше и доходя, наконец, до 400 об/мин., которые для этого дизеля являются предельными рабочими (дальше нужно переходить через критические, чего пока не делается) и используя таким образом все скорости на I ступени (см. стр. 19), для дальнейшего повышения скорости тепловоза переходят на II ступень, для чего производятся следующие операции:

1) выключается главная муфта с помощью главного контроллера;

2) одновременно снижаются обороты дизеля с помощью маховичка наполнения;

3) выключается муфта I ступени; контроллер ступеней ставится на зарубку между положениями I и II;

4) подгоняются обороты дизеля (меняя наполнение) так, чтобы они соответствовали (по указателю) скорости тепловоза, при которой должна быть вклюнена II ступень;

5) быстро включается II ступень, для чего контроллер ступеней переводится с зарубки на положение II;

6) постепенно включается главная муфта с помощью контроллера и увеличивается наполнение дизеля.

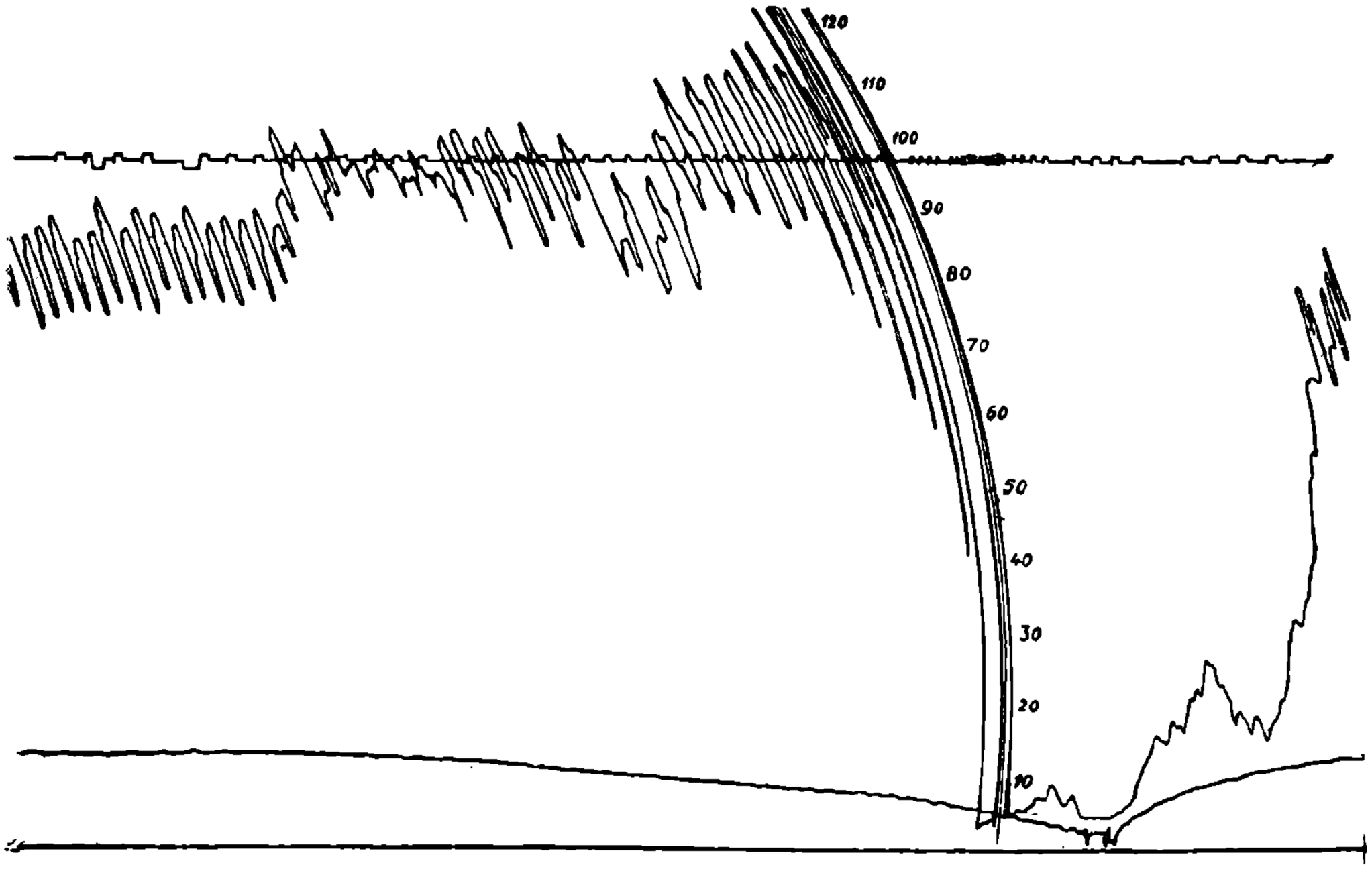
Совершенно аналогичные операции производятся при переходе со II ступени на III.

Таким образом главная операция при переходе со ступени на ступень и обратно состоит в том, чтобы при включении главной муфты обе ее части (часть, связанная с валом главного двигателя, и часть, связанная с продольным валом передачи) имели равные угловые скорости, так как в противном случае включение главной муфты будет сопровождаться ударом, который может повлечь за собою поломку зубчаток, не говоря уже о преждевременном износе фрикционных пластин и возможном разрыве поезда.

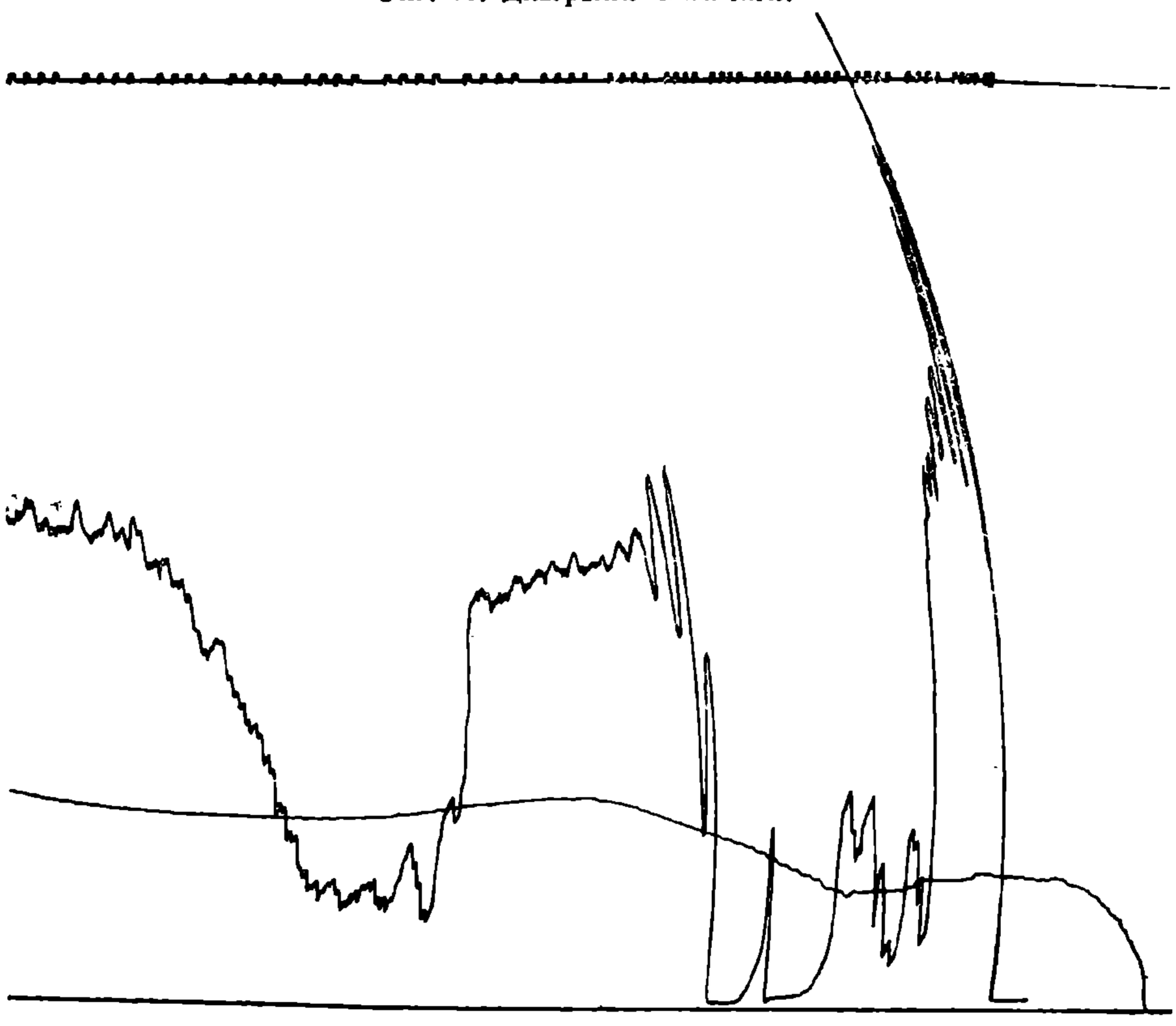
Для того чтобы операция переключения со ступени на ступень была более легкой, на посту машиниста рядом с указателем скорости тепловоза

НБ УДУНТ (ДИТ)

находится тахометр дизеля со специальной градуировкой, который и дает возможность машинисту перед включением новой ступени привести число обо-



Фиг. 77. Диаграмма силы тяги.



Фиг. 78. Изменение силы тяги при переключении ступеней.

ротов дизеля к такому значению чтобы показания тахометра дизеля на соответствующей ступени и скоростемера совпадали.

Из описания системы управления тепловоза Э—МХ—3 понятно, что значение силы тяги при переводе со ступени на ступень обязательно должно проходить

НБ УДУНТ (ДПТ)

через нуль. Эта прерывистость силы тяги (фиг. 77,78, и 78-а) является недостатком тепловоза с коробкой скоростей, так как затрудняет ведение поезда и требует, во избежание возможных разрывов поезда, особенного понимания тепловоза и внимания со стороны тепловозной бригады.

Известным недостатком тепловоза Э—МХ—3 и тепловозов с механической передачей вообще является то, что при такой передаче мы получаем от тепловоза полную мощность лишь в трех точках, соответствующих полному числу оборотов дизеля на каждой ступени. Все же другие обороты дизеля, понятно, не дают возможности реализовать полный мощности тепловоза. В этом отношении идеальным локомотивом является тепловоз с электрической передачей, который позволяет без всяких ограничений при каждой данной скорости (напряжении) получать наибольшую мощность (наибольшая сила тока).

Существенный недостаток тепловоза Э—МХ—3 состоит в том, что передаточные числа тепловоза, как показала эксплоатационная работа тепловоза, выбраны неправильно; так, первая ступень для трогания с места слаба, а для ведения поезда на предельном подъеме чрезмерно сильна. Вторая ступень для поезда полного состава и при следовании по предельному подъему слаба и избыточна для легких профилей.

Известным недостатком тепловоза нужно считать расположение области критических чисел оборотов дизеля в пределах его рабочих оборотов (410—430) из-за чего рабочие обороты снижены до 400 об/мин, и тем самым понижена мощность дизеля; кроме того, перемена направления движения тепловоза осуществляется на тепловозе с помощью реверсирования самого дизеля, для чего последний приходится останавливать и затем вновь запускать—это в эксплоатации вызывает некоторые затруднения.

Но, несмотря на все это—простота конструкции, высокий коэфициент полезного действия, легкость и дешевизна — основные и неоспоримые достоинства тепловоза с механической передачей, показавшего в результате эксплоатации полную работоспособность (фиг. 79).

Если отнести платежный вес локомотива к мощности на ободе, то стоимость одной лошадиной силы получается:

у паровоза серии Э .	106 *кг*	100%
„ тепловоза Э—ЭЛ—2 .	184 »	174%
„ Щ—ЭЛ—1	212 »	197%
Э—МХ—3	145 »	133%.

Отсюда видно, что стоимость тепловоза ниже стоимости других тепловозов, и так как единица его мощности по весу отличается незначительно от паровозной, то можно считать, что при массовой постройке тепловозов типа Э—МХ—3 строительная стоимость подобного тепловоза будет лишь незначительно выше паровоза.

В дополнение описания тепловоза Э — МХ — 3 необходимо сказать несколько слов об электрической схеме этого тепловоза, так как в отличие от схем трубопроводов, которые понятны из чертежей, она требует некоторого пояснения.[1]

Электрическая установка имеет назначением обслуживание сети, которая по характеру приемников тока распадается на три части:

1) магнитные муфты—главная и муфты скоростей,

2) освещение тепловоза и турного вагона,

3) вспомогательные моторы: масляных насосов, охлаждения поршней и смазки передачи, водяного насоса для опрыскивателя холодильника и мотора нефтяного насоса.

Наиболее важной частью по характеру работы являются магнитные муфты, от исправной работы которых зависит работа всего тепловоза. Для правильной работы муфт необходимым условием является сохранение определенной силы тока в их катушках, независимо от режима работы дизеля. Кроме того, постоянство напряжения необходимо для освещения, которое должно действовать независимо от работы дизеля.

Этим требованиям удовлетворяет электрическое оборудование тепловоза, являющееся типовым оборудованием вагонного освещения завода Пинч, которое применяется на дорогах Германии.

[1] Схемы и пояснения взяты из инструкции тепловозных бригад.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Особенностью установки является применение, помимо аккумуляторной батареи (дающей постоянное напряжение при остановленном дизеле или работе его при малых оборотах), двухколлекторной динамомашины, дающей возможность иметь два напряжения—115 вольт для сети от одного коллектора и 140 вольт от последовательно соединенных двух коллекторов.

Первое напряжение применяется для сети, второе для зарядки батареи.

Возбуждение динамо питается от коллектора 25 вольт и регулируется в зависимости от числа оборотов дизеля при помощи автоматического регулятора (см. ниже). Переключение сети с батареи на зарядку производится при помощи специального зарядного автомата.

Для сохранения при реверсировании дизеля постоянства полярности проводов, отходящих от динамо, она снабжена особым автоматическим переключателем, приводимым в действие от вала динамо.

В случае порчи зарядного автомата необходимые переключения могут производиться вручную при помощи двух переключателей (двух и трехполюсных).

Соединение обмоток между собой последовательное в две группы, по одной катушке с каждого полюса в группе.

Одна группа включена последовательно с якорем 115 *в*, вторая—последовательно с якорем 25 вольт.

Разбивка обмоток на две группы вызвана необходимостью уничтожить влияние как сетевого (115 *в*), так и зарядного (25 *в*) токов на магнитное поле главных полюсов (устранение искрения при изменении нагрузки).

Обмотка якоря двойная, соответственно двум коллекторам.

Число щеткодержателей—4 на каждый коллектор.

При перемене направления вращения полярность главных полюсов остается неизменной, а полярность динамо меняется. Для получения правильной работы совместно с батареей ток от динамо проходит через переключатель, и полярность отходящих от переключателя проводов остается постоянной.

Переключатель имеет три зажима:

1) + 25 вольт он же + 140 вольт
2) — 25 „ „ „ + 110
3) — 110 „ „ — 140

Кроме того, из динамо выведен положительный провод к обмотке возбуждения.

Приемники тока присоединяются:

работающие при напряжении 25 вольт к зажимам 1 и 2
„ „ 110 „ 2 „ 3
„ 140 „ 1 „ 3

Динамо приводится в движение посредством зубчатой передачи от вала дизеля и имеет муфту с эластичными прокладками для устранения перекосов и ударов.

При нормальной работе динамо четырехполюсный переключатель, стоящий под распределительным щитом, ставится в верхнее положение, при этом цепь возбуждения генератора замыкается. Тогда от положительного зажима динамо 25 вольт (провод 7) ток идет через предохранитель (4 ампера), угольное сопротивление регулятора напряжения (см. ниже) и правый нож переключателя (по проводу *31*)—к обмотке главных полюсов (по проводу *32*) и затем отрицательный зажим динамо 25 вольт (провод *1*).

Основной частью регулятора является угольный столбик, составленный из большого числа специальных тонких угольных пластинок. Сопротивление столбика изменяется при изменении его сжатия.

При увеличении нажима на столбик его сопротивление плавно падает и обратно. Пределы регулировки весьма широки.

Регулировка нажима осуществляется при помощи 1) двух пружин, стремящихся сжать и тем самым, уменьшая его сопротивление, повысить напряжение динамо, 2) электромагнита, противодействующего пружинам и стремящегося, уменьшая нажим, понизить напряжение динамо. Катушка электромагнита включена в цепь динамо 115 вольт.

НБ УДУНТ (ДШТ)

Путь тока—от положительного (*1*) динамо 115 вольт (до предохранителя)—через регулировочный реостат (2 режима) (*25*), в катушку обратно через постоянный балластный реостат и провод *29* на контакт *30*, от которого ток может проходить на отрицательный зажим машины тремя путями:

1) Зарядный автомат работает и сеть питается от батареи.

Ток идет от контакта *30* через добавочное сопротивление зарядного автомата, контакт автомата *29* к отрицательному проводу динамо 115 вольт.

2) Автомат включен на зарядку батареи.

Добавочное сопротивление автомата шунтируется при помощи особого рычага со скользящими контактами, при этом сила тока (фиг. 98), идущего в катушки регулятора, возрастет и напряжение динамо падает (понижение около 5 вольт).

3) Автомат не работает.

Динамо 115 вольт работает на сеть, трехполюсный переключатель включен вниз, при этом добавочный реостат шунтируется: ток от контакта *3*, вспомогательный нож трехполюсного переключателя, контакты *30* и *29* и два промежуточных контакта идут к отрицательному проводу динамо 115 вольт. Напряжение динамо понижено.

Изменение напряжения динамо при переходе на холостой ход и обратно связано с работой зарядного автомата при переключении.

При оборотах дизеля от 0 до 200 об/мин. регулятор не работает и столбик сжат с наибольшей силой (регулируется при помощи ограничителя). Напряжение динамо возрастает по мере возрастания оборотов дизеля и при оборотах последнего около 200 в мин. доходит до 120 вольт. После переключения зарядного автомата (или трехполюсного переключателя) напряжение несколько понижается и далее остается практически постоянным до числа оборотов дизеля 400 об/мин. (предельное для тепловоза Э — МХ — 3). То же самое относится и к напряжениям 25 и 140 вольт.

Резкие колебания регулятора устраняются при помощи воздушного демпфера (успокоителя).

Установка допускает три способа работы.

1. Сеть питается только от батареи, динамо совершенно не работает

Четырехполюсный переключатель, стоящий под распределительным щитом, включается вниз, при этом ток от положительного зажима батареи по проводу *3* подходит к левому среднему ножу переключателя, затем через нож и предохранитель (60 амп.) проходит на другой нож и далее по проводу *9* через амперметр на положительную шину распределительного щита. Обратно ток от отрицательной шины идет к батарее по проводу *2*. Возбуждение динамо выключено.

2. Динамо работает, переключения производятся вручную

Четырехполюсный переключатель ставится в верхнее положение, при этом производятся соединения минуса генераторов (провод *29*) с общим минусом сети и батареи (провод *2*) через левый нож.

3. Замыкается цепь возбуждения динамо

Ток идет положительного полюса коллектора динамо 25 вольт (провод *7*) через предохранитель (4 ампера) в угольный столбик регулятора напряжения и далее по проводу *31* через правый нож переключателя и провод *32* в обмотки главных полюсов динамо, откуда на отрицательный полюс динамо 25 вольт (провод *1*).

В этом случае регулятор напряжения работает (см. выше) и напряжение динамо остается практически постоянным при оборотах дизеля от 200 до 400 об/мин.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Как было указано выше, производится переключение только положительных проводов. Для этого на передней стенке кузова установлены два переключателя: трехполюсный—левый и двухполюсный—правый, которые при указанном способе работы включаются по одному вниз. Одновременное включение переключателей вниз дает короткое замыкание обмотки якоря 25 вольт (переключатели сблокированы между собой).

а) При работе сети от батареи включается правый переключатель, левый выключен.

Путь тока: положительный полюс батареи *3*, нож четырехполюсного переключателя, предохранитель, амперметр, далее по проводу *4* к щитку переключателей на контакт *4*, где ток разветвляется на две части: к ножу *4* двухполюсного (правого) переключателя, затем через перемычку между нижними контактами на другой нож по проводу *28* на четырехполюсный переключатель, от него по проводу *9* к общему сетевому положительному контакту распределительного щита *9*. От контакта *9* ток проходит через амперметр на положительную шину щита, от которой взято питание всех расходных цепей тока (см. ниже).

От общей для всех цепей отрицательной шины щита (контак *2*) ток возвращается на отрицательный полюс батареи *2*.

б) При работе от динамо включается левый переключатель, правый выключен.

Путь тока: от положительного зажима динамо *1* через предохранитель по проводу *2* к трехполюсному переключателю (контакт *23*), от него через контакт ножа двухполюсного переключателя *28* на четырехполюсный переключатель и далее, как и в предыдущем случае, на положительную шину щита и на отрицательный полюс батареи *2*.

в) Зарядка батареи.

При влючении переключателя вниз его второй нож производит соединение положительного зажима динамо 140 вольт (*7*) с минимальным зарядным автоматом, который при достаточном напряжении динамо включается вручную.

Путь тока: от динамо по проводу *7* через предохранитель (60 ампер), балластный реостат (имеет 2 ступени), по проводу *24* на нож переключателя и далее на контак *24* минимального автомата, через обмотку на его сердечнике (электромагнит) на нож, от которого по проводу *4* через амперметр, предохранитель и нож четырехполюсного переключателя по проводу *3* к положительному полюсу батареи, обратный провод, как и ранее *2*.

Минимальный автомат.

Имеет две обмотки: одну, включенную через балластный реостат между проводами *23* (+ динамо 115 вольт) и *29* (— динамо 115 вольт), другую, включенную в цепь зарядного тока (см. выше); при зарядке обе катушки удерживают автомат в положении включения. При появлении обратного тока последовательная катушка размагничивает электромагнит и автомат выключается. Так как тонкая катушка *1* включена в сеть 115 вольт после предохранителя, то при перегорании последнего автомат может выключиться.

Работа через зарядный автомат.

Оба переключателя (двух- и трехполюсный) включены наверх.

При этом положительные провода, идущие от сети динамо 115 и 140 вольт, и батареи соединяются через ножи переключателей с зарядным автоматом.

Нож 23 + динамо 115 вольт с неподвижным контактом.
Нож 24 + динамо 140 вольт с неподвижным контактом.
Нож 28 + сети с неподвижным и подвижным контактом.
Нож 4 + сети аккумуляторной батареи со вторым подвижным контактом.

При намагничивании сердечника электромагнита автомата (см. ниже) его якорь притягивается и передвигает соединенные с ним подвижные контакты (рычаги).

Цепь включения автомата.

Ток, питающий обмотку электромагнита идет от провода 7 (+ динамо 140 вольт) через предохранитель (4 ампера) в катушку автомата, затем через постоянное добавочное сопротивление и далее одним из двух путей: а) при включенном автомате (питание сети от батареи) через вспомогательный рычаг

НБ УДУНТ (ДИТ)

автомата (шунтирующий второе добавочное сопротивление) на отрицательный зажим *29*; б) при включенном автомате (зарядка батареи) шунтировка прерывается и ток проходит через второе добавочное сопротивление, что понижает силу тока и облегчает выключение (см. ниже).

Автомат имеет на электромагните вторую обмотку (одного направления с включающей), через которую проходит зарядный ток.

Эта обмотка удерживает автомат включенным при наличии зарядного тока, хотя бы напряжение динамо упало и ниже нормы (при разряженной батарее и оборотах дизеля немного ниже 200 об/мин).

При появлении обратного тока обмотки начинают работать в противоположных направлениях, и автомат выключается при помощи пружины.

Таким образом автоматическая работа протекает по следующей схеме:

1) Обороты дизеля ниже 200 об/мин.	Напряжение динамо ниже нормы: + сети и + батареи соединяются между собой (в автомате).
2) Обороты дизеля повысились до 200 об/мин.	Напряжение генератора немного выше нормы (см. регулятор), сила тока во включающей обмотке автомата повышена.
3) Автомат включается	1) + сети соединен с + динамо 115 вольт] 2) + батареи соединен с + динамо 140 вольт 3) напряжение динамо установлено нормальное (см. регулятор).
4) Обороты дизеля возрастают до 400 об/мин.	4) Сила тока во включающей катушке понижена (добавочное сопротивление). Последнее переключение устраняет уменьшение расстояния от якоря до электромагнита, происходящее при включении автомата, и облегчает работу пружины. Напряжение постоянно вследствие работы регулятора.
5) Обороты падают ниже 200 об/мин.	При понижении силы зарядного тока до нуля автомат выключается (см. п. 1).

Регулировка зарядки батареи

При нормальной зарядке батареи положение рубильников следующее: правый (в цепи магнитного регулятора)—включен, а левый (в цепи аккумуляторной батареи)—выключен; напряжение динамо повышается при помощи шунтировки реостата в цепи катушки регулятора (однополюсный рубильник распределительного щита).

При необходимости ускорить зарядку батареи включается также и левый выключатель. При надобности дальнейшего увеличения зарядки правый рубильник выключается; это, однако можно производить только днем для предохранения ламп от перекала.

Силу зарядки тока нельзя допускать выше 26 амп. и ниже 11 амп.

Ставить батарею на зарядку нужно как только напряжение упало до 100 вольт.

Сеть

От положительной шины распределительного щита (контакт 9) ток ответвляется на пять предохранителей цепей:

1) магнитных муфт (25 амп.),
2) освещения (10 амп.),
3) мотора насоса перекачки нефти (25 амп.),
4) мотора масляного насоса охлаждения поршней дизеля (65 амп.),
5) то же для смазки передачи (60 амп.).

Цепи моторов имеют одинаковую схему: от предохранителя через рубильник (пусковые реостаты у всех моторов кроме распыливающего) и обратно через рубильники и предохранитель на отрицательную шину щита (контакт 2).

Ток, идущий от предохранителя цепи магнитных муфт, разветвляется после рубильника на две части:

а) на контроллер муфт ступеней,
б) на реостат главной муфты; обратно, как и в моторных ветвях.

НБ УДУНТ (ДПТ)

Цепь освещения.

Ток от положительной шины предохранителя подходит к контакту *19*, от которого разветвляется на три части:

1) щиток освещения,
2) передние буферные фонари (общий провод),
3) головной фонарь.

Обратные провода идут через выключатели и предохранители отдельные для головного и буферных фонарей и общий от щитка (контакты щитка *22*, *21*, *20* и 19) на общий минусовый провод *2*.

Магнитные муфты.

Имеют внутри корпуса магнита катушки, при пропускании тока через катушку происходит включение муфты.

Сила тока главной муфты регулируется при помощи реостата в пределах от 0 до 10 амп.

Сила тока муфт ступеней постоянна (I и III ступень около 3,6 амп, II около 5 амп.).

Для устранения пробоев изоляции при выключении муфт ступеней (экстраток размыкания) катушки муфт постоянно замкнуты на сопротивление, которые включаются в цепь тока параллельно с катушкой (иметь в виду при проверке изоляции и целости проволоки).

Контроллер ступеней имеет электрическую блокировку, не допускающую переключения его при включенной главной муфте. При проверке катушек муфт необходимо включать параллельно с ними сопротивление (лампу) для предотвращения пробоев изоляции.

Предохранители подобраны таким образом, чтобы они давали максимальную надежность в отношении питания магнитных муфт, поэтому предохранитель батареи сильнее, чем зарядный, и предохранители освещения слабее предохранителей в цепи муфт при (заземлениях сгорят предохранители освещения).

Нормальные предохранители

60 амп.—батареи, зарядной, сетевой, насоса для охлаждения коробки;
25 амп.—муфты, мотора распыливателя, нефтяного насоса;
35 амп.—магнита для охлаждения поршней;
10 амп.—освещения (общий);
6 амп.—сепаратора Леваля и группового освещения;
4 амп.—цепи возбуждения динамо и зарядного автомата.

Нельзя производить трогания тепловоза на динамо и езды на динамо при оборотах ниже 200 об/мин., так как при этом напряжение динамо падает, сила тока, идущего в муфты, понижается и муфты начинают проскальзывать, что ведет к их нагреву, сработке пластин и заеданию их на шпонках.

При маневрах и в других случаях, когда обороты дизеля резко и часто меняются, следует переходить на питание только от батареи, переключая четырехполюсный переключатель (или двухполюсный при одновременном выключении трехполюсного) вниз.

При переходе на работу с динамо после перевода четырехполюсного переключателя в верхнее положение следует выждать некоторое время, чтобы дать возможность динамо поднять напряжение до нормы (загорается контрольная лампа).

В заключение необходимо несколько остановиться на случаях поломок зубчаток, которые были на этом тепловозе во время его эксплоатационной работы.

Нужно прежде всего отметить, что все зубчатки передачи изготовлены из хромо-никелевой стали, причем зубчатки меньшего в паре диаметра имеют раз-

НБ УИУНТ (ДГТ)

Зубчатки		Материал	Характеристика материала по прот. испыт.			Конструктивные размеры									
			Разруш. напряжен.	Предел пропорц.	Удлинение	Диаметр окружн.			Число зубцов	Шаг		Угол наклона зубцов	Длина зуба	$\frac{B}{t}$	
						Начал.	Внеш.	Внутр.		Норм.	Окр.				
			K_o	K_c	λ/l	d_0	d_1	d_2	z	t	t^1	α	B	c	
			кг/см	кг/см	%	мм	мм	мм		мм	мм		мм		
A_1	Бол. венец	Хромо никелевая сталь однородного состава	5 980	—	17,0	480	48,0	456,4	48	—	10π	10°10′55″	60	—	
и															
A_2	Мал. венец		—	—	—	390	404,14	366,4	39	—	—	12°33′59″	90	—	
A_1	Бол. венец		—	—	—	480	48,0	456,4	48	—	—	10°10′55″	60	—	
и															
A_2	Мал. венец		—	—	—	390	404,41	366,4	39	—	—	12°33′59″	90	—	
B_1			7 960	4 600	17,5	332,683	357,683	309,683	33	10π	31,671	7°16′53,28″	180	5,67	
B_2			4 030	—	31,5	907,317	928,317	877,317	90	—	—	—	—	—	
C_1			—	—	—	483,900	508,900	457,900	48	—	—	—	120	3,79	
C_2			4 010	—	32,8	756,100	777,100	726,100	75	—	—	—	—	—	
D_1			4 020	—	30,5	685,528	706,528	655,528	68	—	—	—	—	—	
D_2			7 960	4 600	17,5	554,472	579,472	528,472	55	—	—	—	—	—	
E_1			7 960	4 600	17,5	391,413	416,413	365,413	39	—	$31,5\pi$	4°52′12,8″	220	6,98	
E_2			4 010	—	31,8	993,587	1 014,587	963,587	99	—	—	—	—	—	

[1] В первых двух строках напряжения в зубчатках определены в предположении работы двух порционально средним радиусам венцов.

[2] Силы и напряжения в отмеченной строчке выписаны в предположении зацепления только
[3] " "

НБ УДУНТ (ДШТ)

Таблица 1

зубчаток					Действующие силы и напряжения									
Размеры зуба			Модуль сопротивлен. зуба		при $Ne = 1\,100$ л. с.; $n = 400$ об./мин.					при $Ne = 1\,320$ л. с.; $n = 400$ об./мин.				
					Момент	Окр. сила		Изгибающ. напр.	Запас прочн.	Момент	Окр. сила		Изгибающ. напр.	Запас прочн.
h	h_1	h_2	W		M	P	P/b	Kb	m	M	P	P/b	Kb	m
мм	*мм*	*мм*	*см³*		*кгм*	*кг*	*кг/см*	*кг/см²*		*кгм*	*кг*	*кг/см*	*кг/см²*	
21,8	10	11,8	3,35		1 145	5 300	880	1 580	3,8	1 350	6 250	1 040	1 860	3,2[1]
—	—	—	4,20		855	—	590	1 150	5,2	1 010	—	695	1 350	4,4[1]
—	—	—	3,35		2 000	9 200	1 530	2 750	2,2	2 360	10 800	1 800	3 230	1,8[2]
—	—	—	4,20		2 000	12 200	1 350	2 650	2,3	2 360	14 400	1 590	3 150	1,9[3]
25,5	12,5	13,0	12,00		2 000	12 000	333	1 270	6,3	2 360	14 100	390	1 500	5,35
—	10,5	15,0	—		5 450	—	—	—	3,2	6 420	—	—	—	2,7
—	12,5	13,0	8,00		2 000	8 260	344	1 315	—	2 360	9 750	405	1 550	—
—	10,5	15,0	—		3 120	—	—	—	3,1	3 670	—	—	—	2,6
—	—	—	8,00		2 000	5 840	244	935	4,5	2 360	6 900	287	1 100	3,8
—	12,5	13,0	—		1 610	—	—	—	8,5	1 900	—	—	—	7,2
—	—	—	14,7	I	5 450	27 800	1 260	2 400	3,3	6 400	32 600	1 480	2 800	2,8
				II	3 120	16 100	730	1 390	5,7	3 670	19 000	860	1 640	4,9
				III	1 610	8 250	380	720	11,0	1 900	9 700	450	850	9,4
—	10,5	15,0	—	I	13 800	27 800	1 260	2 400	1,7	16 200	32 600	1 480	2 800	1,5
				II	7 900	16 100	730	1 390	2,9	9 300	19 000	860	1 640	2,4
				III	4 080	8 250	380	720	5,6	4 800	9 700	450	850	4,7

венцов зубчатки одновременно. Действующий момент на зубчатке разделен на каждый венец пор-

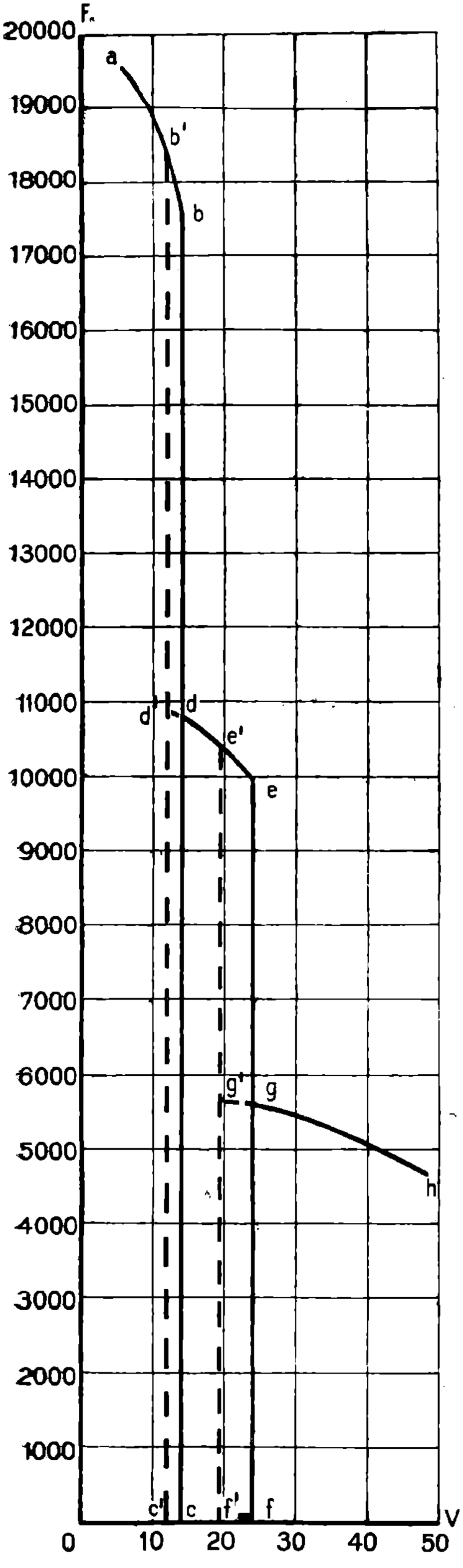
наружных венцов конических зубчаток.
внутренних

НБ УДУНТ (ДИТ)

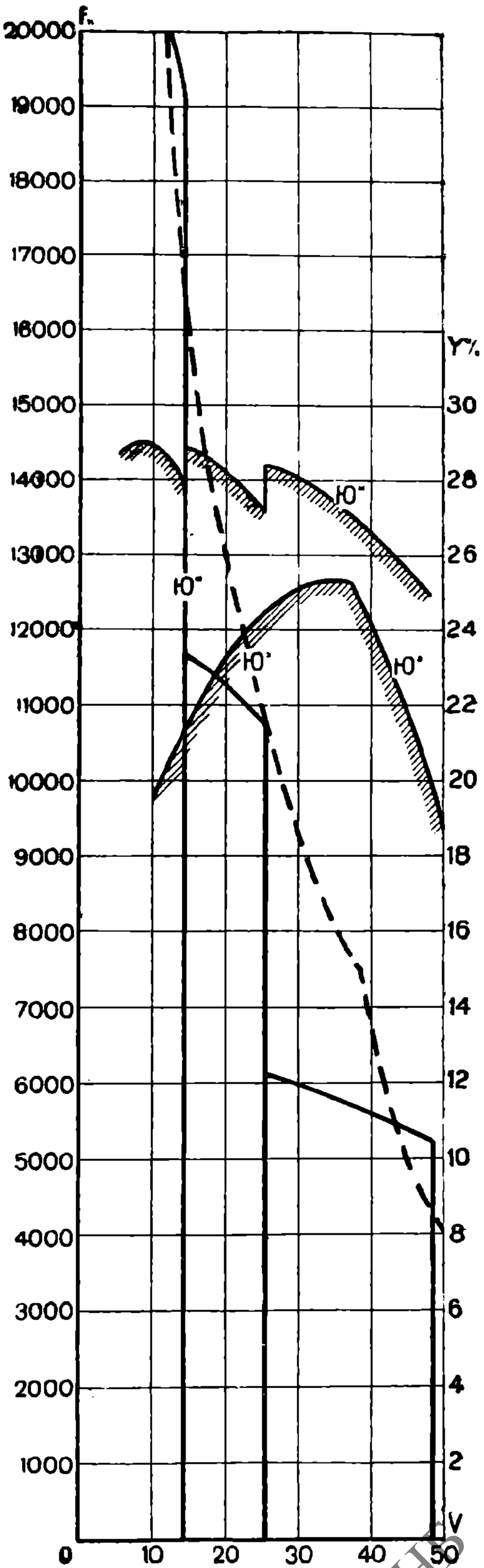
Размеры валов передачи и напряжения в них *Таблица 11*

Валы	Материал	Характеристика материала: Разруш. напряж. K_0 кг/см²	Характеристика материала: Удлинение λ/l %	Конструктивные размеры валов: Диаметр расчетн. D мм	Диаметр сверления d_0 мм	d_0/D	Модуль на кручение W_0 см³	Модуль на изгиб Wb см³	Подшипник: Диаметр d мм	Длина l мм	Площадь опоры $d\ l$ см²	Наибольшее число оборотов n об./мин.		Напряжения: Крутящий момент Md кгм	Напряж. от кручения Kd кг/см²	Изгибающ. момент Mb кгм	Напряжение изгиба Kb кг/см²	Сложное напряжение нормальн. Kn кг/см²	Запас прочности m	Реакция левого подшипника A кг	Реакция правого подшипника B кг	Давление подшипника: Левого A/dl кг/см²	Давление подшипника: Правого B/dl кг/см²	Нагревание левого подшипника Kv кг/м/сек.
Продольный вал	Нержавеющая сталь	7 690	18,3	175	—	—	1050	525	179,75	270	486	400		2 360	225	1 200	23	450	17	12 500	12 500	26	—	97
Верхний поперечный вал		7 690	18,3	150	50	0,333	655	327	175	235	412	400		2 360	360	Не	оп	ре	де	ля	ло	сь		
Промежут. вал		7 600	19,2	210	50	0,238	1860	930	200	300	600	I	145	6 400	345	13 800	1 480	1 640	4,6	21 200	16 200	35,2	27,0	53
												II	255	3 670	197	13 000	1 400	1 450	5,3	17 700	10 850	29,4	18,1	78
												III	495	1 900	102	4 900	530	565	13,5	7 550	9 050	12,6	15,1	65
Отбойный вал		7 470	21,3	220	—	—	2100	100	240	400	960	I	57	16 200	770	23 200	2 200	2 680	2,8	88 500	75 500	92,0	79,0	66
												II	100	930	445	13 200	1 260	1 545	4,8	50 000	42 500	52,0	44,5	65
												III	195	4 800	230	6 700	670	810	9,3	25 600	22 000	26,6	23,0	65

НБ УДУНТ (ДИТ)



Фиг. 78-а. Изменение силы тяги Э—МХ—3 при переходе со ступени на ступень.



Фиг. 79. Сравнение тепловозов Э—МХ—3 и Э—ЭЛ—2.

НБ УДУНТ (ДНТ)

рывное усилие около 8000 *кг/см²* и большего диаметра около 4000 *кг/см²*. Поверхность зубьев цементирована на глубину 1,5 *мм*.

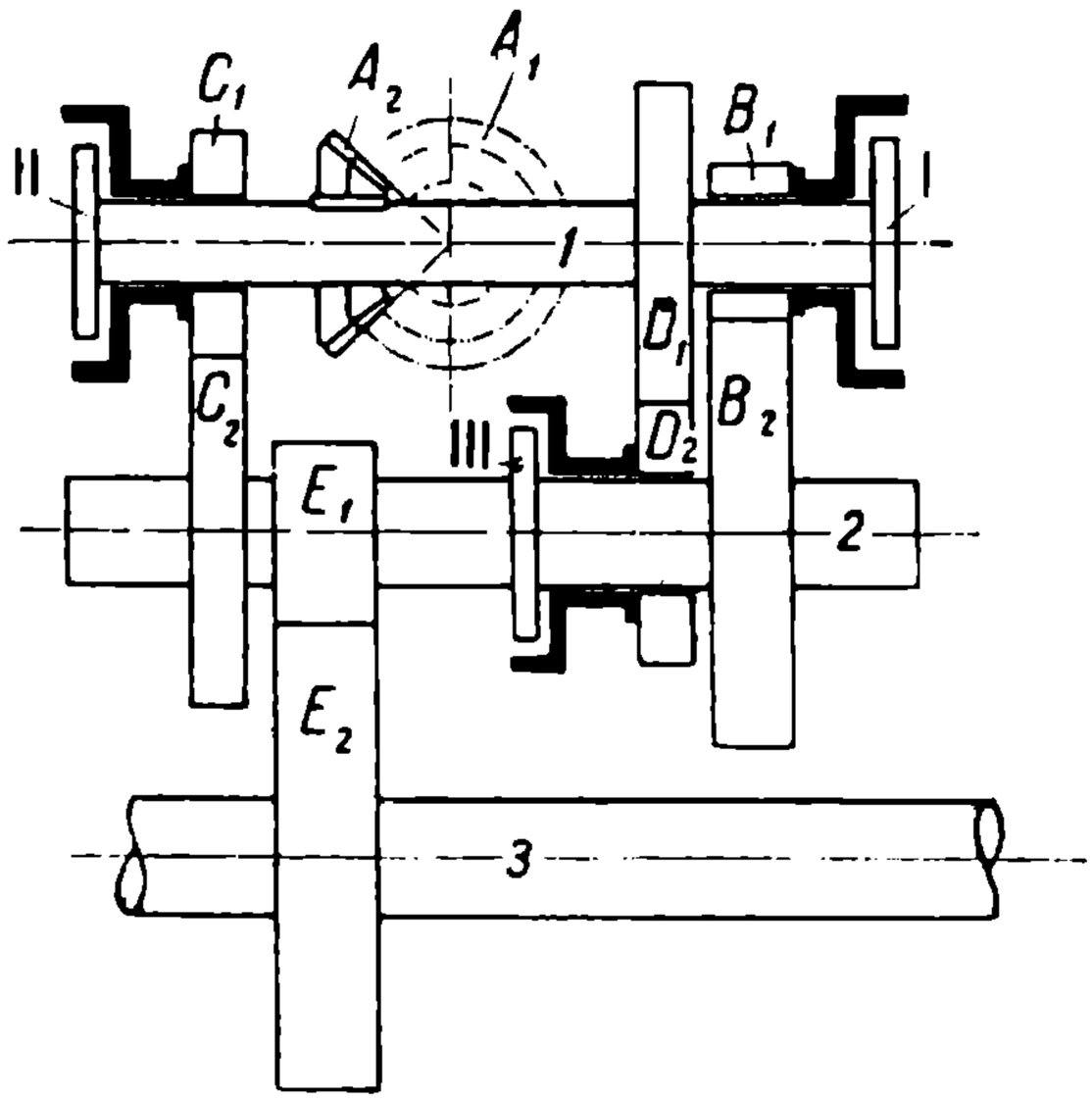
Материал для конических зубчатых колес взят марки Круппа *EF*·58, химический состав следующий:

$C = 0{,}12 - 0{,}17$
$Si = 0{,}20 - 0{,}25$
$Mn = 0{,}40 - 0{,}45$
$P = 0{,}01 - 0\,02$
$S = 0\,02 - 0{,}02$
$Ni = 3{,}5 - 4{,}0$
$Cr = 0{,}80 - 1{,}0$

Плавка произведена в электрической печи. После плавки слиток проходил операции по ковке и цементации. При цементации в качестве карбюратора применялась смесь:

5% углекисного бария,
40% бурого угля и
55% кокса.

Примерно через 12 часов после посадки в печь температура коробки с цементируемыми зубчатками доходила до 850°, а затем через $4^1/_2$—5 часов до 880°, при



Фиг. 79-а.

которой коробка выдерживалась в печи 30—35 часов. При такой выдержке глубина цементации доходила до 1,4—1,8 *мм*. Выгруженная из печи коробка остывала до 500°, после чего зубчатки вынимались из коробки и остывали на воздухе. Зацементированные зубчатки закаливались затем при 800° в масле.

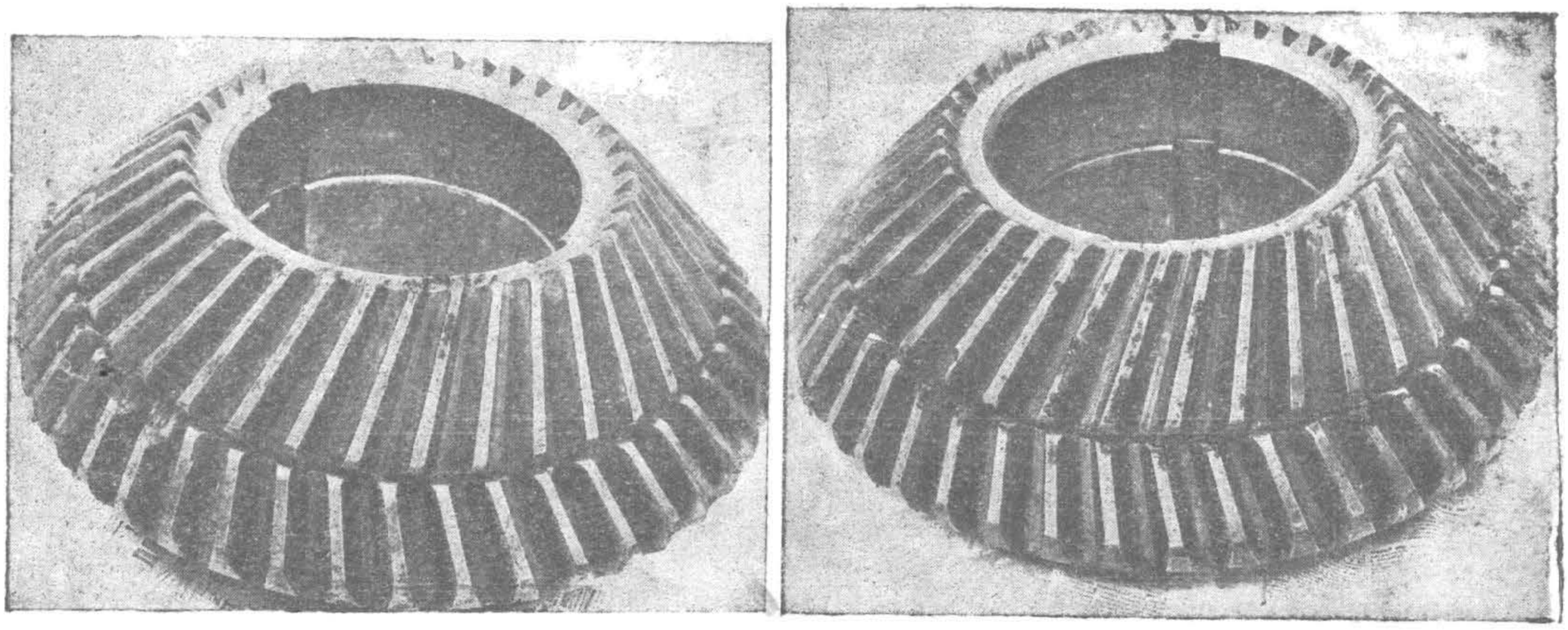
Из приводимой ниже таблицы видно, что наибольшие напряжения возникают в конических зубчатках, которые в первую очередь подвергаются ударным воздействиям, возникающим в случае неравномерности передачи вращающего момента от дизеля продольному валу.

Каждая коническая зубчатка на первых образцах состояла из двух венцов, сболченных между собою. При такой конструкции достигнуть хорошего зацепления конических зубчаток было весьма трудно.

Этими обстоятельствами, т. е. трудностью получения хорошего зацепления конических зубчаток и ударными действиями со стороны вала дизеля при неправильном пользовании главной муфтой, и нужно объяснить случаи поломок конических зубчаток на тепловозе Э—МХ—3.

РЕПОЗИТОРИЙ УДУНТ (ДИТ)

Первый случай поломки этих зубчаток (март 1928 г.—пробег 33 000 *км*) произошел по вине обслуживающего персонала, когда не был замечен отказ от работы масляного зубчатого насоса, вследствие чего подшипники продольного и поперечного валов оказались без смазки и выплавились; в результате этого

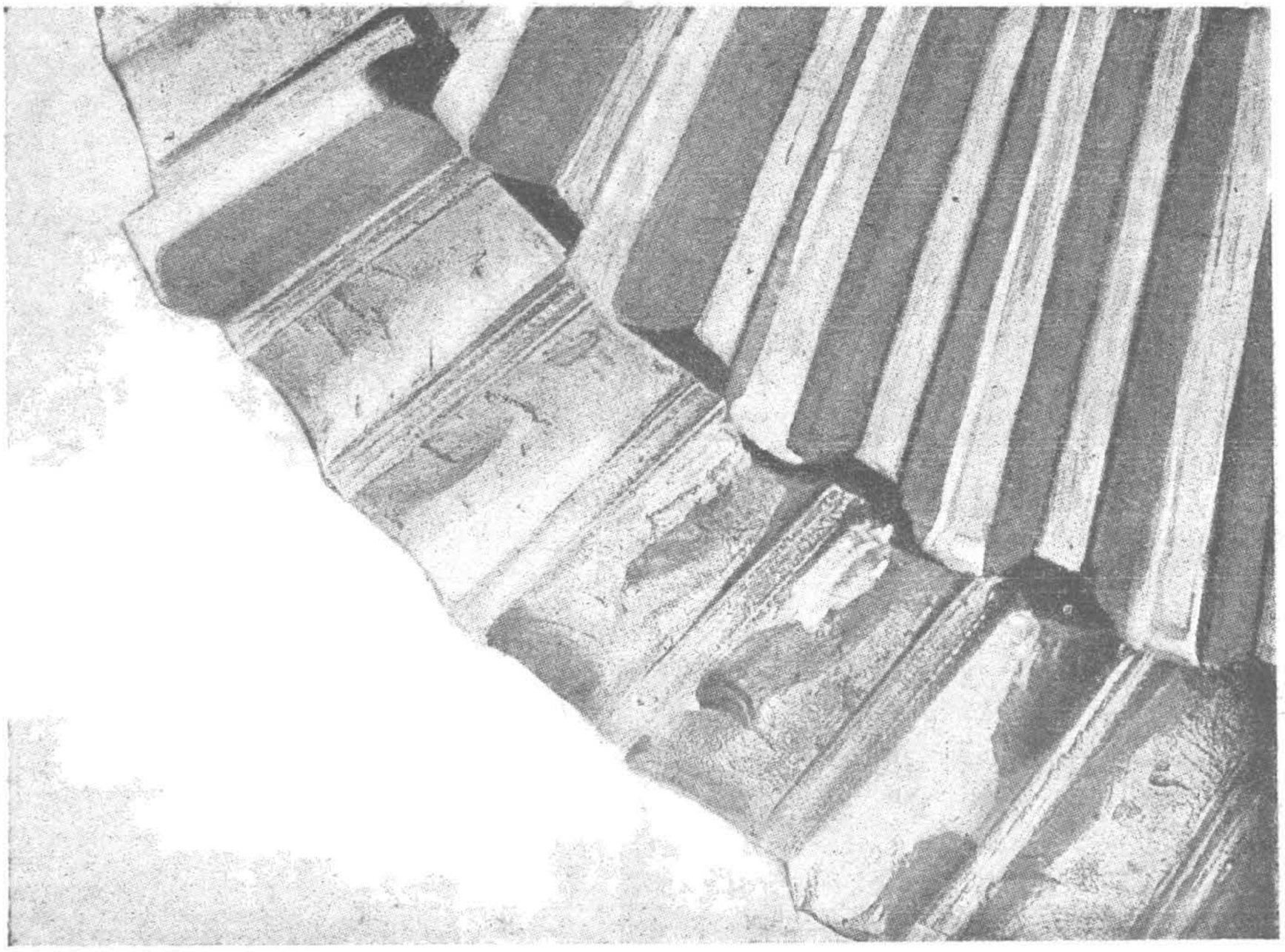


Фиг. 80 и 80-а. Первый случай поломки конических зубчаток.

нарушилось правильное зацепление конических зубчаток и на зубчатке поперечного вала оказались надломанными два зуба на внешнем венце и два зуба на внутреннем.

Зубчатки были спрессованы и заменены новыми.

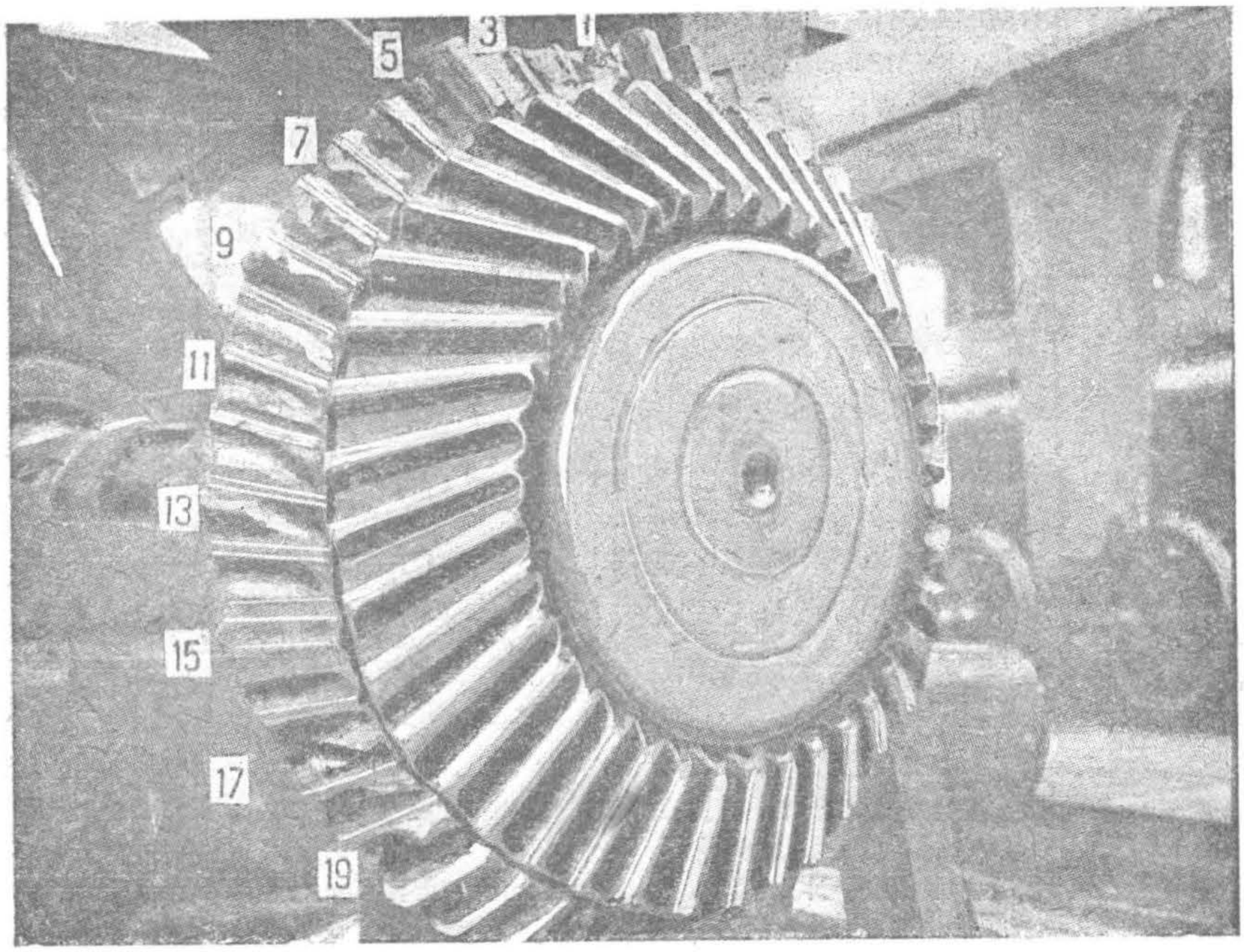
Второй случай (август 1928 г.—пробег 63 000 *км*) поломки конических зубчаток явился в результате удара, происшедшего вследствие неправильного



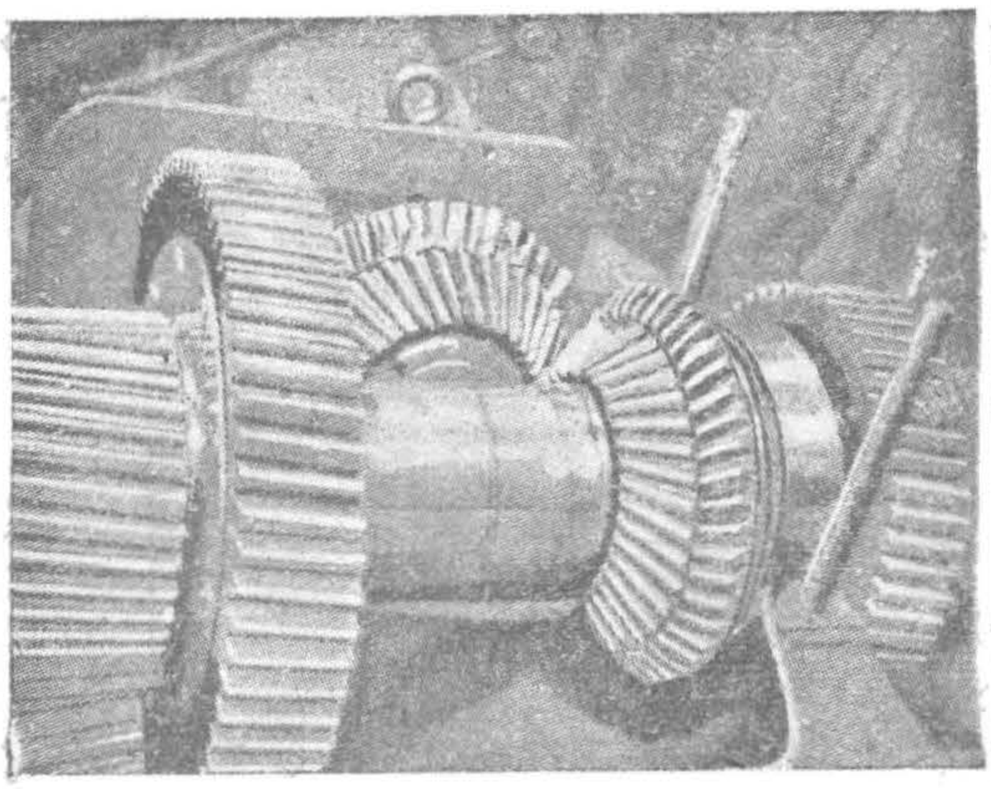
Фиг. 81. Поломка конической зубчатки на продольном валу (2-й случай).

включения главной муфты и несоблюдения необходимого условия подгона угловых скоростей продольного вала передачи и дизеля. В данном случае обнаружилось свойство муфт быстро схватывать и, если включение произведено несвоевременно, создавать ударное включение передачи. На фотографии видны места поломки зубьев как на продольном валу, так и на поперечном.

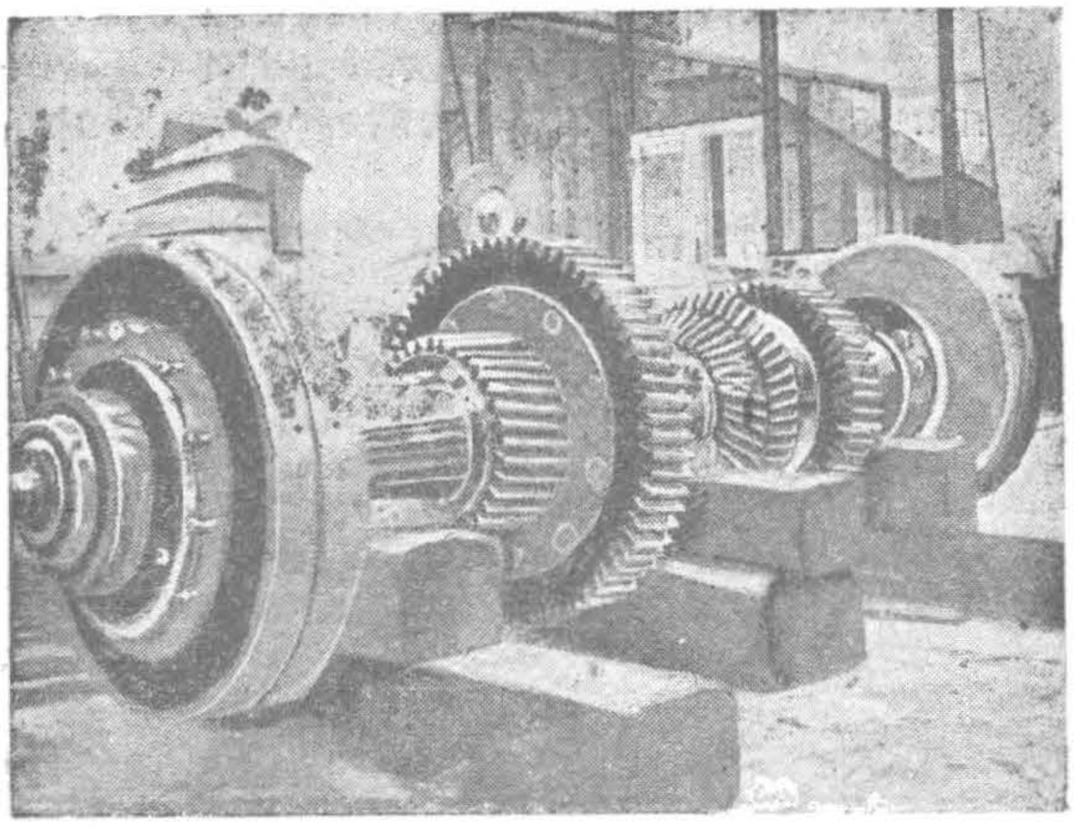
НБ УДУНТ (ДИТ)



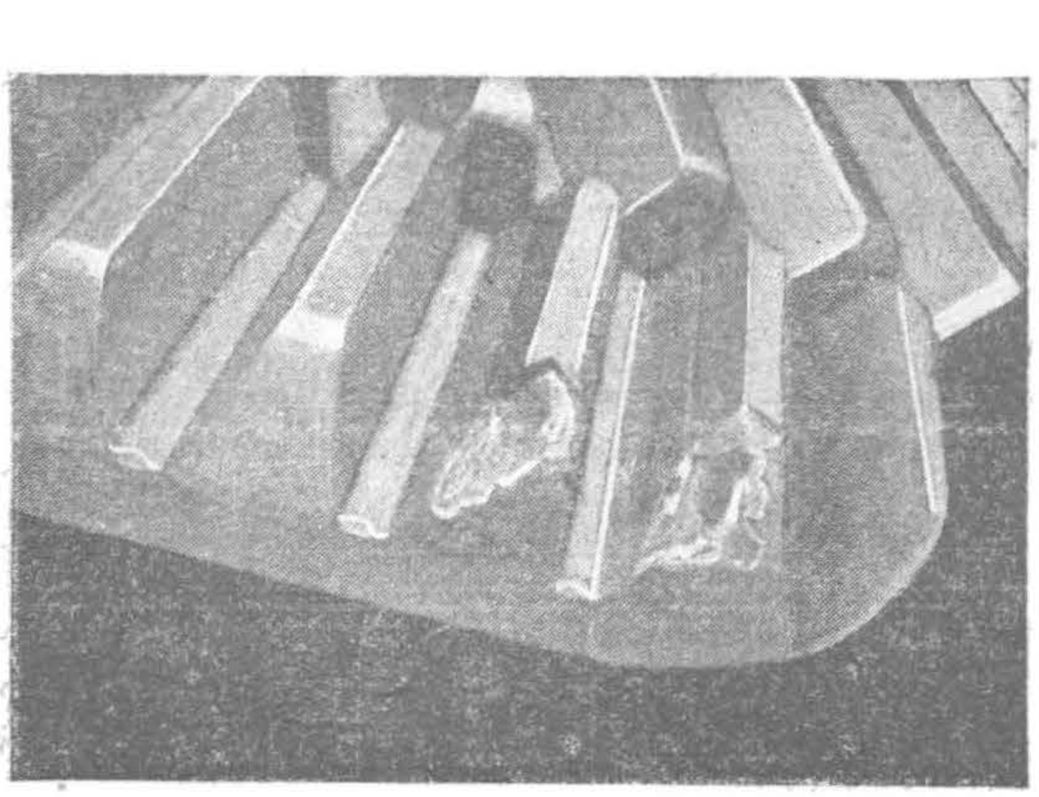
Фиг. 81-а. Поломка конической зубчатки на продольном валу (2-й случай).

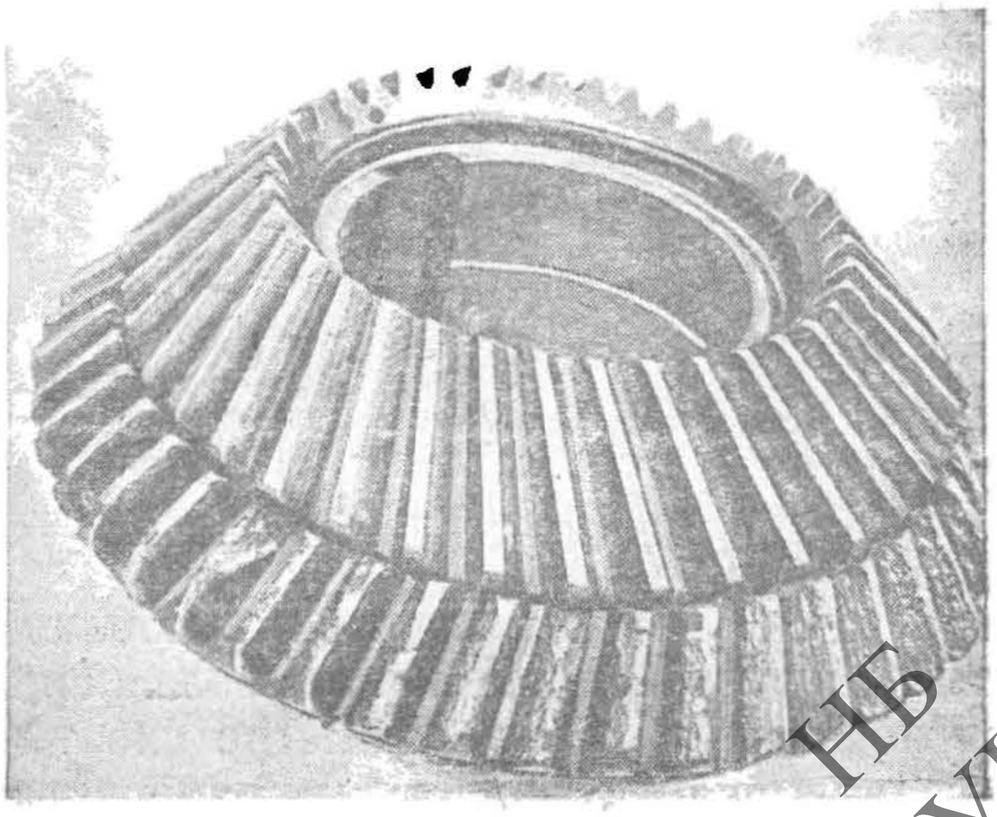


Фиг. 82. Зацепление продольного вала с поперечным (2-й случай поломки конич. зубчаток).



Фиг. 83. Поперечный вал с муфтами; 1-й и 2-й ступени (2-й случ. поломки конич. зубчаток).

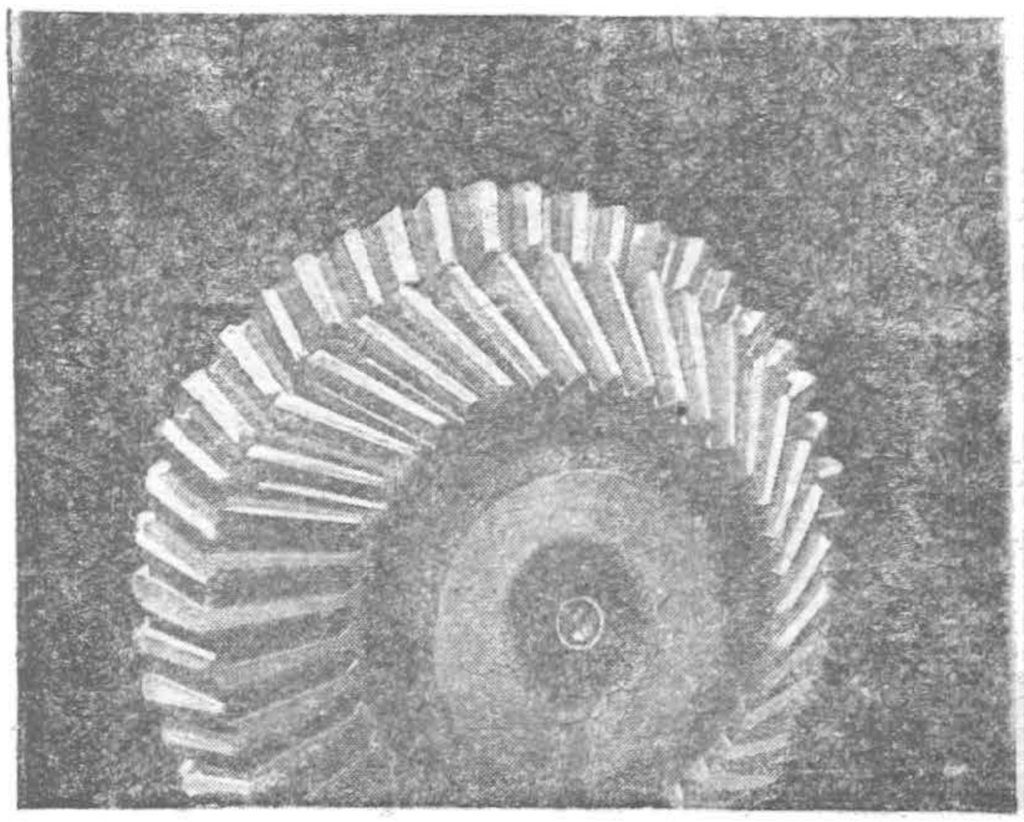




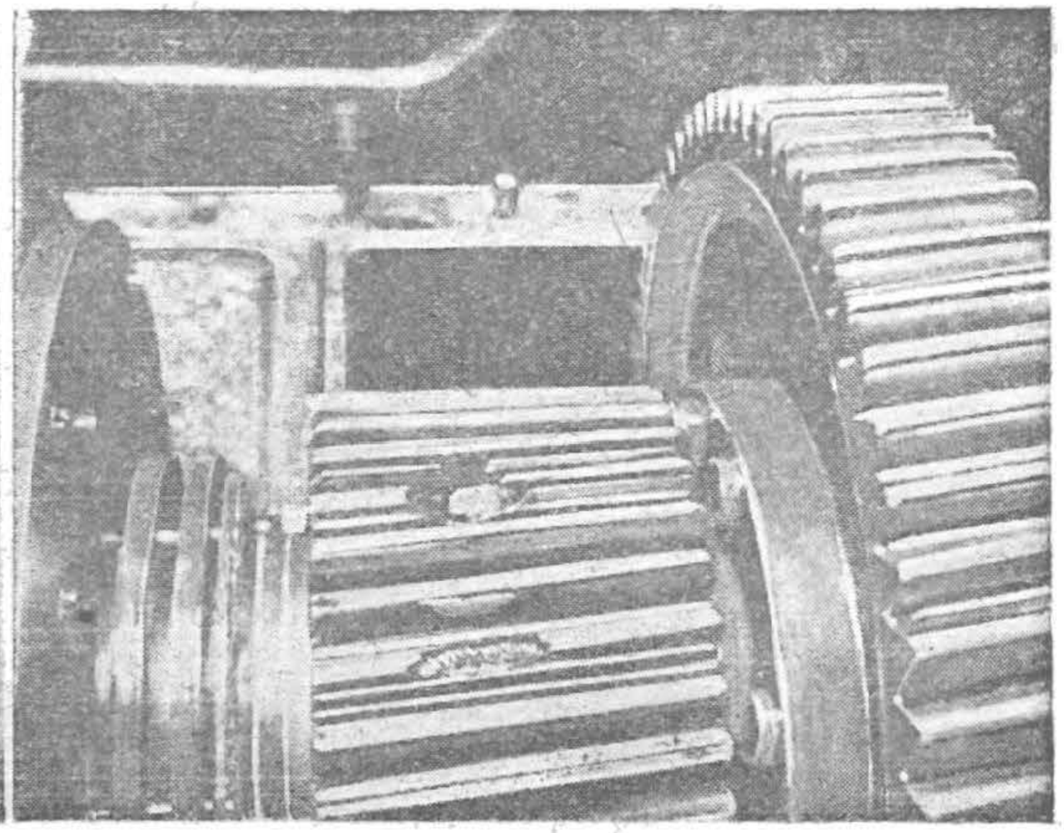
Фиг 84 и 84-а. Третий случай поломки конических зубчаток.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Поставленные в мае 1929 г. новые зубчатки уже после 3000 пробега начали крошиться, что указывало на пережог материала. Обкрашивание зацементированного слоя получилось главным образом на наружном венце ведущей зубчатки, причем с каждой поездкой обкрашивание увеличивалось, дойдя, наконец, до поломки зубьев, которое явилось несомненно вследствие попадания



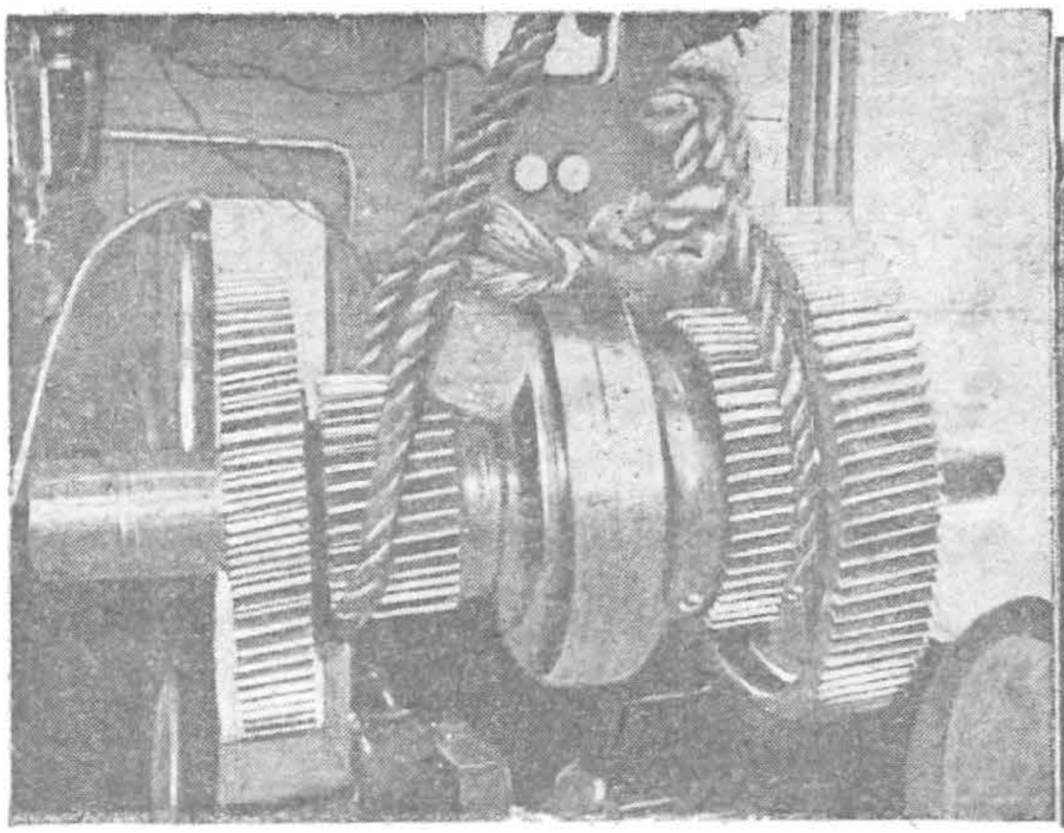
Фиг 84-б. Третий случай поломки конических зубчаток.



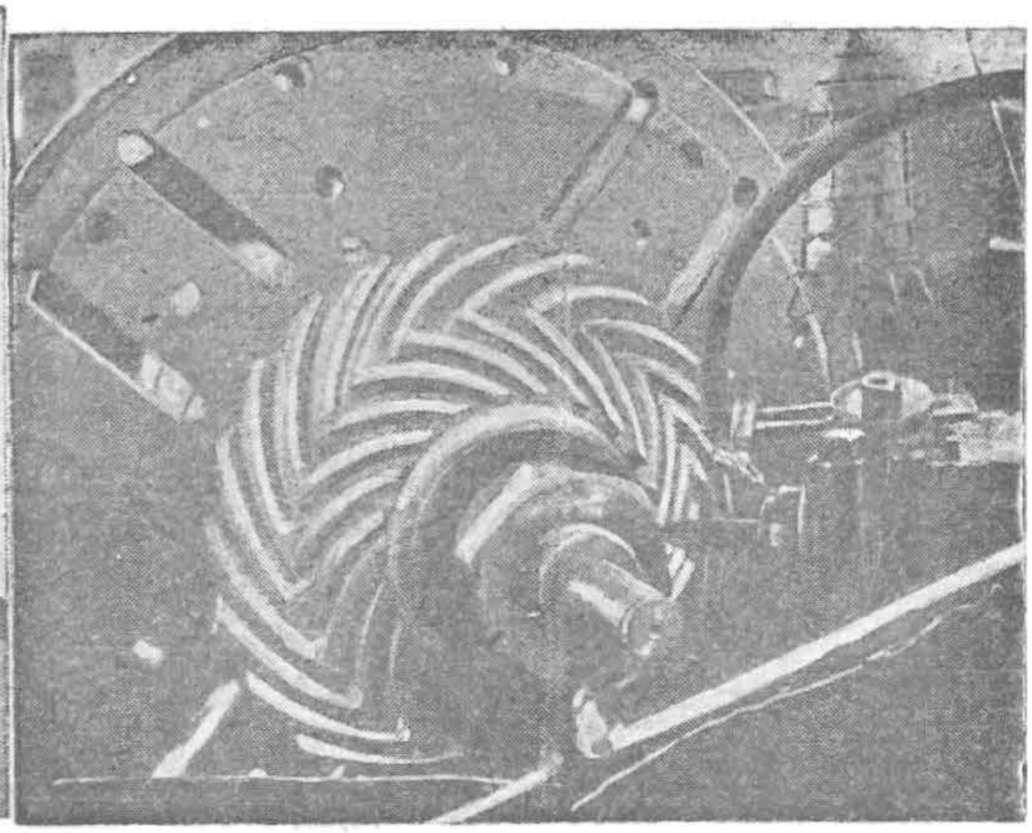
Фиг. 85. Повреждение цилиндрической зубчатки 3-й ступени (3-й случай поломки конических зубчаток).

кусков между зубьями. Кусками сломавшейся зубчатки, упавшими вниз, была повреждена и цилиндрическая зубчатка, сидящая на промежуточном валу.

Поломку зубчаток в этом случае нужно объяснить недостаточно хорошей термической обработкой зубчаток, вследствие чего местами материал был пережжен и при значительном удельном давлении на зуб давал трещины, крошился и обламывался.



Фиг. 85-а. Вал 3-й ступени.

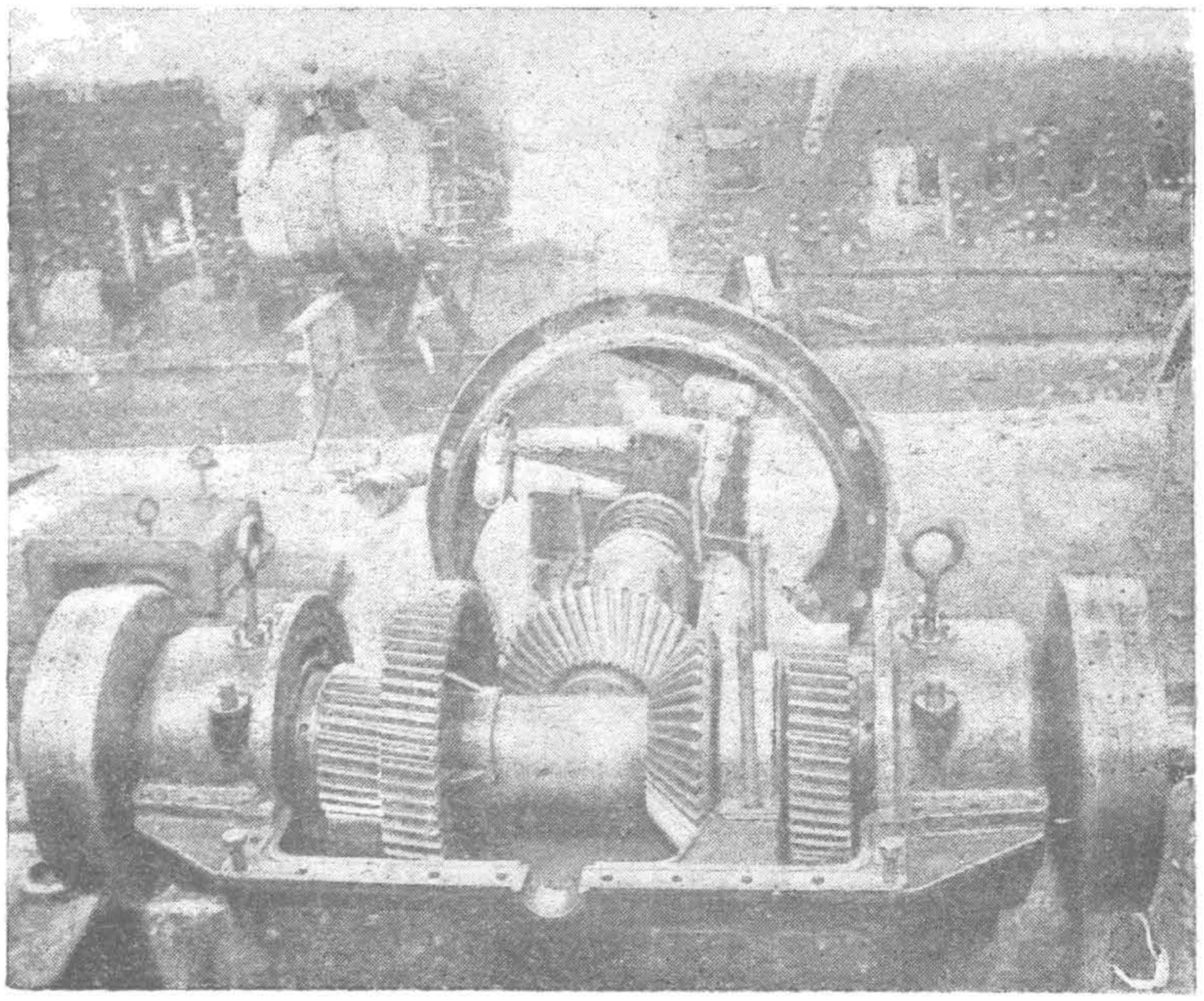


Фиг. 86. Шевронная коническая зубчатка, нарезанная в СССР (зав. Шестерня).

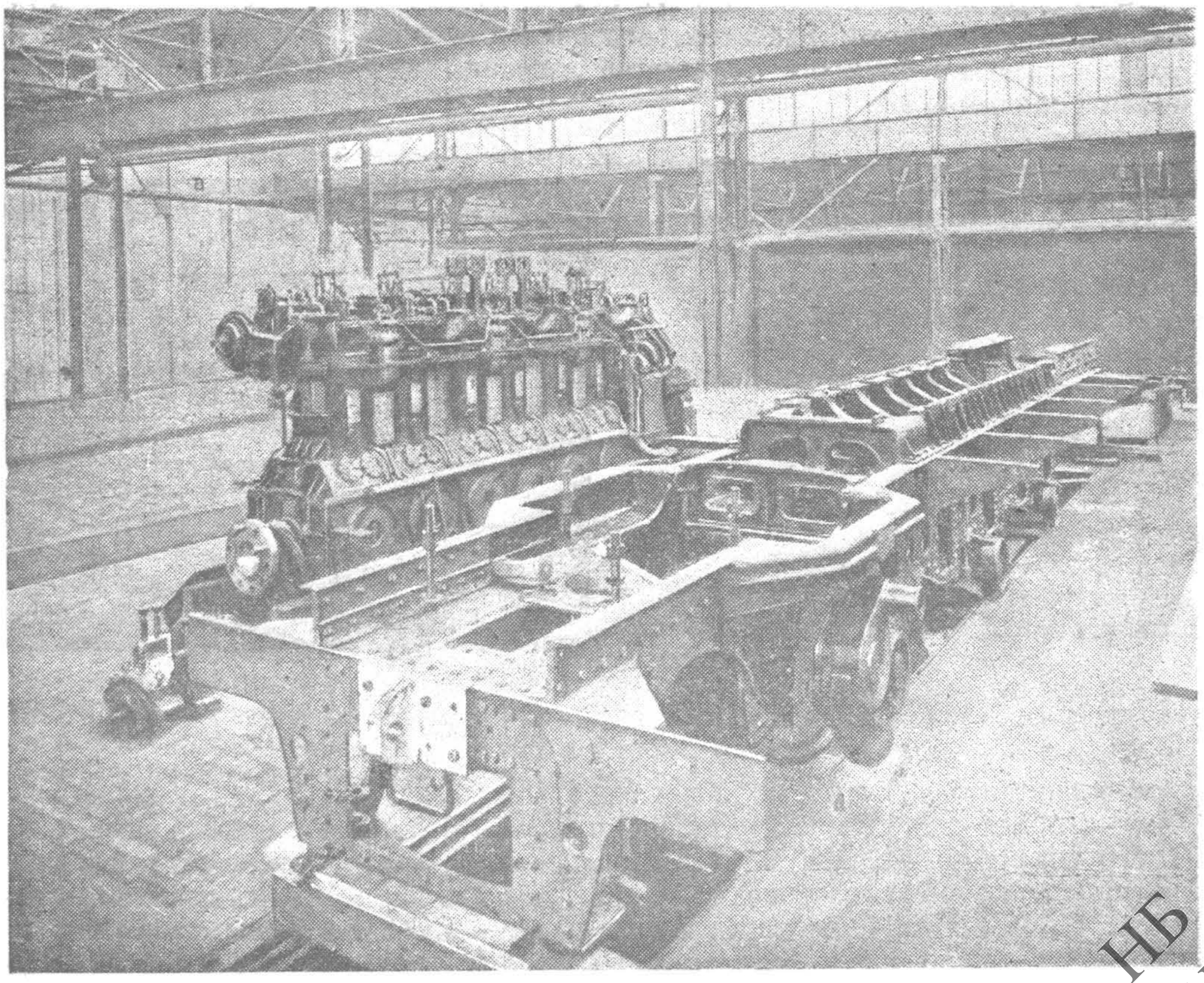
Изучение случаев поломок конических зубчаток и проверочные расчеты показали, что для наибольшей устойчивости зубчаток требовалось развить их диаметр возможно больше и постараться изготовить одновенечные зубчатки. Конструкция коробки дала возможность увеличений Ø зубчаток с 495 *мм* до 512 *мм*, а для пробы была нарезана уже у нас в СССР шевронная зубчатка по типу, показанному на фиг. 86.

Но эти зубчатки, как грубые по выполнению и недостаточно точные по зацеплению, простояли всего лишь 5000 *км* пробега и сломались.

НБ УДУНТ (ДПТ)

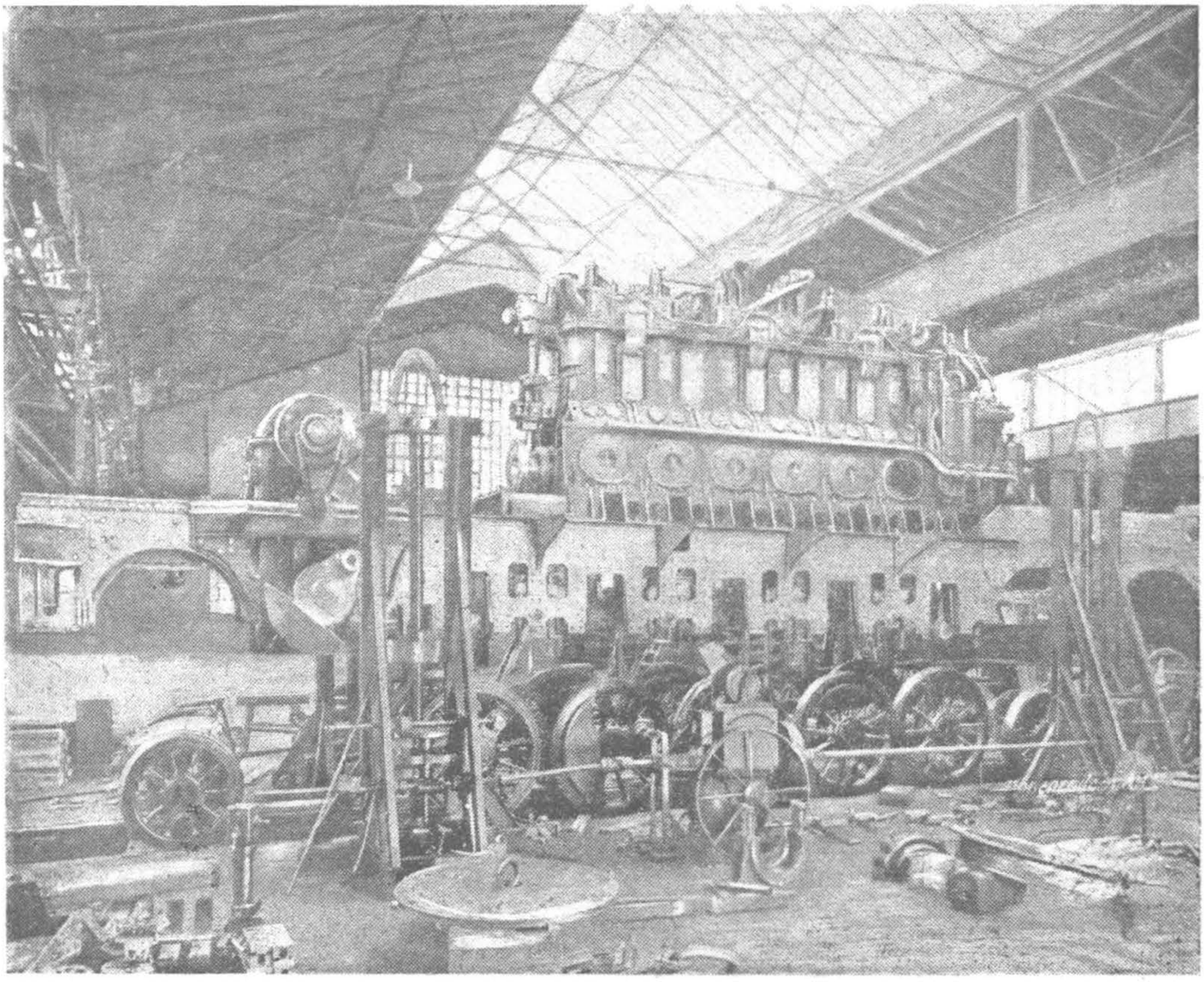


Фиг 86-а. Конические зубчатки (одновенечные), работающие в настоящее время.

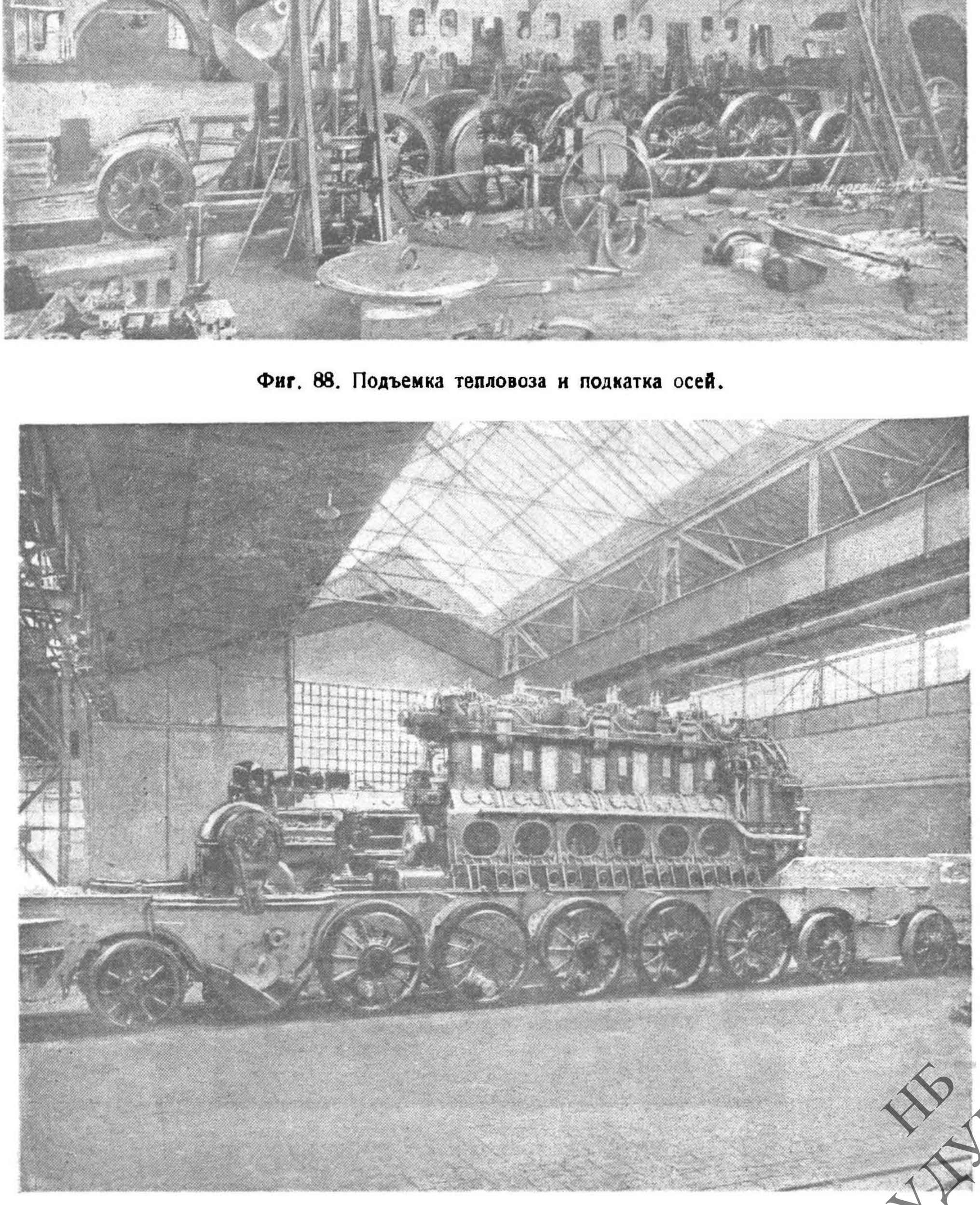


Фиг 87. Рама тепловоза, подготовленная к постановке дизеля.

НБ УДУНТ (ДНТ)

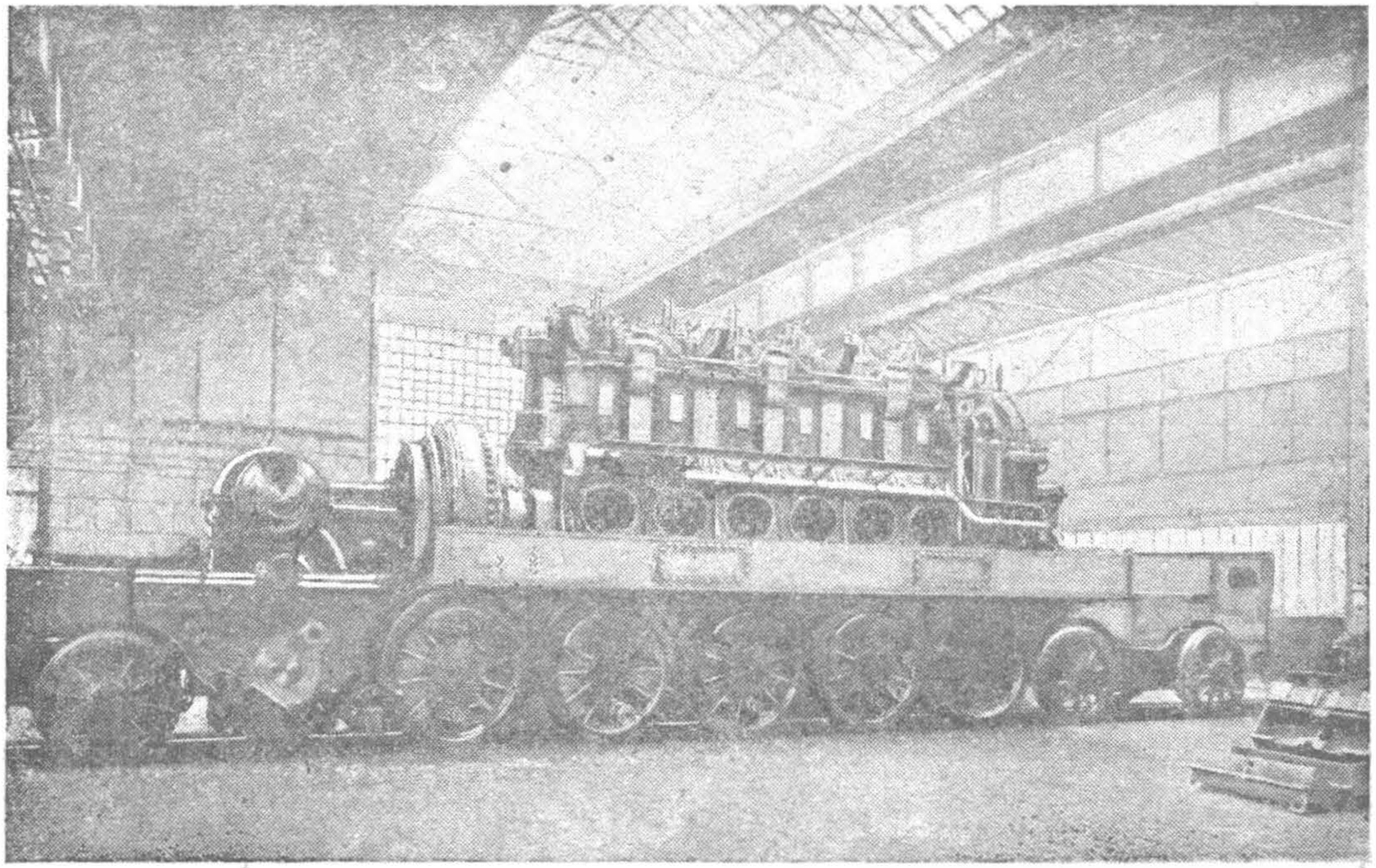


Фиг. 88. Подъемка тепловоза и подкатка осей.

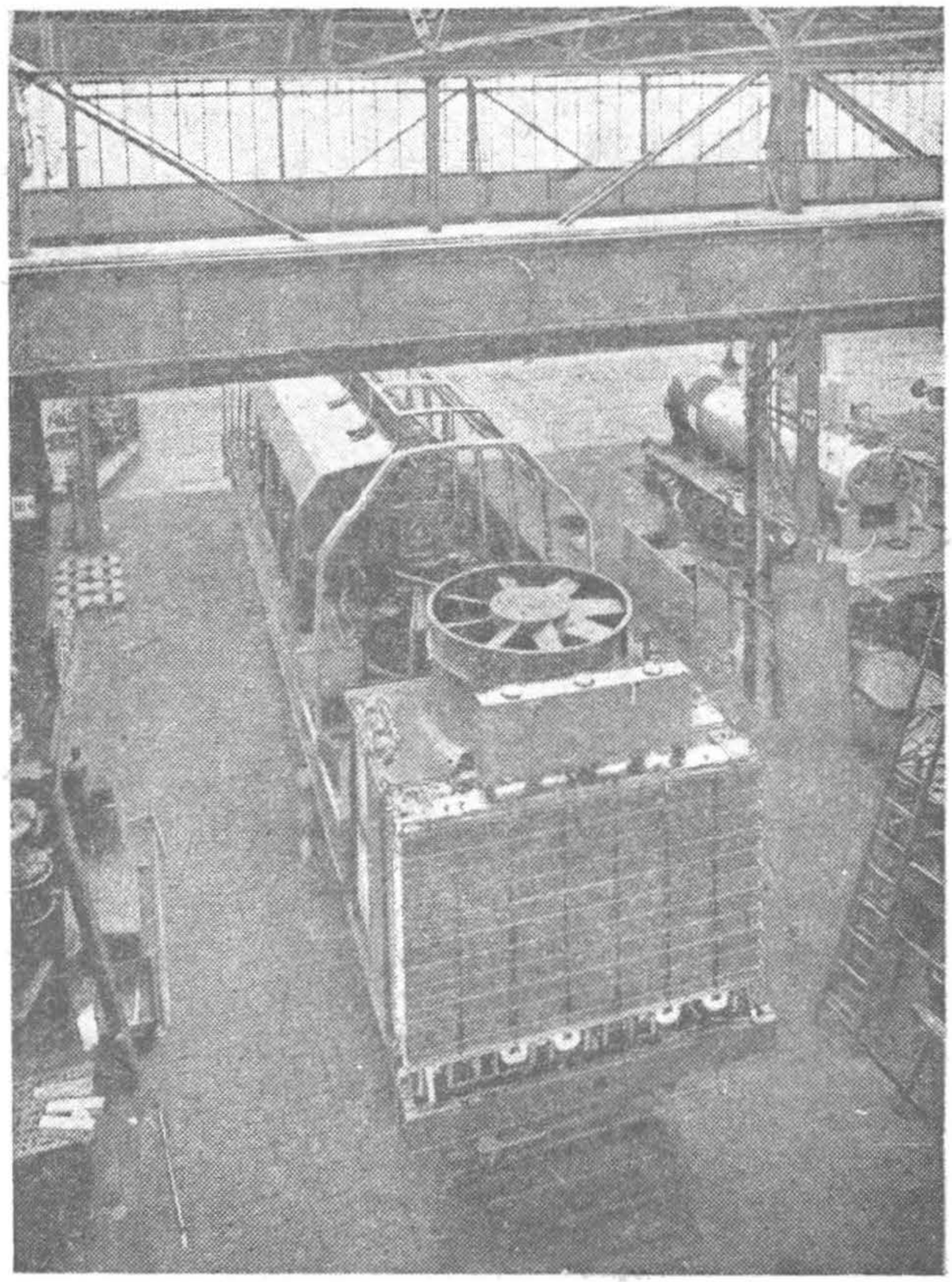


Фиг. 89. Сборка тепловоза (главная муфта не поставлена).

НБ УДУНТ (ДИТ)

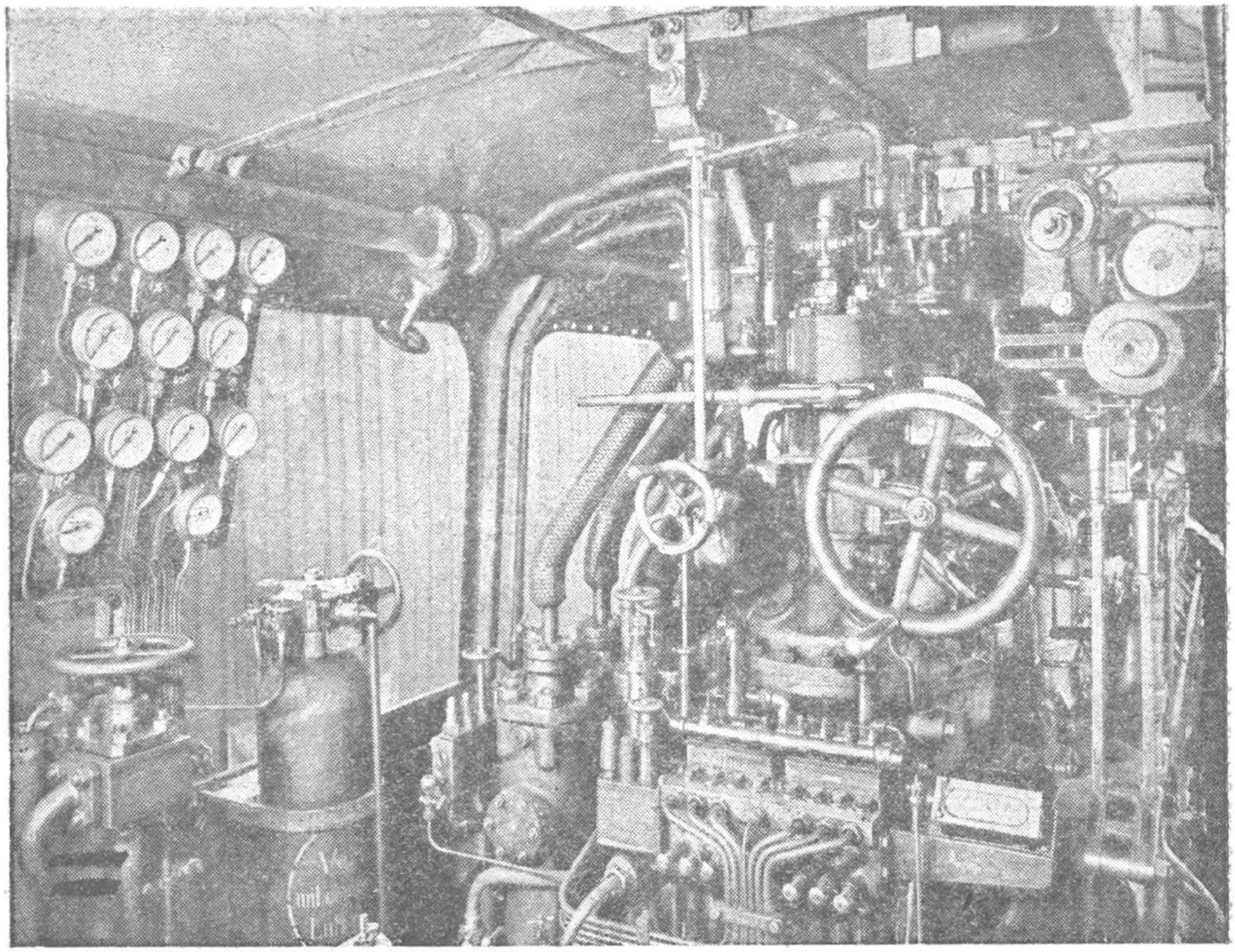


Фиг 90. Сборка тепловоза (главная муфта на месте).



Фиг. 91. Вид на холодильник и пропеллер.

НБ УДУНТ (ДИТ)



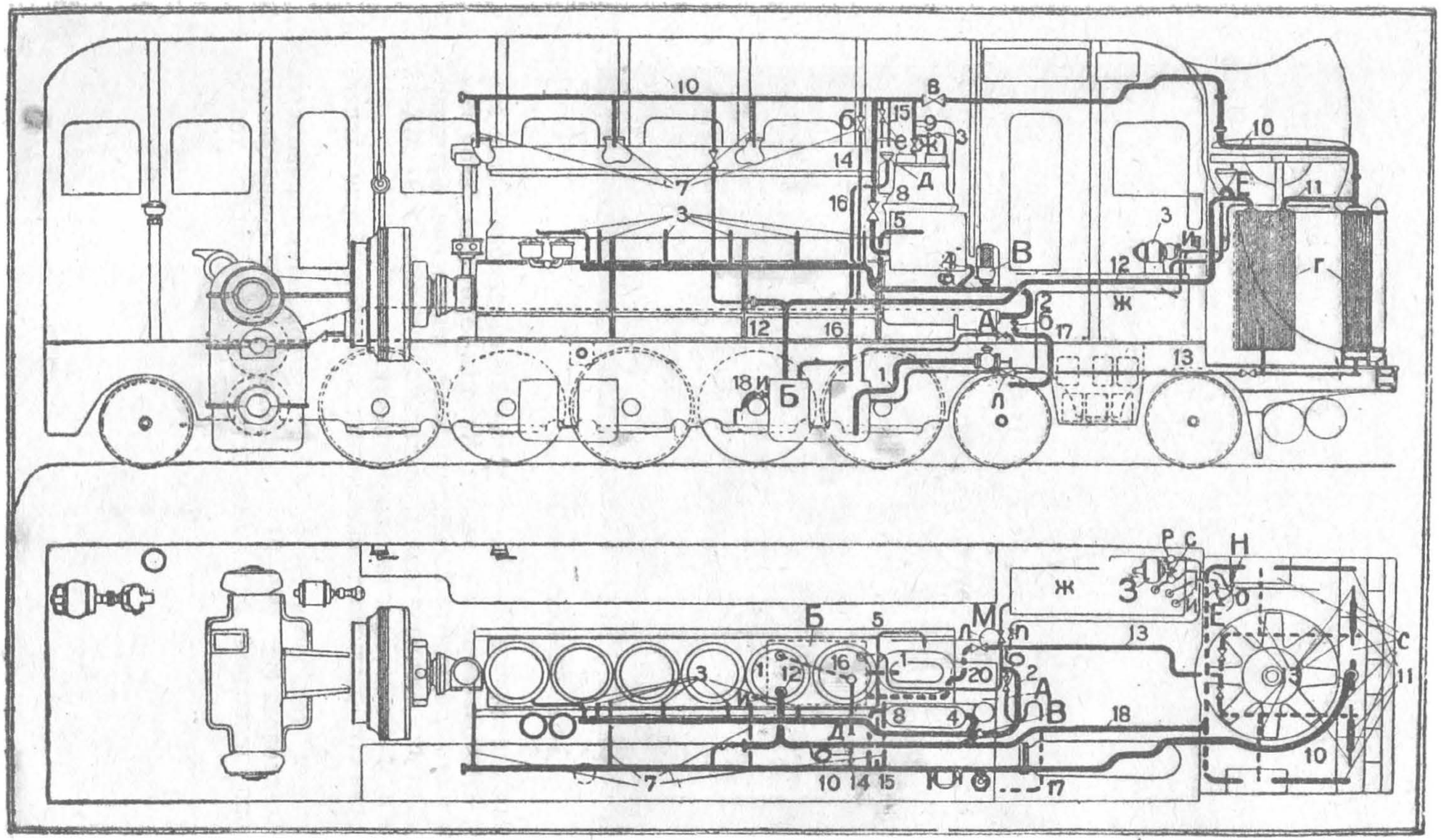
Фиг. 92. Управление дизелем.

В настоящее время на тепловозе Э—МХ—3 установлены одновенечные зубчатки с косым зубом, изготовленные на заводе Круппа. Зубчатки такой конструкции дали позможность получить весьма хорошее зацепление, благодаря чему вся передача работает весьма удовлетворительно и тепловоз Э—МХ—3 делает большие пробеги на линии Красноводск-Чарджуй.

Ниже приводятся снимки различных интересных моментов сборки тепловоза Э—МХ—3.

В заключение описания тепловоза Э—МХ—3 в приложениях приводятся схемы трубопроводов тепловоза фиг. (93—97) и затем в качестве специального дополнения к описанию приводятся данные, составляющие паспорт тепловоза Э—МХ—3.

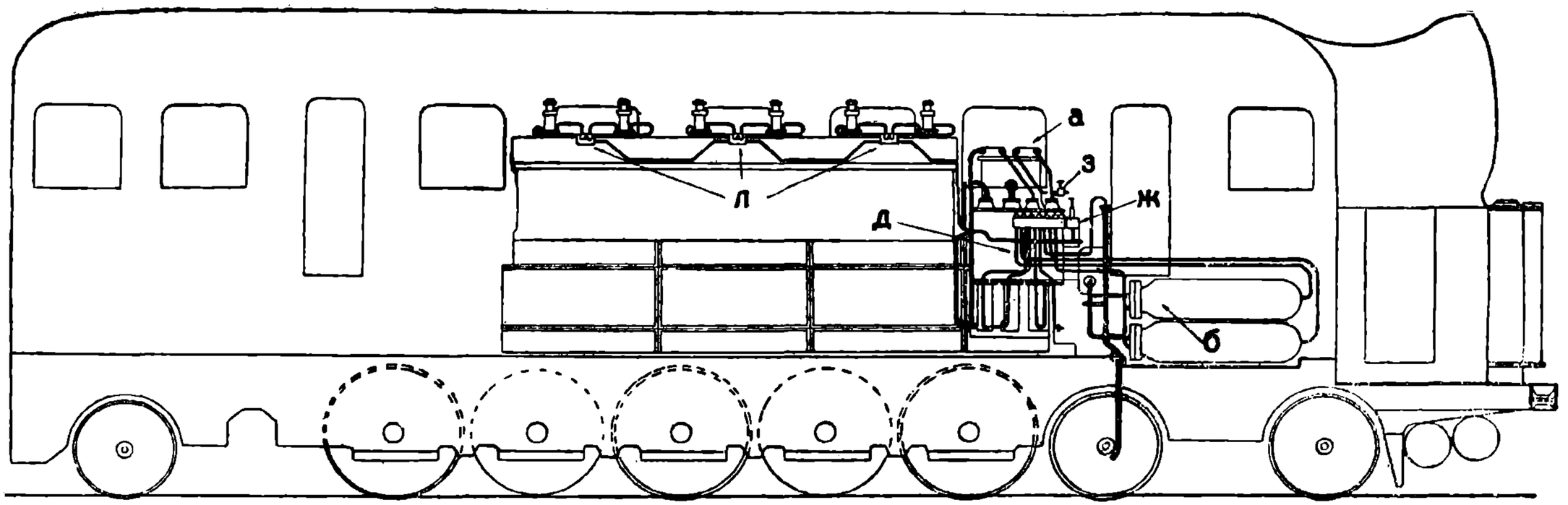
НБ УДУНТ (ДИТ)



Фиг. 93. Схема водяного трубопровода тепловоза Э—МХ—3

р—трехходовой кран.
п—кран для соединения баков.
и—предохранительный клапан Ж
о—кран для заполнения бака.
Б—сборный бак.
1—всасывающая труба.
А—водяной насос.
2—нагнетательная труба.
3—ответвления к двигателю.
4—ответвление для охлаждения холодильника компрессора.
5—ответвление для охлаждения стенок цилиндров компрессора.
7—ответвления для отвода горячей воды из крышки цилинд. двиг.
8—ответвления для отвода горячей воды из холодильника компрессора.
9—ответвление для отвода горячей воды из крышек компрессора.
10—труба, подводящая горячую воду к холодильникам.
11—труба, перепускающая воду из передней секции холодильника в боковые.
12—труба, подводящая воду в сборный бак Б.
13—труба, для спуска воды из холодильника.
14—труба спускная.
15— » контрольная.
16— » сливная.
17— » спускная.
18— » »
19— » »
З—насос, разбрызгивающей системы.
Ж—запасный бак.
20—перепускная труба из Ж в бак Б.
в—регулирующий кран.
б—спускные краны.
е—контрольные краны.
э—регулировочные краны для воды из компрессора цилиндров.
г—регулировочные краны для воды из компрессорного холодильника.
м—перепускной кран из бака Ж в бак Б.
л—кран, выпускающий воду из холодильника.
г.к—краны, выпускающие воду из холодильника.
Е—воронка для наполнения бака Ж.
Г—передние и боковые секции холодильника.
Н—кран для заполнения холодильника.

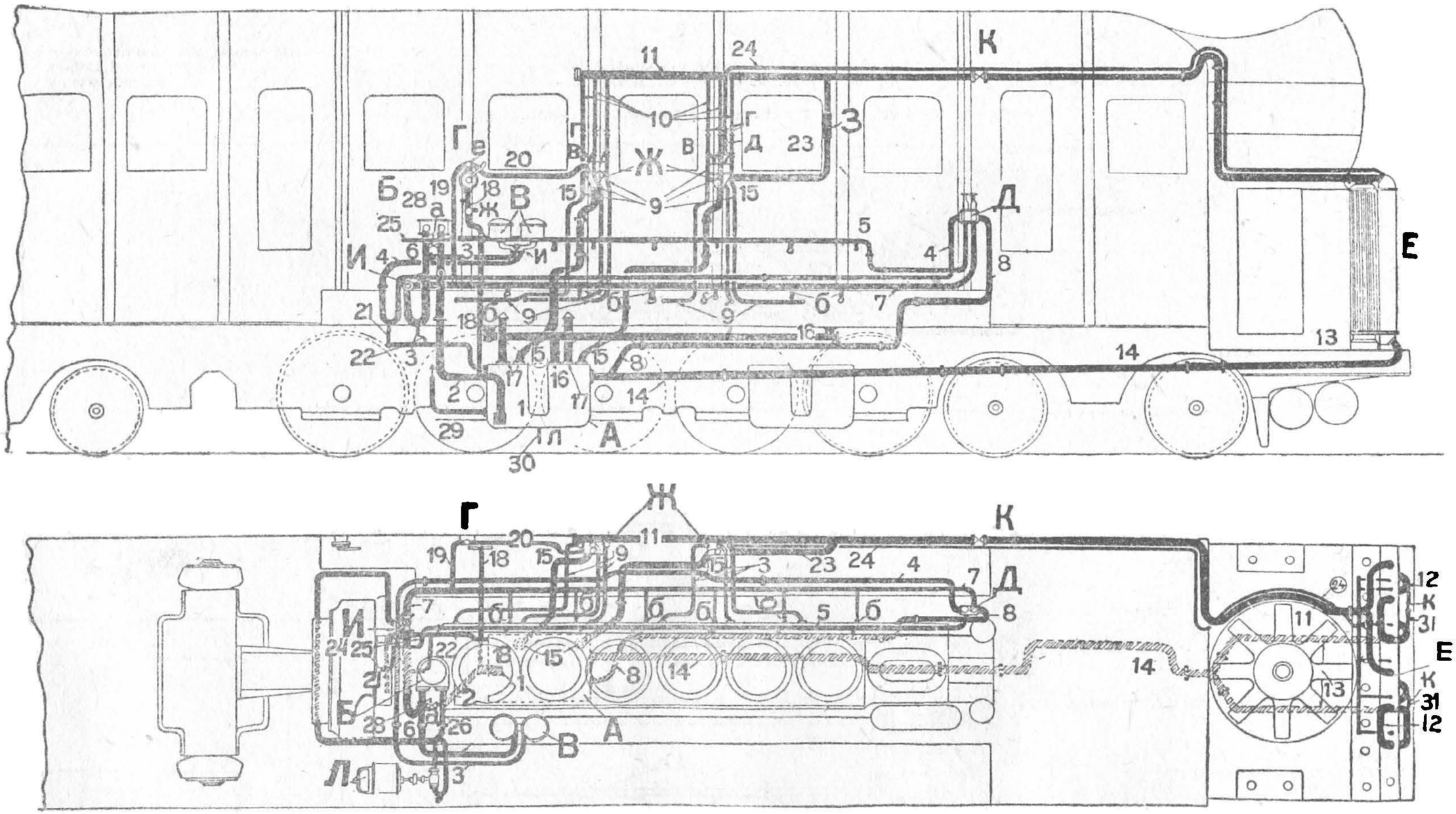
НБ УАДУНТ (ДНТ)



Фиг. 94. Схема воздушного трубопровода тепловоза Э—МХ—3.

э - компрессор.
б—резервуар.
д—холодильники компрессора.
э—редуктор тормозной системы.
ж—форсуночный редуктор.
л—воздухораспределительный короб.
м—пусковые клапана.

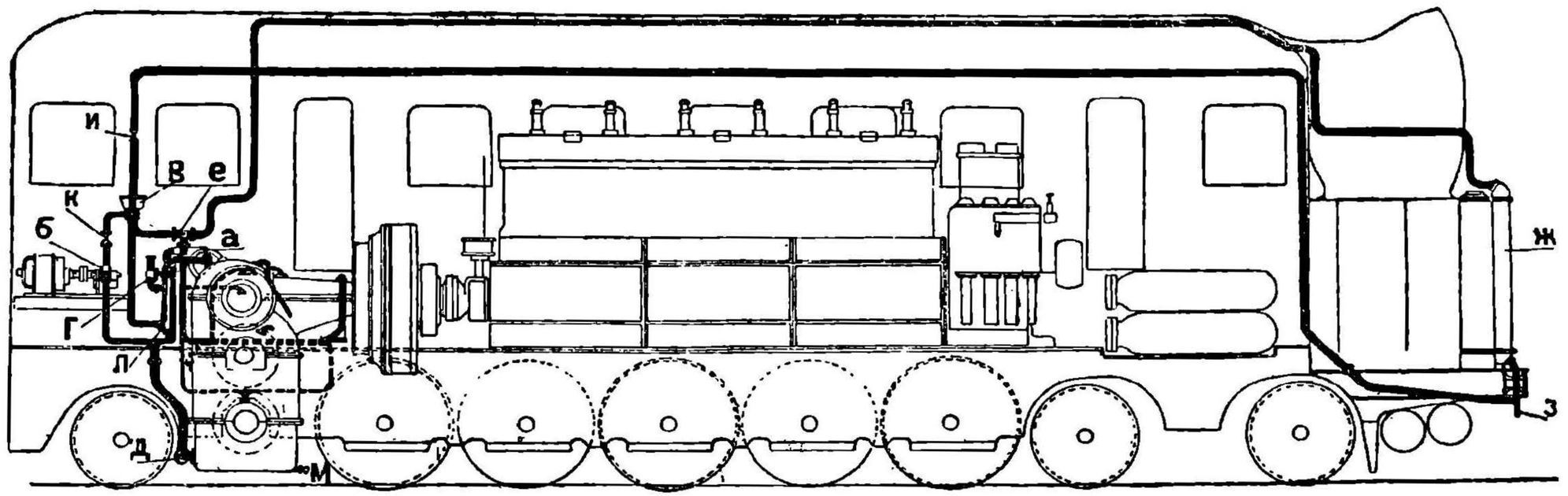
НБ УДУНТ (ДІІТ)

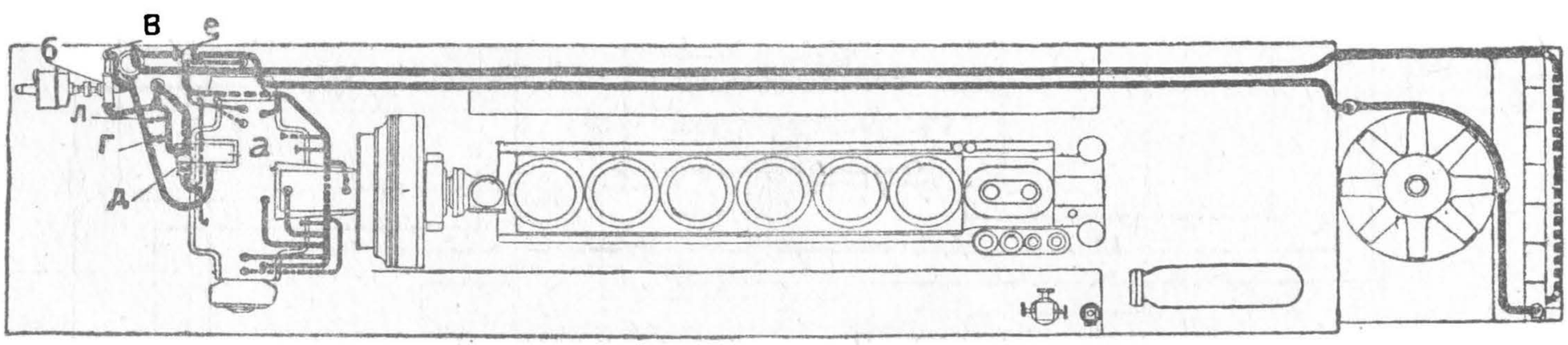


Фиг. 95. Схема масляного трубопровода тепловоза Э—МХ—3.

А—маслосборник.
Б—фильтр.
В—насос двигателя.
Г—ручной насос.
Д—регулятор давления,
Е—холодильник
ж—воронки.
з—предохранительный клапан.
И—кран для переключения насосов.
К—вентиль к холодильнику
Л—электромотор с насосом.
а—перепускной кран.
в—смотровые краны.
б—подводка масла к поршням.
д—кран для спуска воздуха.
г—пробные краны.
е—трехходовой кран.
ж—трехходовой кран.
з—спускной кран.
и—кран для переключения фильтров.
к—кран для переключения холодильника
л—спускной кран.

НБ УДУНТ (ДИТ)

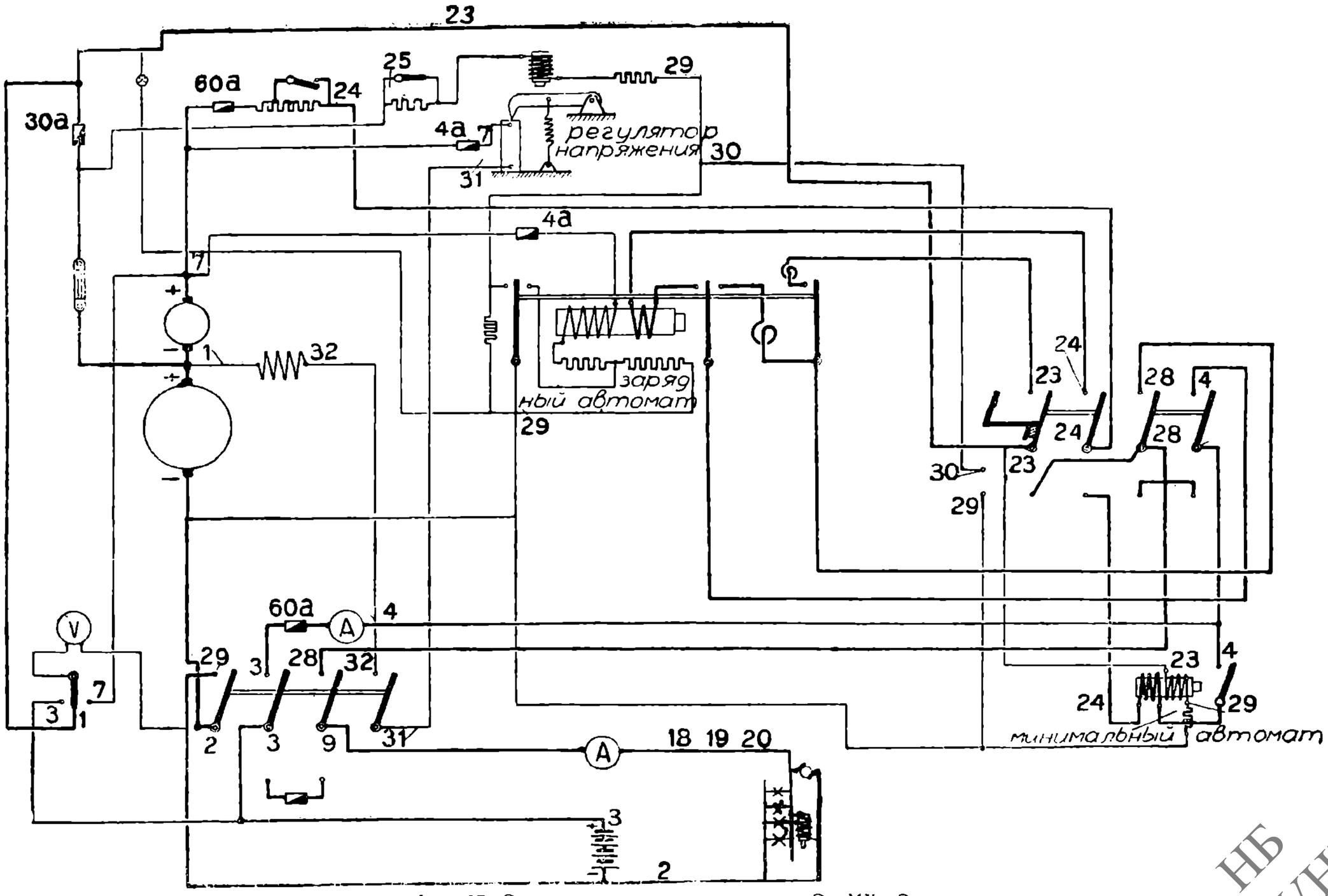




Фиг. 96. Схема масляного трубопровода коробки скоростей тепловоза Э—МХ—3.

а—насос зубчатой передачи.
в—фильтр.
б—вспомогательный насос с электромотором
г—предохранительный клапан
д—невозвратный клапан.
е—трехходовой кран для холодильника.
ж—холодильник.
и—кран для включения холодильника.
к—кран для вспомогательного насоса.
м—спуск масла.
е—перепускной кран.

НБ УДУНТ (ДИТ)



Фиг. 97. Электрическая схема тепловоза Э—МХ—3.

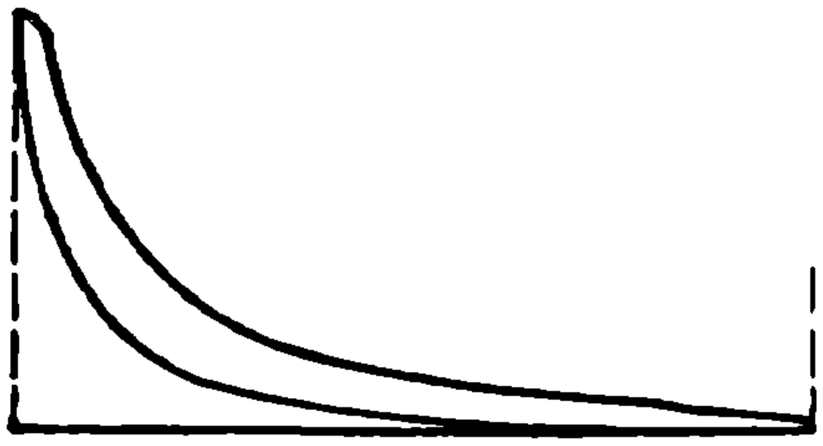
НБ УДУНТ (ДИТ)

I. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ В ПАСПОРТЕ

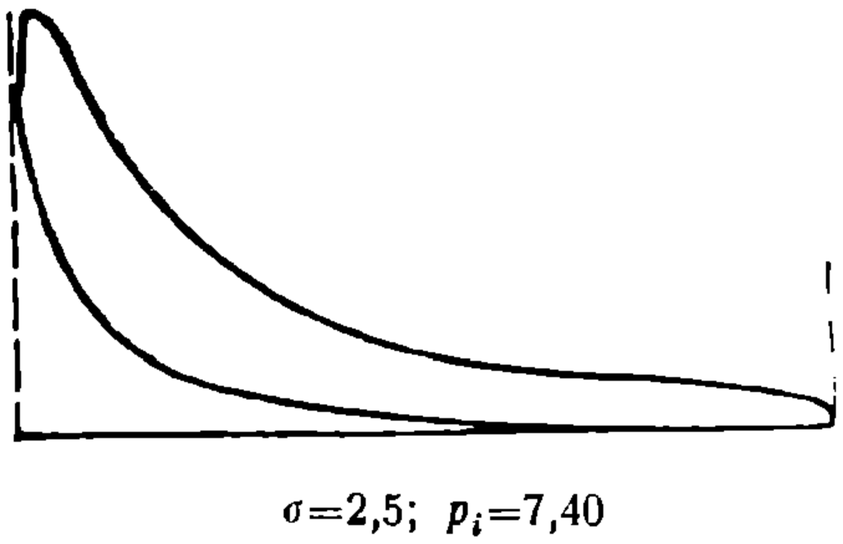
Обозначения	СОДЕРЖАНИЕ	Единицы измерения
$C_ч$	Часовой расход нефти главным двигателем	*кг*/час
n	Число оборотов двигателя . . .	об./мин.
σ	Подача топлива в один цилиндр за один рабочий такт	*г*
ε	Деление сектора топливного насоса	»
p_i	Среднее индикаторное давление	*кг*/*см*^{2}
N_i	Мощность индикаторная	л. с.
N_e	» эффективная (на валу) .	
$N_в$	» расходуемая вентилятором холодильника	
N_k	» на ободе .	»
η_i	К. п. д. индикаторный	%
η_m	» механический дизеля (брутто)	»
η_e	» экономический .	»
$\eta_з$	» зубчатой передачи	»
$\eta_п$	» спарников	
η	Полный к. п. д. тепловоза (на ободе)	»
F_k	Сила тяги тепловоза на ободе	*кг*
V	Скорость поезда . .	*км*/час
q_t	Потери термические	%
$q_д$	» в дизеле механические	»
$q_в$	» на работу вентилятора	
$q_з$	» в зубчатой передаче	»
$q_п$	» на спарники . . .	»
Z_0	Статическая нагрузка колес	*т*
Z	Динамическая нагрузка колес .	»
P	Динамическое воздействие рессор	
I	I ступень передачи	
II	II » »	
III	III »	

II. ХАРАКТЕРИСТИКА ДВИГАТЕЛЯ

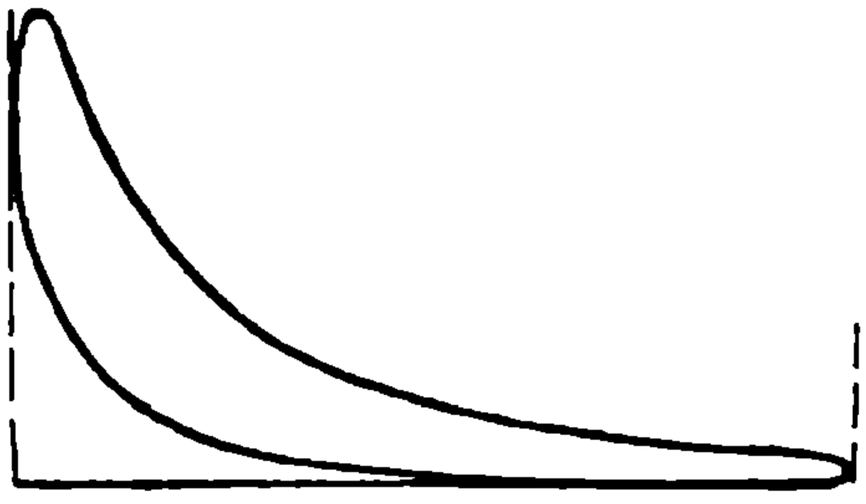
Индикаторные диаграммы двигателя.



$\sigma=1{,}5;\ p_i=4{,}56$

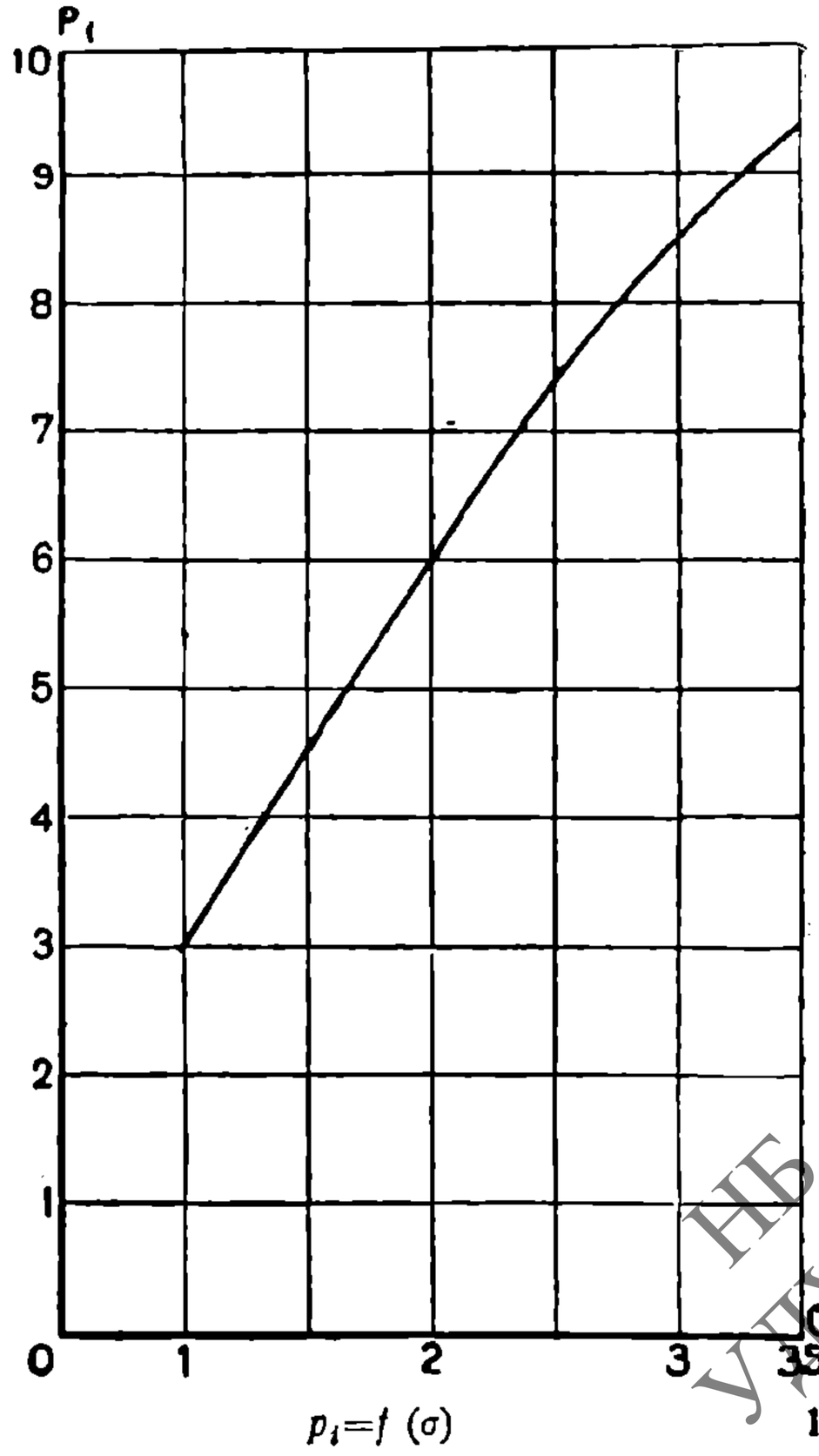


$\sigma=2{,}5;\ p_i=7{,}40$



$\sigma=2{,}8;\ p_i=8{,}15$

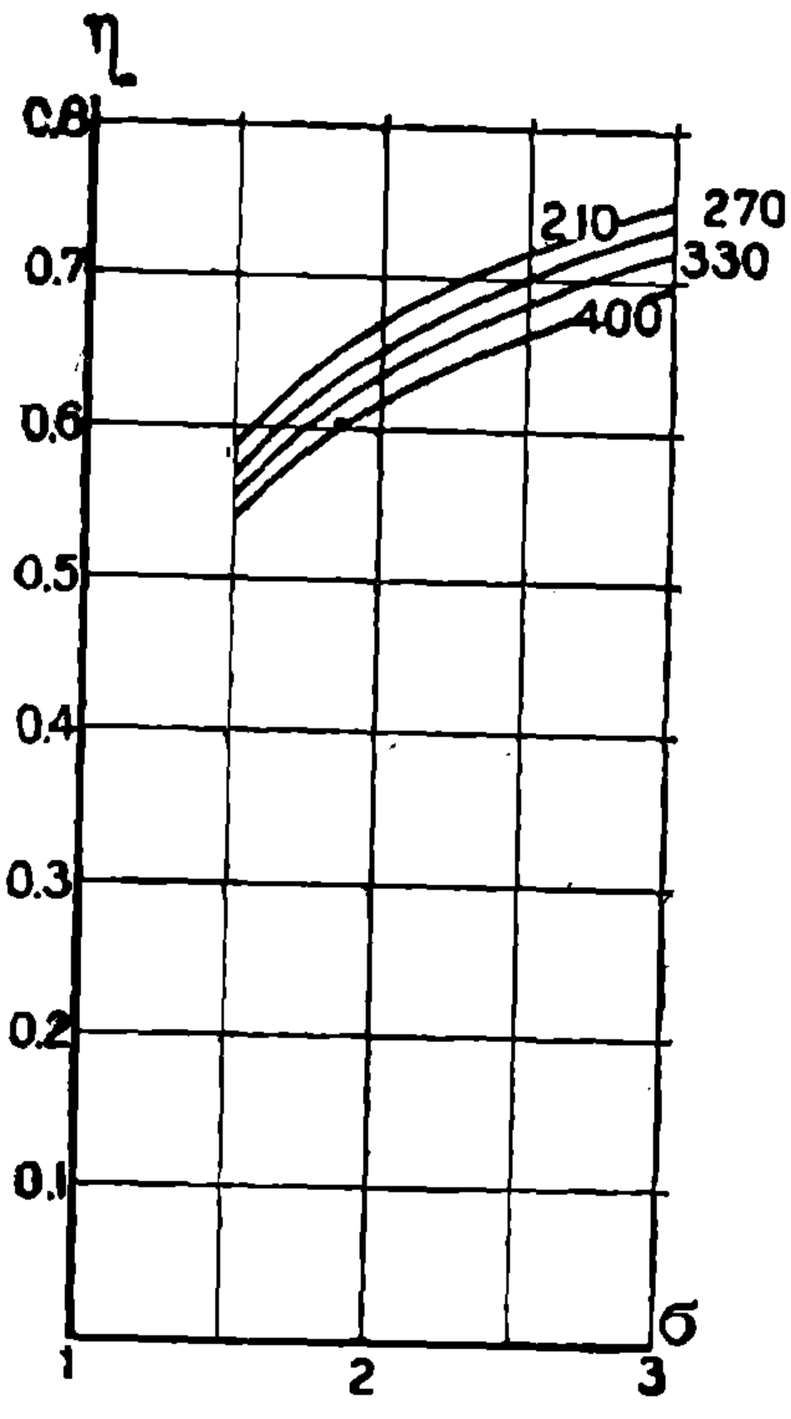
Индикаторные давления.



$p_i=f\ (\sigma)$

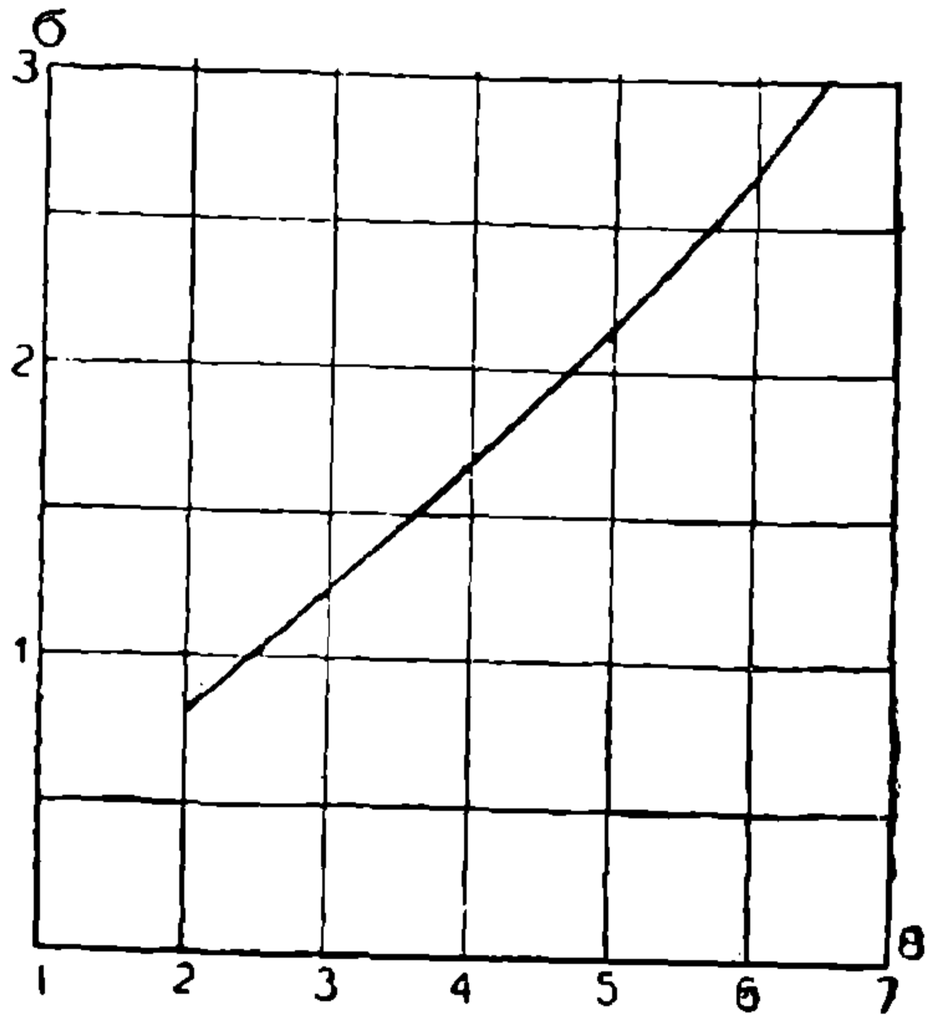
НБ УКУНТ (ДИТ)

Механический коэф. полезного действия двигателя.



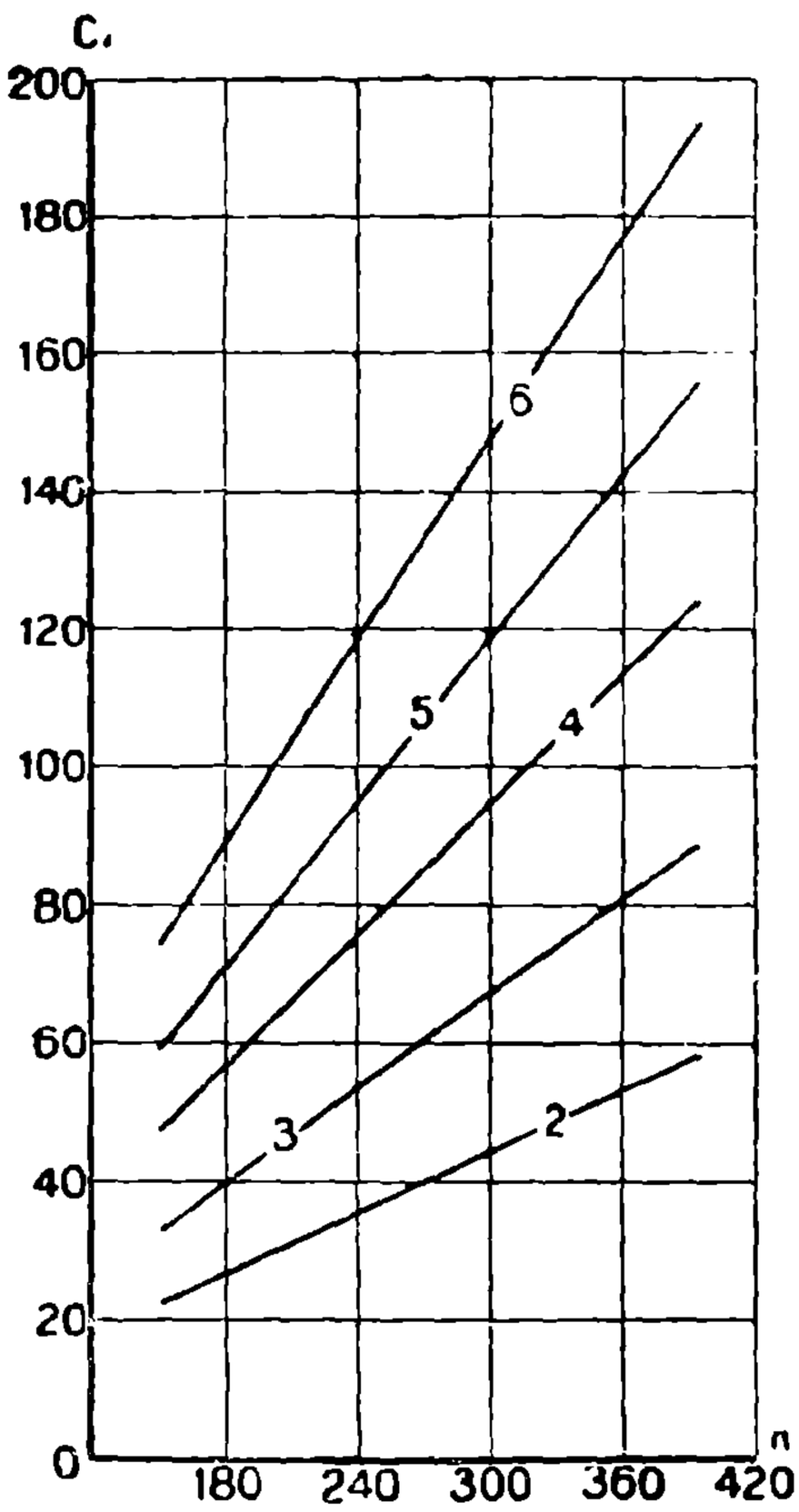
$\eta_m = f_.(\sigma, n)$

Нормальная регулировка топливного насоса.

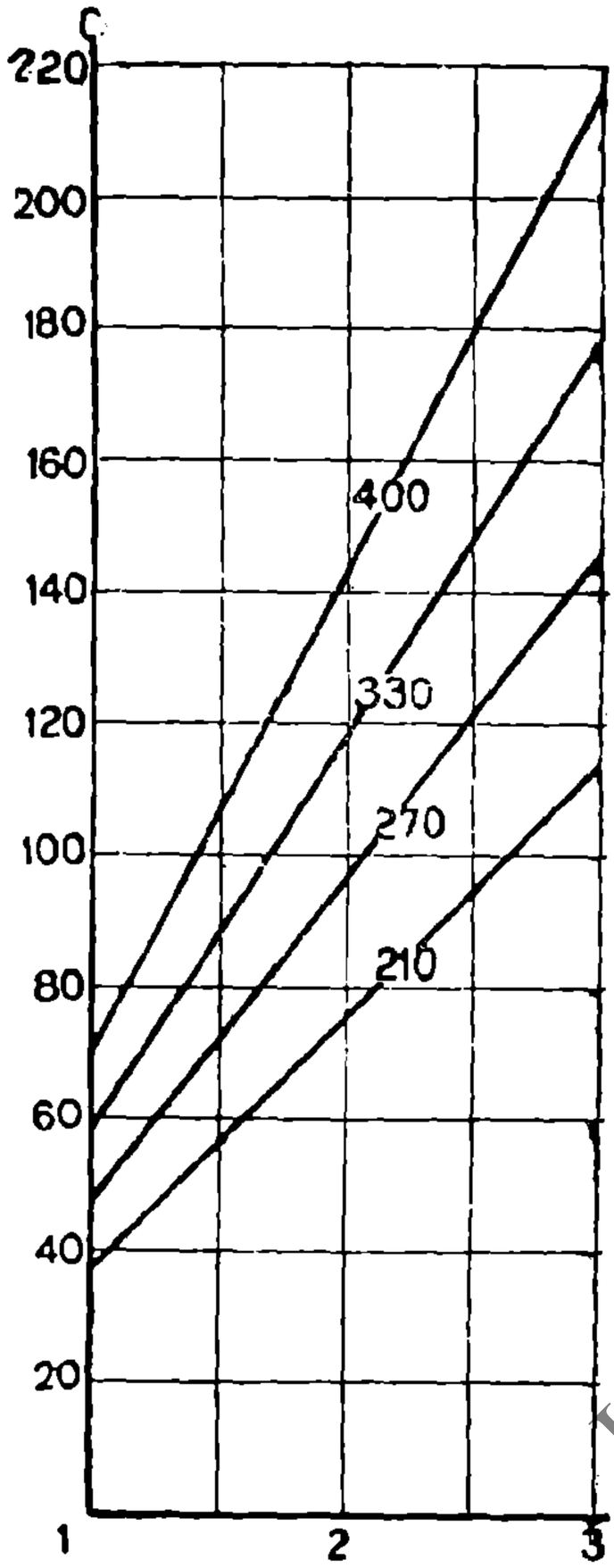


$\sigma = f\ (\varepsilon)$

Часовой расход топлива двигателем.



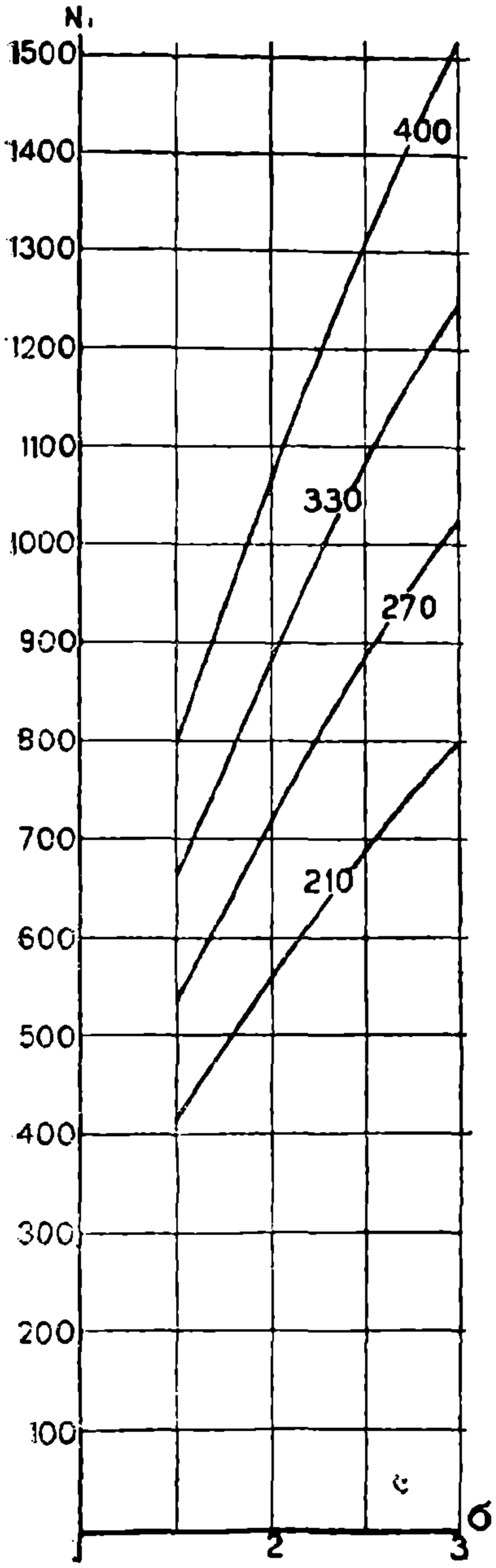
$C_\partial = f\ (n, \varepsilon)$



$C_\partial = f\ (\sigma, n)$

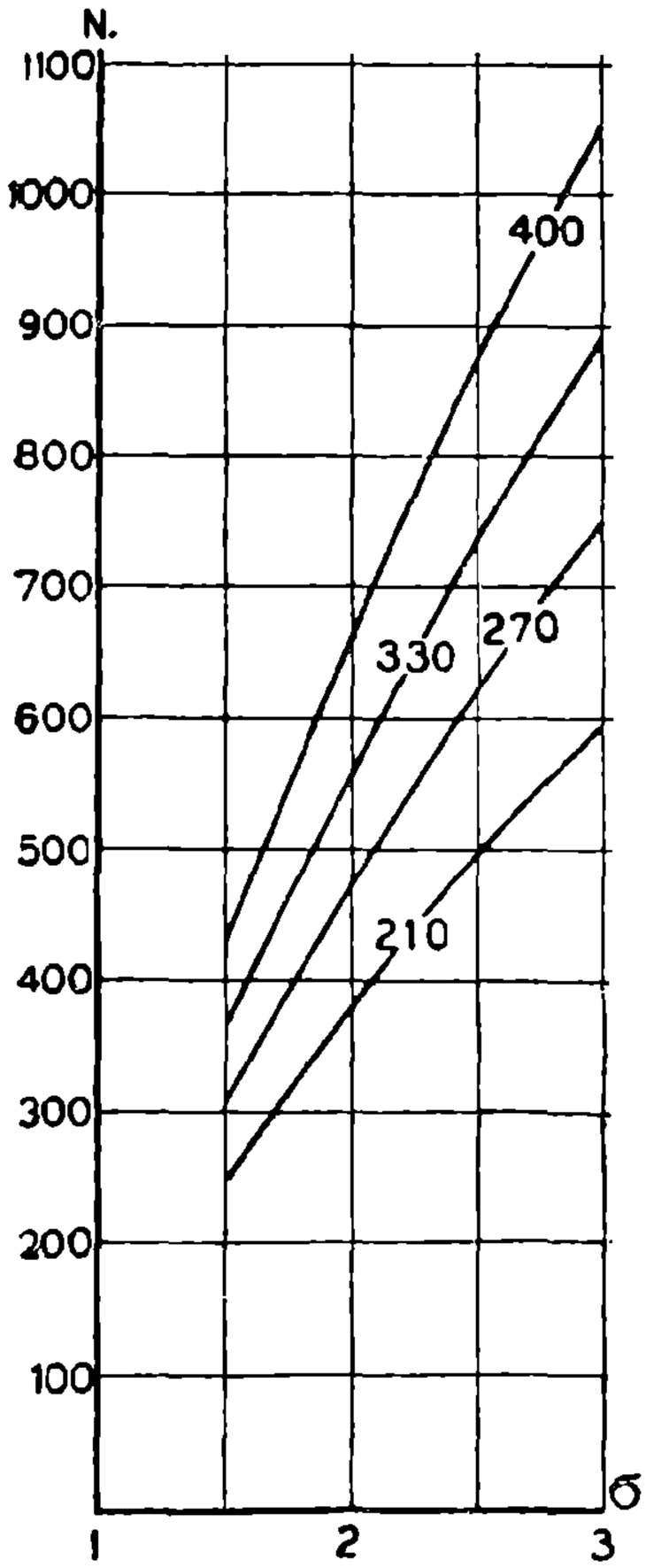
НБ УДУНТ (ДИТ)

Индикаторная мощность при различной подаче топлива и различных числах оборотов.



$N_i = f\ (\sigma, n)$

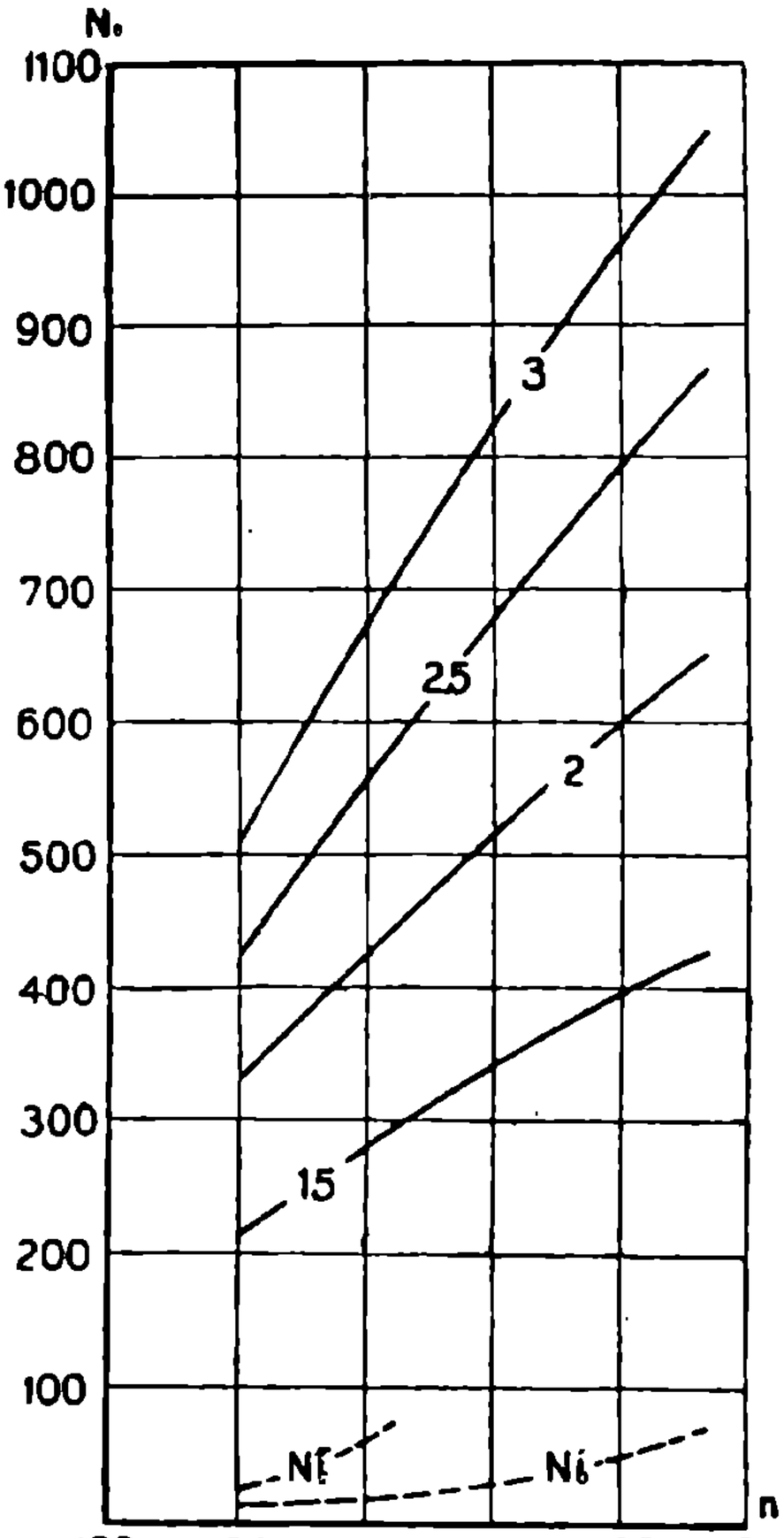
Эффективная мощность двигателя при различной подаче топлива и различном числе оборотов.



$N_e = f\ (\sigma, n)$

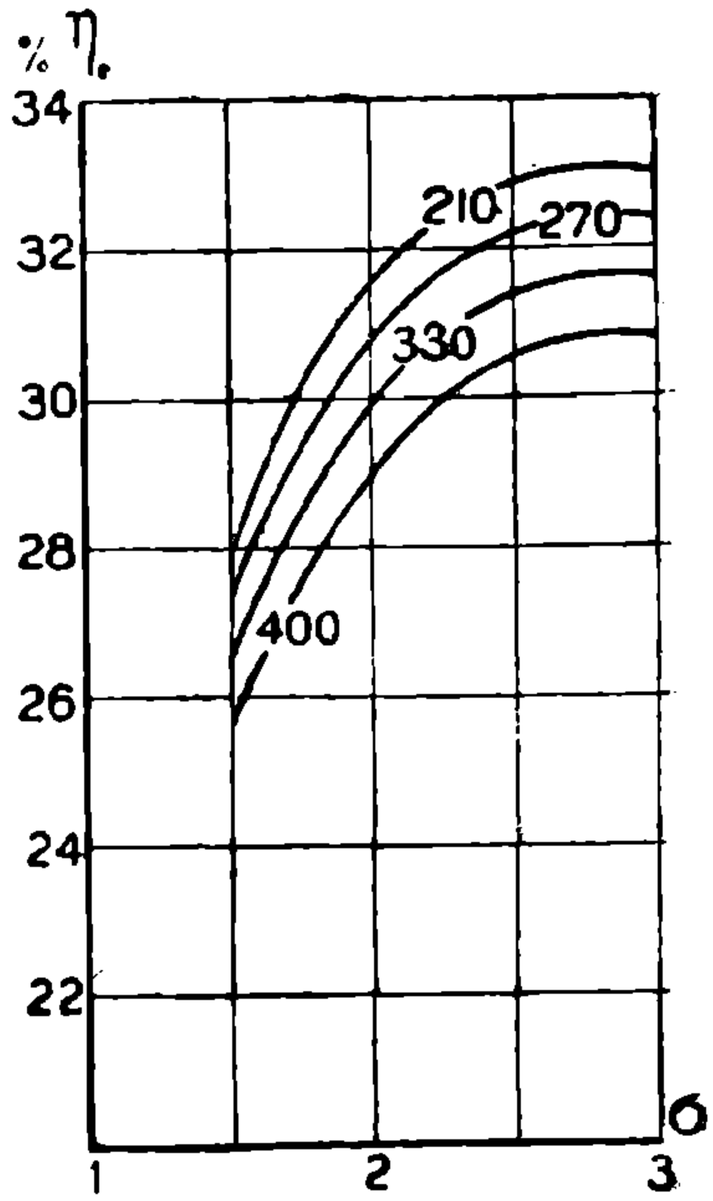
НБ УДУНТ (ДИТ)

Эффективная мощность двигателя при различной подаче топлива и различном числе оборотов.



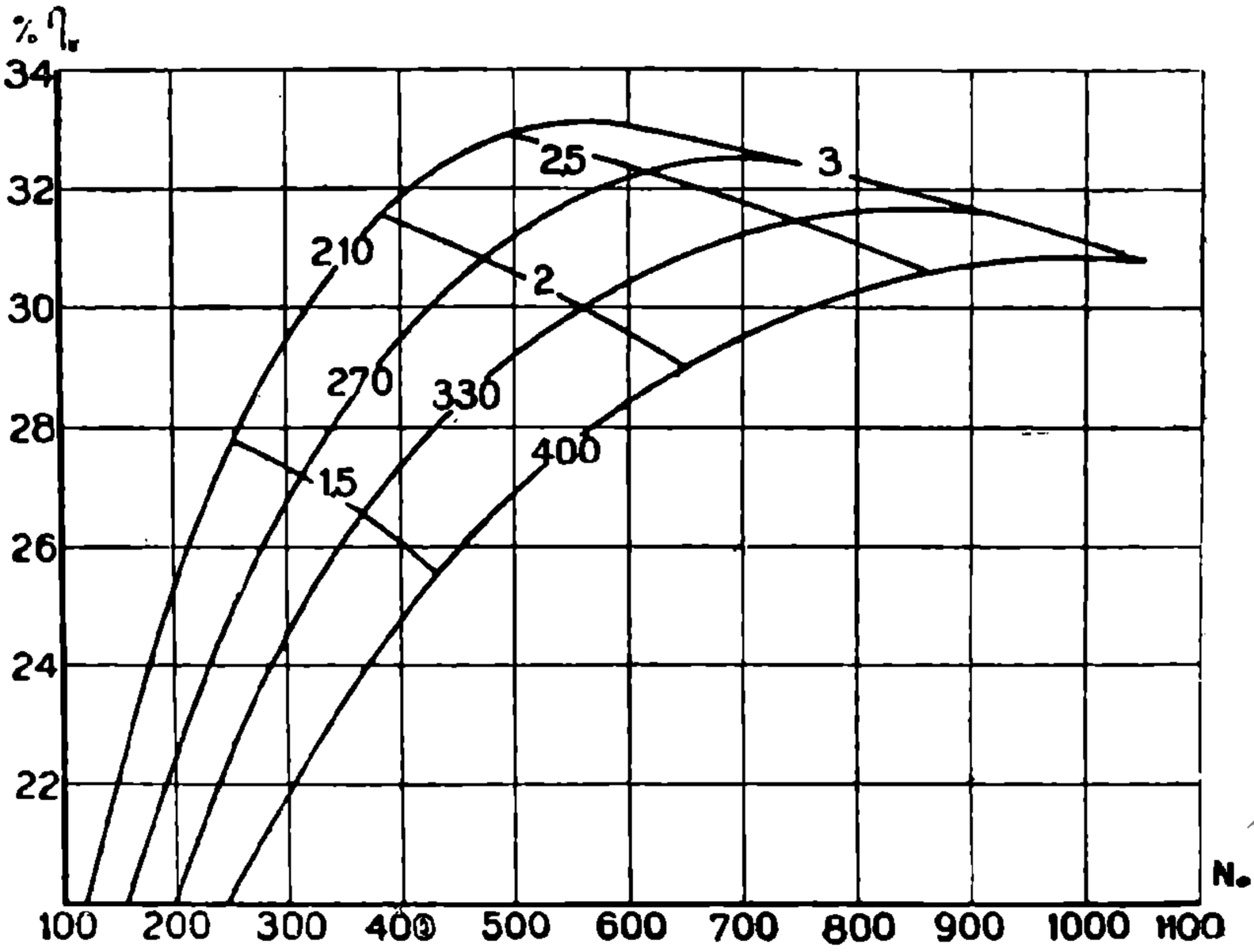
$N_e=f\ (n,\sigma)\quad N_i=\varphi\ (n)$

Экономический коэф. полезного действия двигателя.



$\eta_e=f\ (\sigma,n)$

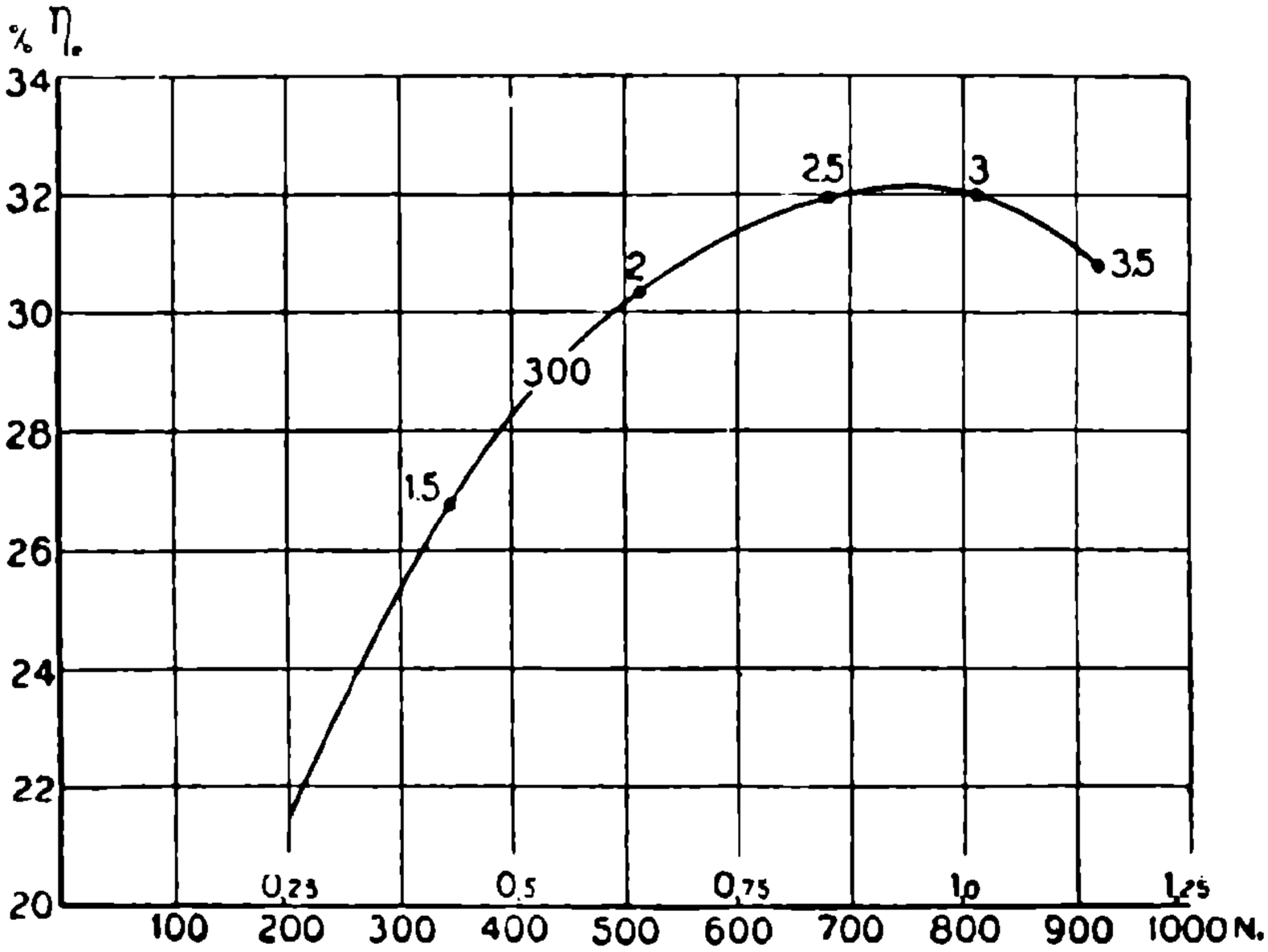
Наивыгоднейшее регулирование двигателя в зависимости от мощности числа оборотов и подачи топлива.



$\eta_e=f\ (N,n,\sigma)$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

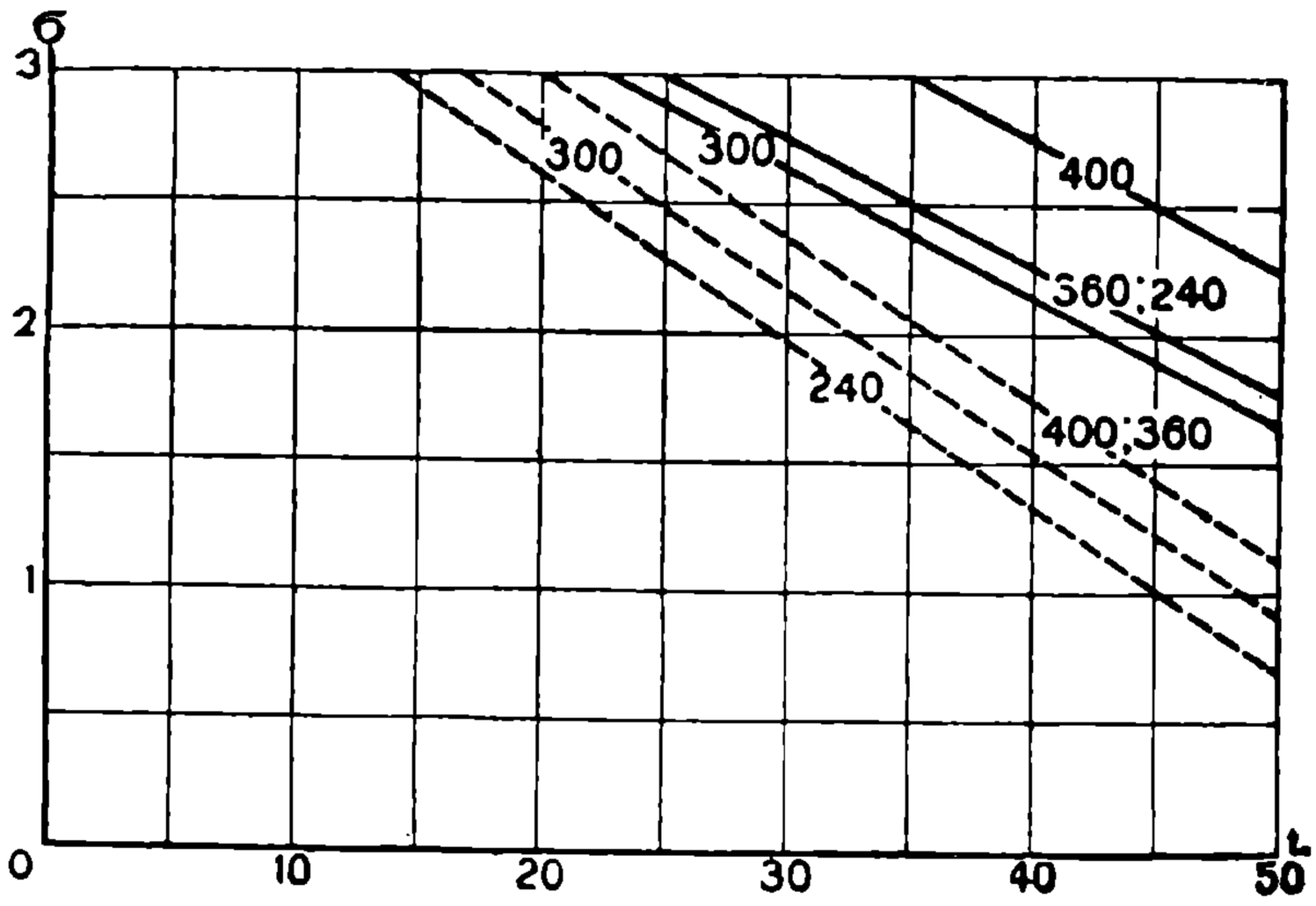
Наивыгоднейшее регулирование двигателя в зависимости от величины нагрузки при нормальном числе оборотов.



$\eta_e = f\ (N_e);\ n = 300$

III. ХАРАКТЕРИСТИКА ХОЛОДИЛЬНИКА.

Подача топлива за один рабочий ход поршня в зависимости от наружной температуры воздуха и числа оборотов двигателя.



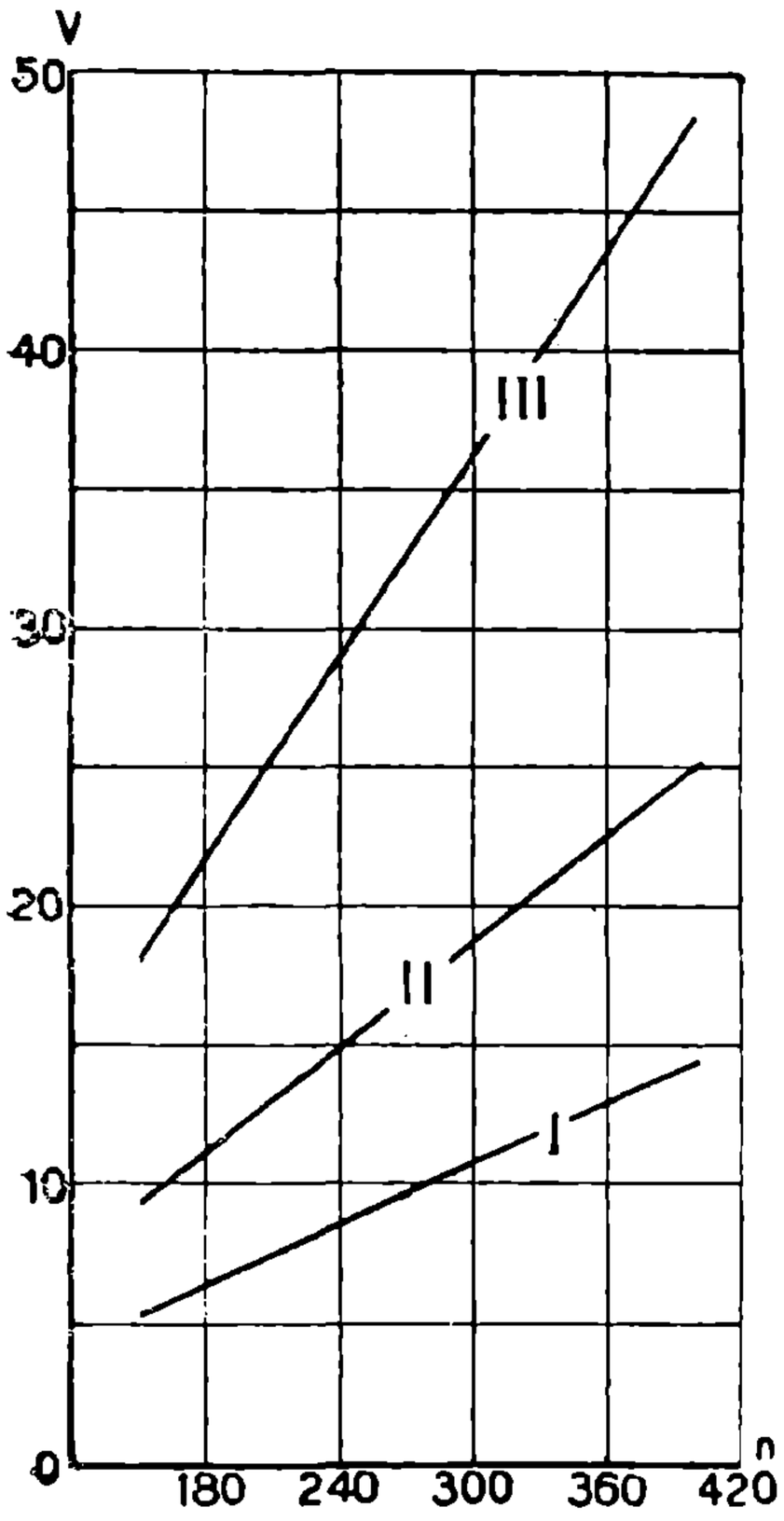
$\sigma = f\ (t_o, n)$

Сплошные линии для водяного холодильника.
Пунктирные » » масляного »
Максимальная температура воды $\sigma = +85^0$ С.
» » масла $\Theta_1 = +70^0$ С.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

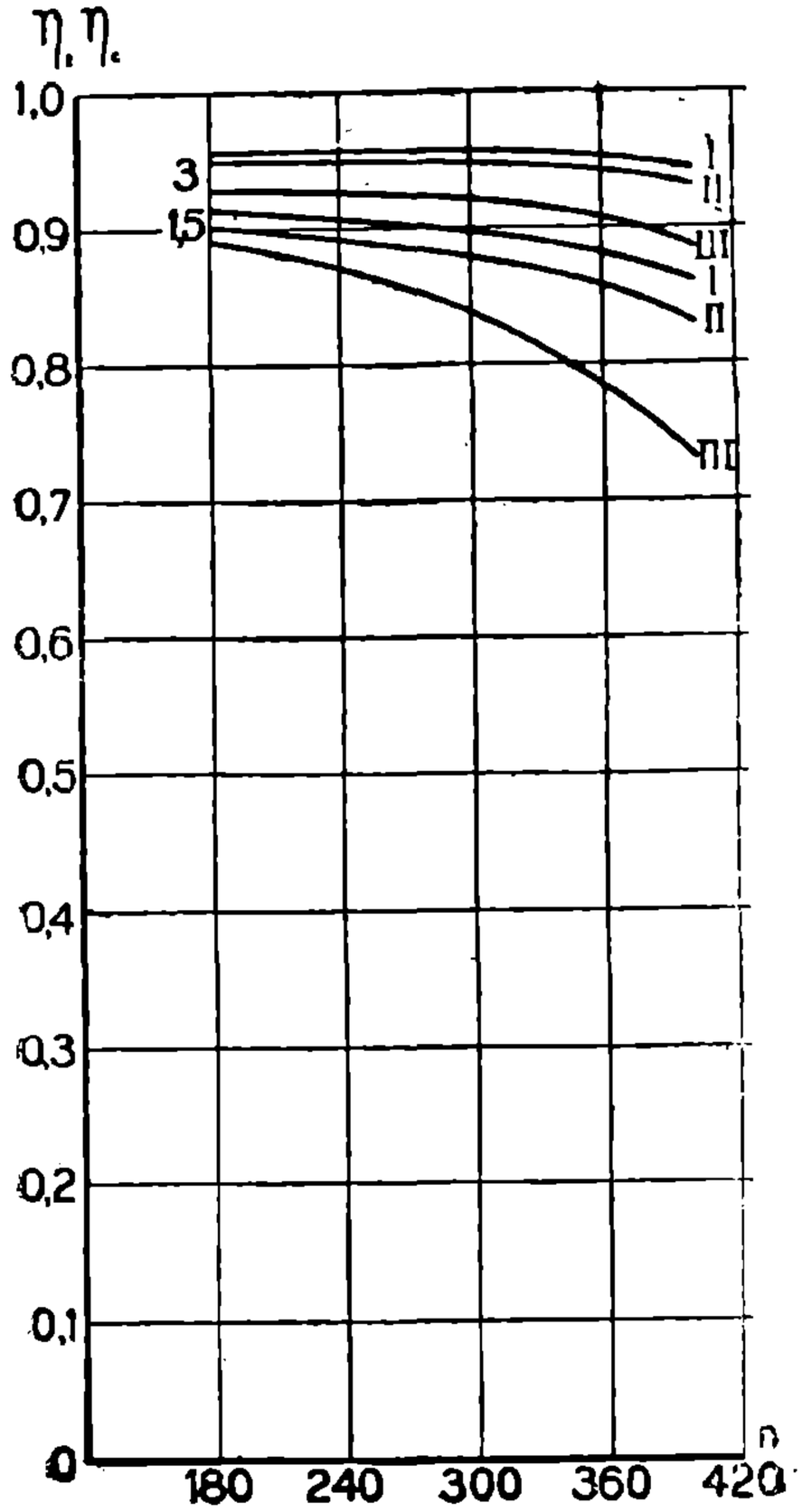
IV. ХАРАКТЕРИСТИКА МЕХАНИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ

Скорость тепловоза в зависимости от числа оборотов двигателя и ступени передачи.



$v=f\ (n)$

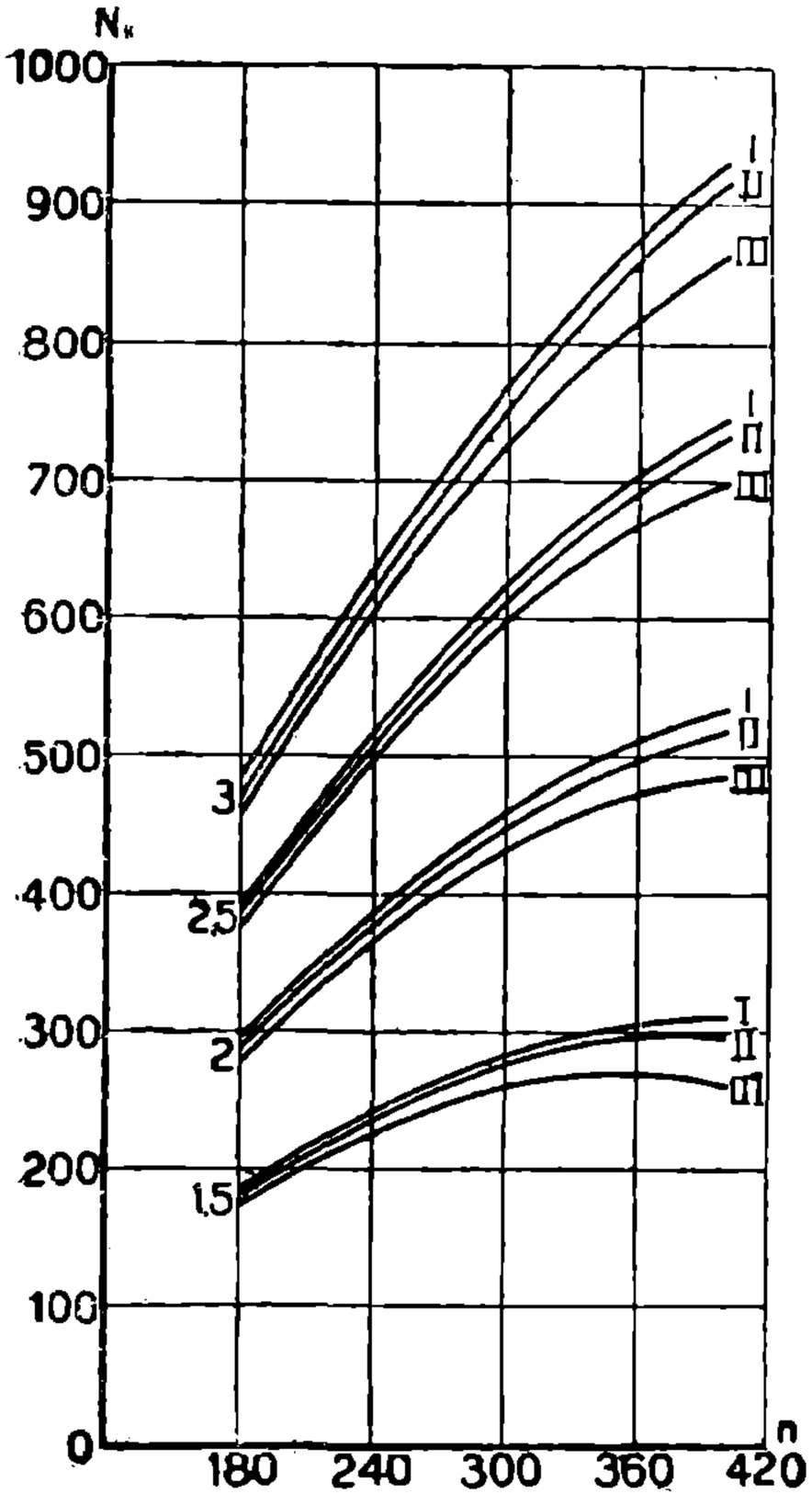
Коэфициент полезного действия механической передачи зубчатых колес и спарников для разных ступеней.



$\eta_a\ \eta_e=f\ (n,\sigma)$

НБ УДУНТ (ДИТ)

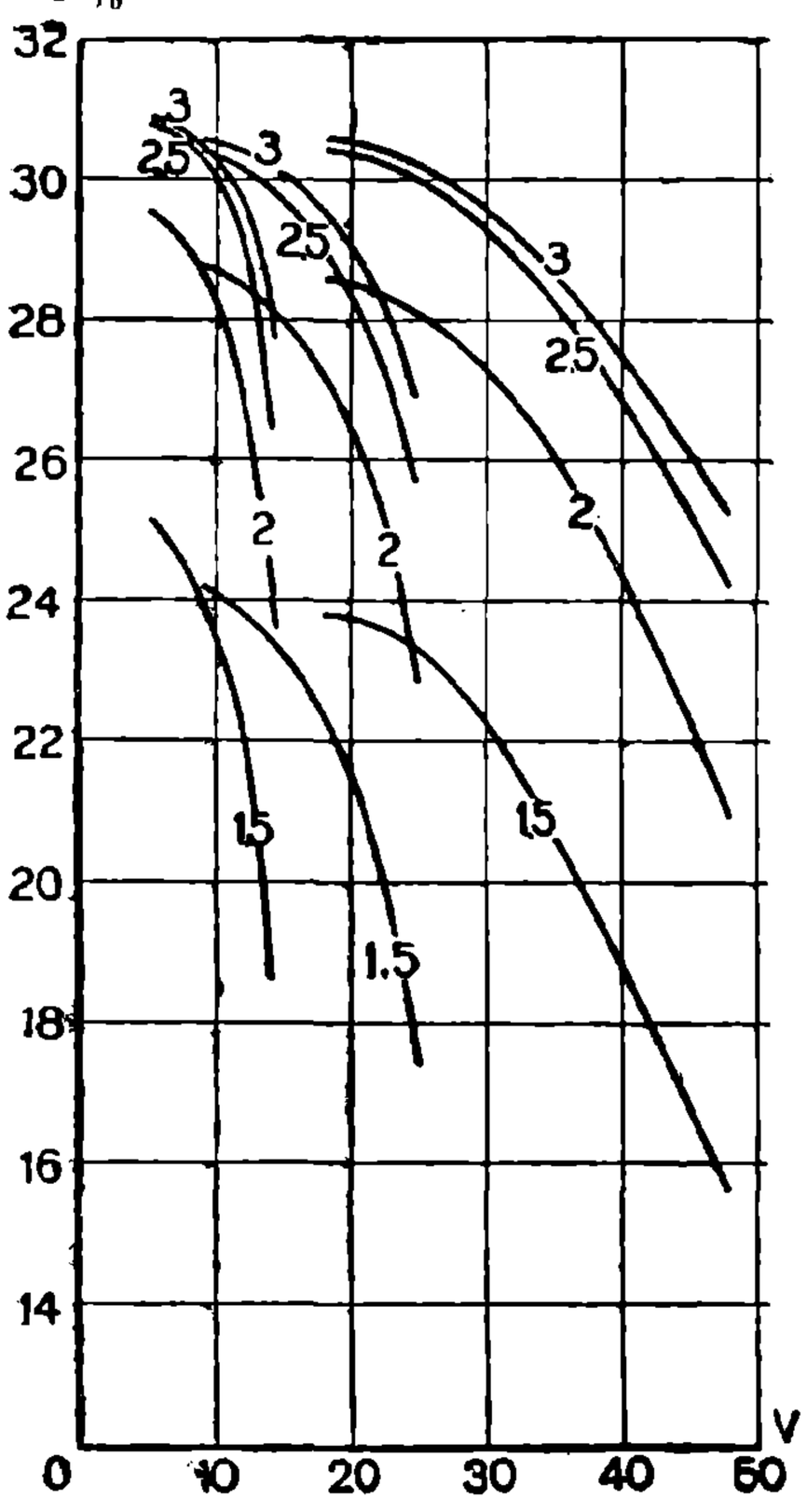
V. ТЯГОВАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА.



Мощность на ободе колес при разной подаче топлива, различных числах оборотов двигателя и различных ступенях передачи.

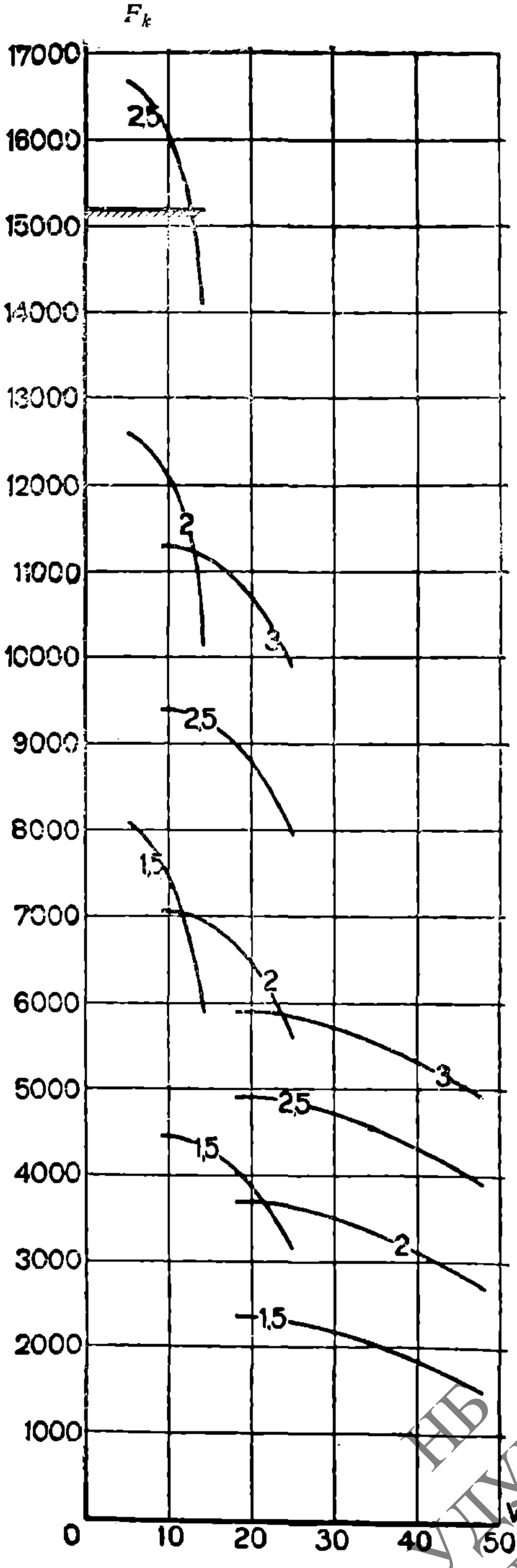
$N_к = f\ (n, g)$

Коэфициент полезного действия тепловоза, отнесенный к ободу движущих колес.



$Y = f\ (v, \sigma)$

Сила тяги на ободе при разной подаче топлива и различных скоростях и ступенях.

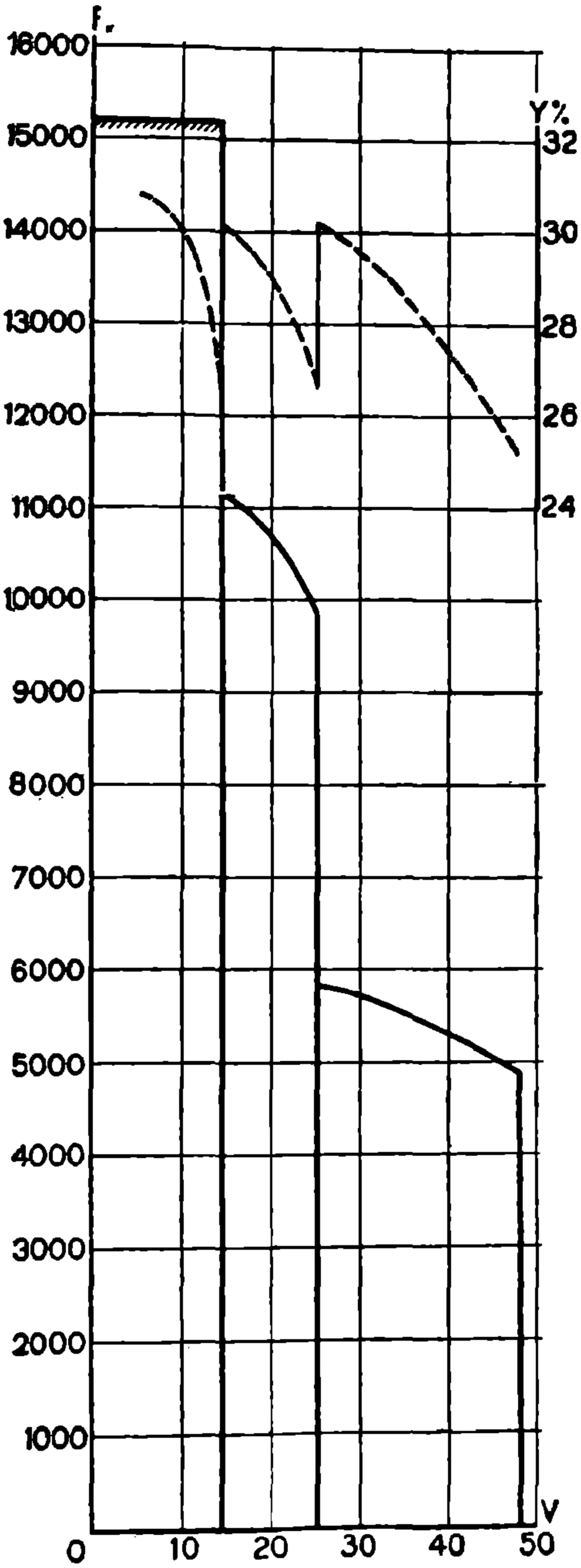


$F_к = f\ (v, \sigma)$

НБ УГЛУНТ (ДИТ)

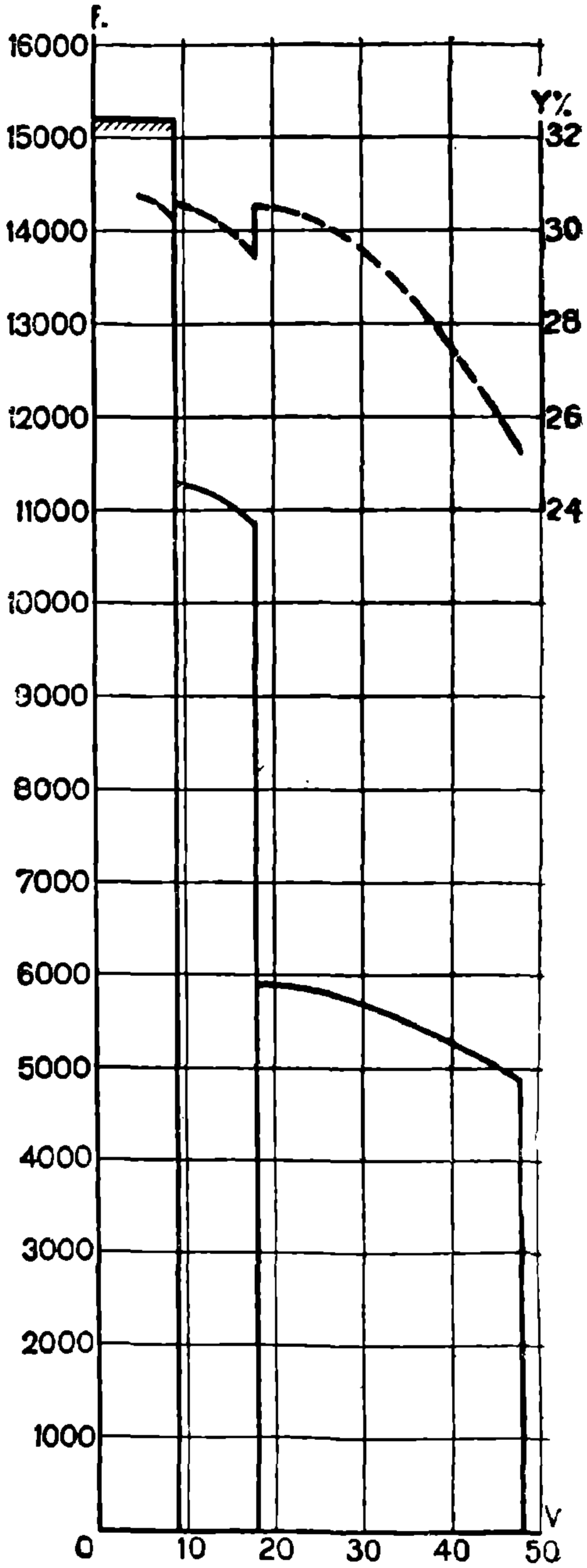
Сила тяги и коэфиц. полезн. действия на ободе колес.

При наибольшей форсировке.



max $F_k = f(v)$

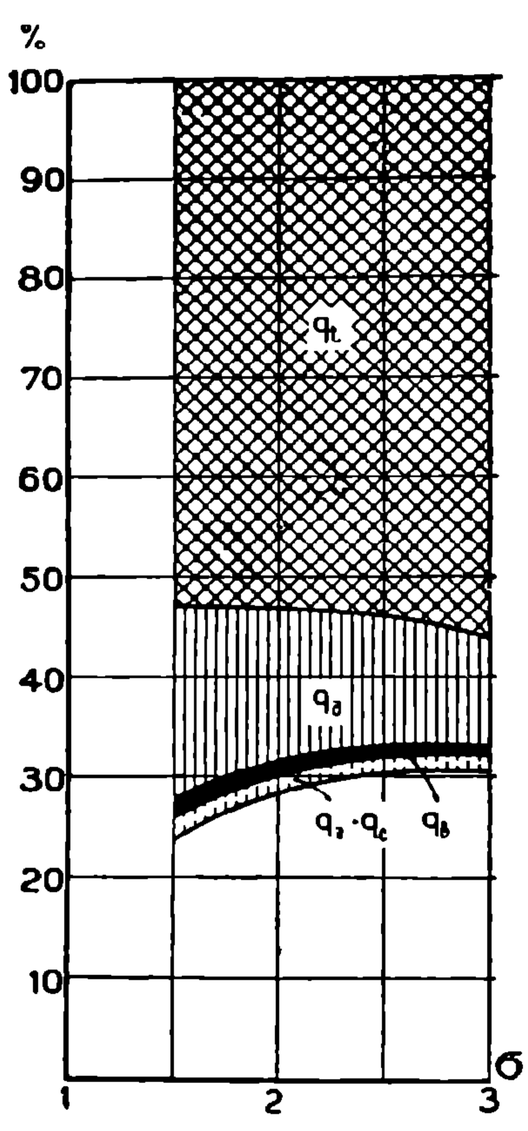
При наивыгоднейшем регулировании.



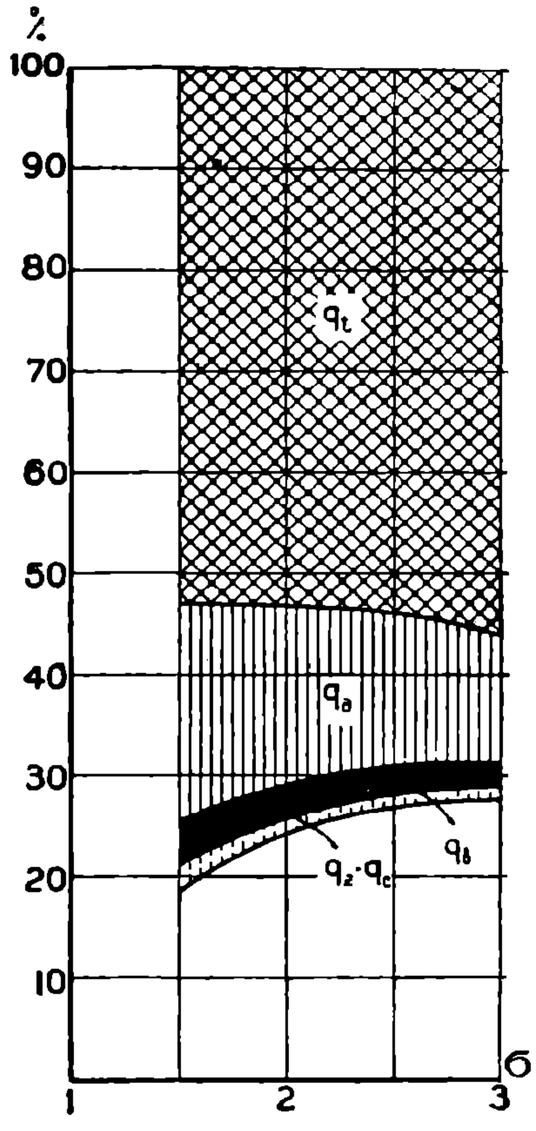
$F_k = (v)$; $v = \max$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

I ступе ь передачи.

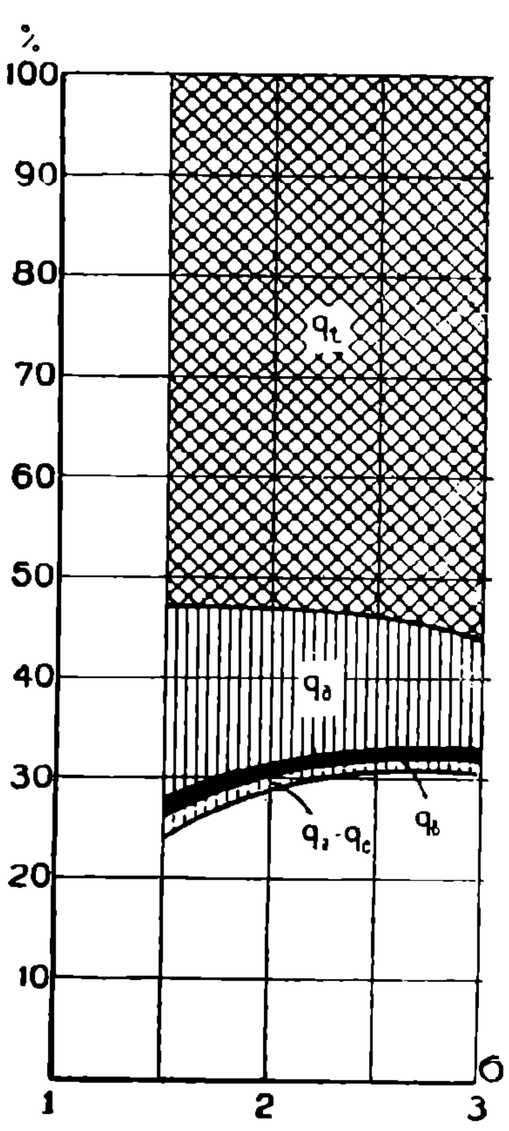


$n=210$; $V=7{,}5$

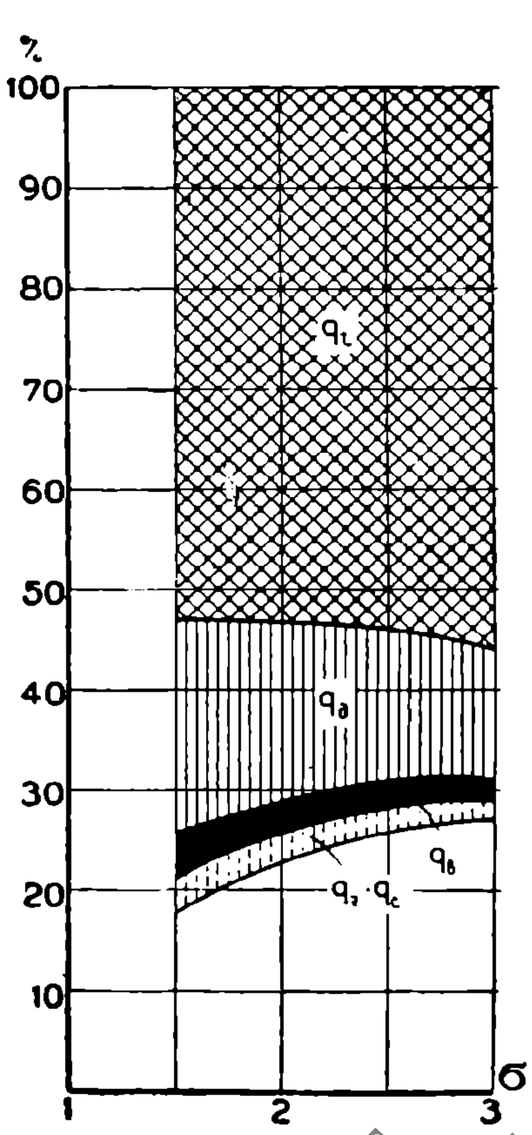


$n=400$; $V=14$

II ступень передачи.



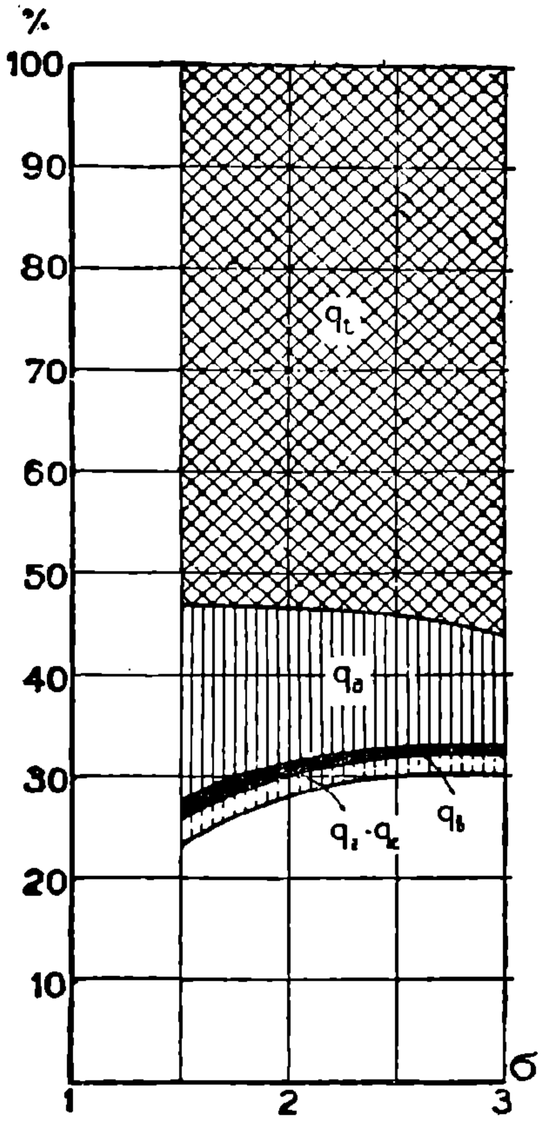
$n=210$; $V=13$



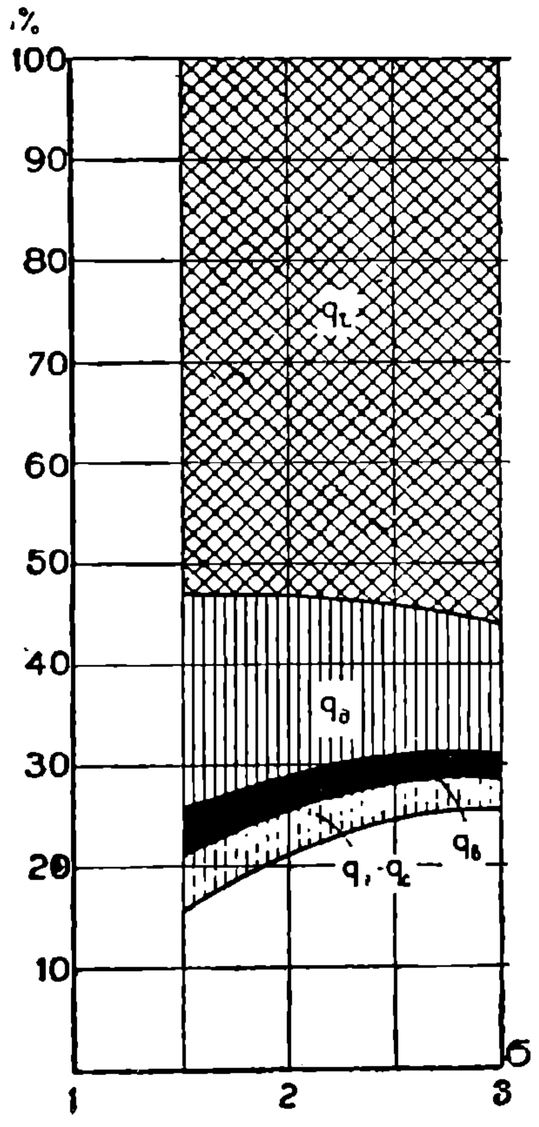
$n=400$; $V=25$

НБ УДУНТ (ДИТ)

III ступень передачи.



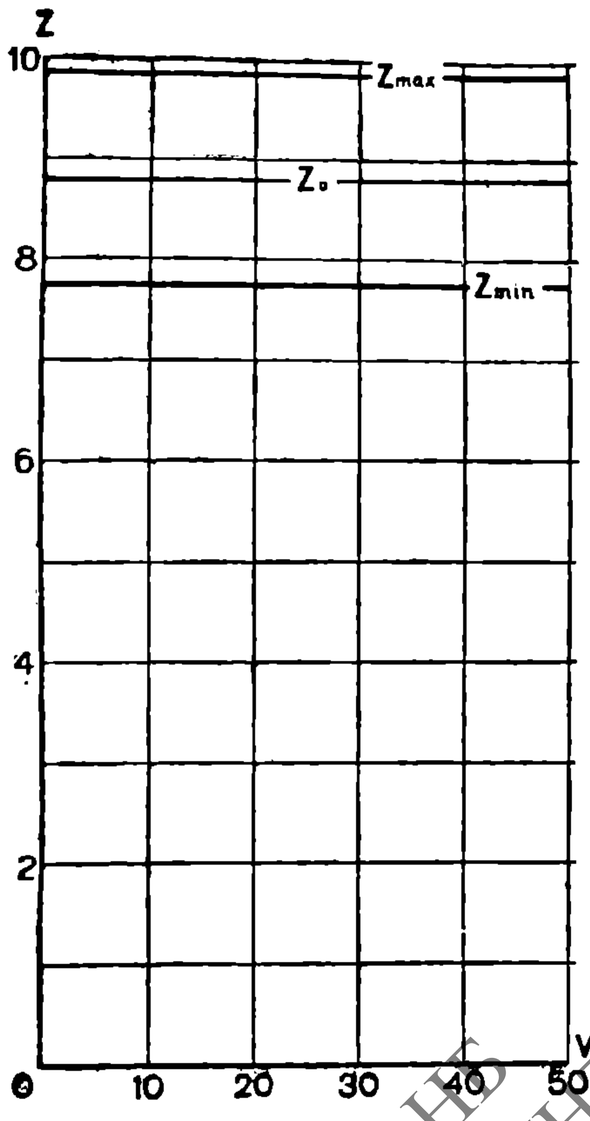
$n=210;\ V=25$



$n=400;\ V=48$

VII. ДИНАМИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПУТЬ

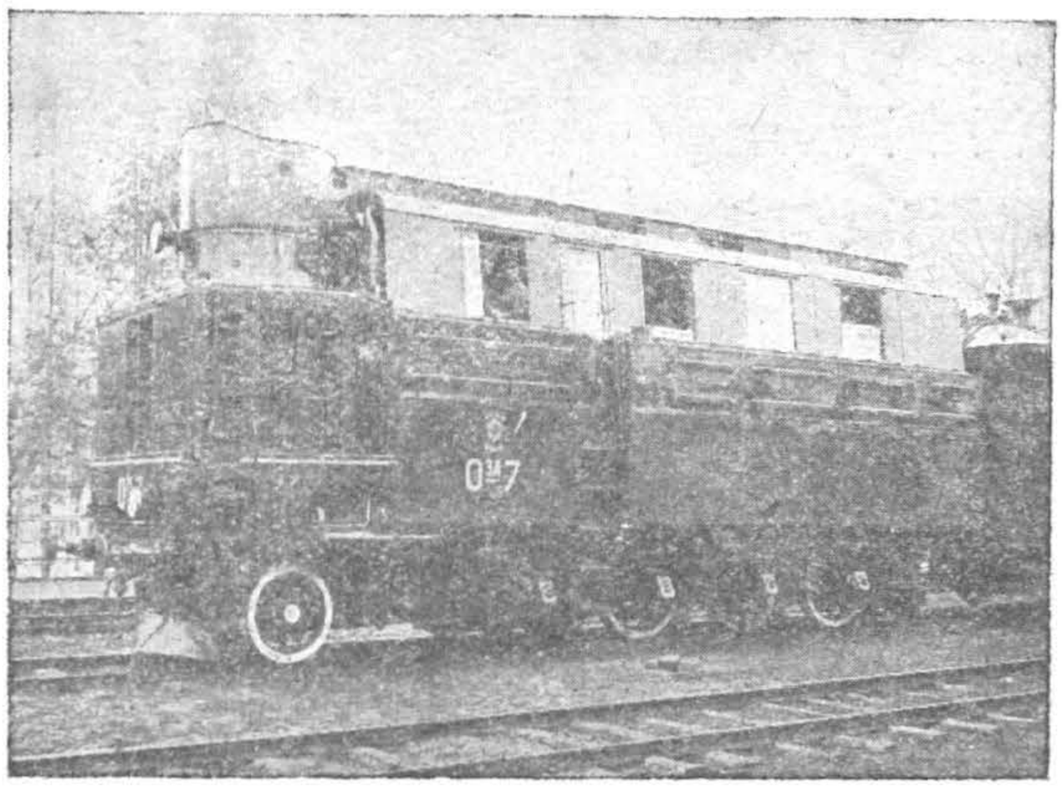
Наибольшие и наименьшие значения вертикальных реакций колес.



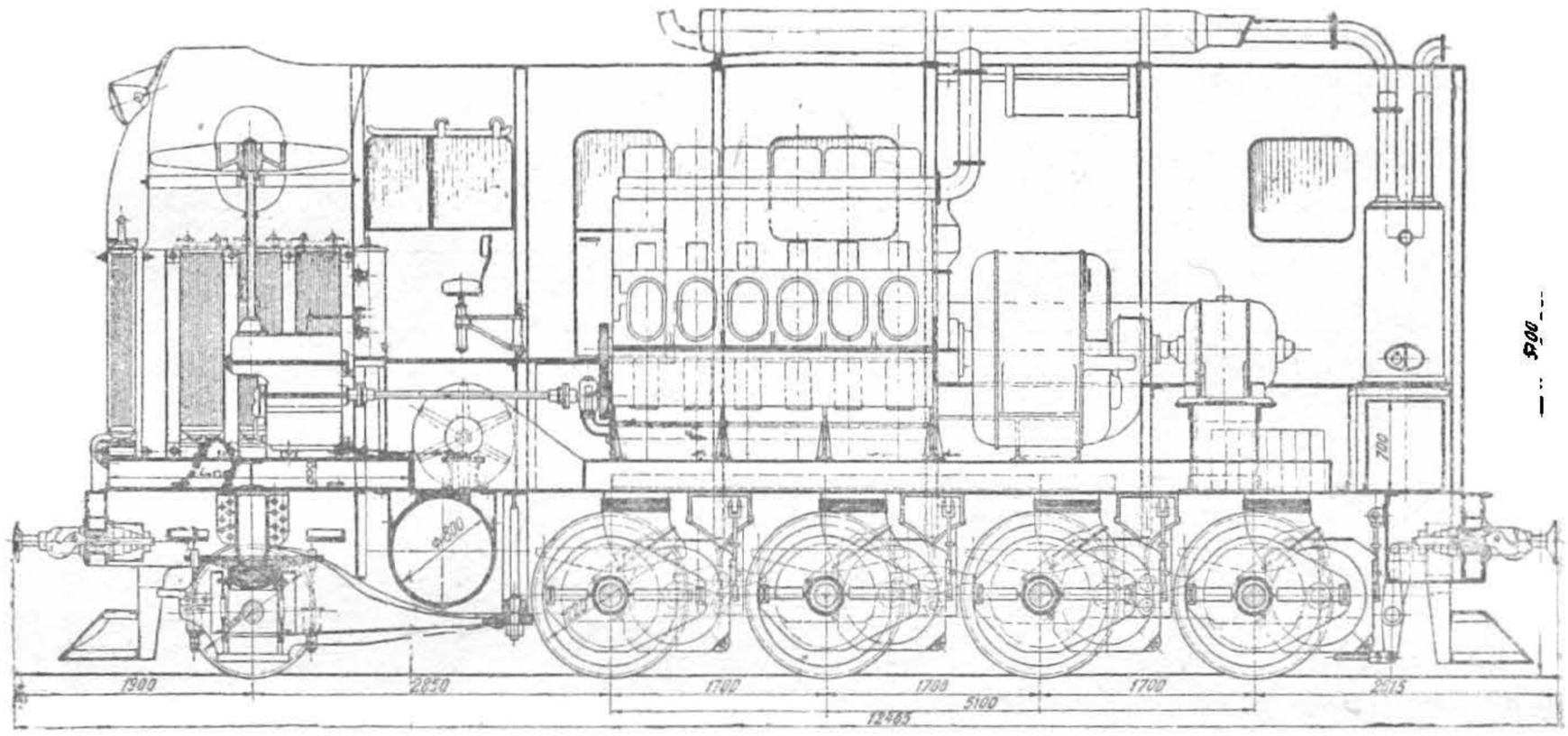
$Z=f\ (V)$

НБ УДУНТ (ДИИТ)

ТЕПЛОВОЗ О—ЭЛ—7.



Фиг. 98. Общий вид тепловоза О—ЭЛ—7.



Фиг. 99. Схема расположения агрегатов на тепловозе.

Основная характеристика тепловоза О—ЭЛ—7

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Тип	1—4—0
Длина между буферами	12 465 *мм*
База полная .	7 950
База жесткая . . .	5 100 „
Вес служебный общий	98,7 *т*
Вес сцепной	84,4 „

Нагрузка

Передней бегунковой оси	14,3
Сцепной оси	21,5 „
Запас топлива	2,4 „
воды .	1,2 „
смазки	0,25 „

Разбеги

Бегунковой оси	90 *мм*
I сцепной оси	0 „
II „ „	15 „
III „ „	15 „
IV „ „ . .	0 „
Диаметр движущих колес	1 220 „
Наибольшая скорость по конструкции	54 *км*/час
Наибольшая сила тяги на ободе при скорости	8000 *кг* 16 *км*/час
Наибольшая мощность на ободе	520 л. с.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Главный двигатель и холодильник

Тип двигателя (бескомпрессорный) *W Vu*	28/38
Диаметр цилиндров	280 *мм*
Ход поршня . .	380
Число цилиндров	6
Наибольшее число оборотов . . .	750 об./мин.
Предельное рабочее число оборотов	. 720 „
Наибольшая эффективная мощность	.600 л.с.при 700 об./мин.
Охлаждение поршней	(без охлаждения)
Подача водяного насоса наибольшая	60 $м^3$/час
Мощность мотора водяного насоса	12,5 л. с. при 2 250 об./мин.
Поверхность водяного холодильника	405 $м^2$
Поверхность масляного холодильника для машины . . .	135 „
Наибольшее число вентилятора холодильника и мощность	. 400/700 об./м; 20 л. с.
Наибольшая подача воздуха вентилятором	22 $м^3$/*сек*· при сопрот. 40 *мм* вод. столба.

Электрическая передача

Генератор—тип *G* 870/8/450 постоянного тока с независимым возбуждением и противокомпаундной обмоткой на каждом полюсе.

При 700 об./мин. наибольшее напряжение в течение 15 мин.	600 *в* при 650 амп
Часовая сила тока . .	1 400 амп при 270 *в*
Продолжительная сила тока	1 160 „ „ 335 „
При 750 об./мин. максимальное напряжение в течение 15 мин.	630 *в* при 710 амп
Напряжение возбудителя	140 *в*
Наибольшее число оборотов в минуту	750 „

Возбудительная группа по схеме Леонардо

Главный возбудитель—тип	CG 186
Напряжение . .	140 *в*
Мощность длительная	40 *квт*, при 750 об./м.
Наибольшая сила тока в течение 20 минут	350 амп

Тяговые моторы

Число моторов	4
Тип мотора	GTДМ
Включение в главную цепь	параллельное
Передаточное число зубчаток	15/86 (1 : 5,74)
Расположение моторов .	на отдельных осях
Мощность мотора часовая	140 *квт* 495 об./мин., 290 амп 460 *в*)

Вспомогательное оборудование

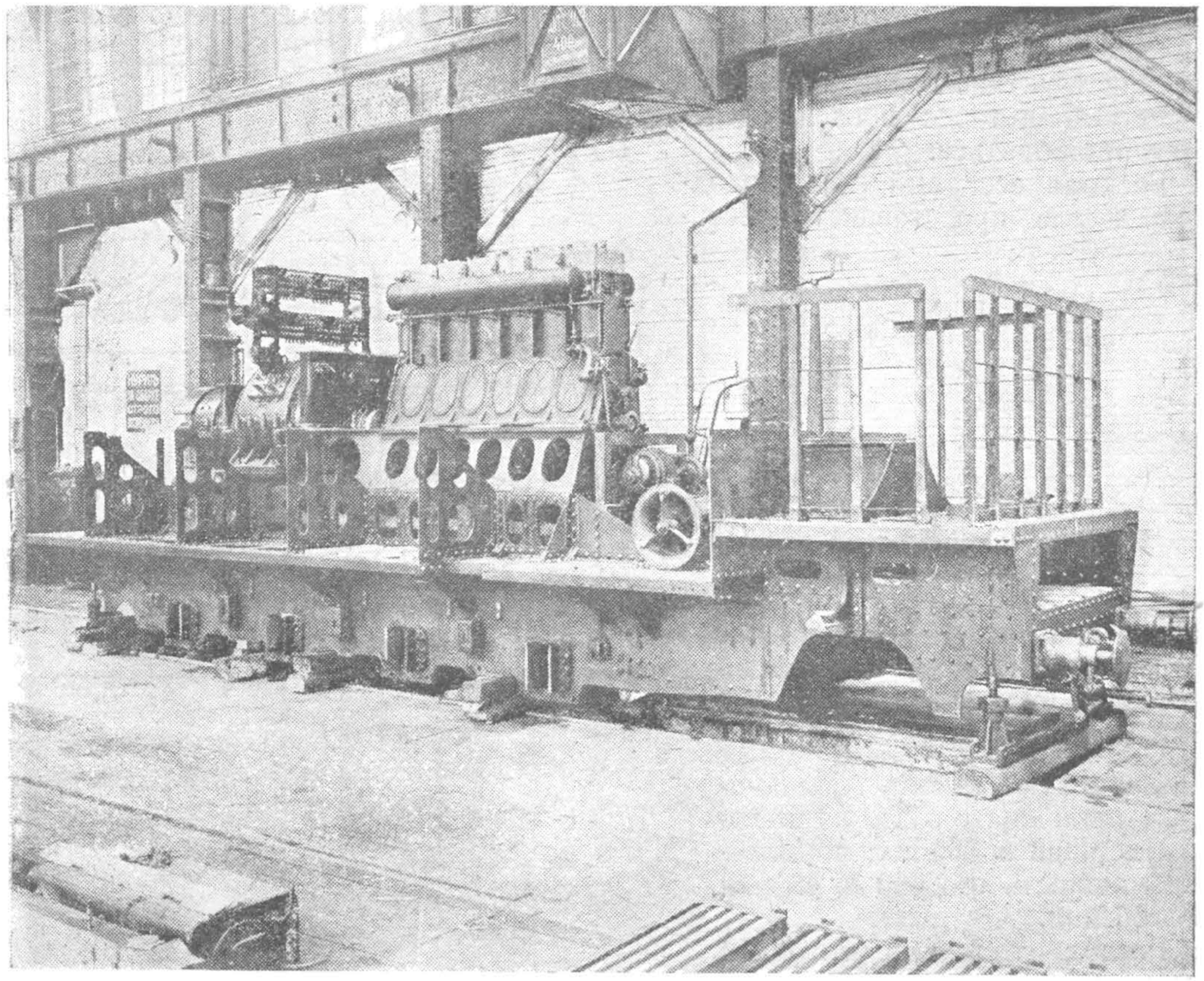
Аккумуляторная батарея—тип	жел.-ник. щелочная
Число элементов . .	84
Напряжение батареи . . .	140 *в*
Наибольший зарядный ток .	—
Емкость при 3-часовом разряде	500 амп/час
Моторы для вентиляции тяговых моторов типа С 62	6×2 л. с.
Подача воздуха вентиляторами . .	180 $м^3$/мин.
Мотор-компрессор с подачей воздуха	. 60 $м^3$/час при 115 об/м и противодавлением 8 атм; мощность 8 *кв. т.*
Мотор нефтяного насоса, подача	7 $м^3$/час 1 л. с.

Веса отдельных частей тепловоза

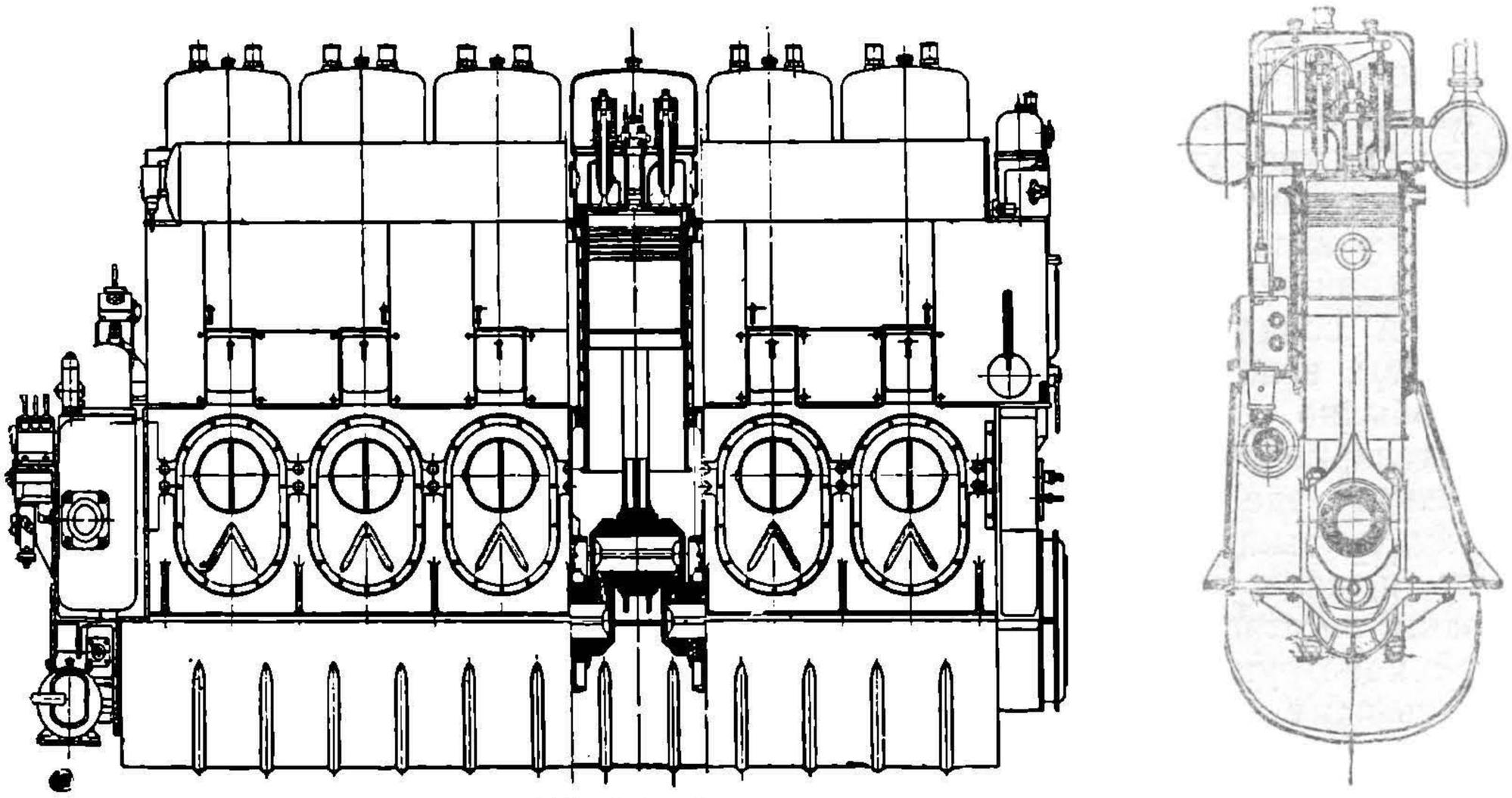
Дизель	5 200 *кг*
Генератор с якорем возбудителя .	7 362 „
Тяговый мотор с двумя зубчатками	3 430 „

НБ УДУНТ (ДИТ)

Недавно выпущенный Коломзаводом тепловоз О—ЭЛ—7 является тепловозом с электрической передачей средней мощности; он предназначен для ма-



Фиг. 99-а. Общее расположение агрегатов на тепловозе.



Фиг. 100. Общий вид дизеля тепловоза.

невровой работы на крупных железнодорожных узлах и для работы с поездами на второстепенных линиях.

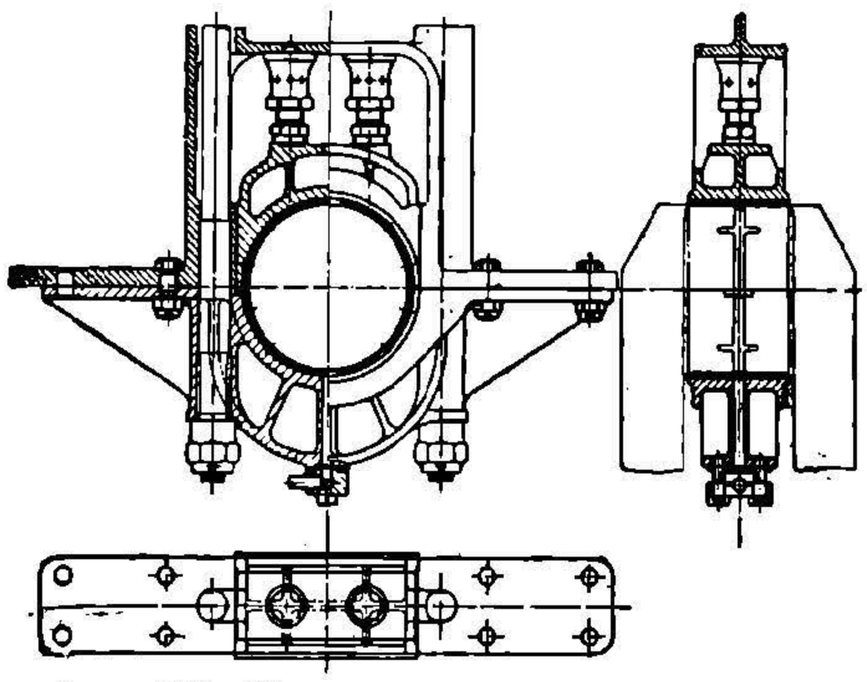
Так же, как и на тепловозе Э—ЭЛ—2, на основной раме этого тепловоза установлен двигатель, соединенный с помощью гибкой муфты с генератором и

НБ УГЛУНТ (ДИТ)

возбудителем. Внизу с четырьмя ведущими осями тепловоза связаны четыре электромотора, питаемые током от генератора.

Установленные на этом тепловозе агрегаты: двигатель постройки завода МАН и электрооборудование завода Броун-Бовери как первые экземпляры в нашей практике представляют по конструктивным особенностям известный интерес и на них следует остановиться.

Бескомпрессорный быстроходный дизель представляет шести-

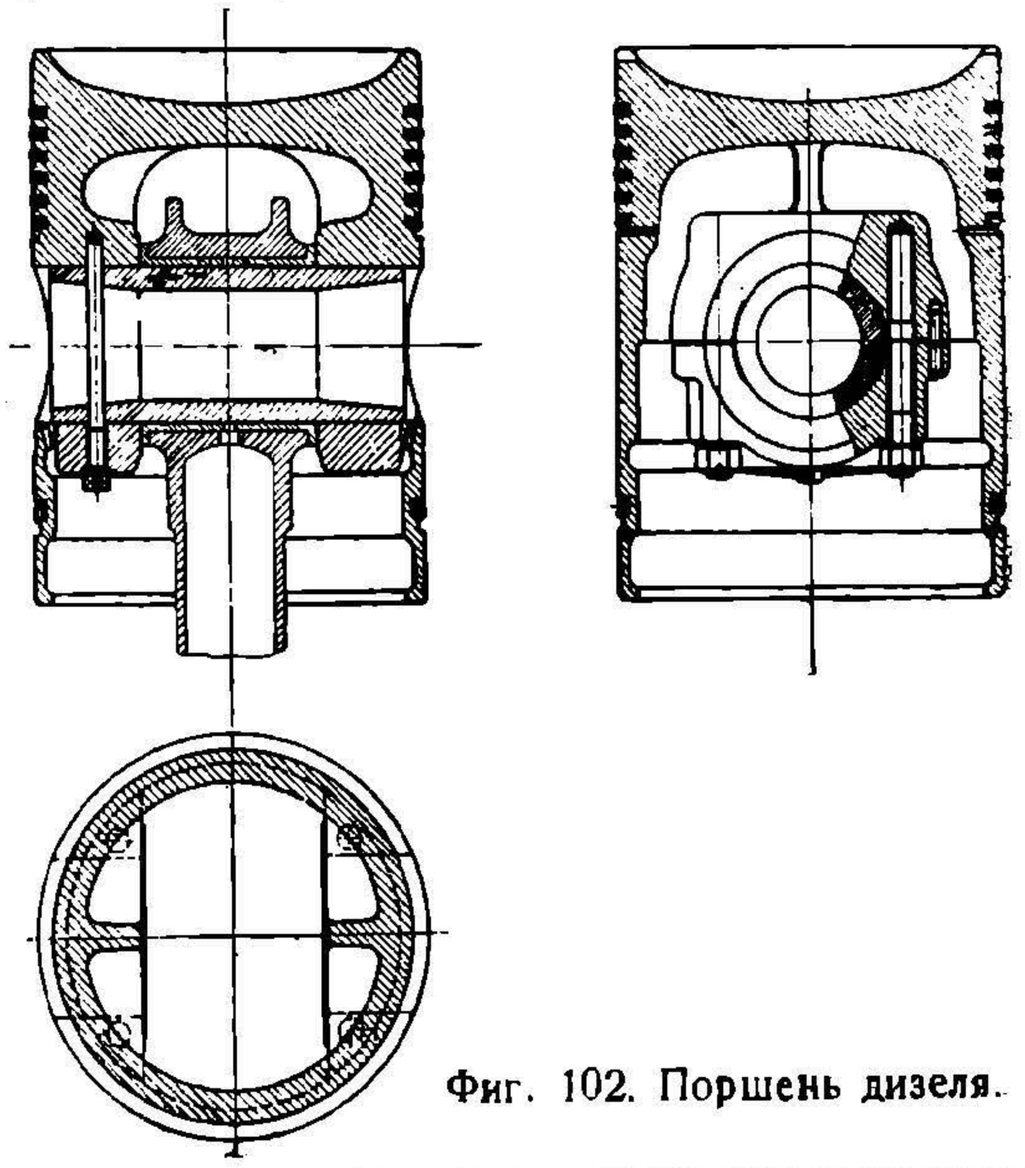


Фиг. 101. Конструкция коренного подшипника.

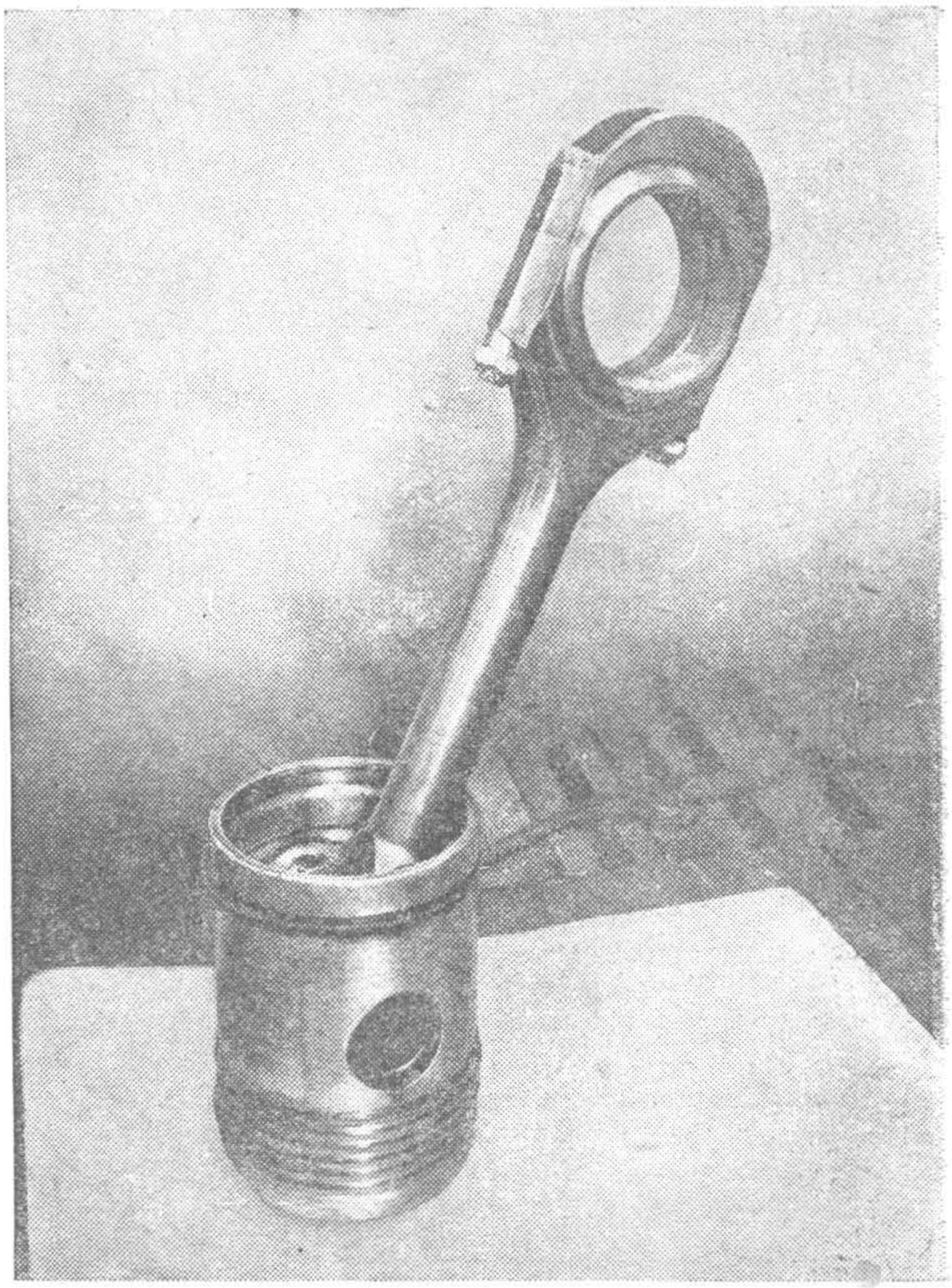
цилиндровую машину с диаметром цилиндров в 280 *мм* и ходом поршня в 380 *мм*; нормальная мощность его 600 л. с. при 700 об/мин.

Расход топлива (моторной нефти) составляет 190 *кг* на действительную л. с./час при нормальной нагрузке, что таким образом отвечает коэфициент полезного действия в 33,3%.

Как на особенность этого двигателя, нужно указать на конструкцию рамовых подшипников и укладку вала двигателя. Здесь, как это видно из фиг. 101, нет обычной солидной фундаментной рамы, в подшипниках которой обычно укладывается вал двигателя; корпуса рамовых подшипников здесь расположены сверху, а крышки подшипников снизу и через сквозные болты связаны со станиной. Благодаря такой конструкции удалось разгрузить раму полностью от рабочих давлений в цилиндре и получить снижение строительного веса двигателя.



Фиг. 102. Поршень дизеля.



Фиг. 103. Поршень с шатуном.

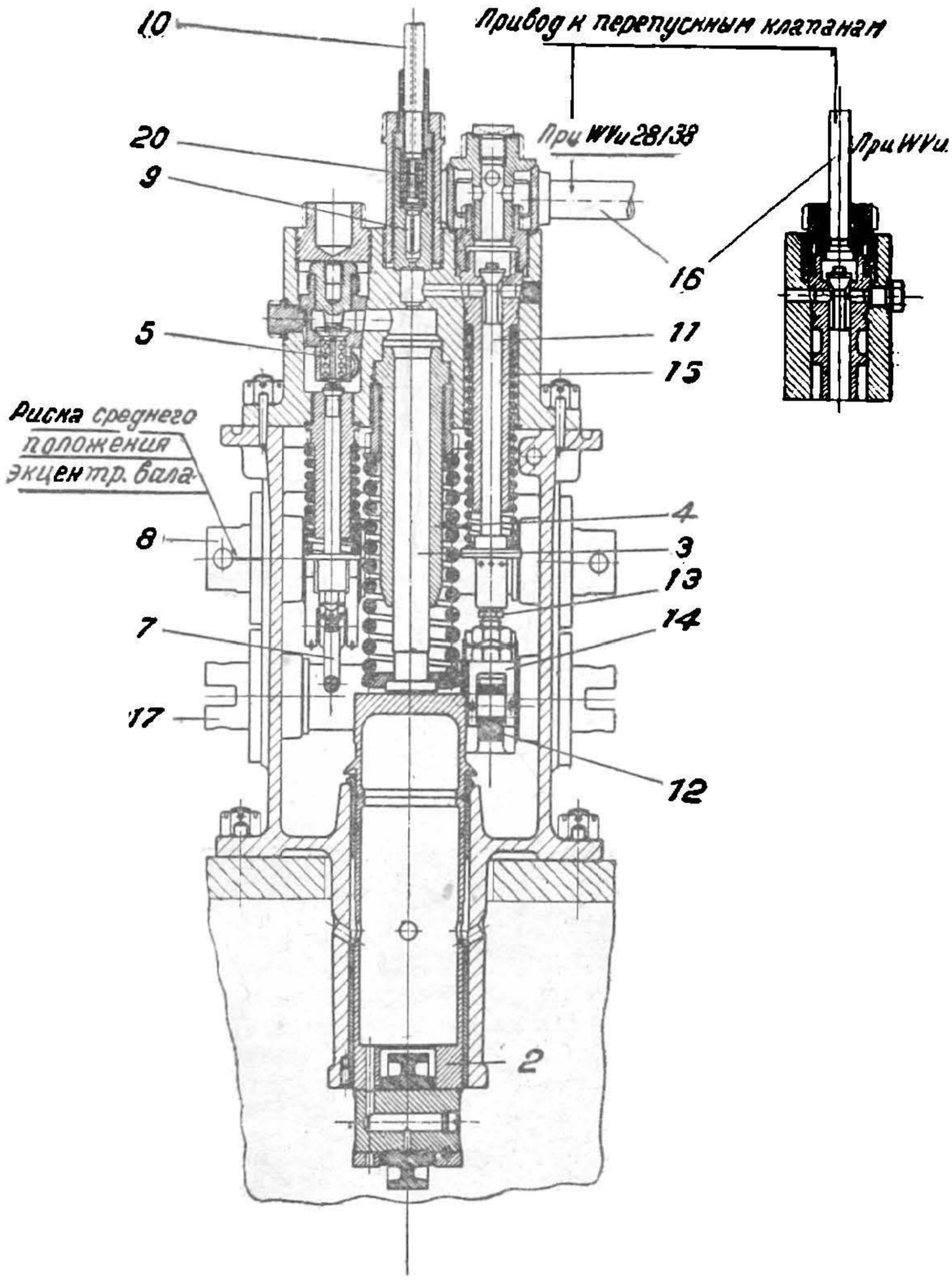
Интересной деталью двигателя является поршень, выполненный из специального алюминиевого сплава (фиг. 102).

В отличие от существующих конструкций крепления поршневого пальца, здесь введена разъемная втулка, которая обхватывает поршневой палец. Разъем-

НБ УДУНТ (ДИТ)

ная втулка дает возможность выбирать слабину в пальце, которая, при значительных удельных давлениях во втулке (до 250 *кг/см²*) неизбежно будет появляться вследствие сработки особенно верхней части втулки. Поршень неохлаждаемый.

Каждый цилиндр этого двигателя снабжен специальной конструкции топливным насосом, разрезы которого представлены на фигурах 104 и 105.

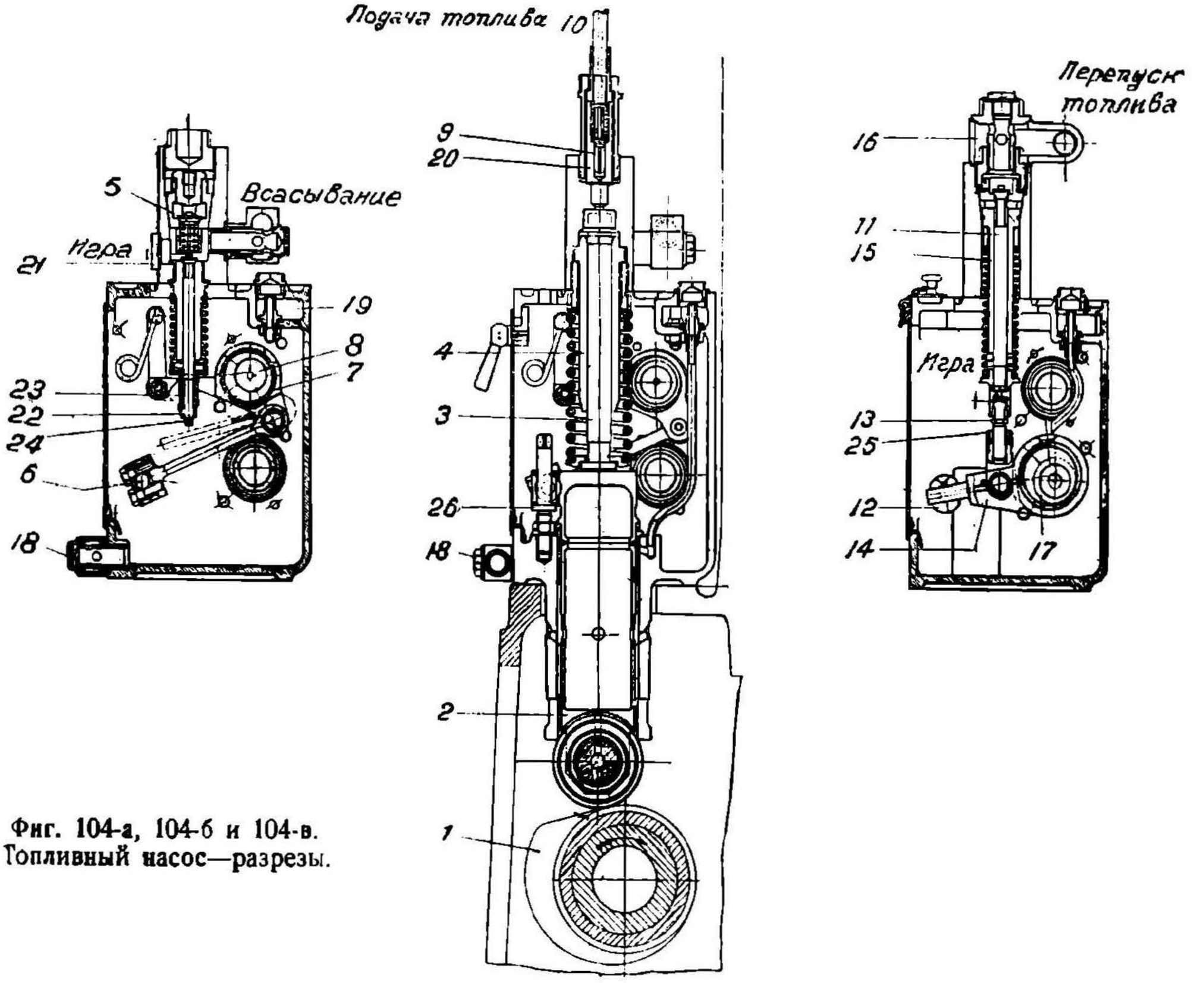


Фиг. 104. Топливный насос—разрез.

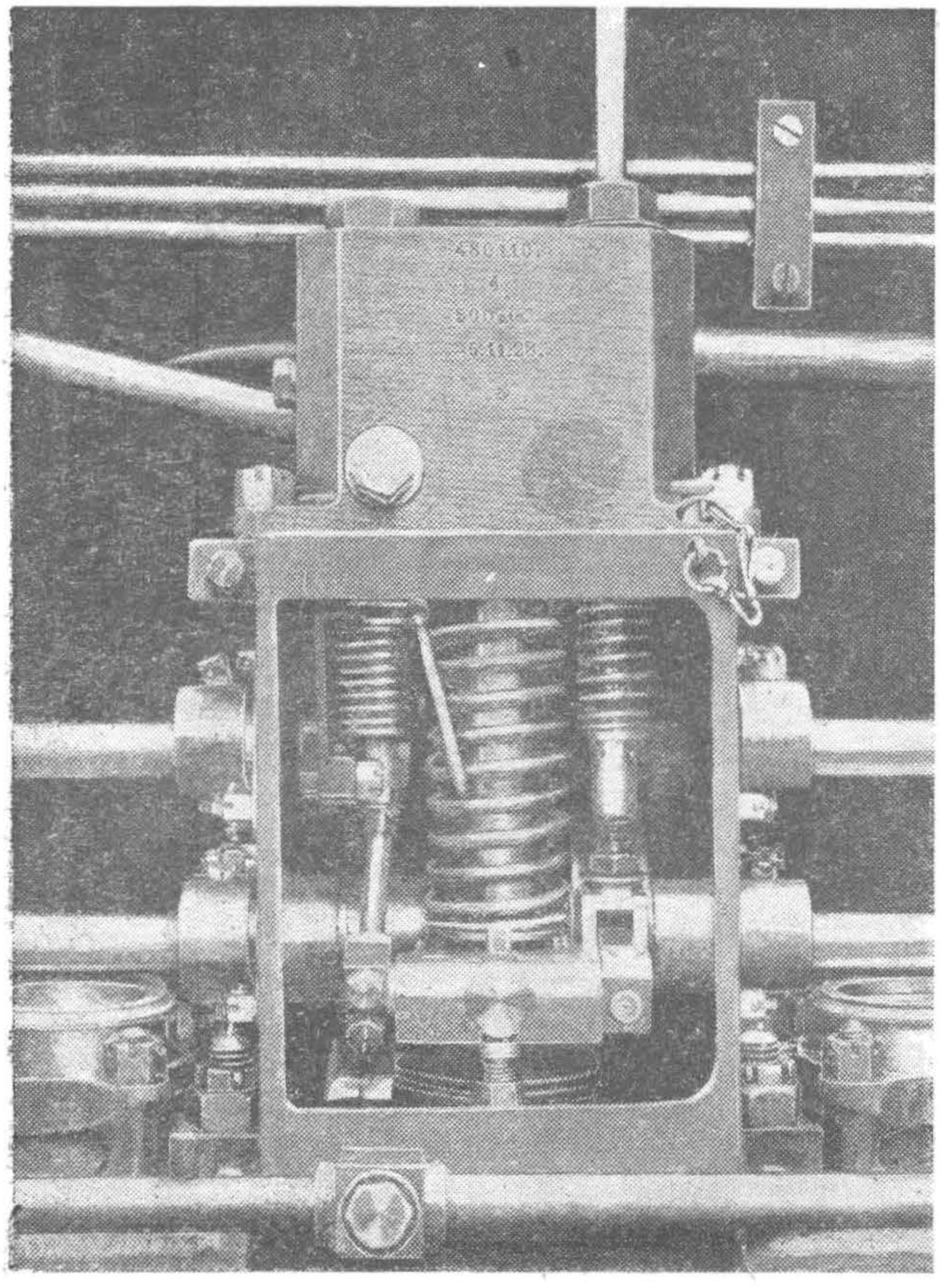
Основными элементами насоса являются: корпус насоса, составляющий рабочую полость *4*, поршень топливного насоса *3* и три клапана: всасывающий *5*, нагнетательный *9* и перепускной *11*. Всасывающий и перепускной клапаны снабжены регулировочными отсекателями, из которых один *7*, действующий на всасывающий клапан, определяет момент подачи топлива в цилиндр (позднее или ранее зажигания), а второй—перепускного клапана *14* регулирует количество топлива или наполнение.

Работа насоса происходит так: при движении поршня вниз топливо из подводящего трубопровода через открытый в это время всасывающий клапан проходит в рабочую полость; клапан открыт в течение всего хода поршня вниз. Вслед за этим кулак распределительного вала *1* начинает поднимать ролик и направляющую *2*, а следовательно, и поршень *3*. Ход поршня вверх можно разбить на три части: в течение первой—всасывающий клапан, будучи открыт воздействием на него отсекателя *24* и штанги *7*, поднимающейся вместе с на-

НБ УДУНТ (ДИТ)



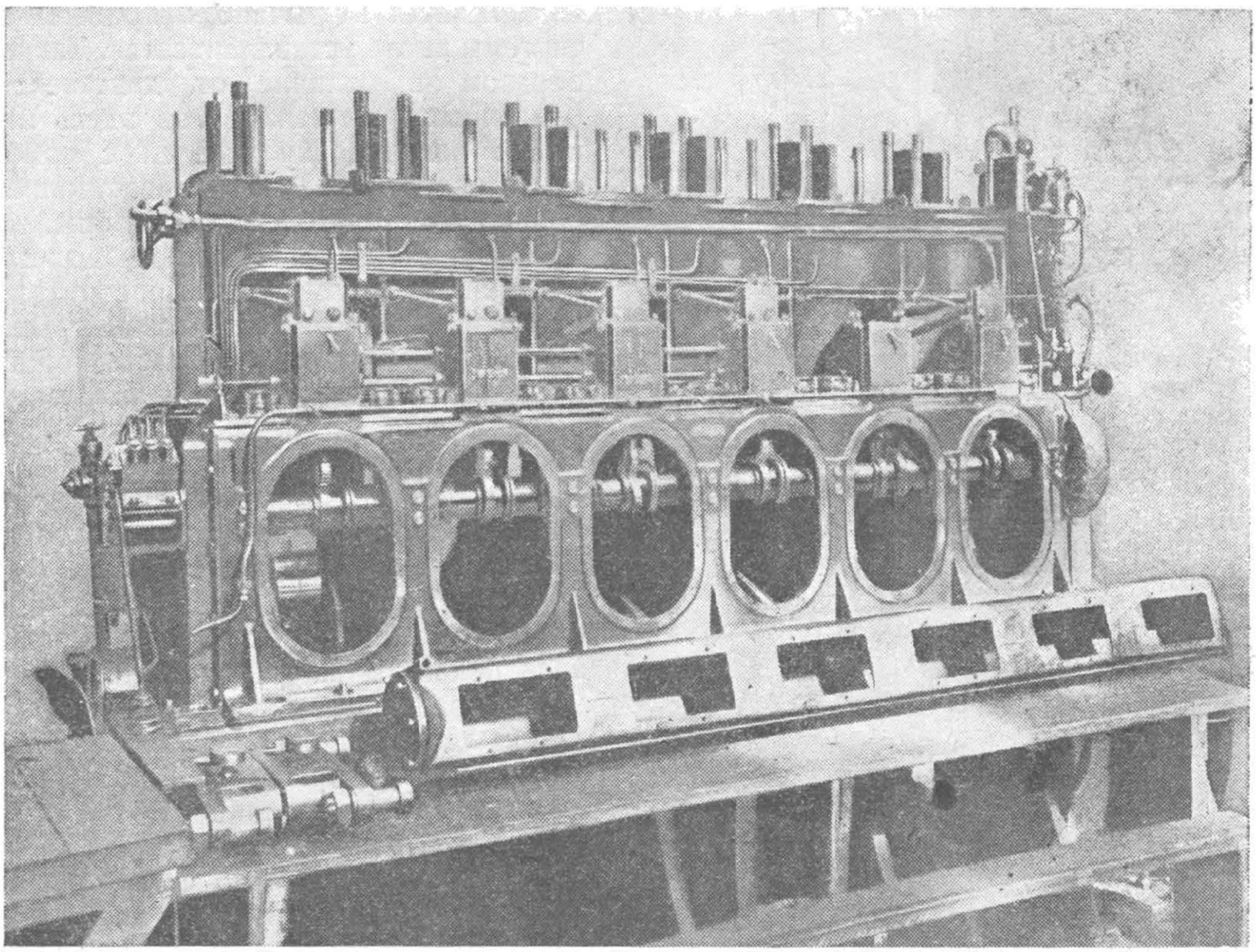
Фиг. 104-а, 104-б и 104-в.
Топливный насос—разрезы.



Фиг. 105. Топливный насос—общий вид.

НБ УДУНТ (ДГТ)

правляющей *2*, перепускает топливо обратно в трубопровод. Момент закрытия всасывающего клапана может быть изменен поворачиванием эксцентрика *8*, что определяет таким образом момент подачи топлива в цилиндр. В течение второй части хода поршня вверх, после закрытия всасывающего клапана происходит нагнетание через клапан *9* по трубке *10* в форсунку, причем здесь, в третьей части хода поршня, в зависимости от нагрузки, ранее или позже открывается перепускной клапан *11* и срабатывается излишек топлива обратно в расходный бак. Открытие перепускного клапана производится рычагом *14*, момент же действия на клапан—эксцентриковым валом *17*. Установка эксцентрикового вала *8*, управляющего всасывающим клапаном и вала *17*— перепускным клапаном производится



Фиг. 106. Расположение топливных насосов на дизель и кулачковый вал.

с поста машиниста. Размеры поршня, кулака и сопла форсунки так подобраны, что давление топлива достигает 400—500 атм., которое необходимо, чтобы распылить топливо в камере сгорания.

Регулировка подачи нефти в цилиндры двигателя производится воздействием на топливные насосы как центробежного регулятора, устанавливаемого подтяжной пружиной на желаемое число оборотов, так и ручным приводом от поста машиниста.

Оба регулирующие устройства работают совместно, и двигатель поэтому сохраняет постоянную подачу нефти при числе оборотов, не превращающем числа устанавливаемого регулятором.

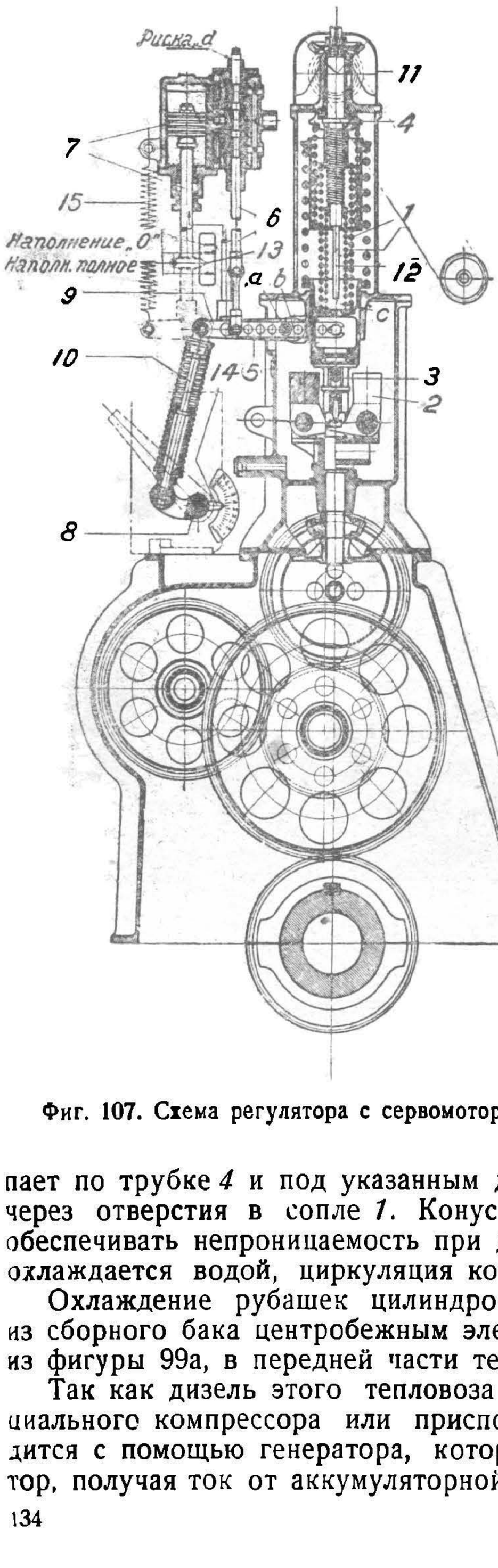
Разрез регулятора представлен на фигуре 107.

Регулятор имеет небольшие массы *2* и пружины *1*, которые не помещены как обычно в маховых массах, а помещены сверху втулки регулятора и так подобраны, что число оборотов двигателя может изменяться в пределах от 250 до максимум 700. Свинчивая пружинную тарелку *4* с помощью зацепления *11* и цепи с поста управления, можно опускать или поднимать конец рычага регулятора *5*, который, вращаясь вокруг точки *a*, воздействует на золотник *6*, управляющий поршнем *7*, а последний на вал *8*, регулирующий наполнение. Поршень *7*,

НТБ УГАХТ (ДИТ)

передвигаясь, воздействует на рычаг *9*, вращающийся вокруг точки *B*, расположенной эксцентрично по отношению к рычагу *5*, заставляет последний принять начальное положение. Золотник и поршень работают маслом под давлением 2.5—3 атм. от трубопровода смазки.

Регулировка работы дизеля непосредственно самим регулятором происходит так: если, например, нагрузка двигателя уменьшилась, то число оборотов немного повысилось, вследствие чего маховые массы *2* расходятся, муфта *3* поднимается, перемещает рычаг *5*, последний золотник *6* вниз, тогда поршень *7* идет вверх и через рычаг *9* поворачивает вал *8* на уменьшение наполнения. Рычаг *9*, как и в предыдущем, воздействует на рычаг *5*, и положение системы вновь устанавливается. Таким образом в отличие от двигателей описанных уже тепловозов здесь мы имеем регулировку дизелей с помощью регулятора, что представляет большие положительные стороны.



Фиг. 107. Схема регулятора с сервомотором.

Фигуры 109 и 110 дают разрезы крышки этого двигателя. Конструкция крышки интересна тем, что на крышке расположены по два всасывающих и по два нагнетательных клапана, что вызвано необходимостью развить достаточное сечение клапанов при высоких оборотах двигателя и возможно уменьшить массы клапанов, чтобы избежать повреждения седел.

Всасывающий и нагнетательный клапаны и привод их от кулачкового вала показаны на фигурах 111 и 112.

Распределение клапанов или зажигания для данного шестицилиндрового дизеля (правая машина) следует в таком порядке: 1, 5, 3, 6, 2, 4 цилиндры.

Привод кулачкового вала осуществляется от коленчатого вала посредством цилиндрических зубчатых колес.

Форсунка двигателя интересна тем, что как форсуночное сопло *1*, так и конус топливной нагнетательной трубки *2* могут быть сменяемы; уплотнение их—сопла с корпусом форсунки *5* и конуса с трубкой *9*—достигается с помощью медных прокладок *6*. Топливо в форсунку поступает по трубке *4* и под указанным давлением продавливается в камеру сгорания через отверстия в сопле *1*. Конус трубки, будучи притерт к соплу, должен обеспечивать непроницаемость при давлении топлива свыше 100 атм. Форсунка охлаждается водой, циркуляция которой показана стрелкой.

Охлаждение рубашек цилиндров, крышек и форсунок производится водой из сборного бака центробежным электронасосом, расположенным, как это видно из фигуры 99а, в передней части тепловоза.

Так как дизель этого тепловоза бескомпрессорный и для запуска нет специального компрессора или приспособлений, то запуск дизеля здесь производится с помощью генератора, который на это время обращается в электромотор, получая ток от аккумуляторной батареи.

НТБ УДУНТ (ДИТ)

Зажигание в цилиндрах происходит по истечении 8 секунд, что соответствует 120 об/мин дизеля.

Дизель соединен с генератором постоянного тока посредством специальной эластичной муфты, спроектированной и построенной Коломенским заводом.

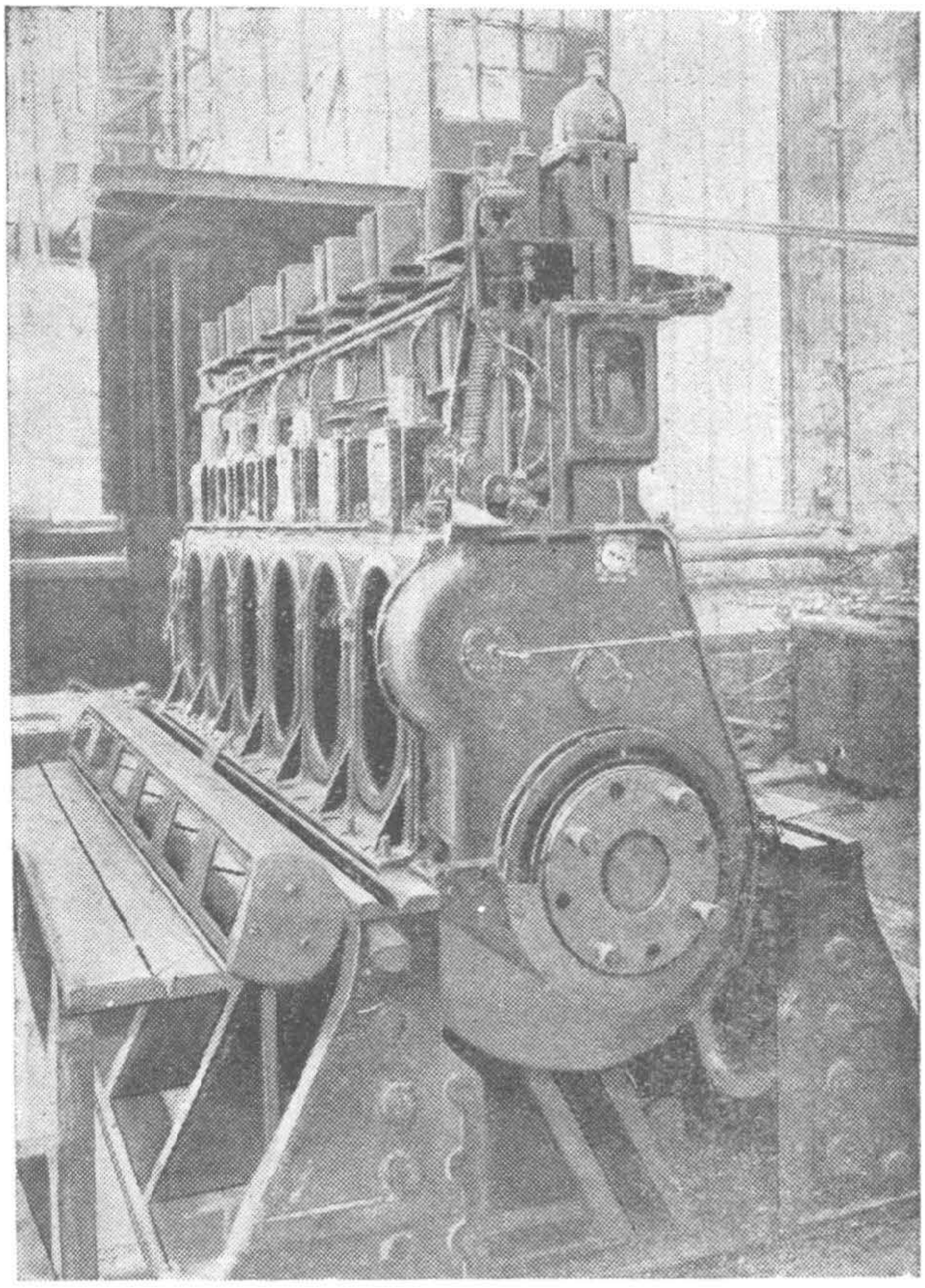
Благодаря муфте, конструкция которой понятна из фигуры 115, представляется возможным при существующих маховых массах якорей генератора и возбудителя, сидящих на общем валу, избежать работы дизеля в области критических чисел оборотов, что могло бы разрушающим образом действовать на дизель и на генератор.

Левая часть муфты насажена наглухо на вал дизеля и снабжена двумя рессорами, а правая находится на валу генератора и имеет на концах специальные резиновые башмаки, смягчающие неравномерности.

Генератор (фиг. 116) представляет собой 8-полюсную машину независимого возбуждения с дополнительными коммутационными полюсами.

Предельное рабочее напряжение на клеммах генератора 600 вольт при n, равным 700 об/мин. и 630 вольт при n, равным 750 об/мин. Предельный рабочий ток равняется 1600 амп.

Как говорилось ранее, дизель разворачивается генератором, на главных полюсах которого кроме обмотки возбуждения имеется еще и сериесная обмотка, благодаря чему генератор на время запуска дизеля обращается в электромотор сериесного типа, что позволяет реализовать большой крутящий момент. На время запуска генератор питается током от аккумуляторной батареи.



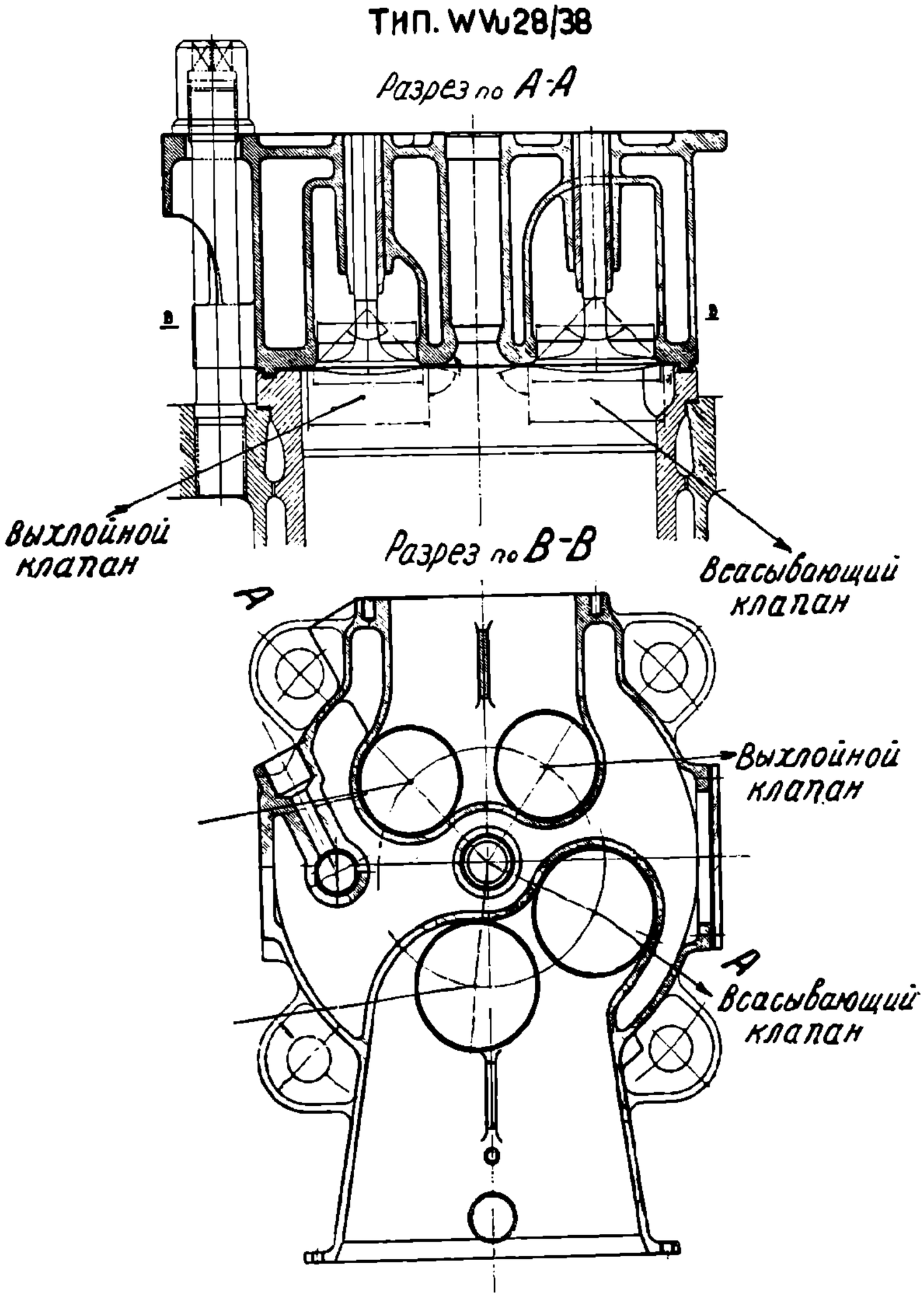
Фиг. 108. Расположение регулятора на дизеле.

Непосредственно за генератором на валу последнего находится возбудитель, имеющий на клеммах нормальное напряжение 140 вольт, поддерживаемое постоянным при различных числах оборотов дизеля. Возбуждение возбудителя—независимое от аккумуляторной батареи. Как генератор, так и возбудитель закрытого типа—самовентилирующиеся и снабжены роликовыми подшипниками.

Тепловоз имеет четыре электромотора сериесного типа. Каждый мотор подвешен с одной стороны с помощью специальных подвесок с пружинами к междурамному креплению, а с другой стороны схвачен через люлечные подшипники с осями тепловоза. Передача вращения якоря мотора осями тепловоза происходит с обеих сторон якоря через зубчатые колеса с передаточными числами 15/86. Электромоторы закрытого типа, четырехполюсные с дополнительными полюсами и роликовыми подшипниками. Помимо сериесной обмотки электромоторы имеют еще и шунтовую обмотку, дающую возможность реализовать полную мощность дизеля до скорости 46 *км*/час. Продолжительная сила тока мотора 290 амп. при 460 вольтах и часовая—350 амп. при 440 вольт. На фигуре 116 представлены моторы, соединенные с рабочими осями тепловоза.

НВ УДУНТ (ДИТ)

Как показала работа тепловоза Э—ЭЛ—2, вентиляция тяговых моторов производимая от вентиляторов, связанных с якорем, недостаточна при малых скоростях, т. е. именно тогда, когда тепловоз должен реализовать наибольшую силу тяги. Это обстоятельство ограничивает применение предельной силы тяги известным временем, обусловливаемым нагреванием моторов при данной вентиляции, что таким образом понижает в значительной мере эксплоатационные положительные качества тепловоза. Помимо того, при самовентилирующихся



Фиг. 109. Разрез крышки дизеля.

моторах возможно попадание в мотор через сетки для засасывания и выбрасывания воздуха пыли летом и снега зимой, что может повести к образованию кругового огня по коллектору и нарушению работы тепловоза. Поэтому на тепловозе О—ЭЛ—7 осуществлена новая, так называемая, принудительная система вентиляции, которая должна сделать работу моторов абсолютно надежной и снять всякие ограничения в реализации наибольшей силы тяги, связанной с нагреванием моторов. Сущность этой системы вентиляции состоит в том что воздух, предназначенный для охлаждения моторов, засасывается через фильтр специальным вентилятором, приводимым в движение от электромотора, и нагнетается в особый канал, идущий под фундаментной рамой дизель-генераторной группы и отсюда через гибкие рукава поступает в тяговый электромотор. Пройдя последний, воздух с другой стороны мотора через гибкий рукав

НБ УДУНТ (ДИТ)

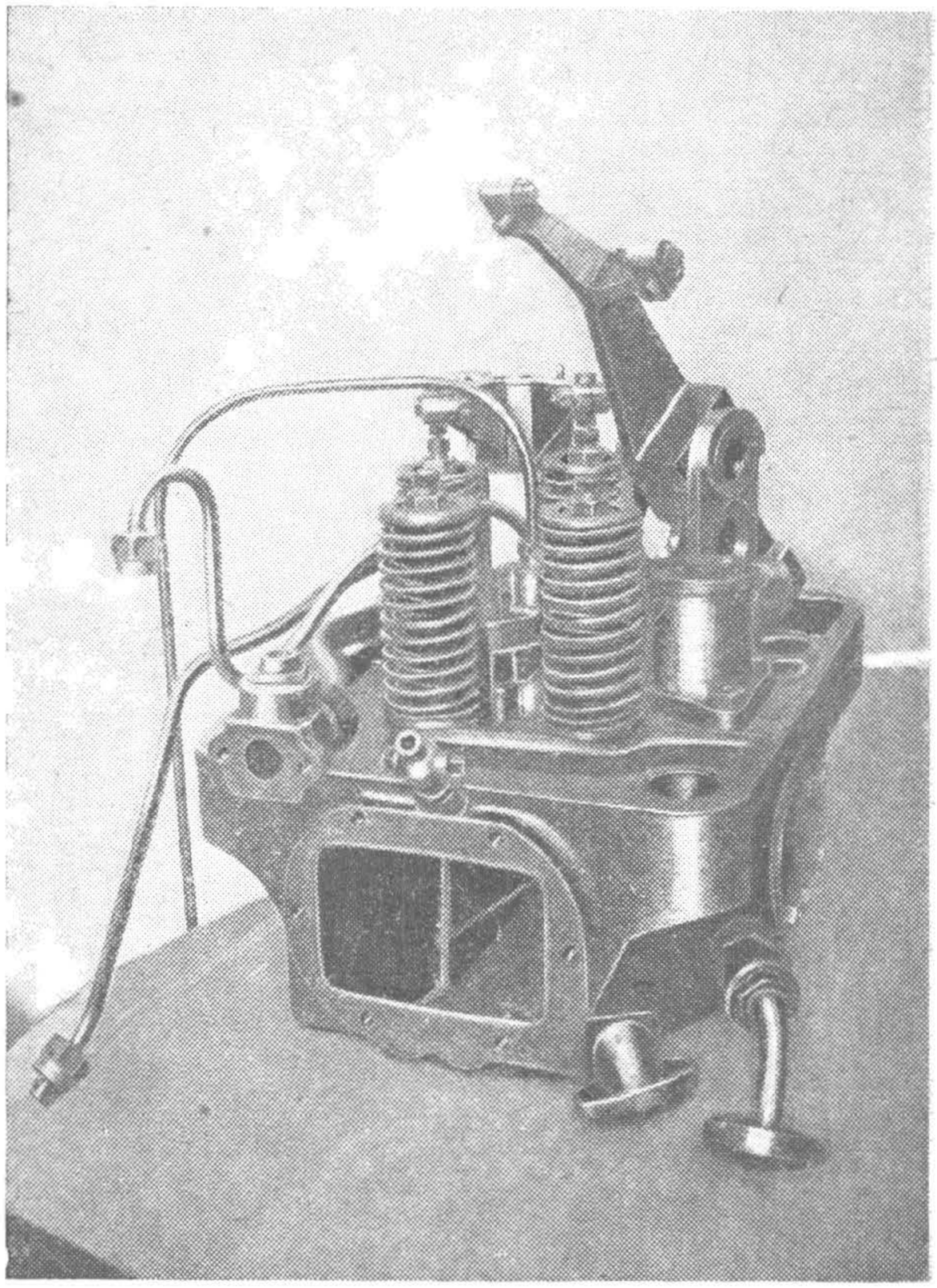
поступает во второй сборный канал и отсюда вторым вентилятором отсасывается и выбрасывается наружу.

Подача воздуха для вентиляции мотора О—ЭЛ—7 составляет 180 *м*³/мин., что дает среднюю скорость по каналу 19 *м*/сек.

Из фигуры 118 понятна вся система вентиляции и расположение вентиляторов.

Переключение электромоторов тепловозов или, следовательно, изменение направления езды достигается при помощи вращения так называемого реверса; для этого переключатель реверса, находящийся на посту управления, ставят при выключенном контроллере управления на положение „вперед" или „назад" и тогда ток подается к электропневматическому клапану (слева на фиг. 120), который, срабатывая, устанавливает

контактные барабаны в определенное положение. Переключение происходит чрезвычайно быстро и легко. Каждый электромотор в случае аварии может отключаться от генератора, отключая контакт соответствующего мотора от реверса. Конструкция реверса изображена на фигуре 119, а общее расположение его на фигуре 99-а.



Фиг. 110. Крышка цилиндра в собранном виде.

На тепловозе установлена аккумуляторная батарея, состоящая из 80 щелочных элементов системы Юнгнера, служащая для запуска дизеля путем обращения главного генератора в электродвигатель. Пусковой ток при запуске двигателя составляет 750 амп. и 110 вольт. Кроме того аккумуляторная батарея питает цепь возбуждения возбудителя во время работы двигателя. Во время же остановки двигателя от аккумуляторной батареи могут работать вспомогательные механизмы тепловоза: два электромотора (по 3 л. с. каждый) вентиляторов тяговых моторов, электромоторы насоса для подачи топлива (1 л. с.), электромотор водяного насоса (12 л. с.) и тормозной эмектрокомпрессор, а также вся сеть освещения.

Ящики с аккумуляторными элементами расположены в специальных боковых нишах по обеим сторонам кузова, как это видно из фигуры 120.

Рама на тепловозе железная, листовая толщиною в 24 *мм*. Между ведущими осями поставлены стальные, междурамные вертикальные крепления двутаврового сечения, что обеспечивает необходимую жесткость рамы в этих местах. Эти крепления по краям и посредине имеют специальные приливы как для укрепления валиков подвесок моторов, о подвешивании которых говорилось ранее, так и для укрепления подвесок тормозных колодок.

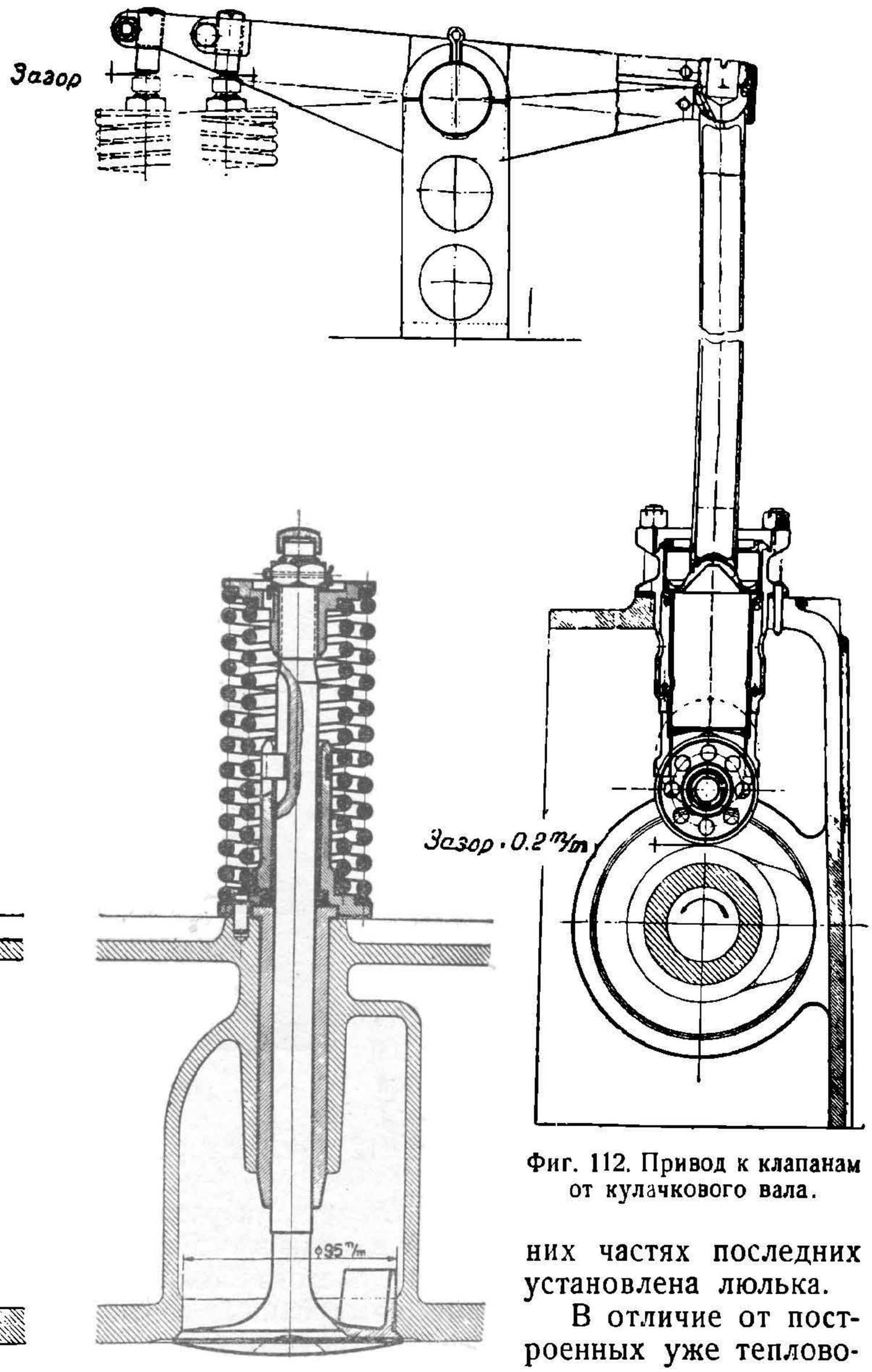
Передняя и задняя части рамы связаны между собой железными листами с угольниками, что в целом составляет буферные брусья. На междурамных креплениях и кронштейнах рамы вдоль тепловоза установлены железные листы толщиною в 30 *мм*, на которых расположен фундамент, для дизеля и генератора, представляющий стальную отливку.

В промежутке между настилом рамы, вертикальными листами фундамента и литой частью расположен канал для направления воздуха при вентиляции мо-

НБ УДУНТ (ДШТ)

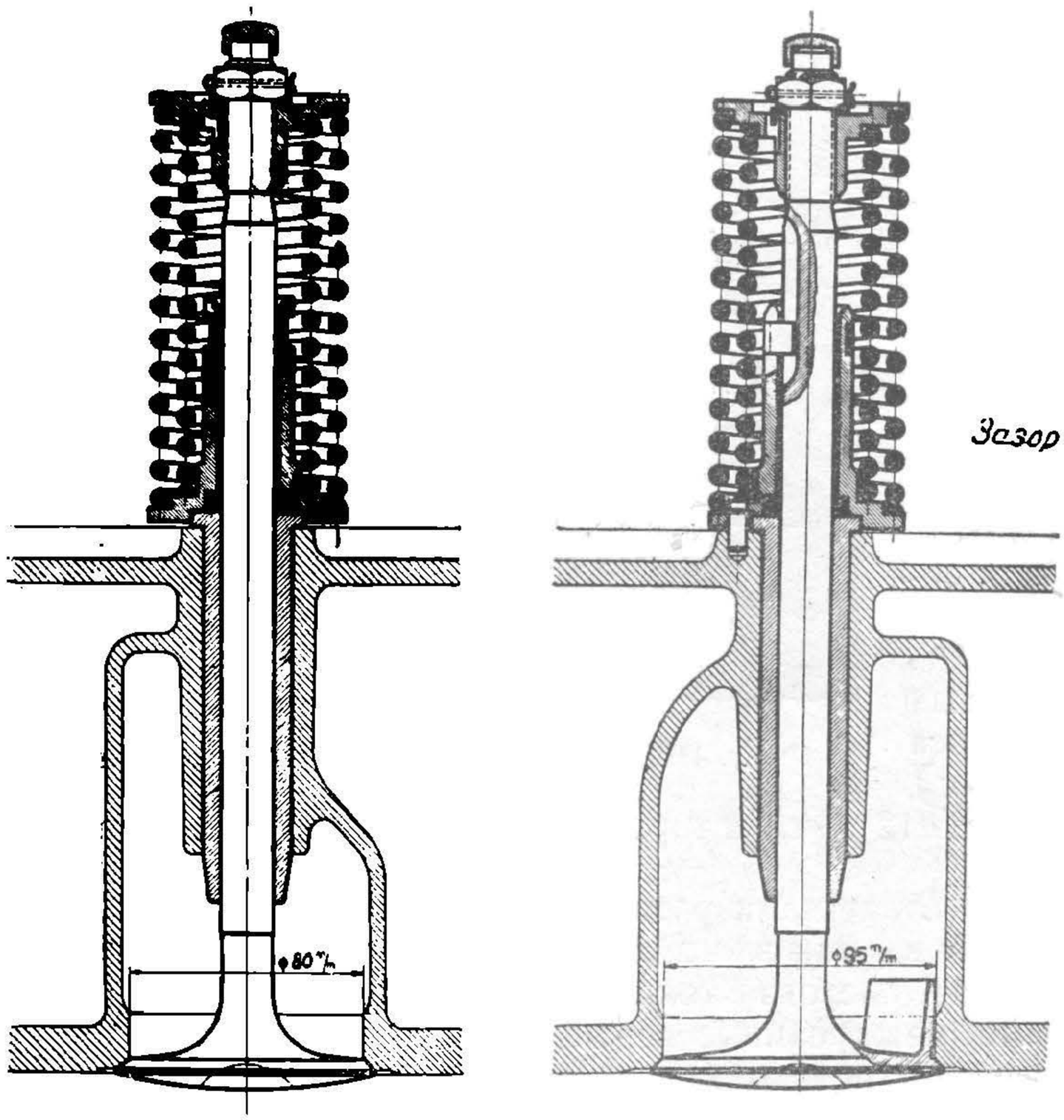
торов. Все крепления, на которых установлен фундамент дизель-генераторной группы, соединены с основными рамными листами посредством призонных болтов. Буксовые направляющие обычного тепловозного типа. Букса сконструирована так, чтобы было возможно вынуть подшипники в случае необходимости в последних. Стяжка и буфер обычного типа. Все рессоры ведущих четырех осей связаны тремя продольными балансирами. Жесткость рессор 135 *кг/м*.

Передняя часть тепловоза поддерживается тележкой типа Бисселя, толщина рамных листов которой 24 *мм*, а расстояние между листами 880 *мм*. Листы рамы связаны вертикальными литыми стальными креплениями, в которых помещается литая рамка с проушинами для подвесок, в нижних частях последних установлена люлька.



Фиг. 112. Привод к клапанам от кулачкового вала.

В отличие от построенных уже тепловозов на этом тепловозе имеется три тормозных системы — воздушная, ручная и электрическая.



Выхлопной *Всасывающий*

Фиг. 111. Выхлопной и всасывающий клапаны.

Воздушный тормоз системы Казанцева однопроводный. Питание тормоза производится специальным электрокомпрессором, установленным в передней части кузова, причем выключение и включение мотора компрессора происходит через регулятор давления, который автоматически выключает мотор компрессора, как только давление поднимается до максимальных 8 атм и включает его снова, когда давление падает до 6 атм.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Этим же компрессором питаются свистковая сеть, песочницы и переключатель (реверс) направления движения тепловоза. Производительность компрессора 1 200 *л*/мин при 450 об/мин. для давления 8 атм. избыточных.

Рычажная система тормоза обычного типа.

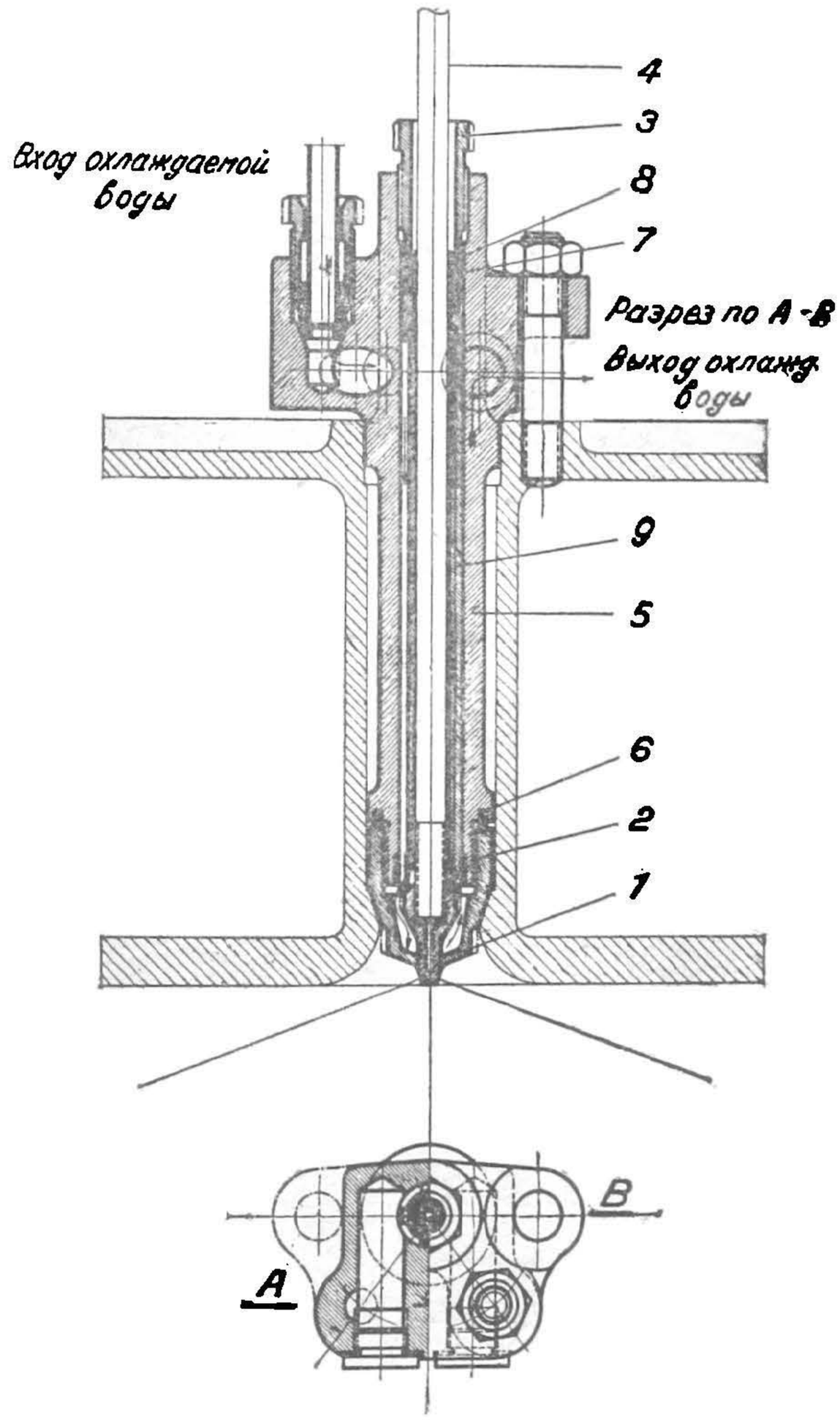
Интересным представляется электрическое торможение тепловоза, сущность которого заключается в том, что в этом случае тяговые электромоторы превращаются в шунтовые генераторы и мощность, развиваемая ими, поглощается через специальный тормозной контроллер металлическими сопротивлениями (якоря моторов включаются на сопротивления, а обмотка питается током от аккумуляторной батареи).

Как сопротивления, состоящие из нихромовой ленты, так и ящики аккумуляторной батареи установлены по бокам кузова тепловоза (фиг. 120).

Таким образом в отношении тормоза тепловоз О—ЭЛ—7 оборудован значительно лучше, чем тепловозы, описанные ранее, и чем паровозы, так как электрическое торможение гибче, безопаснее и дает эффект значительно лучше контрпара.

На переднем конце тепловоза, как это видно из фигуры 124, установлен холодильник для воды и смазочного масла, состоящий из двенадцати элементов, из которых шесть расположены впереди и шесть по краям с правой и левой сторон по три элемента с каждой. Три средних элемента передней группы предназначены для охлаждения масла, а все остальные для охлаждения воды, причем элементы для воды соединены между собой последовательно.

Каждый элемент представляет собою пакет медных элептического сечения трубок с напаянными на последние медными пластинками. Концы трубок развальцованы в днищах элемента и закрыты крышками, отлитыми из легкого металла.



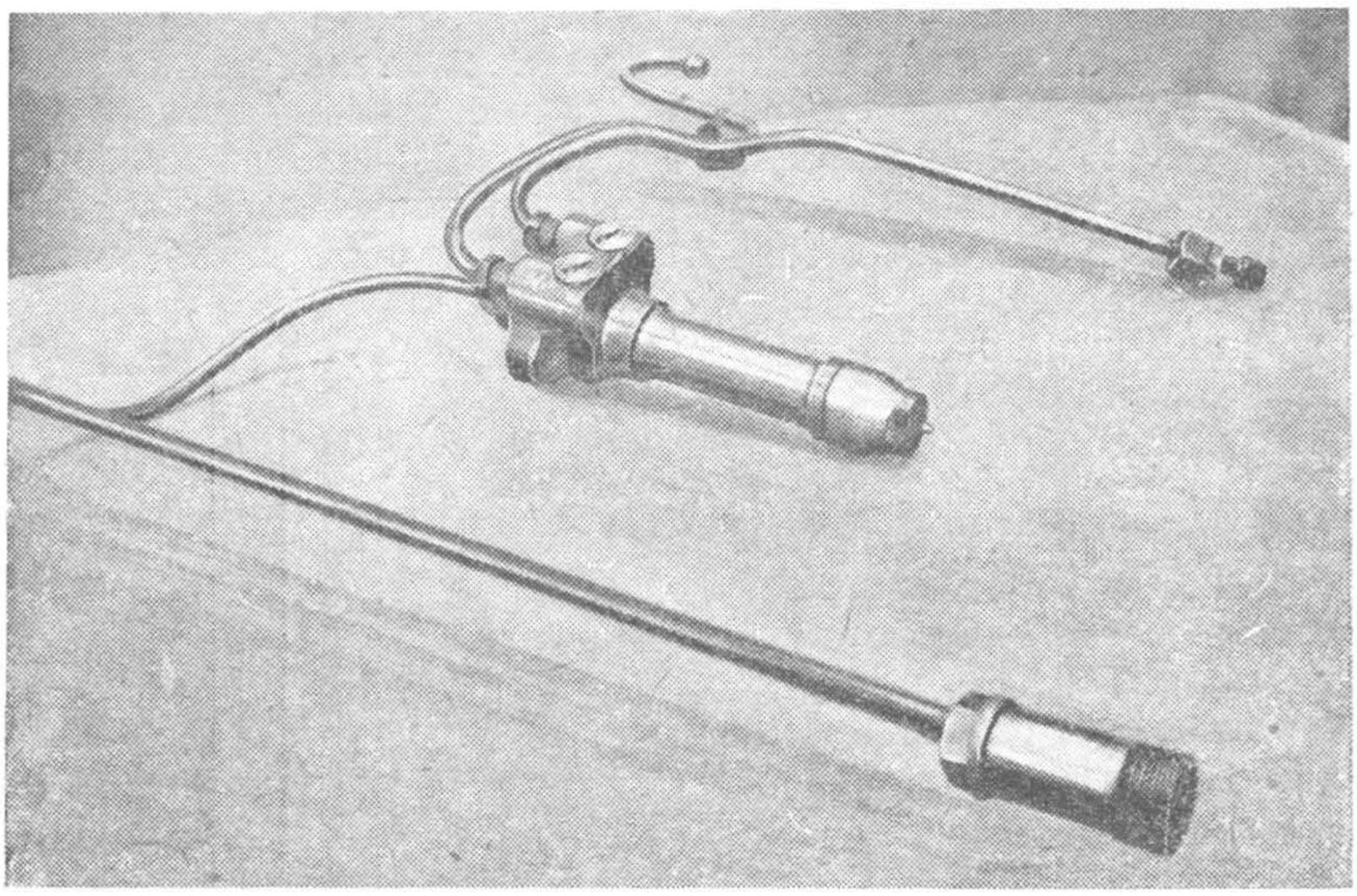
Фиг. 113. Форсунки с охлаждением—разрез.

Крышки имеют специальные внутренние переборки, которые создают два хода воды в каждом элементе и снабжены приливами для патрубков, подводящими и отводящими воду. Кроме того верхние крышки имеют специальные трубки для устранения воздушных мешков и отвода воздуха, а нижние — спускные трубки для опоражнивания элементов во время остановки насоса. Поверхность каждого элемента 45 $м^2$ и таким образом поверхность холодильника составляет 405 $м^2$ для воды и 135 $м^2$ для масла, т. е. всего 540 $м^2$.

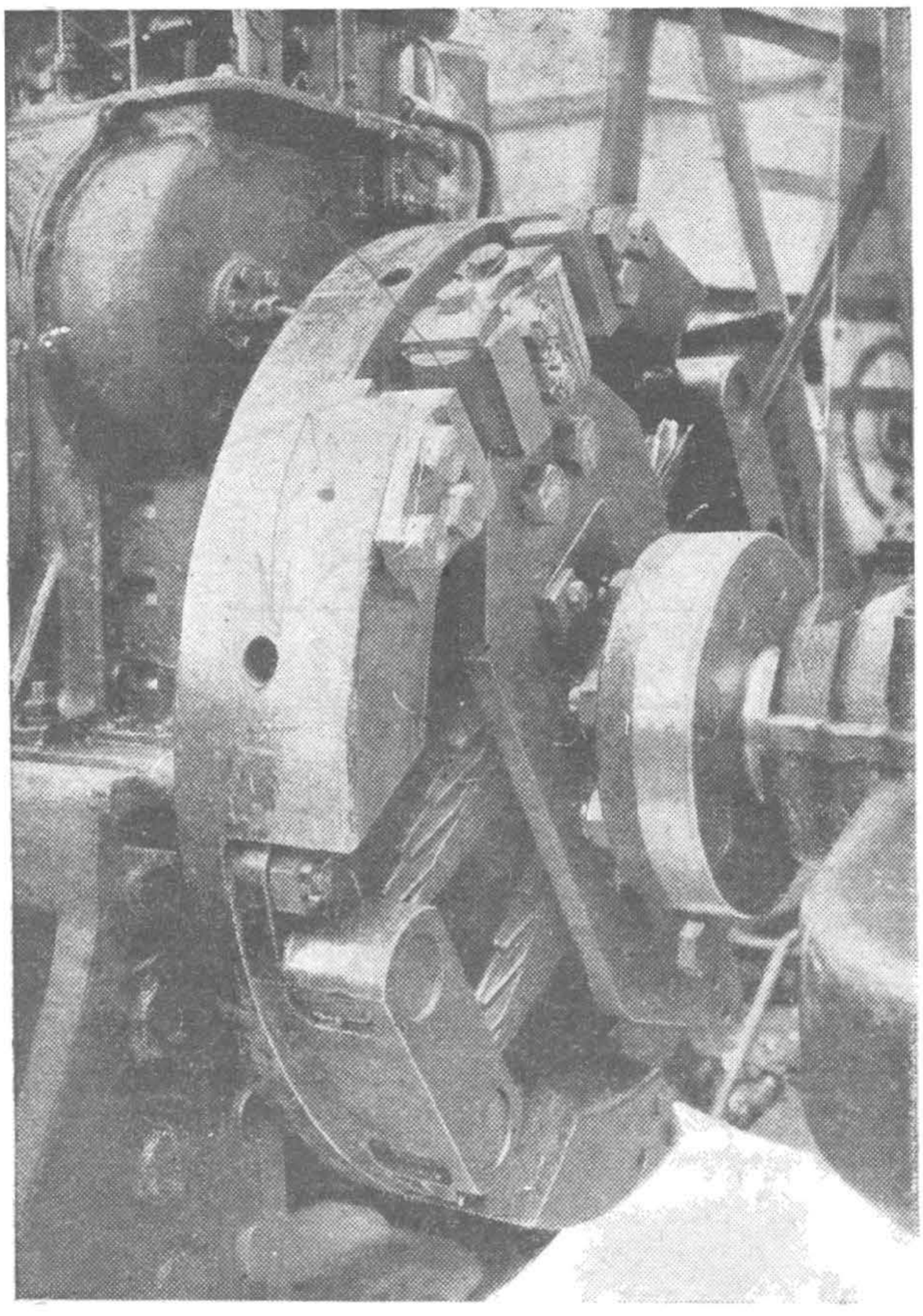
Холодильник рассчитан из предположения, что на одну эффективную силу двигателя в охлаждающую воду теряется в час максимум 600 калорий, а число калорий, подлежащих отводу, смазочным маслом,—40 калорий с эффективной силы-час. Наружная температура, при которой будет работать тепловоз, взята в $+ 50^0$ Ц.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Расположенные элементы холодильника составляют как бы ящик, в верхней части которого на вертикальном валу расположен пропеллер—колесо Бетца, а



Фиг. 114. Форсунка в собранном виде.



Фиг. 115. Эластичная муфта для соединения дизеля с генератором.

в нижней части установлена коробка скоростей для передачи через нее вращения от вала дизеля валу пропеллера. Коробка скоростей имеет две скорости с передаточным числом 1,6 и 3, что дает возможность получить на валу пропеллера 1200 об/мин.

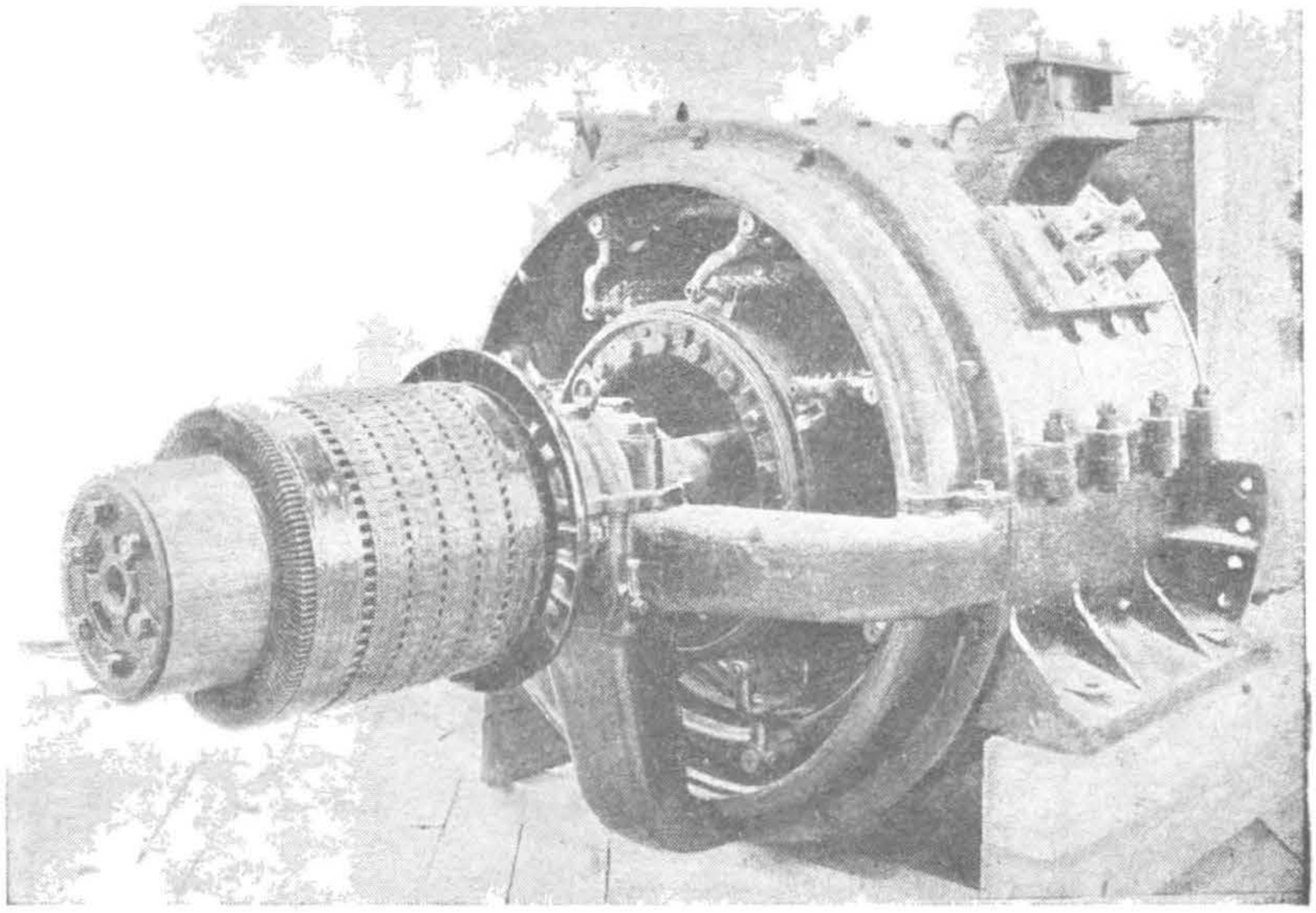
Колесо Бетца изготовлено из легкого металла и при диаметре 1400 *мм* и 1200 оборотах должно высасывать из камеры 22 $м^3$/с воздуха. Потребная мощность на колесо Бетца при 1400 оборотах—60 л. с.

Под настилом, на котором установлена коробка передачи к колесу Бетца, расположен водяной бак, в который сливается вода из элементов холодильника и засасывается затем центробежным насосом для последующей циркуляции.

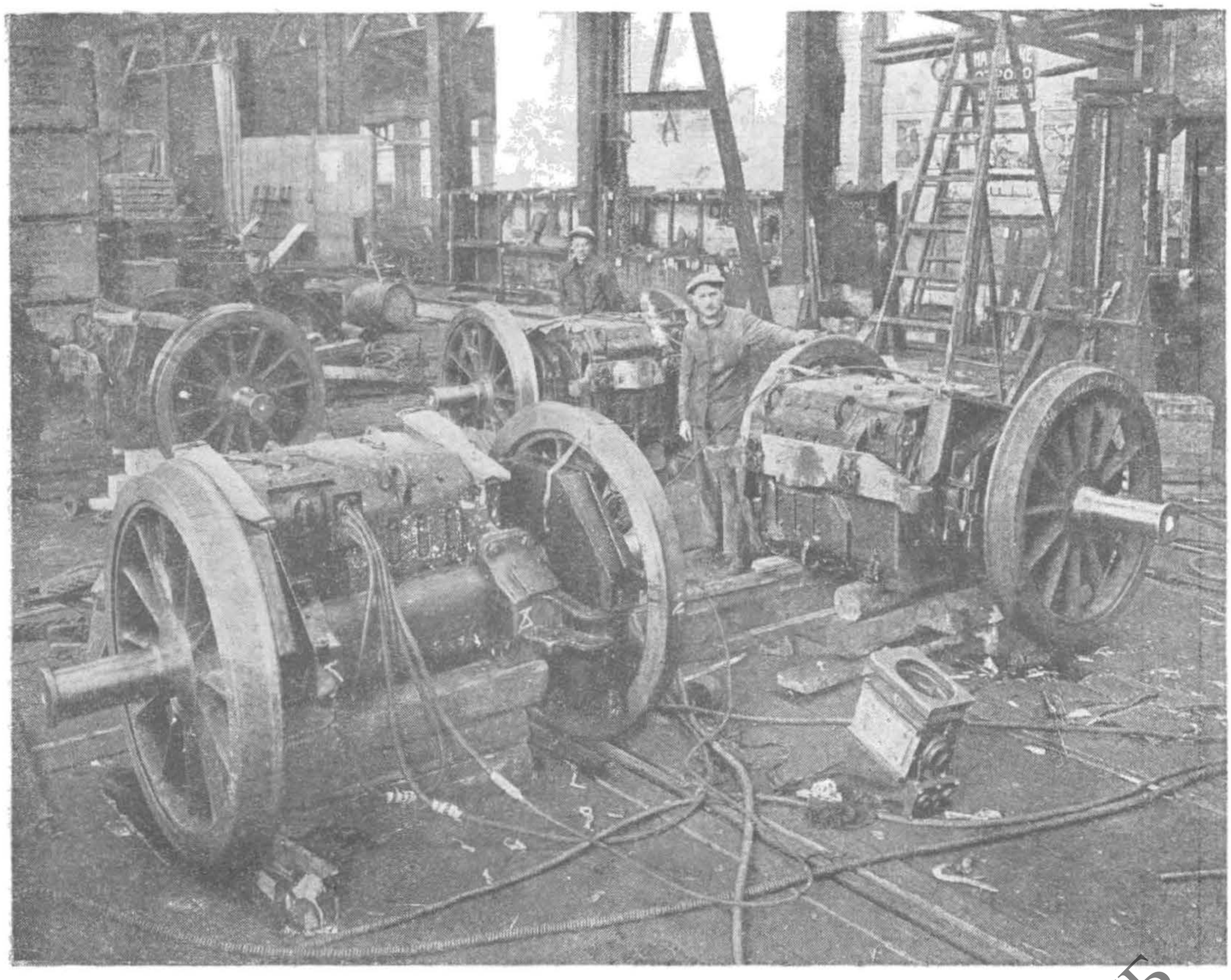
Стенки будки машиниста состоят из металлического каркаса, укрепленного внизу к раме тепловоза и обшитого снаружи листовым железом, а внутри деревом. Будка имеет с каждой стороны по три больших окна и по одной двери, кроме окон впереди и задней двери для перехода в соседний вагон.

Верх будки имеет фонарь, в передней части которого помещен мерный нефтяной бак на 240 *л* для питания дизеля, а в задней—нефтяной бак для котла отопления.

НБ УДУНТ (ДИТ)

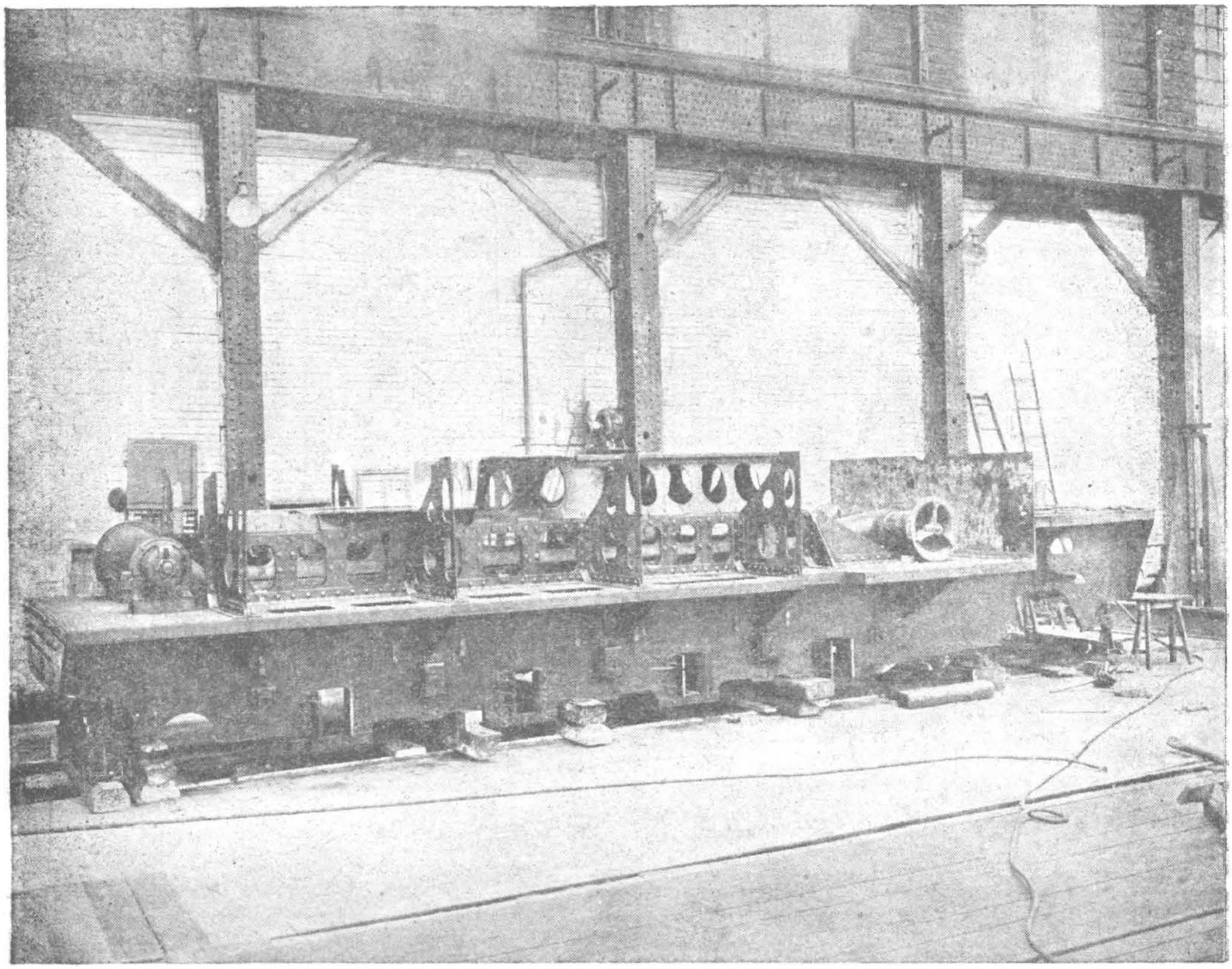


Фиг. 116. Генератор с якорем возбудителя.

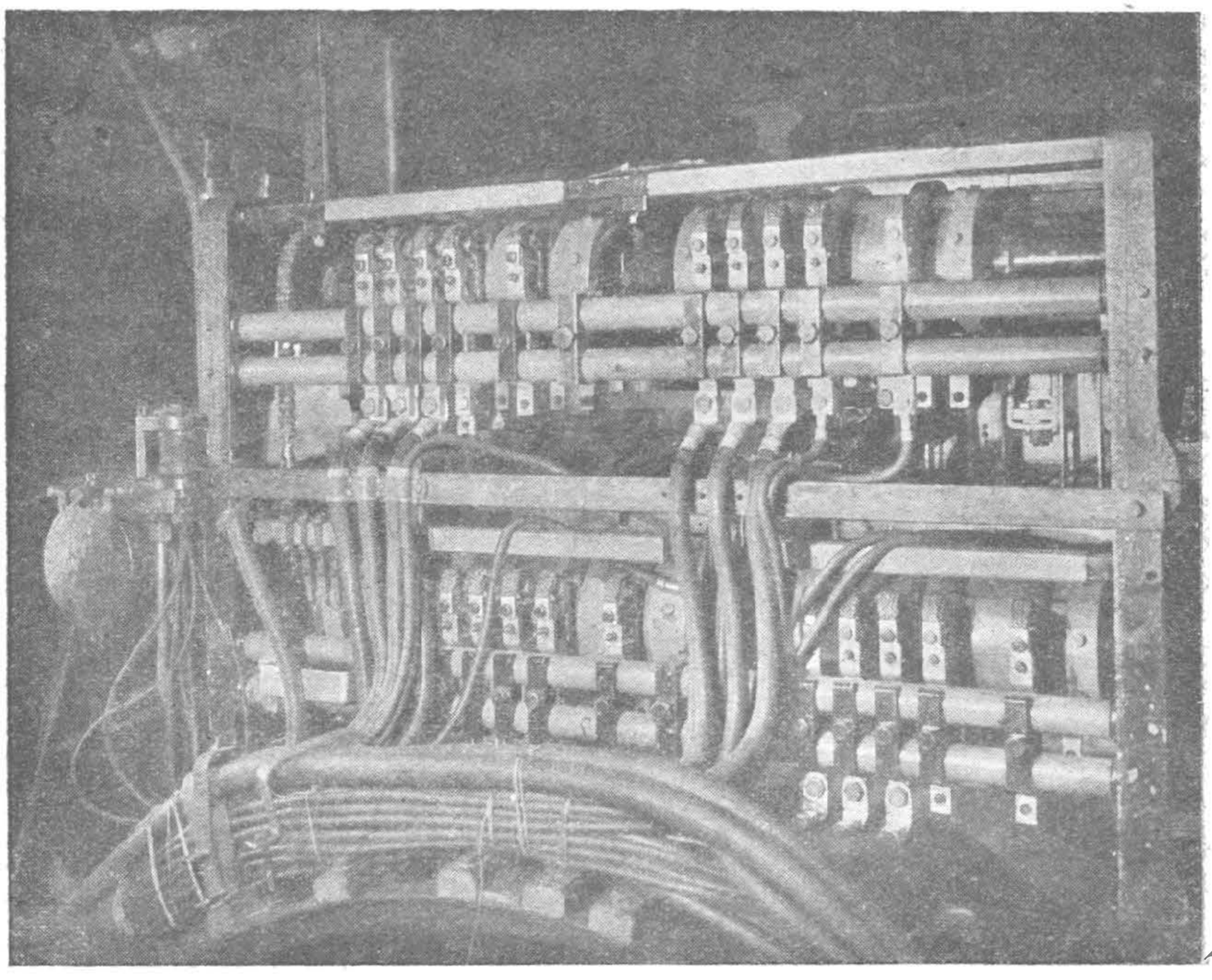


Фиг. 117. Тяговые моторы, подготовленные к подкатке.

НБ УДУНТ (ДНТ)

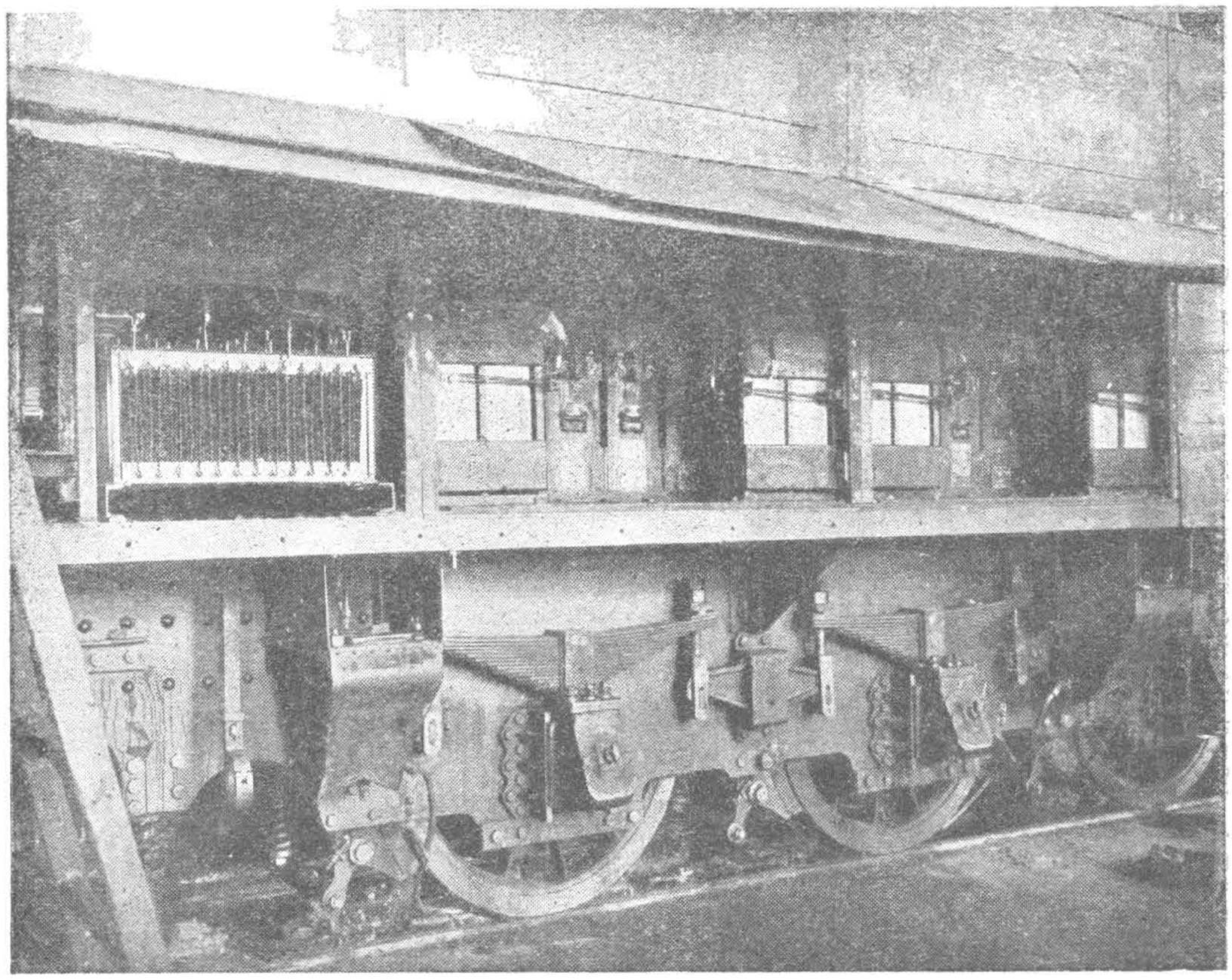


Фиг. 118. Расположение воздушных каналов и вентиляторов.

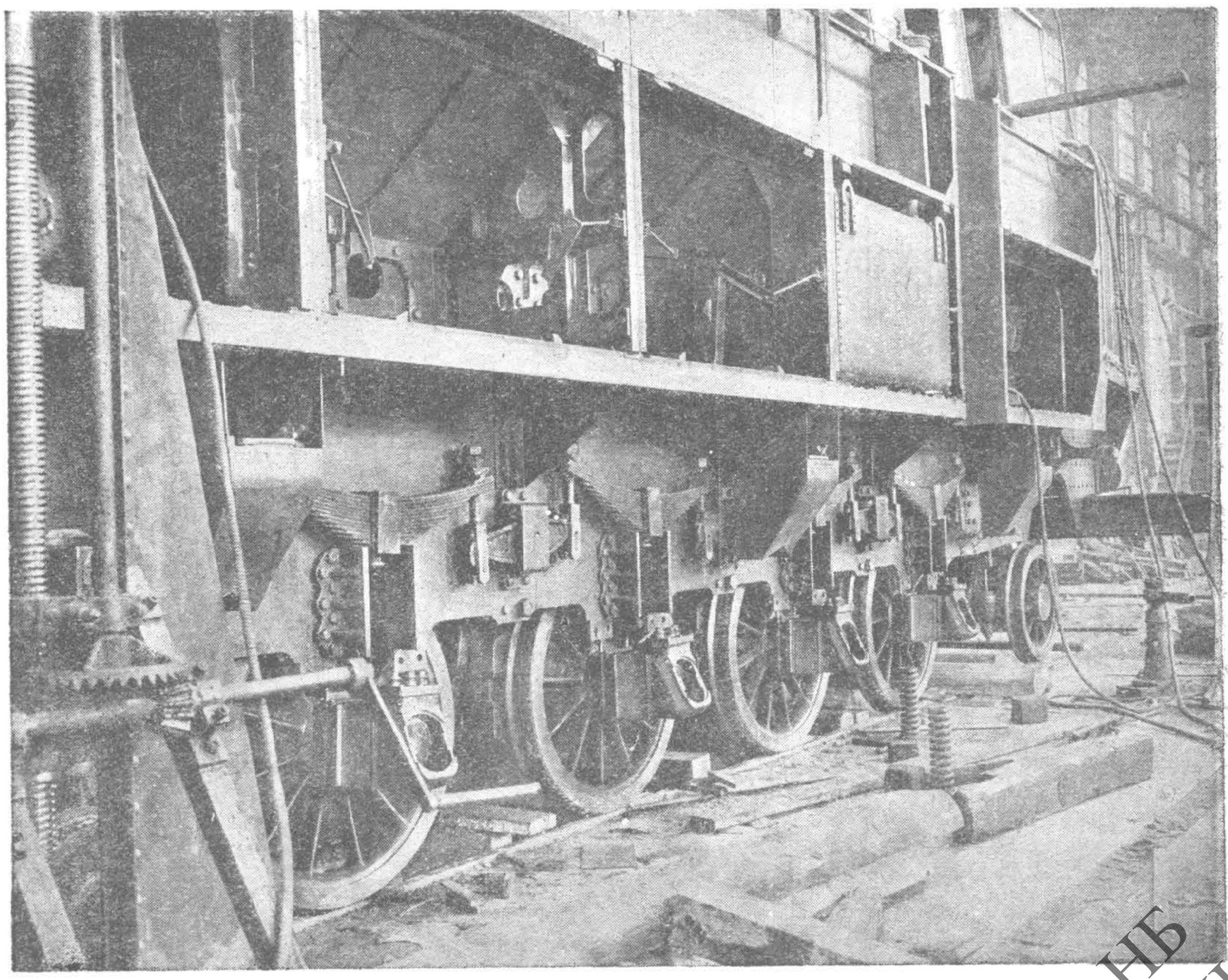


Фиг. 119. Реверс для переключения тяговых моторов.

НБ УДУНТ (ДНТ)

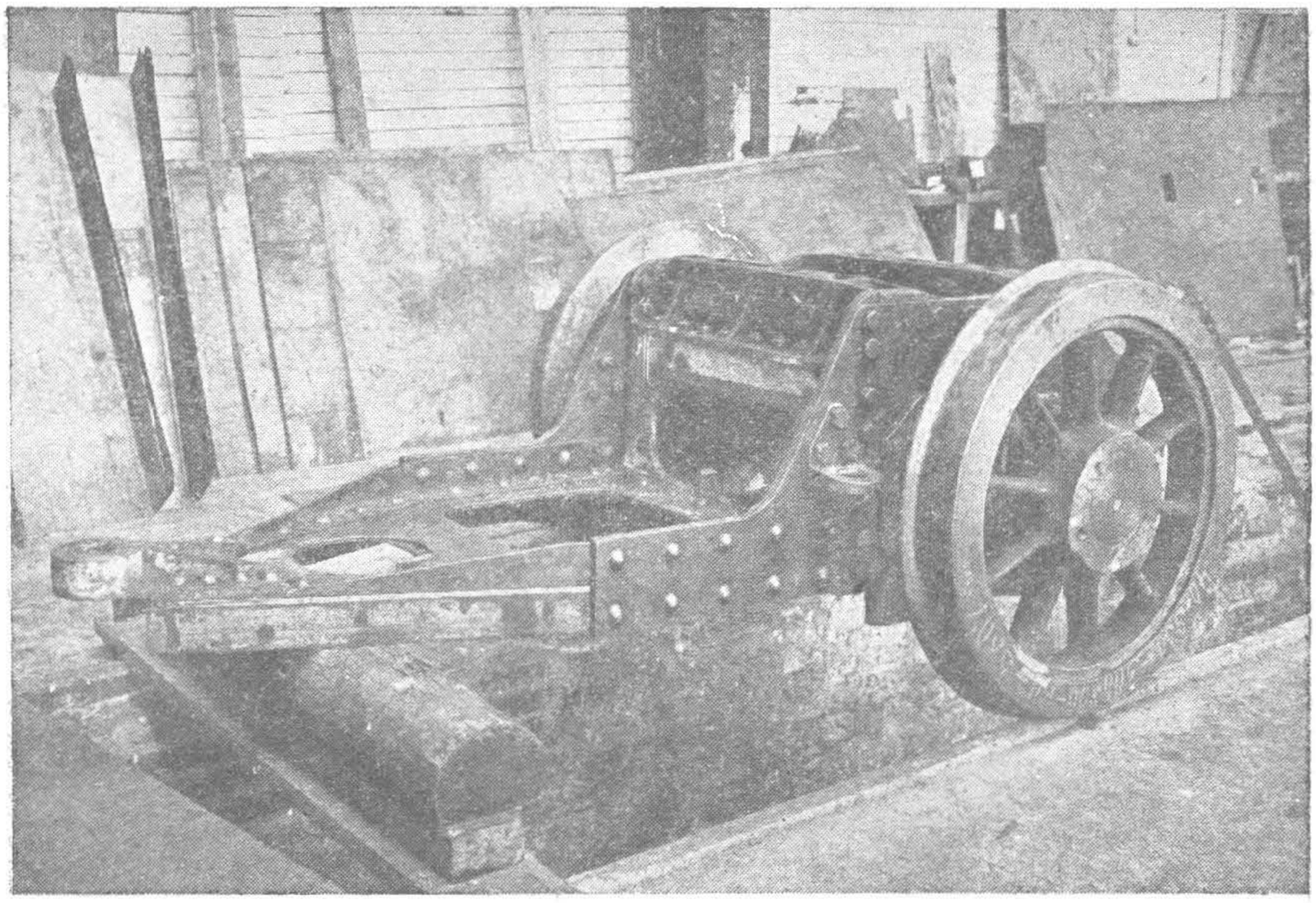


Фиг. 120. Расположение аккумуляторов и тормозных сопротивлений на тепловозе.

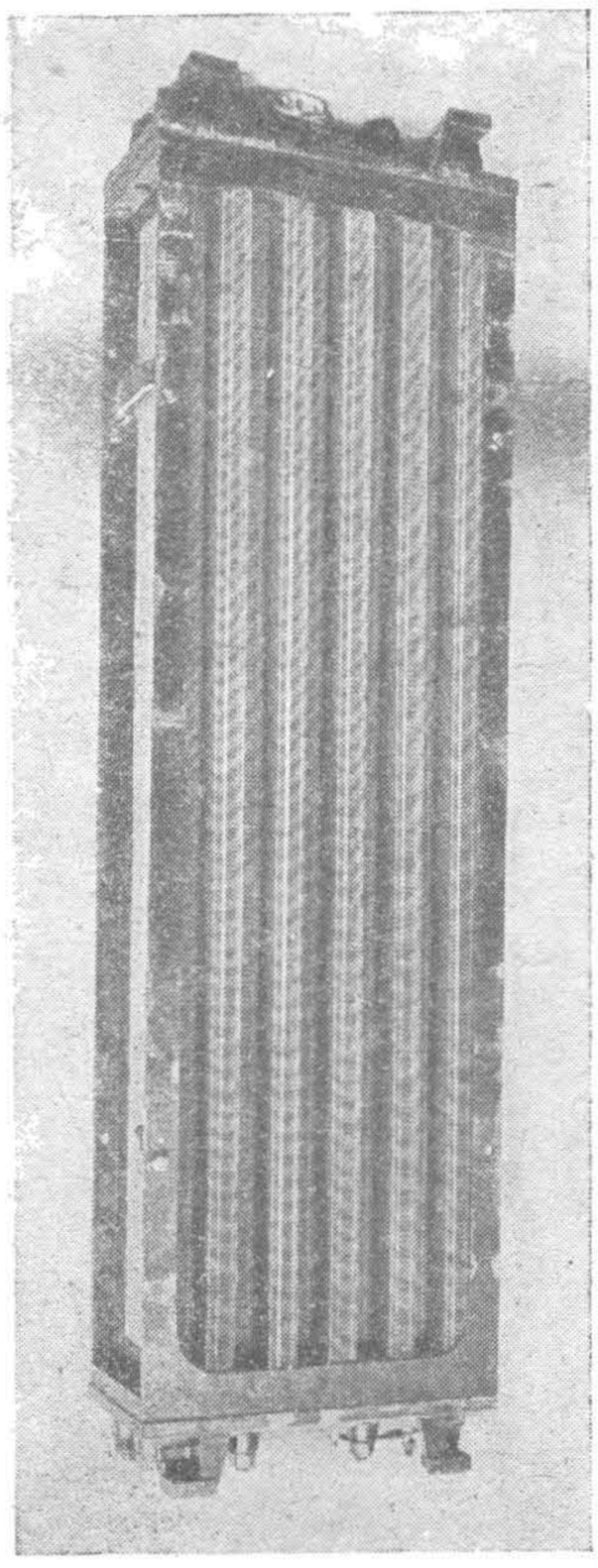


Фиг. 121. Конструкция рамы рессорного подвешивания и букс.

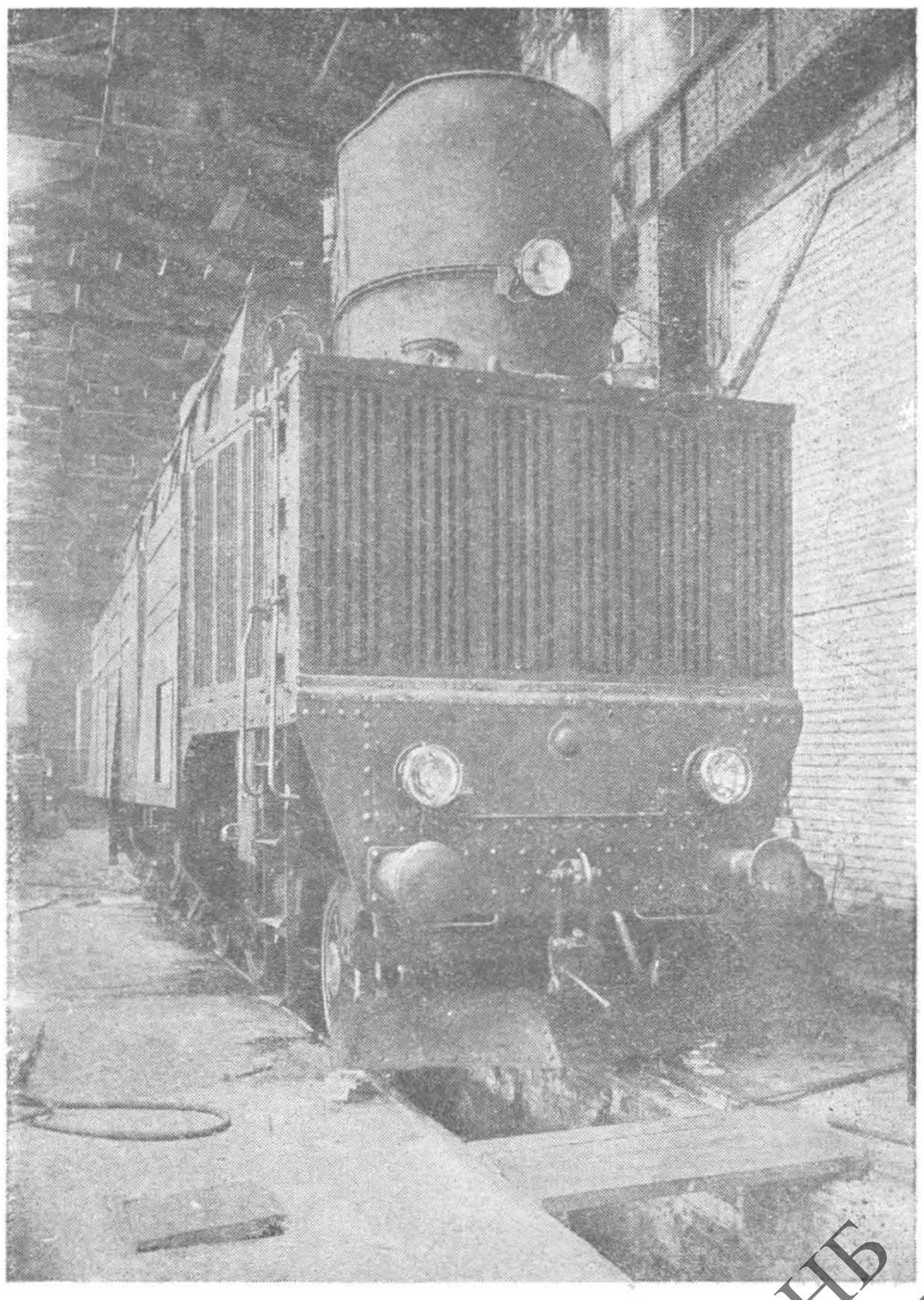
НБ УДУНТ (ДИТ)



Фиг. 122. Передняя тележка «Бисселя».



Фиг. 123. Элемент холодильника тепловоза.



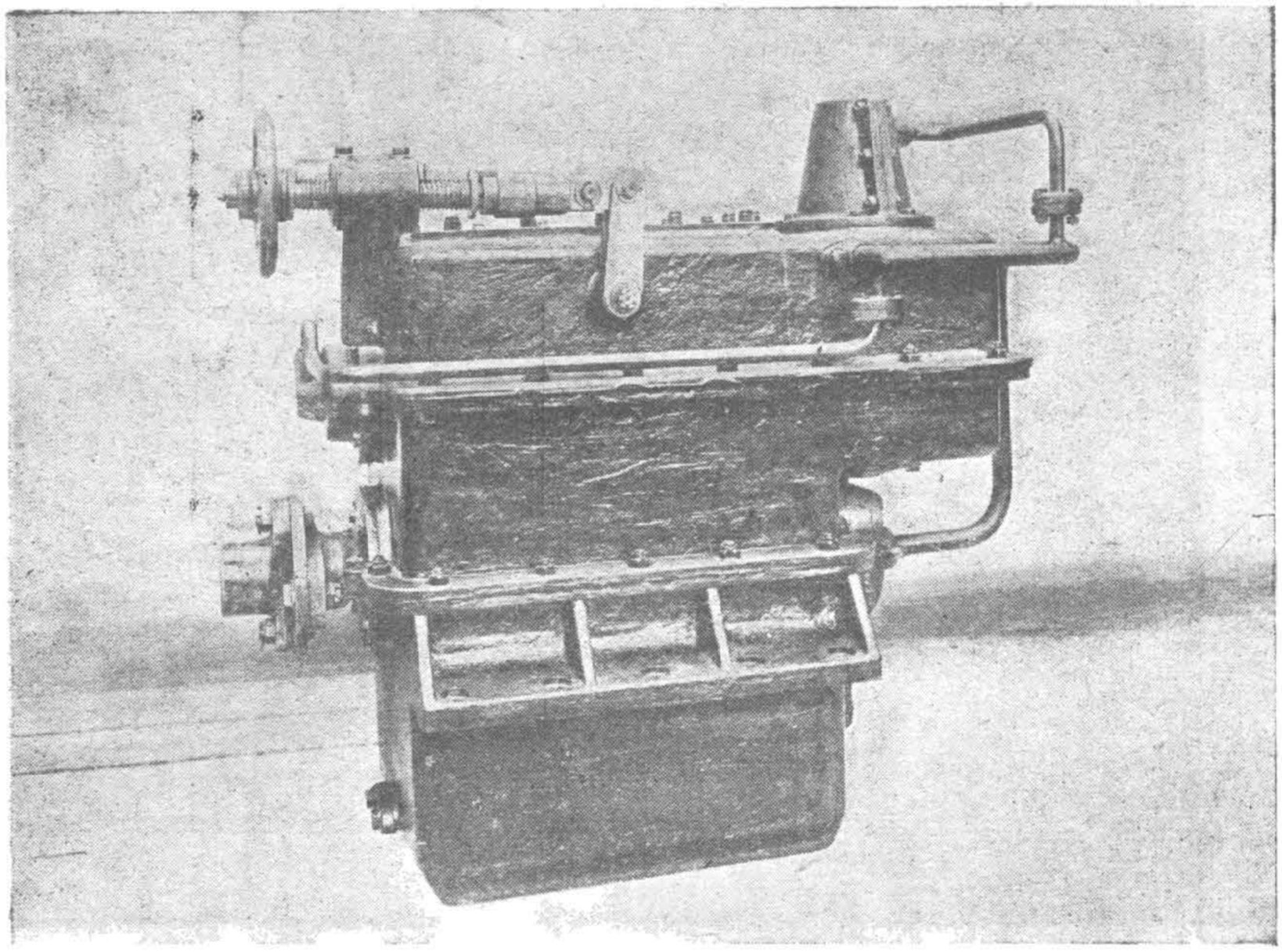
Фиг. 124. Общее расположение элементов холодильника на тепловозе.

НБ УДУНТ (ДНТ)

Самый фонарь снабжен съемными люками, что дает возможность производить выемку поршней и разборку дизеля при ремонте через эти люки. Для выемки же всего дизеля и генератора предусмотрена съемка всего потолка без разборки кузова тепловоза.

В передней части будки в правом углу — место поста машиниста—помещаются основные элементы управления: ездовой контроллер (в средине) с ручкой реверса, тормозный контроллер (справа) и маховик к регулятору дизеля для установки определенного числа оборотов последнего (слева). Первые два контроллера сблокированы так, что одновременно действовать не могут. В верхней части стола управления устроена кнопка запуска дизеля.

На посту управления сосредоточены краны тормоза Казанцева и воздушных песочниц и привод к свистку.



Фиг. 125. Коробка скоростей к вентилятору холодильника.

На передней стенке и на столе управления размещены необходимые для контроля работы тепловоза приборы:

4 амперметра тяговых моторов,
ваттметр для определения мощности, отдаваемой дизелем,
2 амперметра — для электрического торможения и для разрядки тока батареи,
2 вольтметра — главного генератора и возбудителя автомата,
распределительная доска освещения,
тахометр дизеля,
указатель скорости,
манометры — воздушного тормоза, свисткового.

Левее от стола управления установлен двухцилиндровый электрокомпрессор, а над ним на стенке будки расположен регулятор давления и автомат, благодаря которым и поддерживается режим питания тормозных аппаратов.

В левом углу на посту помощника машиниста находится привод к коробке вентилятора для установки необходимой скорости последнего, колонка ручного тормоза, насосы Альвейера для прокачки масла и набора нефти, а на щитке—рубильник для включения мотора переднего вентилятора (нагнетательного).

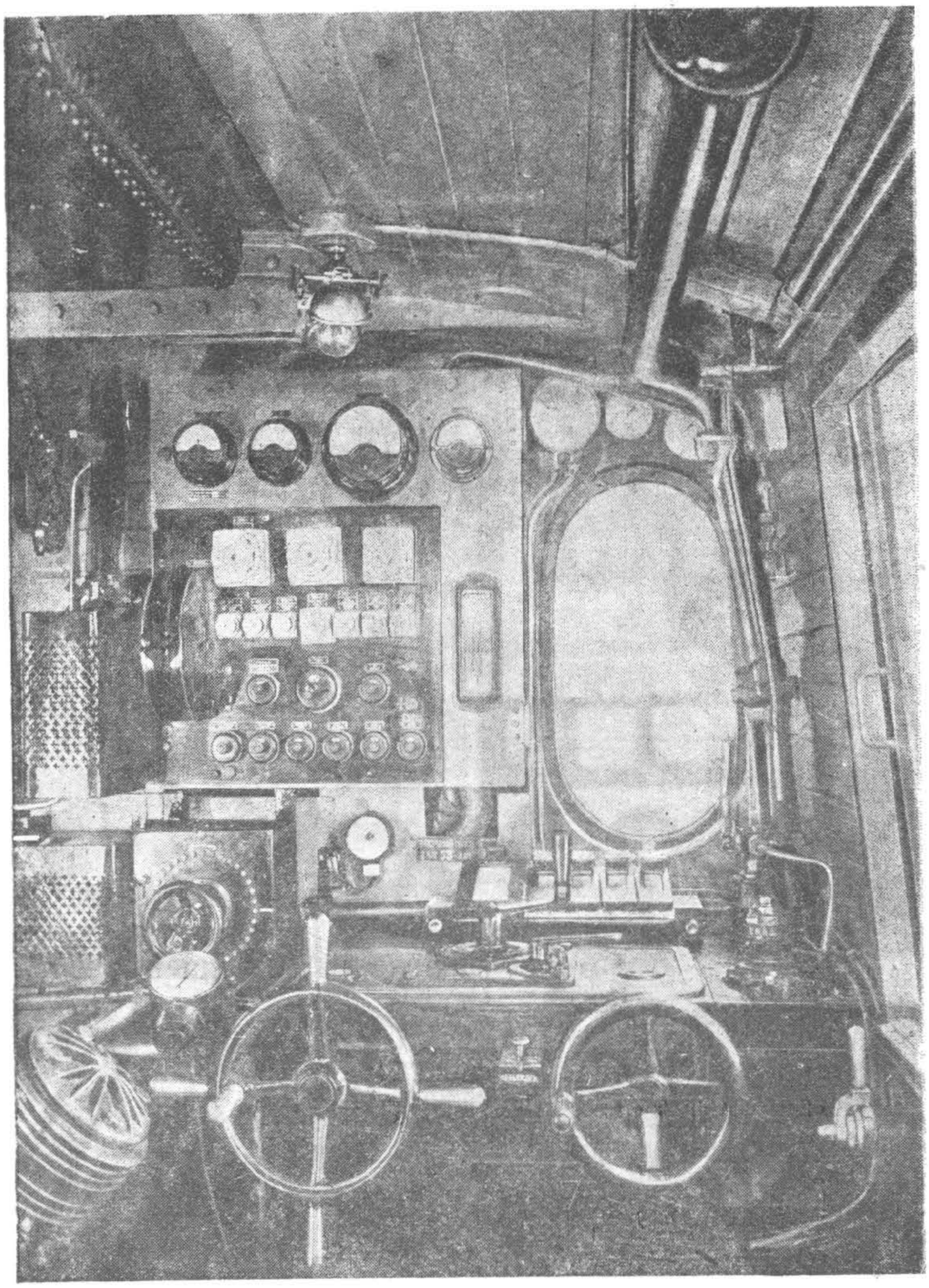
Под настилом пола передней части кузова помещены масляный бак, электронасосы для подачи воды и нефти, тормозное сопротивление, электромотор с вентилятором тяговых моторов. В средней части кузова по бокам дизеля рас-

ЦБ УДМТ (ДИТ)

положены нефтяные баки, общей вместимостью 2,4 *m*, соединенные между собою трубой, проходящей под дизелем; каждый бак имеет стояк с наружной горловиной для набора нефти; нефтяной бак снабжен поплавком с указателем количества нефти.

По бокам кузова, как говорилось раньше, расположены группы аккумуляторной батареи и тормозные сопротивления.

В задней части кузова расположен паровой котел отопления (левый угол), электромотор с вытяжным вентилятором тяговых моторов, а на стенке установлены шунты для амперметров, автоматы обратного тока температуры и пуска дизеля и щиток для запуска второго вентилятора.



Фиг. 126. Стол управления.

Тепловоз снабжен необходимыми сигнальными приспособлениями: свистком, питаемым воздухом из отдельного резевурара, установленного слева, и фонарями электрического освещения.

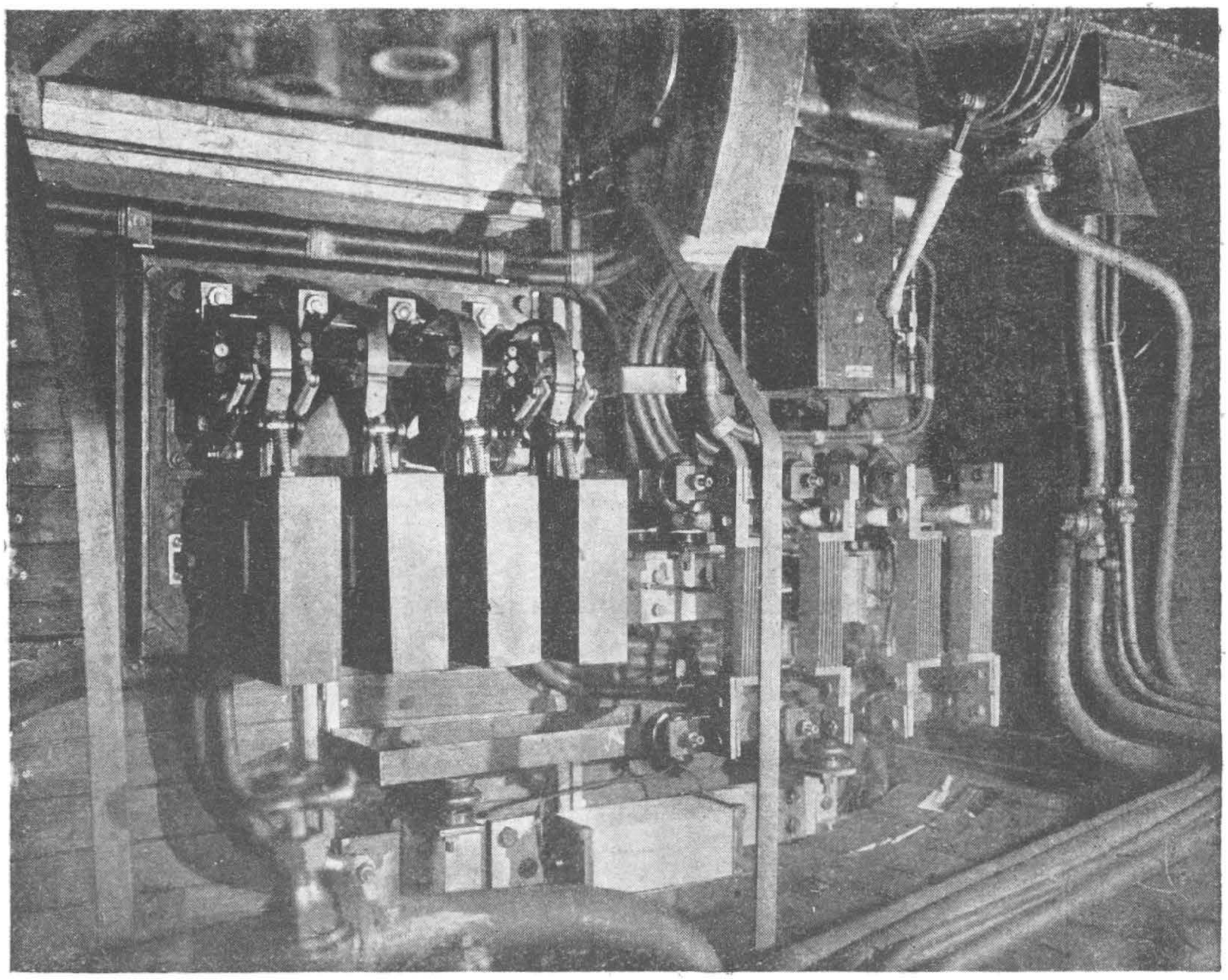
На фигуре 128 изображена схема нефтяного трубопровода тепловоза 0—*Эл*—7. Нефтяной электрический насос подает нефть из главных нефтяных баков в мерный бачок, откуда после прогрева она поступает в фильтры, находящиеся в передней части двигателя, затем нефтяным насосом последнего подается в нефтяную магистраль и по ответвлениям ее попадает в топливные насосы каждого цилиндра, которыми и нагнетается в форсунки двигателя.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Излишки нефти (см. топливный насос) выталкиваются через вторую магистраль обратно в мерный бачок. В остальном схема вполне понятна из фигуры 128.

Схема масляного трубопровода представлена на фигуре 129. Из нижнего масляного бака, в который масло наливается через воронку, расположенную вверху, масло через обратный клапан засасывается насосом двигателя и проталкивается через фильтр к трущимся поверхностям двигателя, а также подается к масляному сервомотору регулятора двигателя.

В зависимости от показаний давления смазки (по манометру на двигателе) перекрывается редукционный кран и давление держится в необходимых пределах.



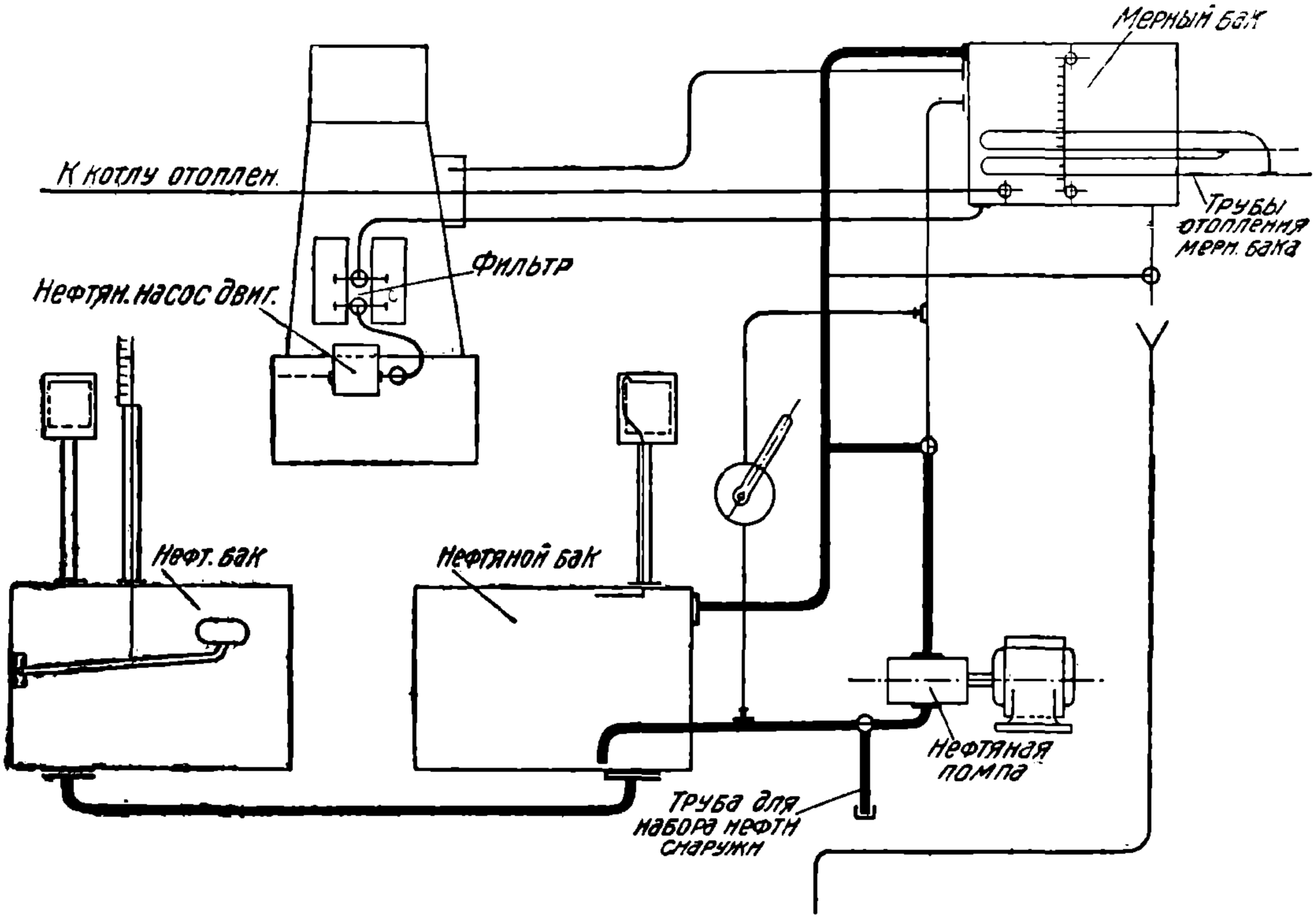
Фиг. 127. Задняя стенка тепловоза (шунты, автоматы).

Циркуляция смазки до поступления ее в фильтр в зависимости от температуры масла происходит или через холодильник, о котором говорилось раньше, или минуя холодильник, что достигается с помощью трехходовых кранов, установленных на нагнетательной магистрали (температура масла перед холодильником не должна быть выше 75°).

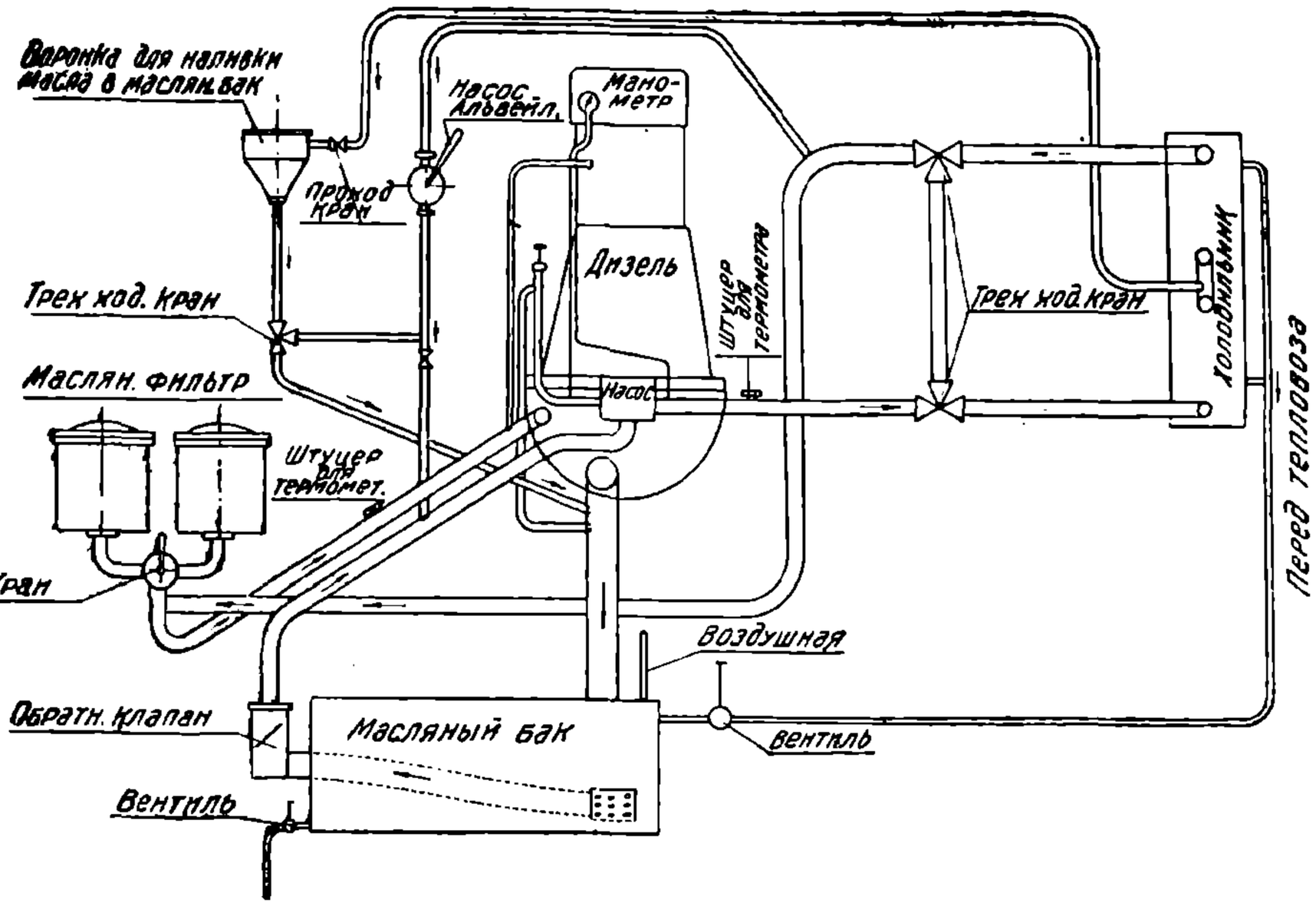
Перед запуском двигателя прокачка масла производится с помощью ручного насоса, расположенного слева у поста помощника машиниста.

В отличие от двигателей тепловозов Э—ЭЛ—2 и Э—МХ—3, у которых водяные насосы для создания необходимой циркуляции, охлаждающей двигатель воды, связаны с самим двигателем, на тепловозе О—ЭЛ—7 осуществлена независимая система, для чего установлен специальный электронасос. Благодаря этому имеется полная возможность поддерживать циркуляцию воды при остановленном двигателе, если в том является необходимость. Запуск насоса производится через контроллер возбуждения, первый контакт которого и включает на работу водяной насос. Из насоса, которым вода засасывается из сборного

УДУНТ (ДИТ)



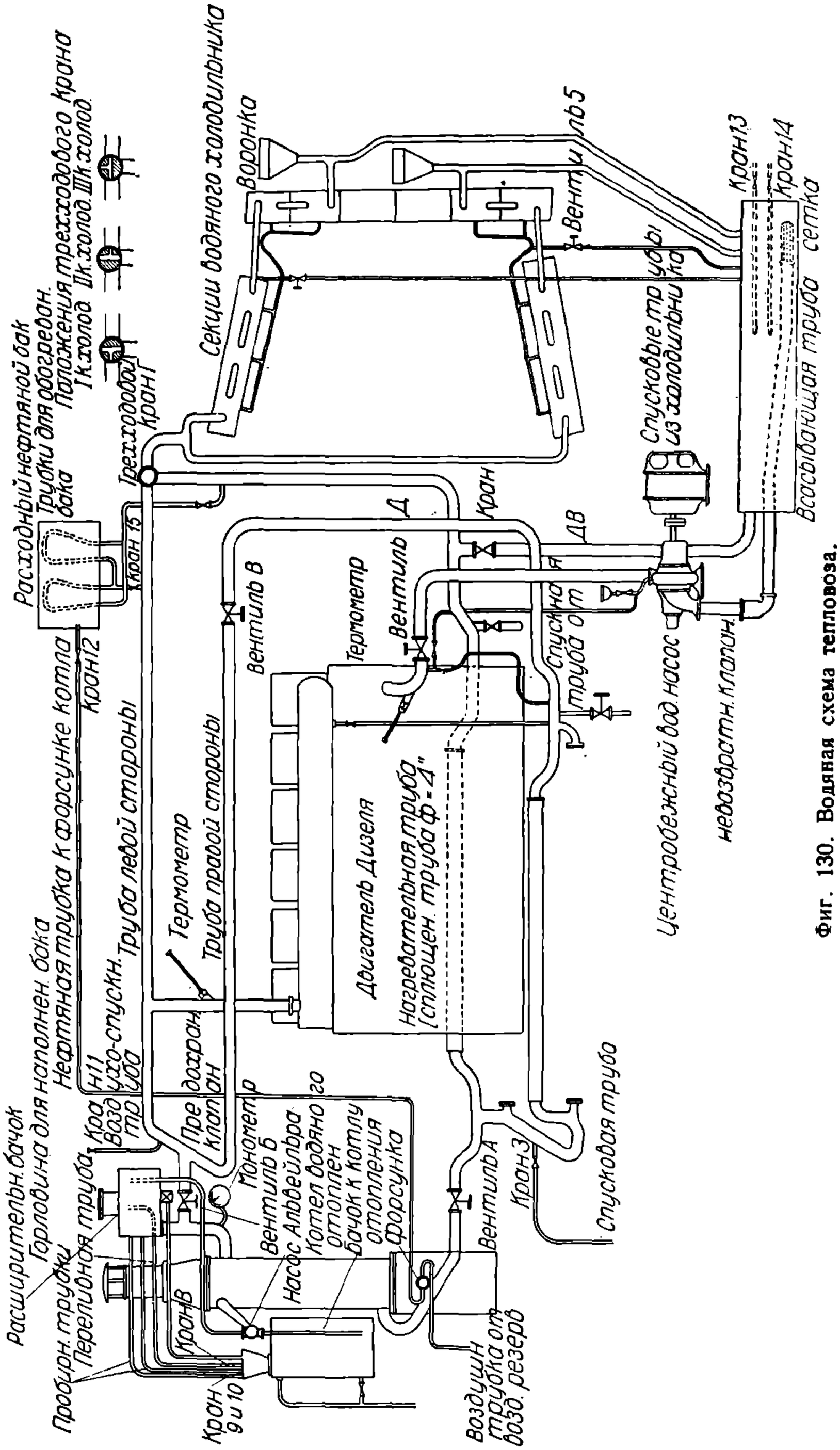
Фиг. 128. Нефтяная схема тепловоза.



Фиг. 129. Схема масляного трубопровода.

НБ УДУНТ (ДИТ)

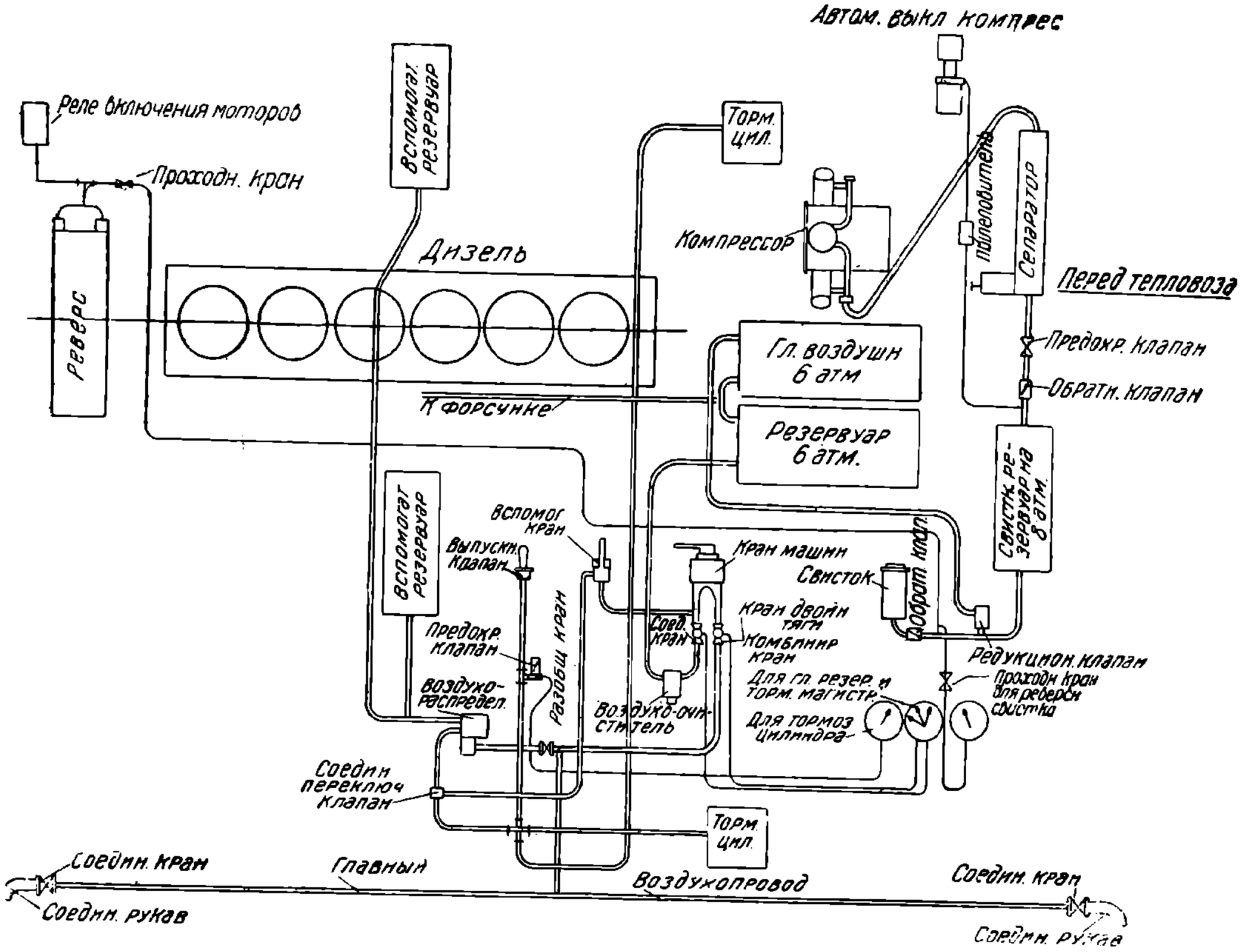
водяного бака, находящегося под холодильником, вода гонится в рубашки цилиндров двигателя, охлаждает выхлопной коллектор и затем поступает в сбор-



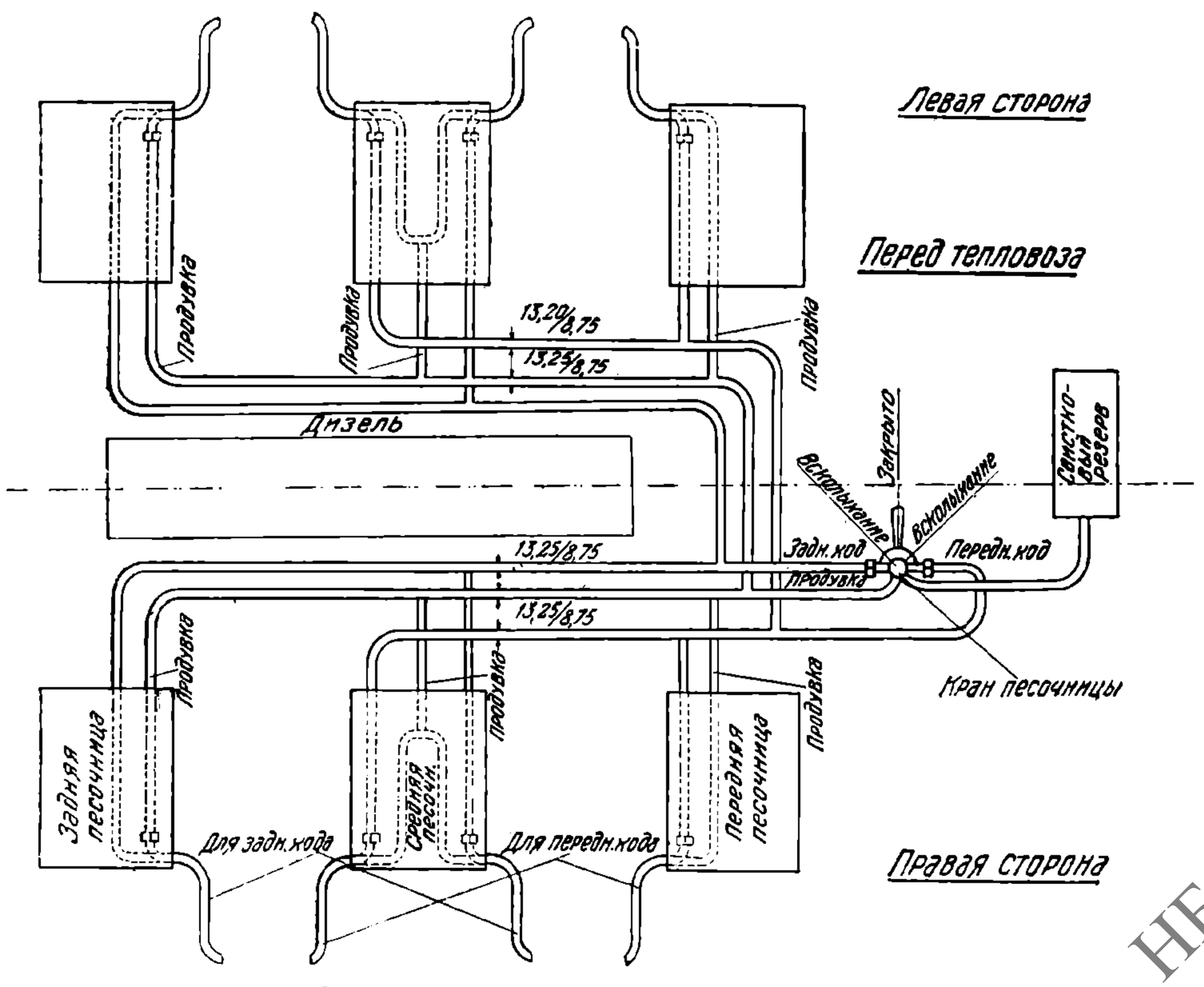
Фиг. 130. Водяная схема тепловоза.

ную магистраль, где может с помощью соответствующих кранов разветвляться на холодильник, на стороны отопления будки, на котел отопления и на прогрев нефтяного мерного бака.

НБ УДУНТ (ДИТ)



Фиг. 131. Схема трубопровода тормоза.



Фиг. 132. Схема песочного трубопровода.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Цепь главного тока				Цепь тока возбуждения			
1	Главный генератор	d	Независим. возбуждение	15	Аккумуляторн. батарея		
a	Якорь	e	Компенсационное сопротивление к поз. 7d	16	Предохранит. батар. поз 15		
b	Полюса	f	Сопротивление к поз. 7g	17	Заряд. реле батареи		
c	Дополн. полюса	g		18	Заряд. сопротивл. батар.		
e	Противокомпаунд и пусковая обмотки			19	Шунт. обмотки главного тока реле поз. 17	29	Главный контроллер (ездовой)
f	Защита от перенапряжения	10	Тормоз. контроллер	20	Защитное реле при зарядке	a	Контакты выключения обмотки независ. возбужд. тяговых моторов
g	Сопротивление к поз 1 f	11	„ переключат.	23	Возбуд. генератора	b	Контакты для возбужд. главного генератора.
2	Температ. максим. реле	12	„ сопровлен.				
		12	Пусковое реле	a	Якорь		
				c d	Дополн. полюса Обмотки шунтов возбуж.	30	Регулятор сопрот. независ. возбужд. тягов. моторов при тормож.
4 5	Реверс Разъединитель тяговых моторов			24	Регулятор возбуж.	31	Защитн. сопротивл. поз. 7d
				25	Сопротивление контроллера возб.		
				26	Контролл. возбужд. поз. 23		
7	Тяговый мотор			27	Реле возбуждения		Сопротивление в цепи возбуж. моторов
a	Якорь			27a	Сопротив. поз. 27		
b	Полюс главн. тока			28	Сопротив. главного контроллера 29		
c	Дополн. полюса						

Цепь тока управления				Цепь тока вспомогат. механизма			
		66	Контакт включ. водяного насоса	80	Компрессор	d	Полюса глави. тока
					Предохранители мотора	c	Вспом. полюса
		67	Реле обрати. тока.	82	Переключ. тормоз мотора	91	Вентилятор
54	Компенсирующ. сопротивлен. в цепи освещения	68	Реле напряжения	83	Регулятор давления	105	Водяной насос Включающ. реле
		69	Вспом. реле напряжения	84	Мотор	106	Предохр. мотора
		70	Сопротивл. к поз. 68 и 69	a	Якорь	108	Мотор
		71	Переключатель реверса и включат. к поз. 92.	b c	Полюса глави. тока Вспом. полюса	a b	Якорь Компаунд. обмотка
60	Предохранит. в цепи тока управления	72	Пневматическ. ребрасыв. реверса	85	Компрессор	c d	Дополн. полюса Шунтовая обмотка
61	Выключат. тока управл.	73	Контактные переключатели реверса	86	Маслоотделитель	109	Водяной насос
62	Кнопка в цепи тока управл. поз 27.	74	4-х полюсный переключатель	87	Предохр. клапан		
63	Кнопка к поз. 64.	77	Кнопка запуска дизеля	88	Обратный клапан		Нефтяной насос
64	Включающ. магнит. поз. 2.			89	Пылеуловитель Вентилят. тягов. моторов	117 118 119	Выключ. мотора Предохран. мотора Мотор Якорь
65	Удерживающ. контакт. реле поз. 27 одновременно включающ. контакт поз. 5.			90	Предохр. моторов	a	
				91	Рубильники	b	Компаунд. обмотк
				92	Включатели реле	c	Вспомог. полюса
				93	Мотор	d	Шунтов. обмотк
				a	Якорь	120	Нефтяной насос

Измерительные приборы				Цепь тока освещения.			
130	Вольтметр батареи и возбудителя			161	Предохранит. верх. фонаря	175	Предохранитель для внутрен. перен. ламп
131	Сопротивл. к вольтметру поз. 130.			162	Выключатели поз. 161	176	Выключ. внутрен. ламп
132	2 полюсн. переключ. к вольтметру			163	Верхний фонарь	177	Внутрен. лампы
133	Амперметры тягов. мотором			165	Предохранит. для буферн. фонарей	175	
134	Шунты амперметров тягов. моторов			166	Выключ. буферей фонарей	181	Штепсель перен. ламп
135	Амперметры в цепи батар.			167	Буферные фонари	182	Переноси. лампы
136	Шунт к поз. 135					183	Добавочн. лампа в цепи переносн. ламп
137	Ватметр			169	Предохранит. для ламп поста управл. и ламп измерит. приборов	185	Предохранители для сигн. лампы
138	Сопротивл. к ватметру						
139	Шунт к ватметру			170	Выключатели к поз. 169	186	Выключатели для контр. лампы
140	Вольтметр главн. генератору					187	Контрольн. лампы
141	Сопротивл. к вольтметру						
147	Амперметр в цепи торможения			171	Лампы поста управления	191	Сопротивл. к лампам измерит. приборов.
						192	Лампы измерит. приборов

Фиг. 133. Общая электрическая схема тепловоза О—ЭЛ—7.

НБ УКУНТ (ДИИТ)

При переключении на холодильник вода поступает сначала в боковые группы холодильника, затем в передние, переходя последовательно из элемента в элемент и, наконец, стекает в сборный бак.

Работа аппаратов воздушного тормоза, свистка и воздушных песочниц понятна из фигур 131 и 132, представляющих схемы соответствующих трубопроводов, расположения и сочетания между собою этих аппаратов. Здесь интересным местом являются компрессор и автомат, включающий и выключающий компрессор, о котором говорилось ранее, и электропневматический переключатель реверса для определенного ездового направления.

На тепловозах с электрической передачей, к которым принадлежит и описываемый тепловоз О—ЭЛ—7, чрезвычайно ответственную часть составляет электрическая схема, которая должна правильно осуществлять передачу вращающего момента от двигателя к колесам через соответствующие органы управления. Схема электрической передачи на тепловое О—ЭЛ—7 осуществлена по так называемому принципу Вард-Леонардо, который состоит в том, что регулирование числа оборотов тяговых моторов, а следовательно, и скорости тепловоза происходит с помощью регулирования напряжения главного генератора, который питает тяговые моторы и сам вращается двигателем тепловоза.

Общую электрическую схему тепловоза О—ЭЛ—7 (см. фиг. 133—прилож.) составляют следующие отдельные электрические схемы:

схема цепи главного тока (пуска, езды и торможения),
схема защиты от обратного тока,
схема цепи тока управления,
схема питания вспомогательных агрегатов тепловоза,
схема зарядки батареи и
схема освещения.

Остановимся на пояснении этих схем.

Схема цепи главного тока (пуска, езды и торможения) (фиг. 133 (прилож.) и 135).

Пуск дизеля осуществляется при помощи нажима кнопки пускового реле *13*, благодаря чему ток от аккумуляторной батареи *15* через главный предохранитель *16*, шунт *136*, провод *202* поступает через сериесную обмотку на якорь генератора и он начинает работать как сериесный мотор и разворачивает дизель. Провод *B* ведет к отрицательному полюсу батареи.

Езда. После запуска дизеля генератор включается на параллельно работающие четыре тяговых мотора. Изменение режима моторов производится при помощи изменения возбуждения генератора и тяговых моторов, причем вначале дается максимальное возбуждение тяговых моторов (в независимой обмотке) и минимальное возбуждение генератора.

После получения тепловозом определенной скорости независимая обмотка моторов выключается, и дальнейшая регулировка скорости происходит снова при помощи увеличения возбуждения генератора. Все эти операции производятся при помощи ездового контроллера, которым выключаются соответствующие ступени сопротивлений *28*, включенные в цепь питания возбуждения генератора и тяговых моторов.

Возбуждение генератора и тяговых моторов берется от возбудителя *23*, сидящего на продолжении вала генератора и, следовательно, приводимого во вращение от дизеля.

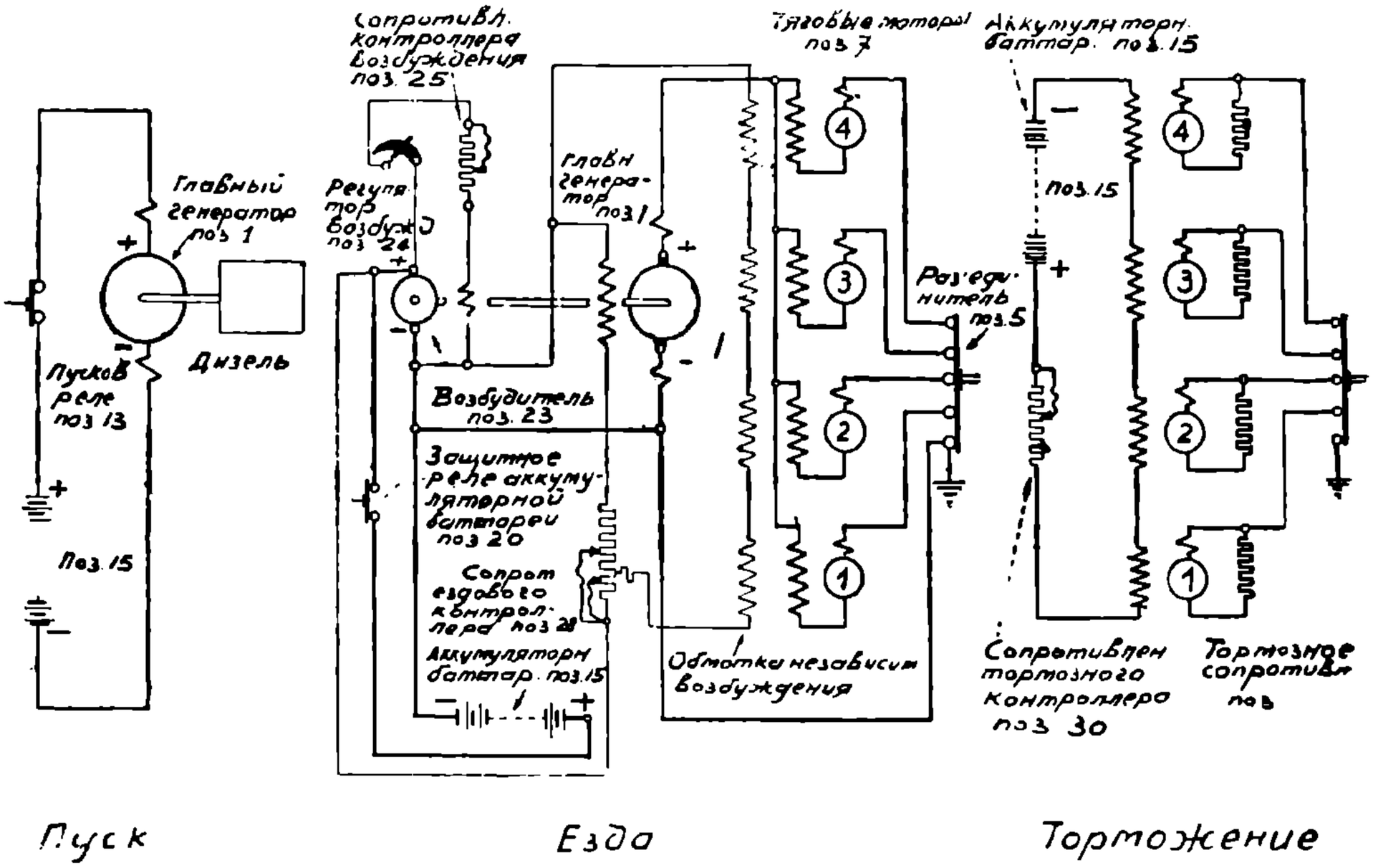
Цепь тока возбуждения генератора и моторов имеет следующие соединения. От положительного полюса *A* возбудителя *23* провод *111* ведет к реле возбуждения *27* и провод *112* через сопротивления *28* к контроллеру. Проводник *139* ведет к обмотке возбуждения генератора и через провод *B* обратно к возбудителю. Проводник *141*, который присоединен к клемме сопротивления, ведет к тормозному контроллеру *10*, где он через контактный палец соединен с проводом *166*; последний ведет к контроллеру возбуждения *26* через сопротивления и далее через провод *154* к проводнику *168*; от этого проводника через клеммы реверса, провод *170*, в обмотку независимого возбуждения моторов, проводник *171*, клеммы реверса, провод *172*, все обмотки независимого возбуждения

НТБ УДУНТ (ДИТ)

моторов и, наконец к проводнику *B*, который присоединен к отрицательному полюсу возбудителя. Когда один мотор отключен, на место его обмотки возбуждения включается компенсационное сопротивление *7-е*, сопротивление которого в омах равно сопротивлению обмотки мотора.

Для поддержания постоянного напряжения возбудителя вне зависимости от оборотов дизеля в цепи возбуждения возбудителя поставлено сопротивление *25*, выключаемое при помощи контроллера, сблокированного с подачей топлива на дизель таким образом, что при увеличении наполнения, а следовательно, и числа оборотов дизеля возбуждение возбудителя уменьшается. Реостат *24*, включенный в цепь возбуждения возбудителя, служит для повышения напряжения возбудителя при более усиленной зарядке аккумуляторной батареи.

Из схемы цепи главного тока уясняется путь тока от якоря генератора 1 к якорям тяговых моторов 1, 2, 3, 4: положительный полюс *A* главного генератора, противокомпаундная обмотка, провод *202*, реле обратного тока *67*, провод *249*, максимально температурное реле *2*, от этого реле ток разветвляется к четырем тяговым моторам. Провода *203*, *212*, *221* и *230* ведут к клеммам ре-



Фиг. 134 и 135. Упрощенная схема при пуске, езде и торможении.

верса и оттуда через его контакты к проводам *204*, *213*, *222* и *231*; затем через главные полюсы моторов и через провода *205*, *214*, *223* и *232* к клеммам тормозного переключателя (позиция 11). При положении тормозного контроллера на *О* присоединенные к этим клеммам молоточные контакты замкнуты, так что провода ведут дальше к проводам *206*, *215*, *224* и *233* и к клеммам реверса (позиция 4). При положении реверса на езду вперед путь тока идет через контакты реверса по проводам *207*, *216*, *225*, *234*, слева направо по схеме и далее через якорь, обмотку дополнительных полюсов тяговых моторов, через провода *208*, *217*, *226* и *235* к клеммам реверса и через контакты его далее по проводам *209*, *218*, *227* и *236* к книжным контактам тормозных сопротивлений (позиция 12) и к верхним крыльям шунта (позиция 134).

При положении реверса на задний ход ток идет в якорь мотора справа налево.

В ездовом положении молоточные контакты тормозного переключения, которые присоединены к сопротивлениям *12*, разомкнуты и ток идет через шунт *134*, разъединитель *5*, провод *250*, главный шунт *139*, провод *100* к отрицательному полюсу *B* главного генератора.

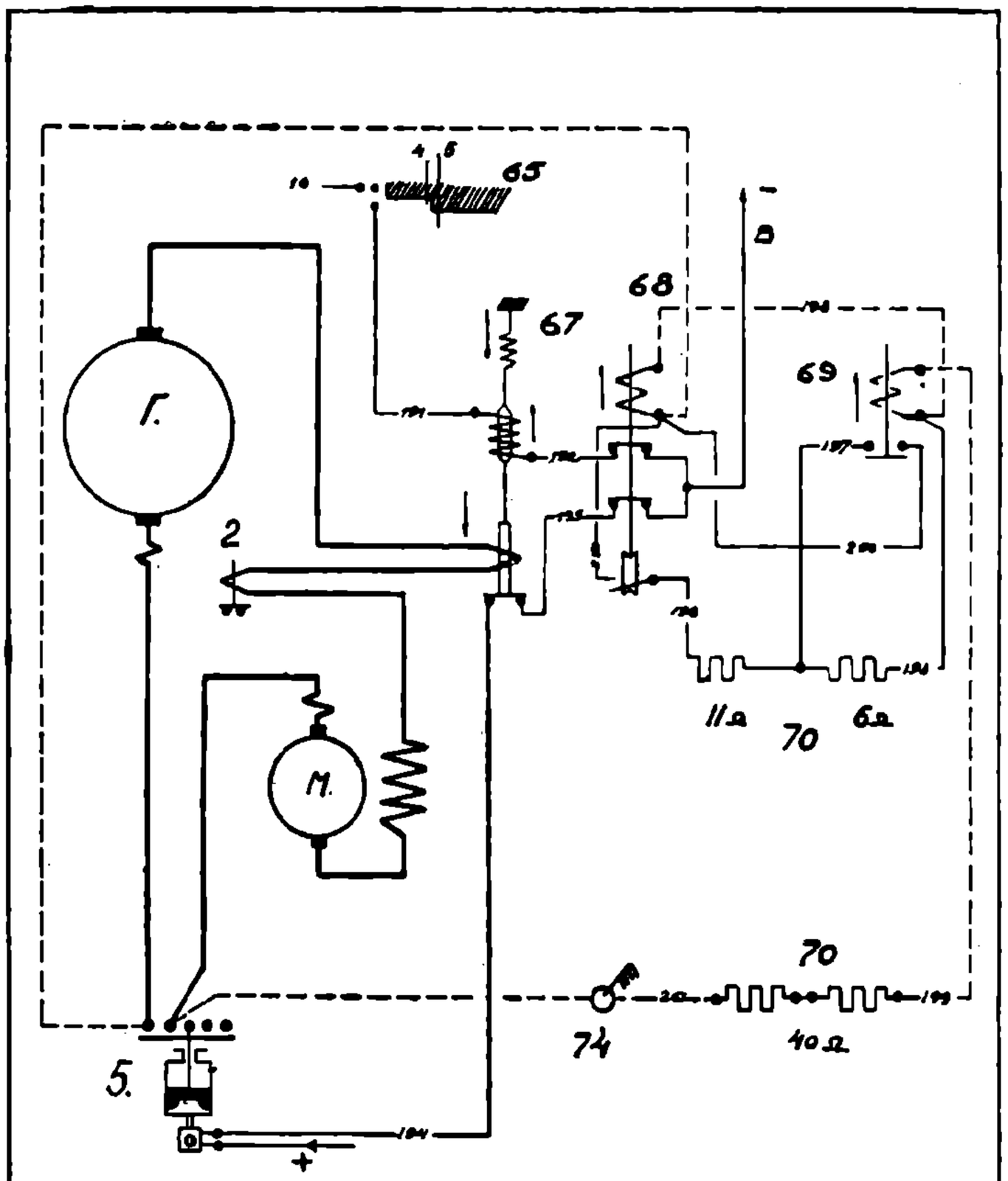
Торможение. В этом случае якоря тяговых моторов отсоединяются от якоря генератора и при помощи тормозного переключателя переключаются на тормозные реостаты сопротивления *3*, поглощающие таким образом энергию

НБ УДУНТ (ДИТ)

поезда. Сериесное возбуждение отключено от возбудительницы и включено через тормозной контроллер *3а* на аккумуляторную батарею *15*.

В начальный момент возбуждение тяговых моторов мало и тормозной эффект мал, но по мере введения тормозного контроллера, т. е. выведение сопротивления *30*, возбуждение тяговых моторов, а следовательно, и тормозной эффект тепловоза увеличиваются до допускаемой тяговыми моторами величины.

При торможении тормозной переключатель, связанный механически с тормозным контроллером, выводится из нулевого положения и ставится в одно из положений от 1 до 12. На тормозном контроллере между положением *0* и *1*



Фиг. 136. Упрощенная схема защиты от обратного тока.

имеется еще три добавочных положения — *a*, *b* и *c*. При положении *a* все молоточные контакты размыкаются, при положении *b* — замыкаются те из них, которые при нулевом положении были разомкнуты. Благодаря этому схема соединения тяговых моторов изменяется, причем провода *206*, *215*, *224*, *233* не соединены уже с проводами *205* и т. д., а соединены с проводами *210*, *219*, *228* и *237* и с сопротивлением *12*. Для контроля в цепи тока одного мотора включен амперметр *147*. Разъединитель *5* при этом включен и служит только для заземления цепи тока торможения.

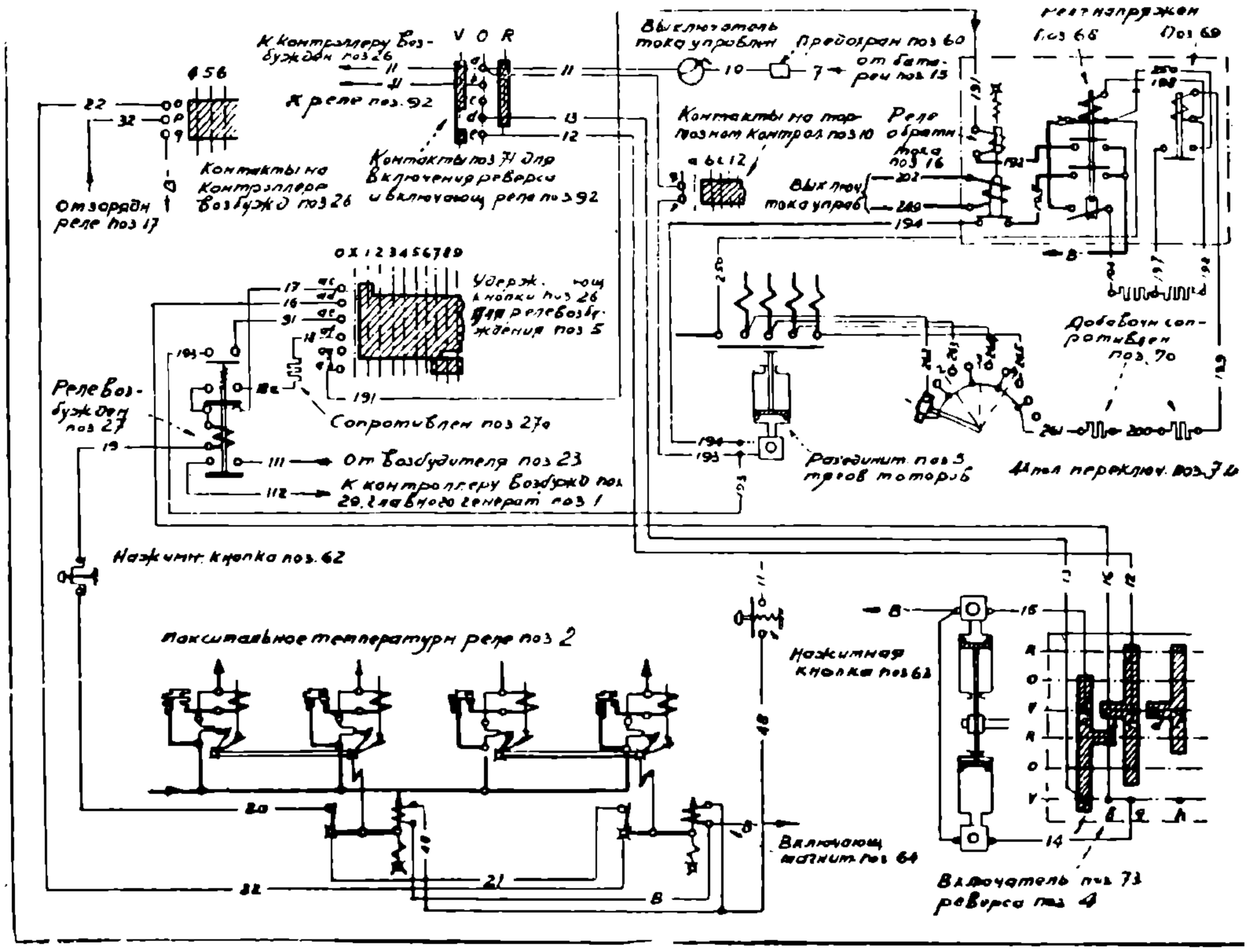
НТБ УДУНТ (ДИТ)

Схема защиты от обратного тока (фиг. 136).

В некоторых случаях—при подхватывании тепловоза или при ходе под уклон—напряжение генератора может оказаться ниже напряжения тяговых моторов, имеющих максимальное возбуждение от независимой обмотки, и тогда ток может броситься в генератор и повредить его. Для предохранения генератора от этого поставлено реле *67*, работающее как минимальный автомат: при броске тока реле *67* выключается, выключает разъединитель тяговых моторов *5*, отчего срабатывается реле *68*. После этого реле *67* замыкается, но разъединитель моторов *5* может замкнуться лишь тогда, когда замкнется реле *68* или когда, следовательно, напряжение генератора и тягового мотора сравняются (фиг. 136).

Схема цепи тока управления (фиг. 137).

Питание цепи управления тепловозом происходит от аккумуляторной батареи. Цепь управления выполнена таким образом, что все главные приборы управле-



Фиг. 137. Упрощенная схема цепи тока управления.

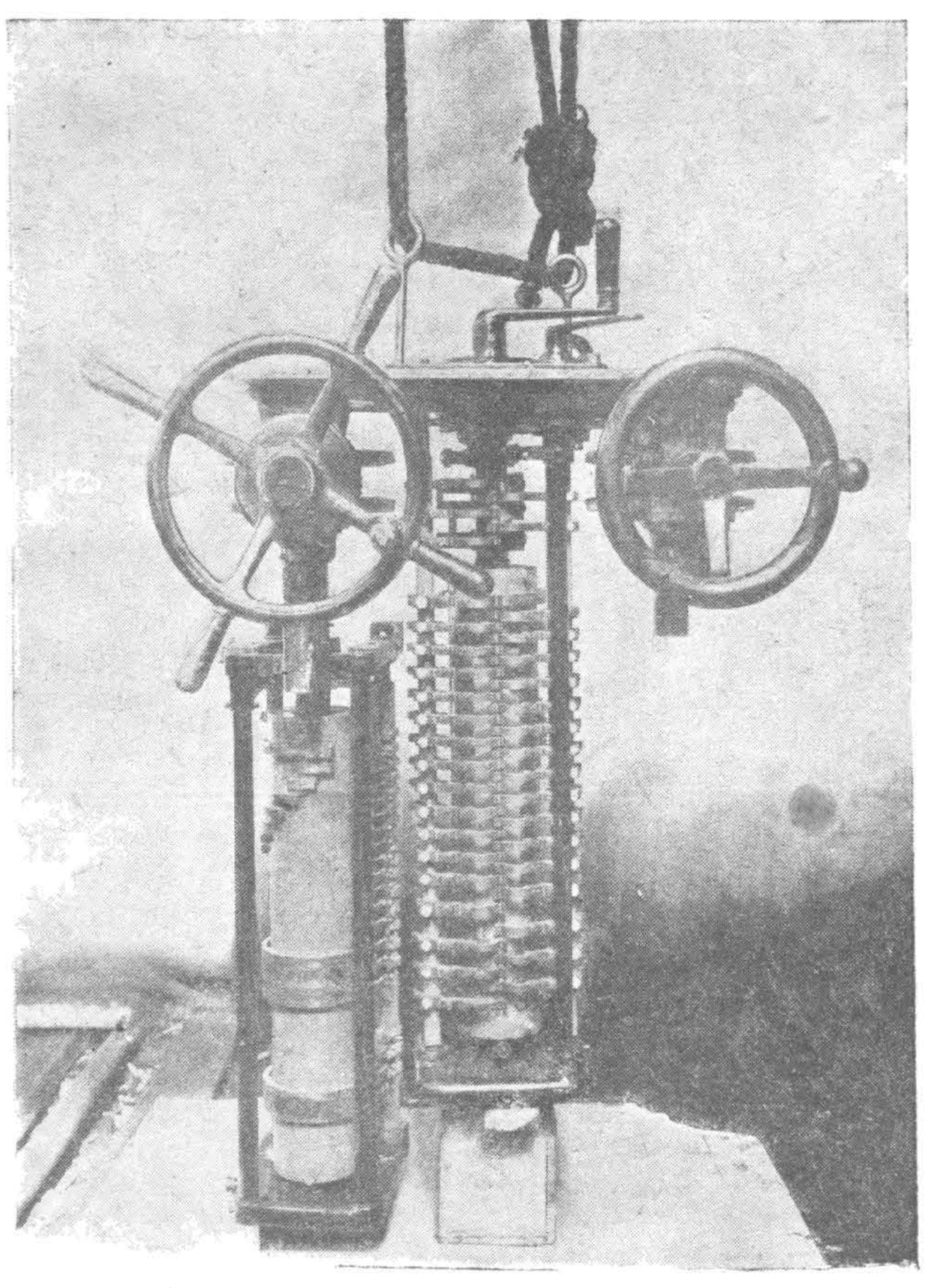
ния сблокированы между собою. Блокировка охватывает контроллер возбуждения, ездовой контроллер, контроллер торможения, переключатель торможения, реверс тепловоза, разъединитель тяговых моторов и реле защиты от обратного тока.

В этом случае нужно рассмотреть также три положения: а) пуск дизеля, б) езда, в) торможение.

а) Контроллер *26* находится в начале на 0, затем он ставится в положение I—тогда по проводу *11* ток подводится ко всем проводам тока управления: от положительного провода батареи провод *7*, предохранитель тока управления *60*, провод *10* и выключатель тока управления. На положении I контроллер

ЦБ УДУНТ (ДИТ)

26, провод *45* (см. цепь вспомогательного тока) ставится под напряжение, благодаря чему реле *105* включается и начинает работать водяной насос *109*. После этого контроллер ставится в положении II и под напряжением ставится провод *46*—в этом положении дизель может быть запущен нажимом кнопки *77*, вследствие чего соединяются провода *46* и *47* и пусковое реле *13* включается. Таким образом дизель не может быть запущен ранее запуска водяного насоса. Вначале дизель работает с оборотами примерно 250 об/мин., но затем на положении III и IV помощью механической передачи (см. стр. 134) пружина регулятора затягивается и обороты дизеля поднимаются примерно до 350 об/мин. и держатся приблизительно постоянными. На положении IV (фиг. 137) соединяются провода *22* и *32*; так как провод *22* находится в цепи реле возбуждения *27*,



Фиг. 138. Контроллеры: возбуждения (поз. 26), ездовой (поз. 29), тормозной (поз. 10), ручн. переключ. (поз. 71).

то значит дизель может нагружаться лишь с IV положения контроллера. Провод *32* находится в цепи зарядного реле *17*, значит и оно включается тоже только с IV положения контроллера.

б) Пуск тепловоза и регулировка скорости производятся преимущественно главным контроллером, о чем говорилось раньше, но для этого можно пользоваться и контроллером *26*.

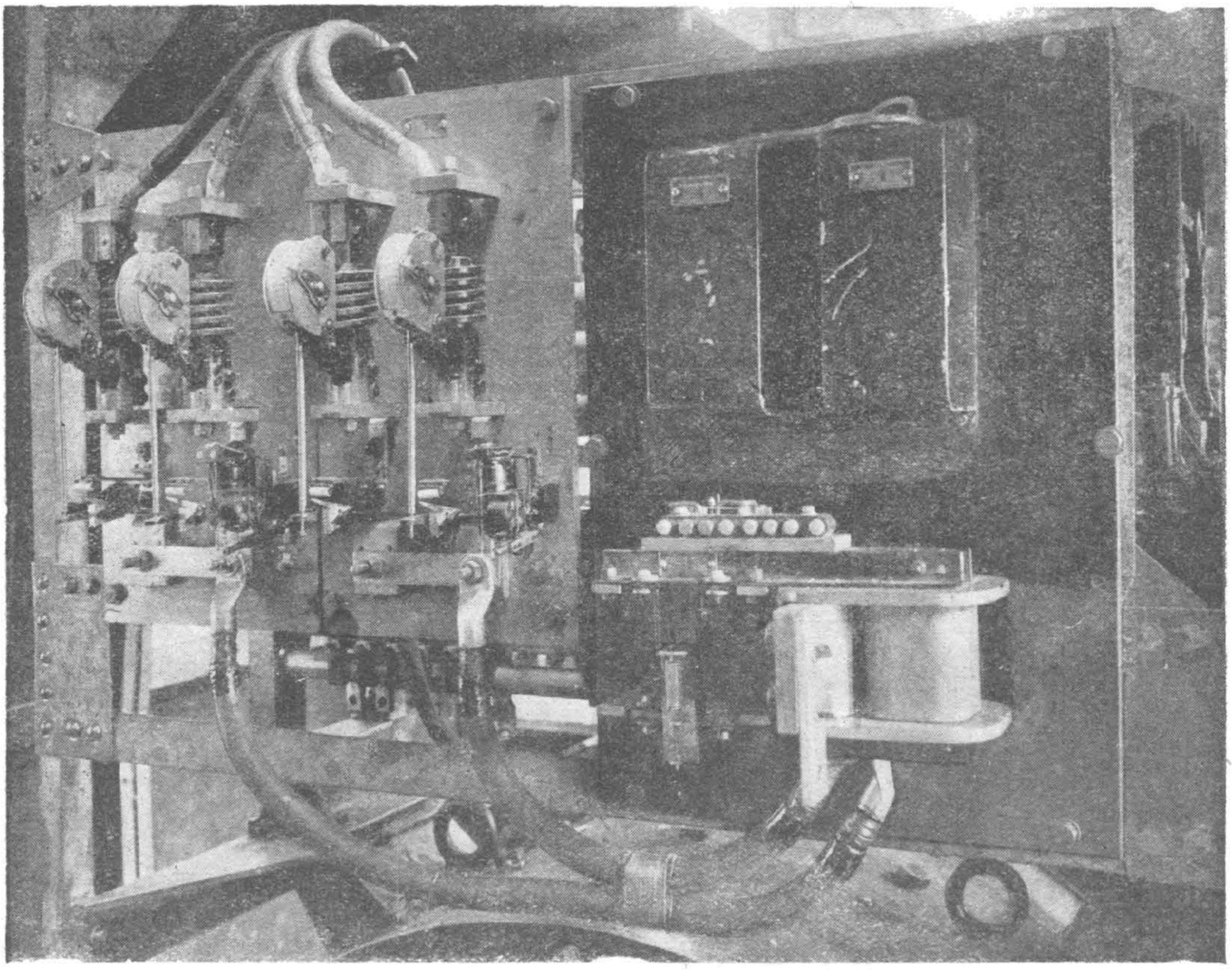
В этом случае сначала переключатель *71* ставится в желаемое ездовое положение, благодаря чему цепь реверса *4* от провода *11* или *12* замыкается через провод *13*; при этом ставится под напряжение провод *14* или *15* и реверс ставится в необходимое положение. Одновременно провод управления *41*, который про-

ГПР УДУНТ (ДИТ)

ходит реле *92*, ставится под напряжение и запускаются моторы вентиляторов. Как только рукоятка переключателя *71* ставится в ездовое положение, главный барабан отблокируется и контроллер *29* может ставиться в первое положение.

Таким образом имеется электрическая блокировка, при которой провод *65* получает напряжение, когда реверс стоит в том положении, которое установлено машинистом тепловоза переключателем *71*.

На положении I контроллера *29* реле возбуждения *27* включается: через контакт *ac*, провод *17*, цепь катушки реле возбуждения *27*, через блокировочный контакт на нем, провод *19*, кнопку *62*, провод *20*, искрогасительные контакты максимального реле *2*, провод *21* и *22* и упомянутого контакта *2* контроллера *26*. Таким образом реле возбуждения *27* замыкается и генератор получает возбуждение. После замыкания реле *27*, спустя 1—2 секунды, замыкается другой



Фиг. 139. Температурно-максимальное реле—поз. 2

контакт этого реле, так что провода *31* и *193* соединяются, благодаря чему разъединитель *5* и цепь электропневматического клапана этого реле замыкаются через провод *194* и *195* (реле обратного тока *67* и реле напряжения *68* не разомкнуты).

Таким образом тяговые моторы ставятся под напряжение и начинают вращаться.

Если реле возбуждения *27* по какой-либо причине в положении контроллера *2—25* выпадает, то для нового включения необходимо контроллер поставить в положение I для того, чтобы дать в него ток по проводу *17*.

Разъединительные контакты максимального реле *2* находятся в цепи тока, удерживающего реле возбуждения *27*. При перегрузках реле возбуждения выпадает, и возбуждение генератора прекращается. Температурно-максимальное

НБ УДУНТ (ДИТ)

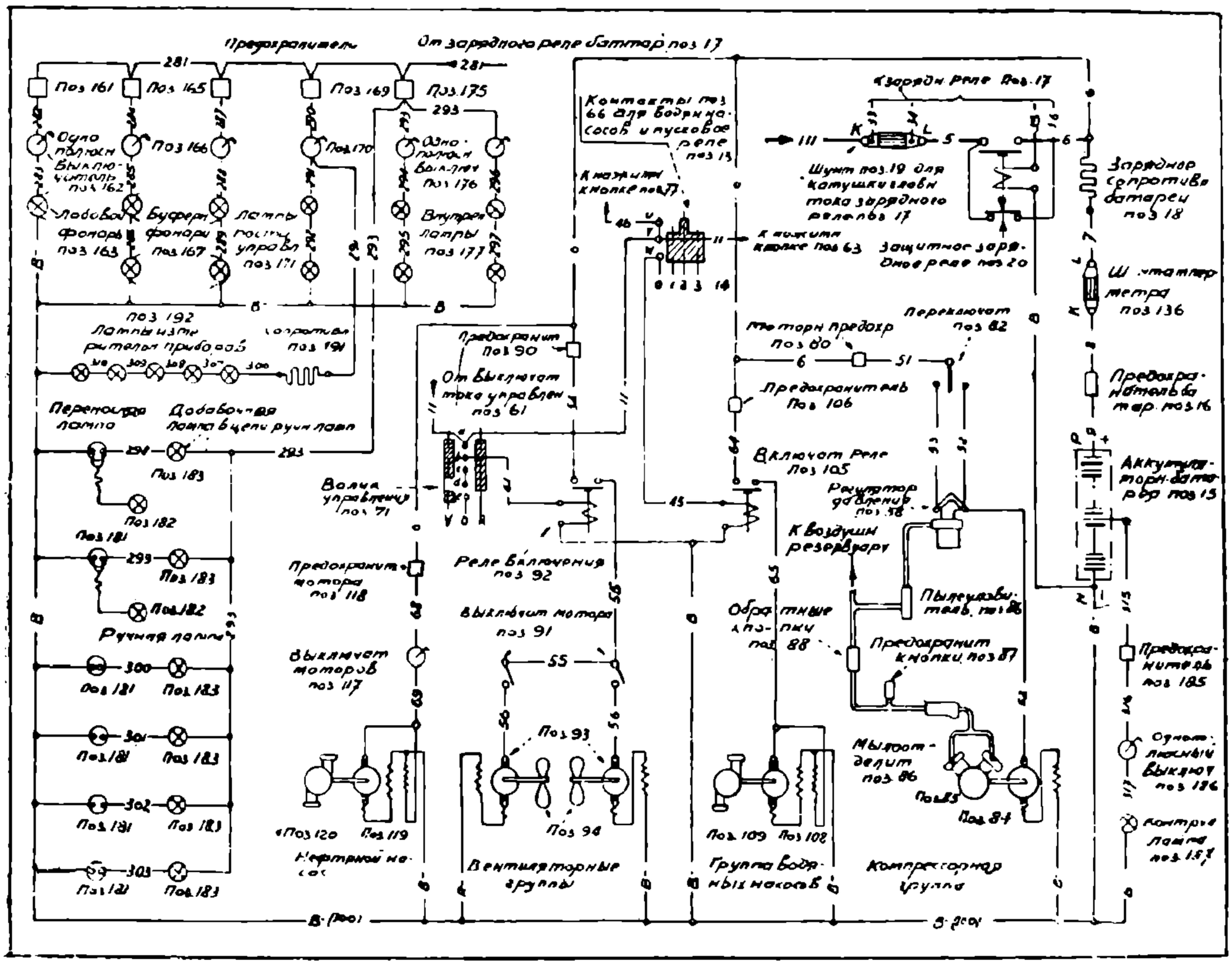
реле *2* включается помощью кнопки *63*, при этом провод *48* присоединяется к проводу тока управления *11*, и электромагнит *64* замыкает контакт.

С помощью кнопки *62* можно принудительно выключать реле возбуждения генератора и моторов, если по каким-либо причинам оно не нужно.

в) Чтобы придать наибольшую надежность электрическому торможению, его работа происходит независимо от каких-либо приборов, и в цепи нет ни реле, ни предохранителей, и возбуждение выключается и включается непосредственно контроллером.

Схема цепи освещения и цепи вспомогательного тока (фиг. 140).

Цепь освещения и вспомогательных моторов питается от аккумуляторной батареи, причем в момент зарядки батареи в цепь питания подключается поглощающее сопротивление.



Фиг. 140. Упрощенная схема цепи освещения и цепи вспомогательного тока.

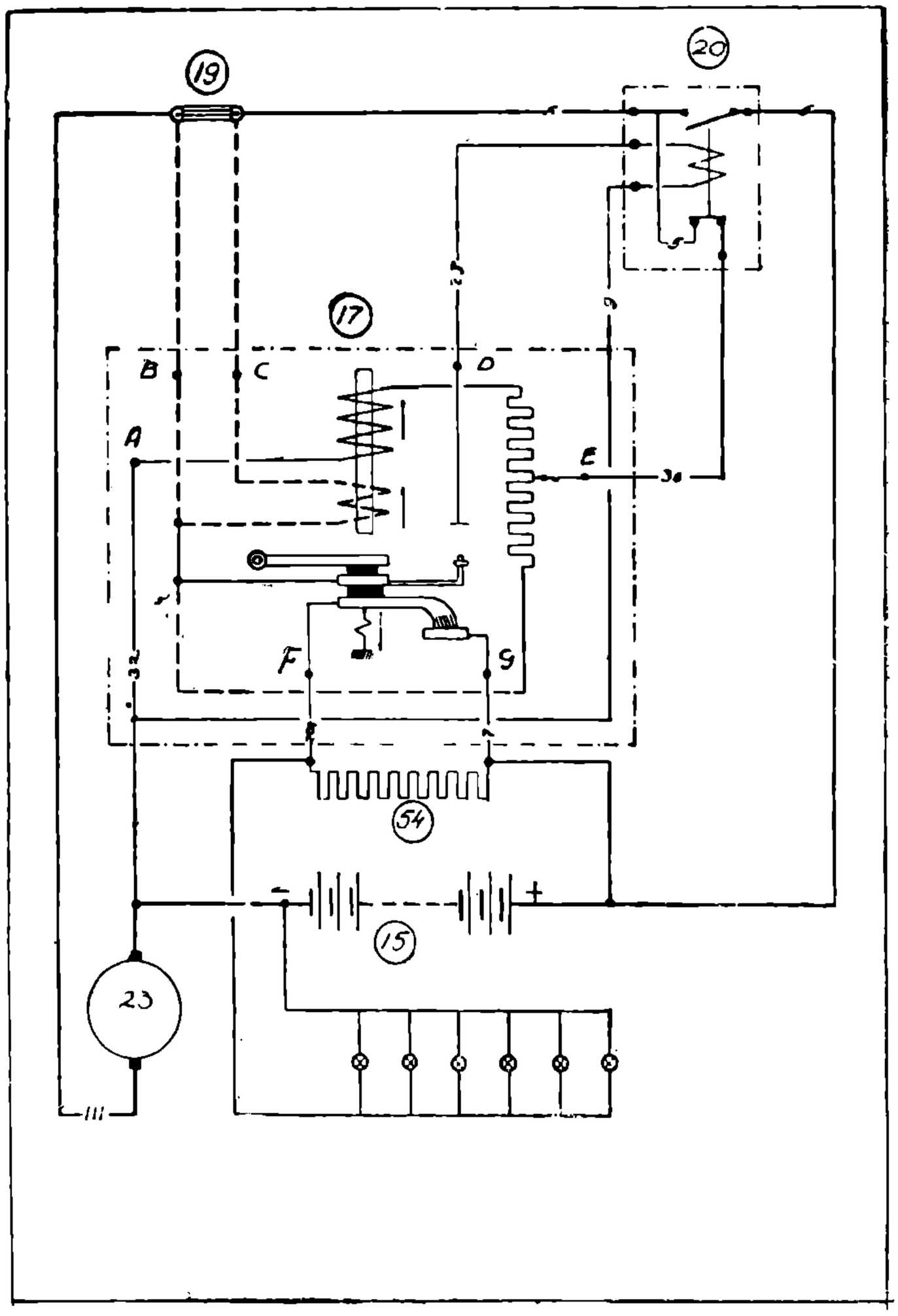
Напряжение для осветительной сети представляет собою напряжение разрядки батареи около 100 *в*. Нормальное напряжение ламп накаливания батареи около 150 *в*, поэтому последовательно включаются по две лампы и только у профектора *163* лампа непосредственно включена в 150 *в*. Для того, чтобы при работающем дизеле, когда батарея заряжается повышенным напряжением, к лампам не подавалось излишнего напряжения, реле *17* включает сопротивление в цепь тока освещения. Весь ток в цепи освещения при питании от батареи идет от положительного полюса батареи через провод *9*, предохранитель *16*, провод *8*, шунт *136*, провод *7*—нижняя щетка зарядного реле, провод *281*. Отсюда идут отдельные ответвления к различным предохранителям отдельных цепей освещения.

УДУНТ (ДИТ)

Все моторы имеют безреостатный пуск и пускаются при помощи реле, включаемых автоматически: водяного насоса—от контроллера возбуждения, вентиляторов тяговых моторов—от ездового переключателя реверса и тормозного—от специального регулятора давления в тормозном трубопроводе. Нефтяной насос включается произвольно при помощи выключателя, включаемого от руки.

Схема питания вспомогательных аппаратов тепловоза (фиг. 141).

На схеме показано питание цепи вспомогательных устройств при стоянке дизеля; питание происходит от аккумуляторной батареи *15* через контакты



Фиг 141. Упрощенная схема питания вспомогательных аппаратов тепловоза.

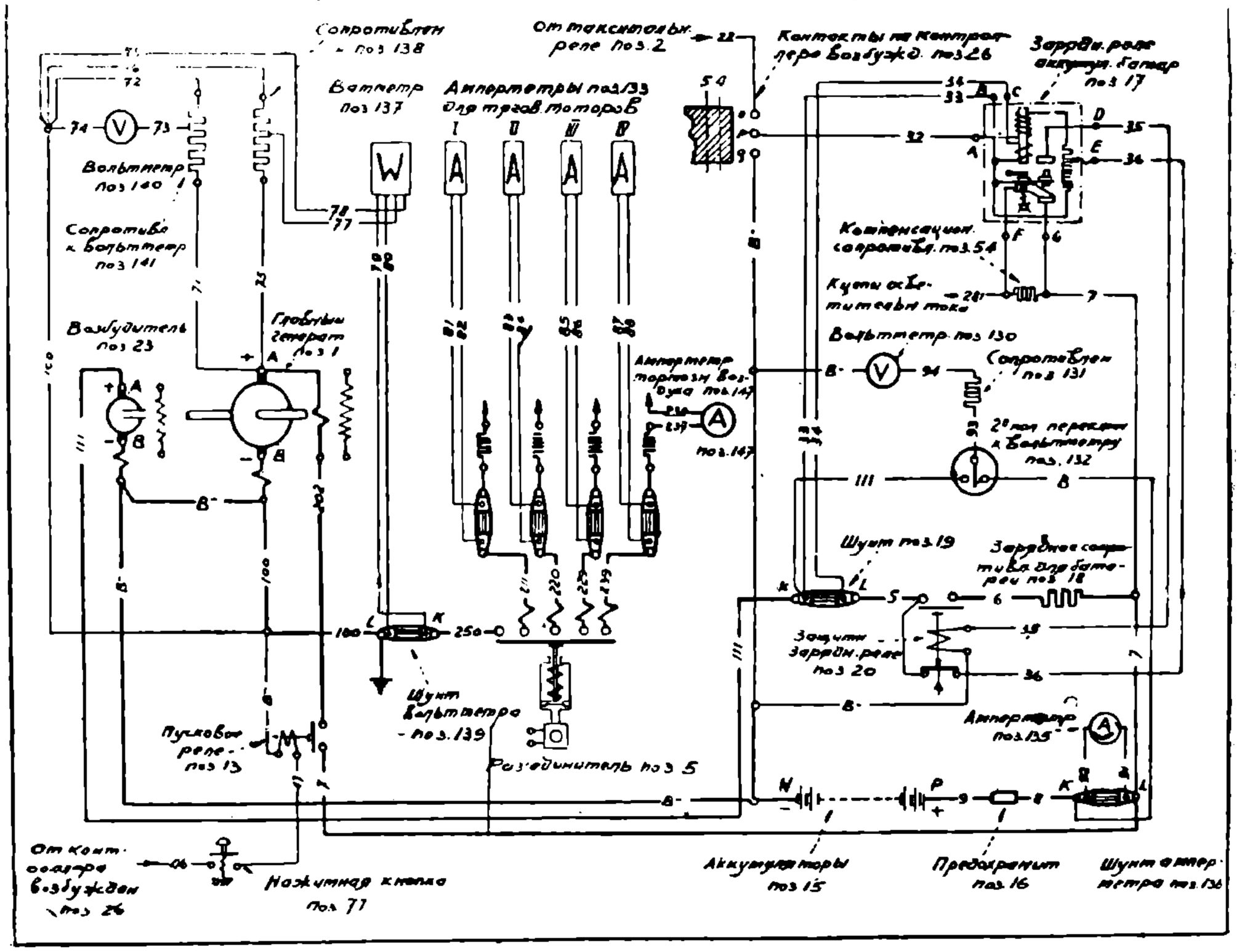
G и *F*. При работающем дизеле автомат *17* производит автоматическое включение батареи на зарядку, и питание вспомогательных аппаратов происходит через сопротивление *54*. Автомат *17* работает кроме того и как минимальный автомат от обратного тока из аккумуляторой батареи (фиг. 141).

НБ УДУНТ (ДШТ)

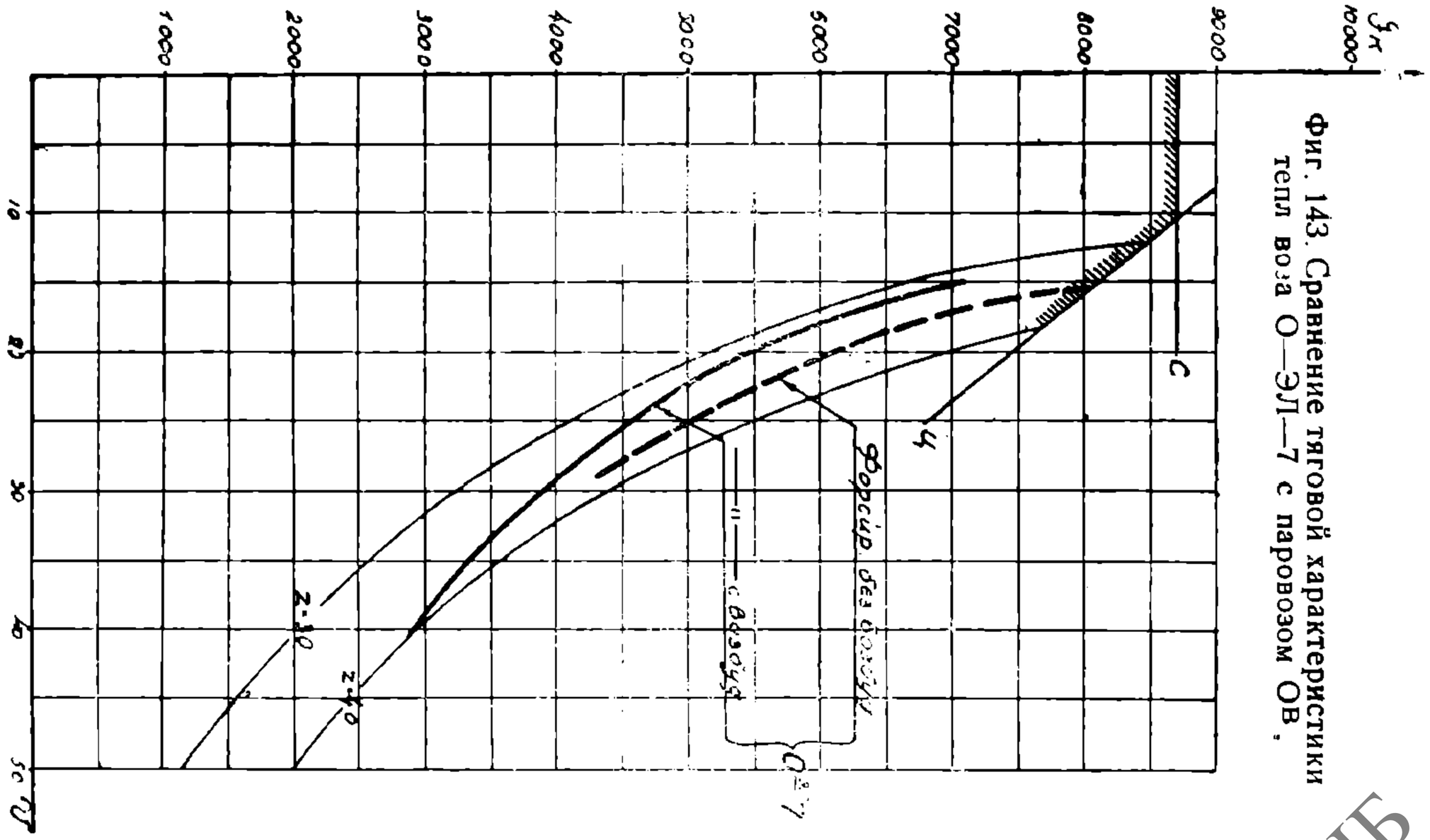
Схема зарядки аккумуляторной батареи и измерительных приборов

Эта схема не требует особенного пояснения.

В заключение описания тепловоза приведена одна из его тяговых характеристик и проведено сравнение тепловоза О—ЭЛ—7 с паровозом серии $О^{в}$. В настоящее время проводятся подробные испытания тепловоза О—ЭЛ—7, после чего будет составлен его паспорт (фиг. 143).



Фиг. 142. Упрощенная схема зарядки батареи и измерительных приборов.



Фиг. 143. Сравнение тяговой характеристики тепловоза О—ЭЛ—7 с паровозом $О^{в}$.

НБ УДУНТ (ДИТ)

III. СТРОЯЩИЕСЯ ТЕПЛОВОЗЫ

Изучение эксплоатации работающих тепловозов, на которых как на первых опытных экземплярах оказалось много конструктивных недостатков, требовало устранения их на вновь строящихся тепловозах; поэтому тепловозы, находящиеся в настоящее время в постройке, являются развитием и улучшением конструкций уже работающих и дают новые решения по созданию простого, надежного и вместе с тем более мощного тепловоза.

При постройке тепловозов с электрической передачей основным вопросом, возникающим по отношению к этой передаче и определяющим общую конструкцию подобных тепловозов, является вопрос о числе и расположении тяговых моторов.

В этом отношении различают, подобно практике по электровозам, два основных типа тепловоза с электрической передачей в зависимости от рода привода ведущих осей.

1. Так называемый индивидуальный привод, когда каждая ведущая ось имеет тяговый мотор, одиночный или сдвоенный, передающий вращение оси через зубчатые колеса; преимуществами такого привода являются:

а) чрезвычайно хорошее вписывание тепловоза в кривые благодаря независимости осей, а следовательно, и отсутствие сопротивления движению экипажа в кривых;

б) абсолютная равномерность в передаче вращающего момента осям, чего нет при дышловой передаче, где вращающийся момент меняется по величине на каждой стороне от нуля до своего постоянного значения в зависимости от положения пальца кривошипа, что отражается на дышловом механизме;

в) порча одного или даже нескольких моторов не выводит тепловоз из строя и позволяет, хотя бы со сниженным весом поезда, вести последний дальше;

г) пробуксовка осей при такой передаче отсутствует, так как неравномерность износа бандажей при данной передаче не имеет значения;

д) уход за тепловозом во время его работы в отличие от дышлового привода легче и, кроме того, уменьшается расход смазки;

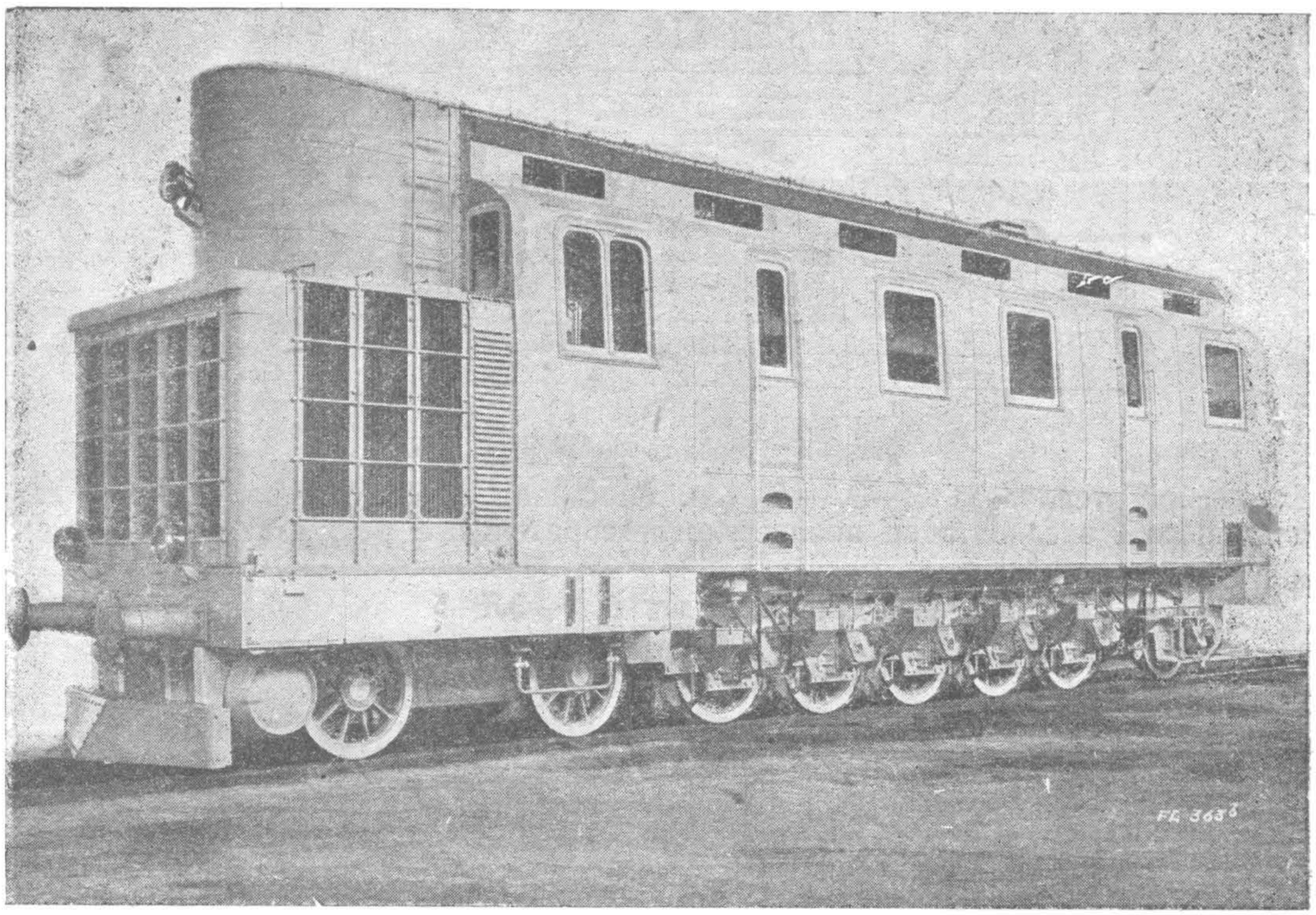
е) отсутствует отбойный вал, установка и поддержание которого в должном состоянии достаточно сложны;

ж) при индивидуальном приводе исключается совершенно так называемая подъемка тепловоза для проточки бандажей, так как оси могут быть проточены в последовательном порядке—одна за другой, приурочивая опускание оси и проточку бандажей к какому-либо периодическому ремонту по другим агрегатам тепловоза. Неточности в размерах диаметров бандажей при индивидуальном приводе не имеют существенного значения.

Недостатками индивидуального привода нужно считать нижнее расположение моторов, вследствие чего осматривать их на ходу поезда нельзя и нужно иметь специальные канавы для осмотра коллекторов и смены щеток. Правда, этот недостаток, как видно из описания тепловоза Э—ЭЛ—8, на этом тепловозе устранен благодаря специальной конструкции, но в целом все же с ним нужно считаться. Кроме того, значительное количество тяговых моторов при индивидуальной передаче вызывает высокую стоимость подобного тепловоза.

НБ УДУНТ (ДИТ)

2. Вторым видом электрической передачи является групповой привод, когда на раме тепловоза устанавливается один простой или сдвоенный тяговой мотор, а при больших мощностях два мотора, от якорей которых через зубчатую передачу движение передается отбойному валу, несущему на себе кривошипы. От последних движение передается через главные дышла и спарники ведущих осям. Преимущества такого привода следующие:



Фиг. 144. Тепловоз Э—ЭЛ—5; общий вид.

а) меньший сравнительно с индивидуальным приводом вес моторов, так как единица мощности моторов меньше весит в крупных машинах, чем в мелких, и по цене 1 тонна подобной единицы дешевле, чем 1 тонна единицы мелких машин;

б) уход за тяговыми моторами в этом случае весьма прост и удобен как на ходу поезда, так и во время стоянок;

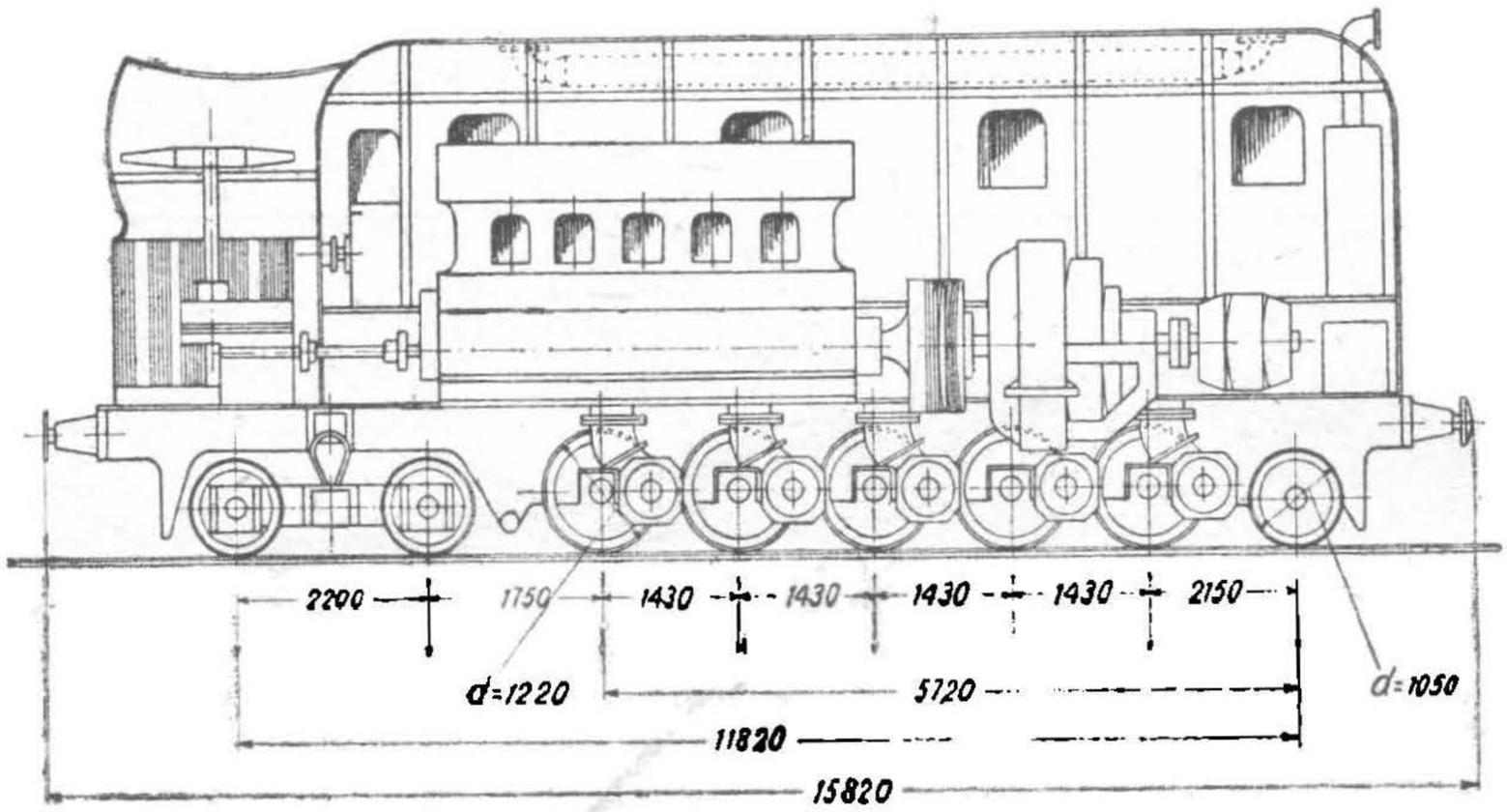
в) коэфициент полезного действия крупных моторов выше, чем мелких индивидуальных.

К недостаткам этого привода следует отнести то, что при возрастании мощности, требуемой для тепловоза, возрастают трудности в конструкции дышлового привода. Кроме того, при групповом приводе в случае повреждения тягового мотора тепловоз не может самостоятельно двигаться.

Сравнение тепловозов с индивидуальными моторами и с групповым приводом должно выяснить преимущества и недостатки каждого из них в эксплоатационных условиях и дать возможности окончательно решить вопрос о выборе определенного привода для тепловозов с электрической передачей. Поэтому на строящихся ныне тепловозах с электрической передачей в порядке опыта осуществляются различные системы привода — индивидуальный (Э—ЭЛ—5), сдвоенные моторы (Э—ЭЛ—8), групповой привод от одного мотора (О—ЭЛ—6) и групповой привод от сдвоенного мотора (Э—ЭЛ—4). Каждый из этих экземпляров имеет особенности в конструкции, с которыми небезынтересно будет познакомиться.

РЕПОЗИТОРИЙ УДУНТ (ДИТ)

В настоящее время прибыл в СССР тепловоз Э—ЭЛ—5, построенный по нашему проекту в Германии. Тепловоз этот представляет собою развитие и



Фиг. 145. Разрез тепловоза Э—ЭЛ—5.

улучшение тепловоза Э—ЭЛ—2 (см. описание), проработавшего уже 6 лет и давшего в эксплоатации вполне удовлетворительные результаты (см. ниже).

Основные данные тепловоза Э—ЭЛ—5

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Тип	2—5—1
Длина между буферами.	15 820 *мм*
База полная	11 820 „
База жесткая . . .	5 720 „
Наибольшая ширина	3 400 *мм*
Наибольшая высота .	5 249 „
Вес служебный общий	137,5 *т*
Вес сцепной	92,5

Нагрузка

Передней тележки	12,2 + 12,4 *т*
Сцепной оси	20,5 *т*
Поддерживающей оси.	14,6 „
Запас топлива.	3,9 „
„ воды .	1,5 „
„ смазки	0,7 „

Разбеги

Тележки	± 110 *мм*
I сцепной оси.	0
II сцепной оси.	± 15
III сцепной оси.	± 15
IV сцепной оси	± 15
V сцепной оси . .	0
Поддерживающей оси. .	± 65
Диаметр движущих колес .	1 220 „
Диаметр бегунковых колес	1 050 „
Сила тяги в течение 15 минут при 21 *км*/час	12 000 *кг*
Дизель при 450 об/мин.	1200 л. с.
Мощность на ободе.	850 л. с.
Коэфициент п. д.	25,8
Сила тяги в течение часа при 17 км/час	11 800 *кг*
Дизель при 420 об/мин. . .	1080 л. с.
Мощность на ободе	780 л. с.
Коэфициент п. д.	27
Сила тяги в течение часа при 11 *км*/час.	19 200 *кг*
Дизель при 420 об/мин.	1080 л. с.
Мощность на ободе.	750 л. с.
Коэфициент п. д.	25

НБ УДУНТ (ДИТ)

Главный двигатель и холодильник

Тип двигателя . . .	бескомпрессорный
Диаметр цилиндров.	450 *мм*
Ход поршня . .	420
Число цилиндров.	6
Наибольшее число оборотов.	450 об/мин.
Предельное рабочее число оборотов.	450
Наибольшая эффективная мощность при 450 об/м в течение 15 мин	1 200 л. с.
Компрессор, связанный с дизелем—2-ступ. подача воздуха при давлении	40 $м^3$/час. 80 атм.
Охлаждение поршней	масляное
Подача водяного насоса наибольшая.	95 $м^3$/час.
Мощность мотора типа GC 134 для водяного насоса-продолжительная	21,5 л. с. 1 750 об/мин. 135 вольт
Подача масляного насоса дизеля.	12 $м^3$/час.
Подача масляного насоса для охлаждения поршней.	36 „
Мощность мотора масляного насоса продолжительная	16 л. с. при 1 260 об/мин. 135 *в*
Поверхность водяного холодильника 4 элемента по 80 $м^2$ кажд. . .	320 $м^2$
Поверхность масляного холодильника для машины и поршней (2 элем. для машин и 5 для поршней)	160/400 $м^2$
Наибольшее число вентилятора холодильника и мощность	1 230 об/мин. (при 440 об/ дизеля) 60 л. с.
Наибольшая подача воздуха.	40 $м^3$/сек. при 37° Ц
Диаметр колеса Бетца	1 600 *мм*
Маховик дизеля: ∅ = 1 400 *мм*; ширина 120 *мм*; вес = 800 *кг*: GD^2 = 1 050 *кг*/$м^2$.	

Электрическая передача

Генератор—тип GC.	1 500/12/330 постоянного тока с независимым возбуждением
Генератор—тип GD^2 . .	5 400 *кг*/$м^2$
При 450 об/мин. наибольшее напряжение в течение 15 минут.	700 вольт при 1 050 амп.
Часовая сила тока . .	1 750 амп. при 450 вольт
Длительная сила тока	1 440 амп. при 550 вольт
При 300 об/мин. наибольшее напряжение в течение часа	440 вольт при 1 000 амп.
Длительная сила тока.	1 450 амп. при 300 вольт

Возбудительная группа по схеме Леонардо

Главный возбудитель—тип *GCDF*	750/8
Напряжение	135—140 вольт
Мощность продолжительная .	61 *KB* при 250—450 об/мин.
Наибольшая сила тока в течение 20 мин	560 амп. при 125 вольт

Тяговые моторы

Число моторов.	5
Тип моторов	*GDTM*/524
Включение в главную цепь .	параллельное
Передаточное число зубчаток	15 : 86 (1 : 5,74)
Расположение моторов . .	на отдельных осях
Мощность мотора часовая.	*KB* 140 (390 об/мин., 350 амп. 440 вольт)
Длительная мощность.	*KB* 120 (445 об/мин., 290 амп. 460 вольт)
Число оборотов якоря при скорости тепловоза под током в 50 *км*/час.	1 270 об/мин.
Число оборотов якоря при скорости тепловоза без тока в 55 *км*/час.	1 400 об/мин.

Вспомогательное оборудование

Аккумуляторная батарея—тип	железоникелевая, щелочная
Число элементов	80
Напряжение зарядного тока .	135 вольт
Наибольший зарядный ток. . .	10 амп.
Емкость при 3-часовом разряде	160 амп./час.
Моторы для вентиляции тяговых моторов тип G 114 a.	2 шт. каждый 6 л. с. при 900 об/мин. 135 вольт

НБ УДУНТ (ДПТ)

Подача воздуха вентиляторами	225 *м*³/мин. при давлении в 50 *мм* водяного столба
Мотор нефтяного насоса тип GC—мощность	$^1/_2$ часовая, 1 л. с. при 1 500 об/мин.
Подача нефтяного насоса .	7 *м*³/час.

Веса отдельных частей тепловоза

Дизель.	25 950 *кг*
Генератор вместе с возбудителем .	14 500 „
Тяговый мото, с двумя зубчатками	3 430 „
Аккумуляторная батарея	3 000

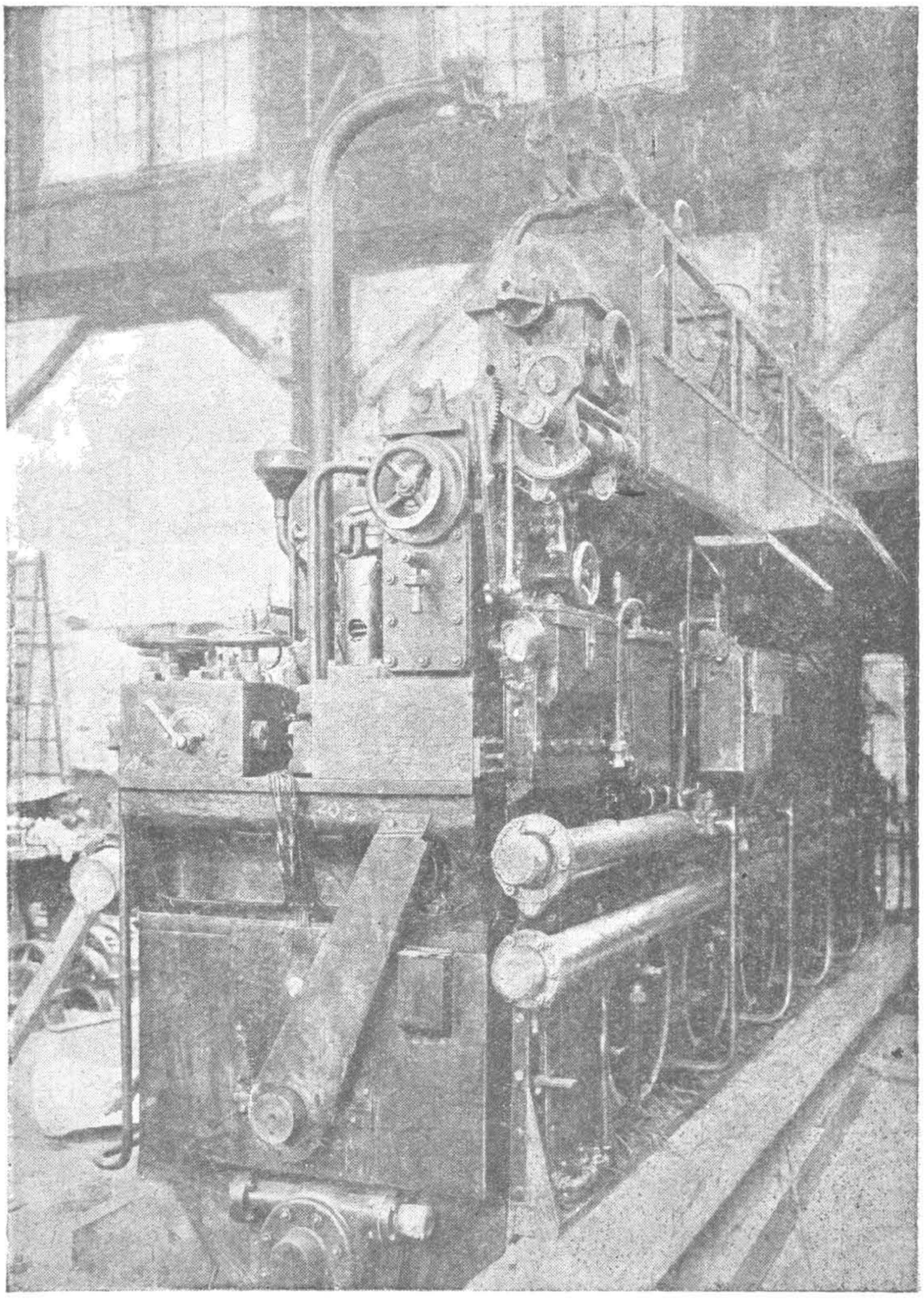
Дизель этого тепловоза представляет совершенно новую модель мощного бескомпрессорного дизеля только что построенного заводом МАН. В отличие от двигателей той же марки, но компрессорных, этот дезель имеет повышенные обороты –450 об/мин.

Главнейшие данные по испытанию этого двигателя во время приемки его показали следующее:

Опыт №	1—4	5	6	7	8	9	10
Дата—1939 г.	25/VII	25/VII	26/VII	26/VII	26/VII	26/VII	26/VII
Длительность испытания	11,00 23,00	23,00 24,00	0,00 2,00	2,00 4,00	4,00 5,00	5,00 6,00	11,30 13,30
Нагрузка в л. с.	740 норм.	194 $^1/_4$ п.	376 $^1/_2$ п.	550 $^3/_4$ п.	297 $^1/_2$ п.	454 $^3/_4$ п.	1 170 перегр.
Число оборотов в минуту .	318	315	315	315	250	250	450
Средний вращающийся момент $Md = 100\%$ при $n = 318$ $N_{ef} = 740$	100%	26%	51%	75%	50%	76%	110%
Установка наполнения *мм* .	3,6	1,7	2,4	3,0	2,5	3,0	5,3
Давление охлаждающей воды атм	0,75	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	1,4
Давление смазки перед фильтром атм	2,2	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,3
Давление смазки подшипников атм	2,05	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,1
Давление смазки охлаждения поршней атм	2,6	2,1	2,0	2,0	1,9	1,8	2,0
Температура холодной воды Ц°	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	13,5	17
Температура охлаждения воды перед цилиндром Ц°	72	61	68	66	67	73	82
Температура охлаждения воды, выходящей из цилиндров Ц°	82	66	76	75	75.	83	91
Температура поршневого масла при входе Ц°	36	33	36	40	36	39	41
Температура поршневого масла при выходе Ц° . .	52	43	50	54	44	54	65
Температура смазки при входе Ц°	32	29,5	30	30,5	39,5	30,5	38
Температура смазки при выходе Ц°	—	—	—	—	—	—	—
Температура выхлопа Ц° . .	350	140	200	265	175	230	560
Температура помещения Ц °.	24	22	21	20,5	19,5	20	28
Расход топлива (солярового масла, в *г* на л. с./час .	169	234	188	172	185	170	196

НЕ УДУНТ (ДИТ)

В основном конструкция дизеля уясняется из фигур 146, 147 и 148. Из фигуры 146 понятны приборы запуска дизеля, изменение наполнения и зажигания. Пуск производится с помощью специального электропневматического клапана, установленного на тепловозе слева и пусковой кнопки к этому клапану, находящейся на передней части дизеля у дизелиста, но в случае необходимости дизель может быть пущен и с помощью пускового рычага (фиг. 146). Из этой же фигуры уясняется система масленого трубопровода для охлаждения поршней и смазки трущихся частей двигателя; в верхней части двигателя расположены топливные насосы; внизу из фигуры 147 понятен водяной трубопровод для двигателя и компрессора, виден масляный зубчатый насос для смазки двигателя установка компрессора, а наверху—кронштейны для распределительного вала к топливным насосам и, наконец, расположение последних.



Фиг. 146. Дизель тепловоза Э—ЭЛ—5; передняя часть—управление.

Фигура 148 дает понятие о расположении рычагового вала, вала к насосам и установке топливных насосов.

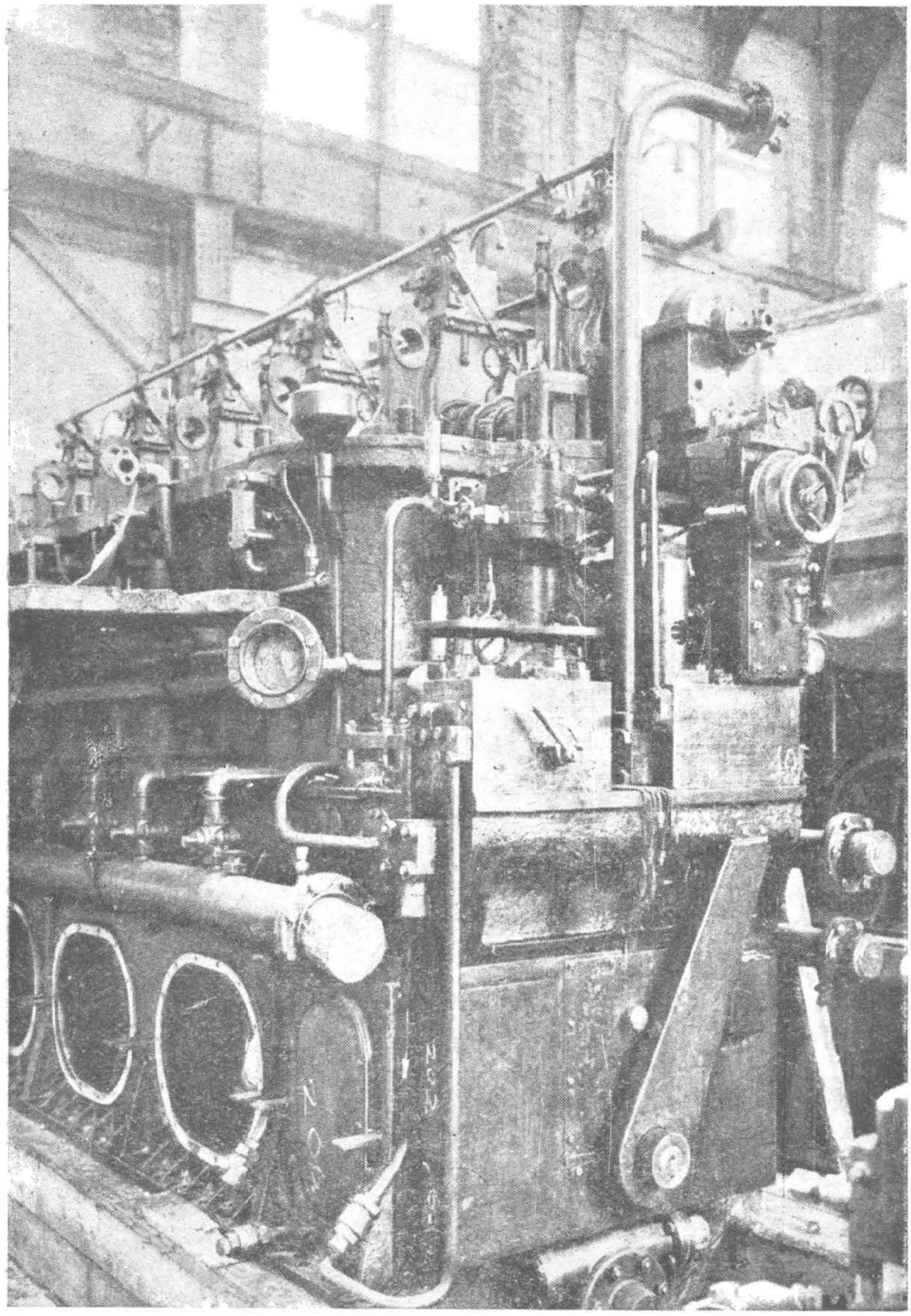
Остановимся вкратце на наиболее интересных деталях этого двигателя.

В отличие от двигателей тепловозов Э—ЭЛ—2 и Э—МХ—3 шатун этого двигателя круглого сечения с внутренним сверлением, служащим для подвода смазки к головному подшипнику. Поршень, как указывалось раньше, охлаждается маслом, подводимым к головке с помощью шарнирных трубок, видных на фигуре 149 и 150.

Цилиндровая крышка этого двигателя (фиг. 151) также значительно отличается от крышек двигателей тепловозов Э—ЭЛ—2 и Э—МХ—3. Боковые отверстия служат: одно для подвода воздуха из всасывающего коллектора, другое для отвода отработавших газов к выхлопному колену и затем к глушителю. На крышке расположены клапаны: всасывающий, выхлопной, предохранительный, пусковой и одна центральная форсунка с охлаждением. Корпус выхлопного клапана имеет специальный карман (см. фиг. 152), к которому подводится вода для его охлаждения. В части охлаждения крышки конструкцией предусмотрен ряд дополнительных трубок, которые облегчают циркуляцию воды в крышке и делают охлаждение ее более удовлетворительным, чем на двигателях тепловоза Э—ЭЛ—2 и Э—МХ—3.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Конструкции выхлопного, предохранительного и пускового клапанов уясняются из фигур 153—155, на которых клапаны представлены как в собранном виде, так и со своими деталями.

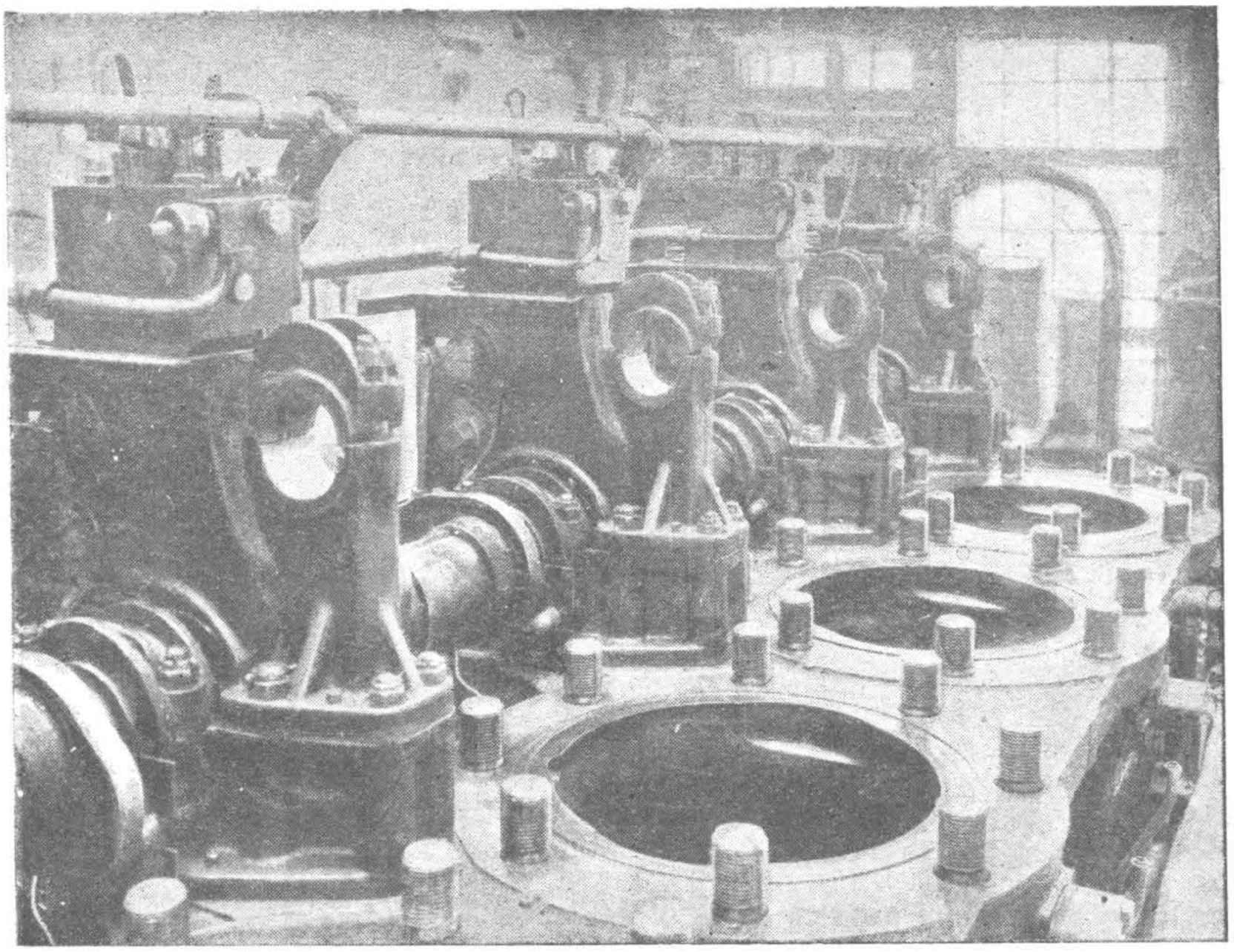


Фиг 147. Передняя часть дизеля—водяной трубопровод, масляный насос компрессора.

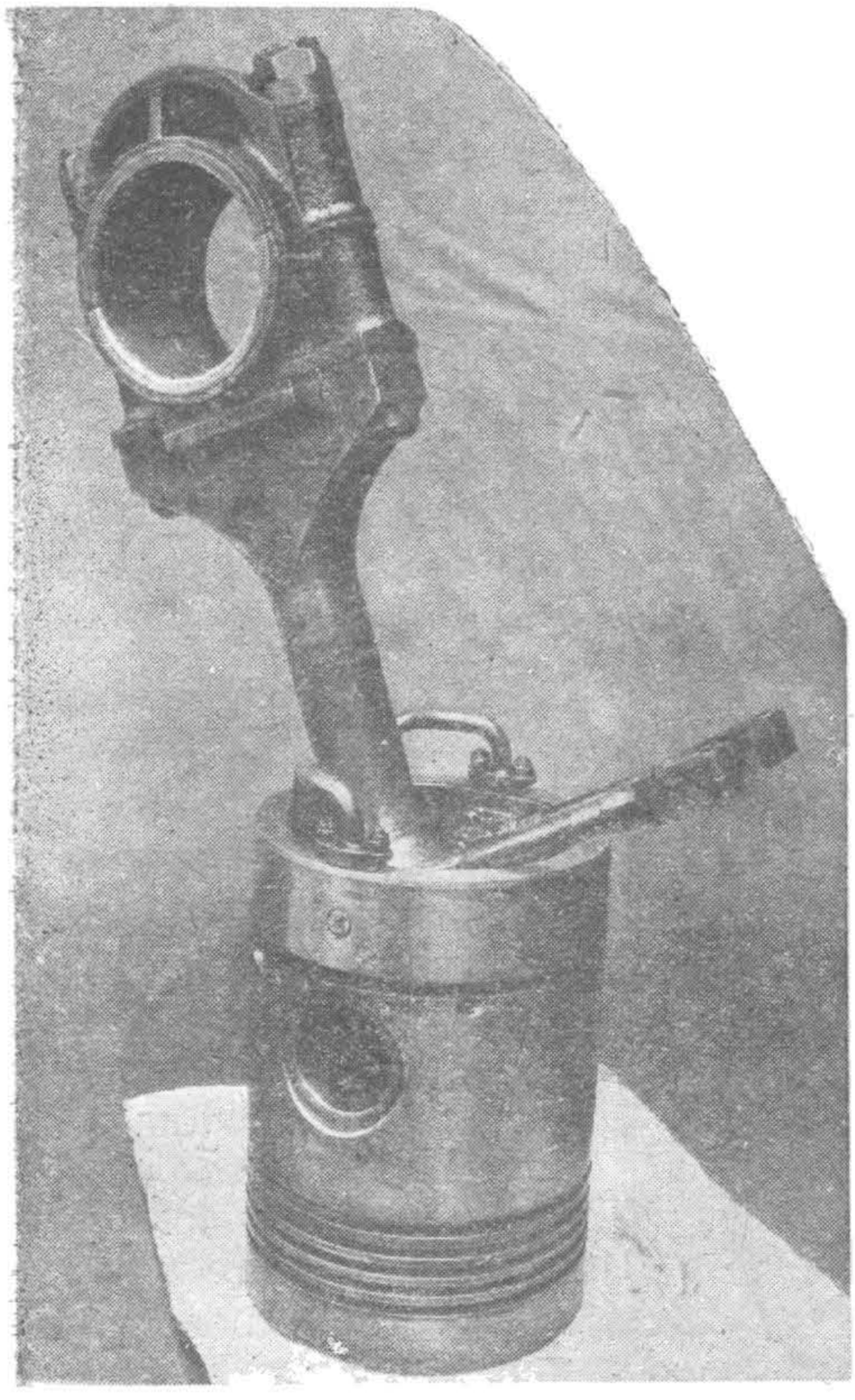
На фигуре 156 представлена форсунка двигателя; конструкция форсунки очень схожа с форсункой двигателя 28/38 (см стр. 139). По центральной трубке форсунки в цилиндр поступает нефть, нагнетаемая топливным насосом, а боковые штуцеры служат для подвода и отвода охлаждающей форсунку воды. Наконечник форсунки имеет 5 дыр диаметром 0,40 *мм*.

Каждый цилиндр двигателя, как уже говорилось, снабжен своим специальным топливным насосом, расположенным на верхней части цилиндра и приводимым в действие с помощью своего распределительного вала и тяг, действующих на всасывающий и перепускной клапаны. В основном конструкция топливного насоса схожа с насосом двигателя 28/38. Фигуры 157, 158 и 159 дают в основном

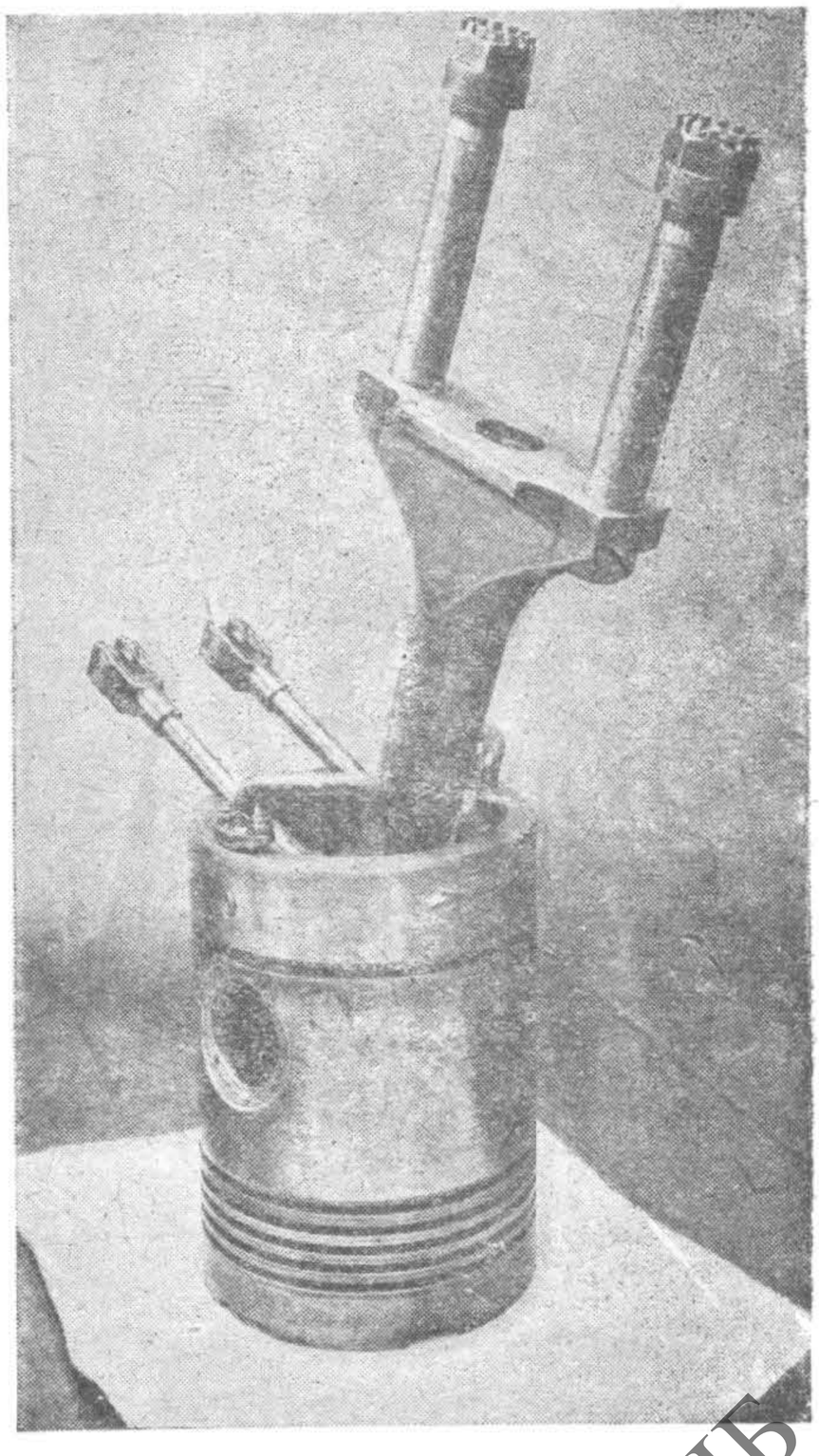
НВ УДУНТ (ДИТ)



Фиг. 148. Расположение топливных насосов, кулачковый вал и кронштейн распределительного вала к насосам.

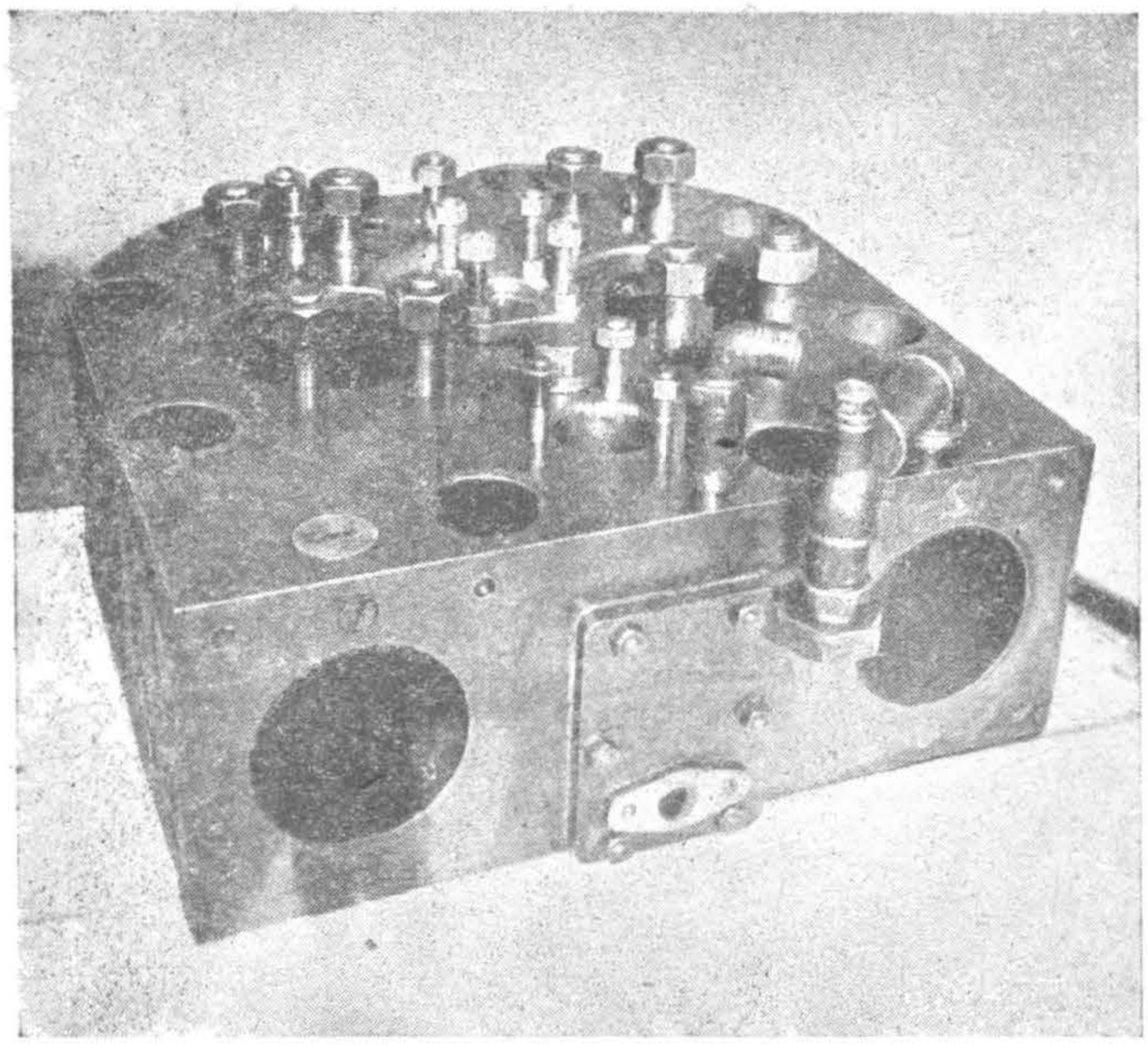


Фиг. 149. Поршень с шатуном и мотылевым подшипником.

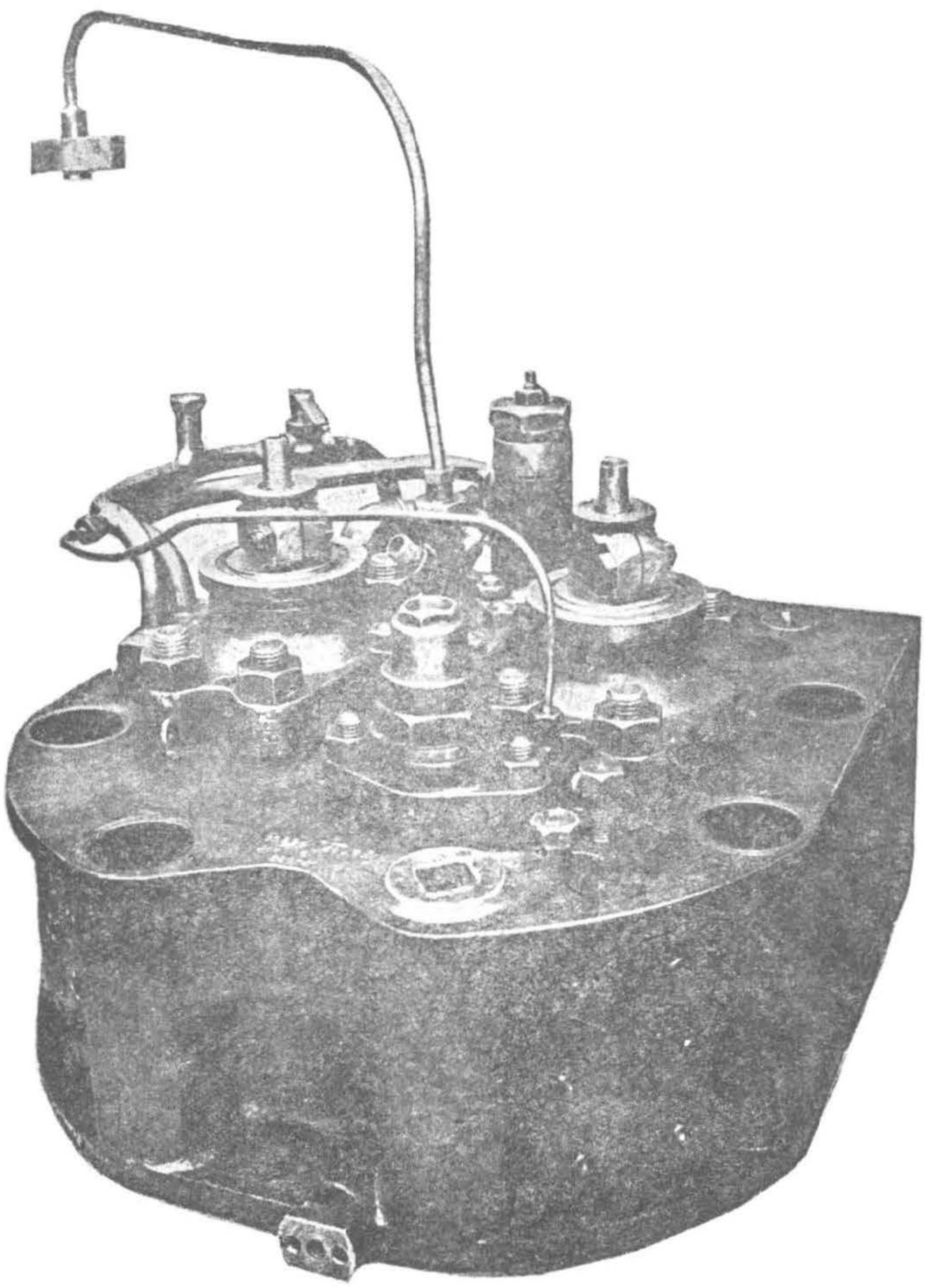


Фиг. 150. Поршень с шатуном и трубками подвода масла охлаждения к поршню.

НБ УДУНТ (ДІТ)



Фиг. 151. Крышка цилиндра со снятыми клапанами.



Фиг. 152. Крышка цилиндра в собранном виде.

представление о работе частей насоса: верхний вал с помощью пальца воздействует на всасывающий клапан насоса; боковая, короткая тяга действует на перепускной клапан; по нижней трубе подводится нефть к всасывающему клапану; по верхнему колену трубы, которое присоединяется к сборному коллектору, отводится излишек нефти, прошедший через перепускной клапан насоса; центральный фланец на верхней части насоса служит для присоединения трубки, отводящей нефть от насоса к форсунке.

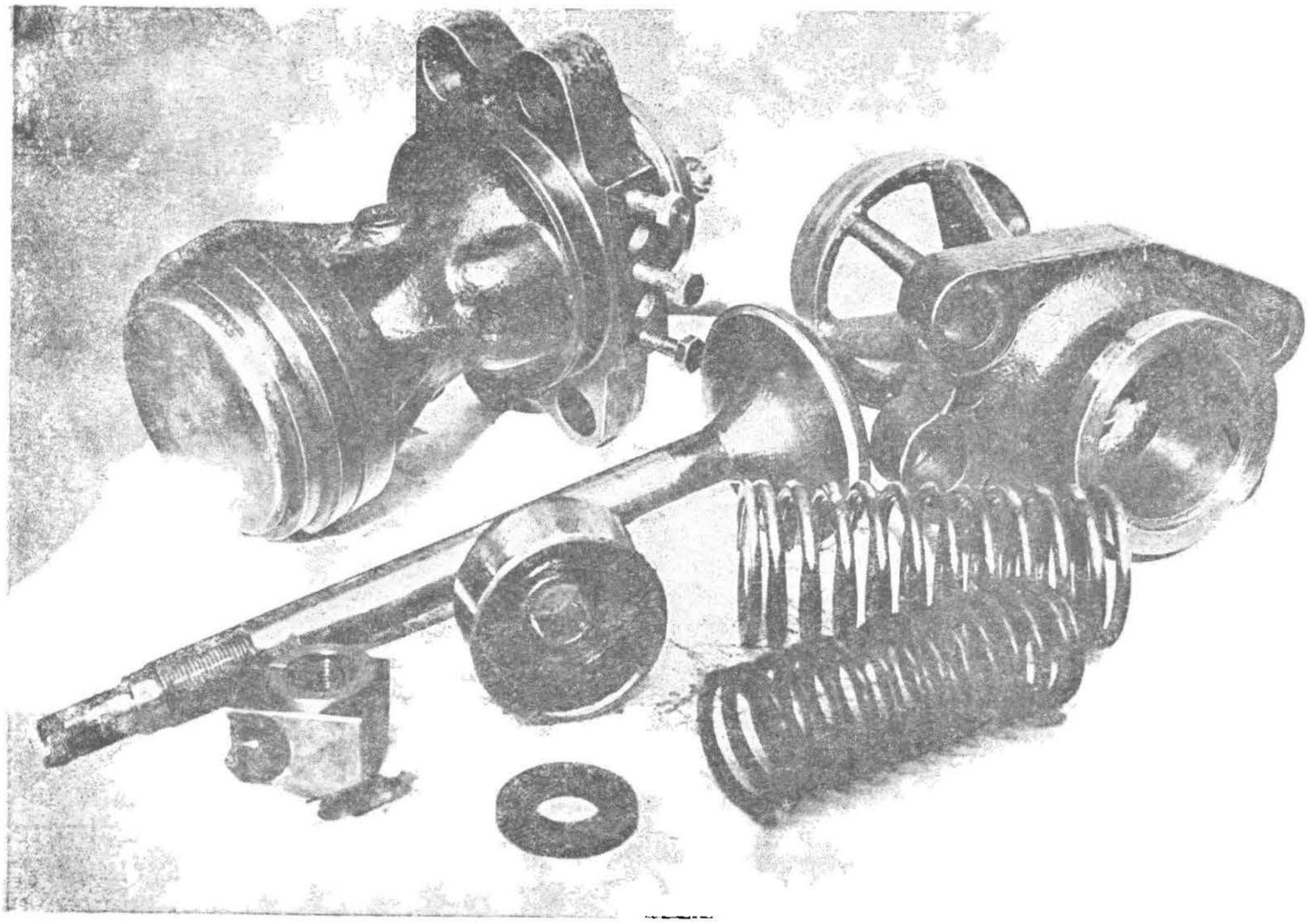
Регулирование числа оборотов двигателя достигается воздействием на топливные насосы, установка которых на ту или иную подачу топлива производится с поста машиниста или непосредственным воздействием на открытие всасывающих клапанов топливного насоса или установкой регулятора на то или иное число оборотов.

В первом случае машинист устанавливает непосредственно наполнение, а число оборотов поддерживает, регулируя возбуждение главного генератора при помощи контроллера; во втором же случае наполнение устанавливается регулятором, поддерживающим постоянное число оборотов дизеля, в зависимости от нагрузки двигателя.

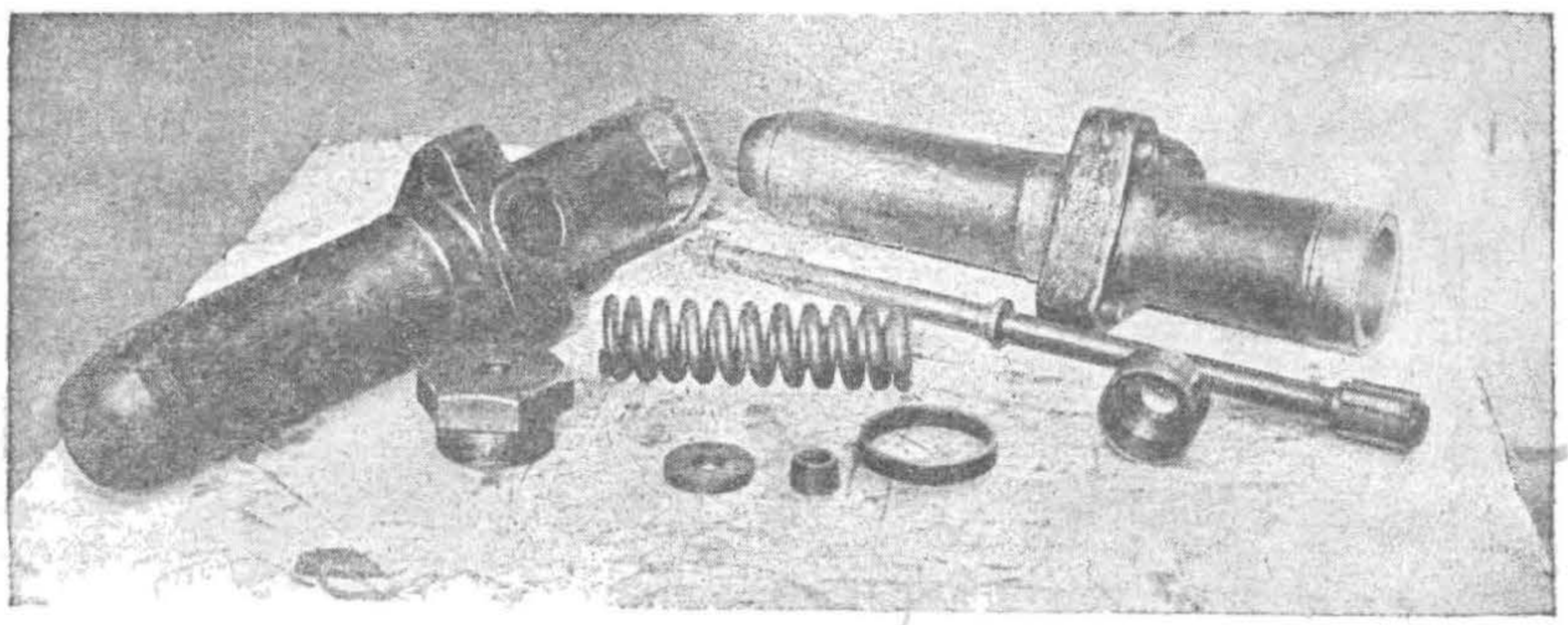
Возможность двойного регулирования увеличивает гибкость локомотива и облегчает управление. Регулятор числа оборотов, установленный на предельное число оборотов—450 об/мин., является вместе с тем и регулятором безопасности и предохраняет двигатель от разноса при внезапном снятии нагрузки.

Для охлаждения цилиндров и крышек дизеля уста-

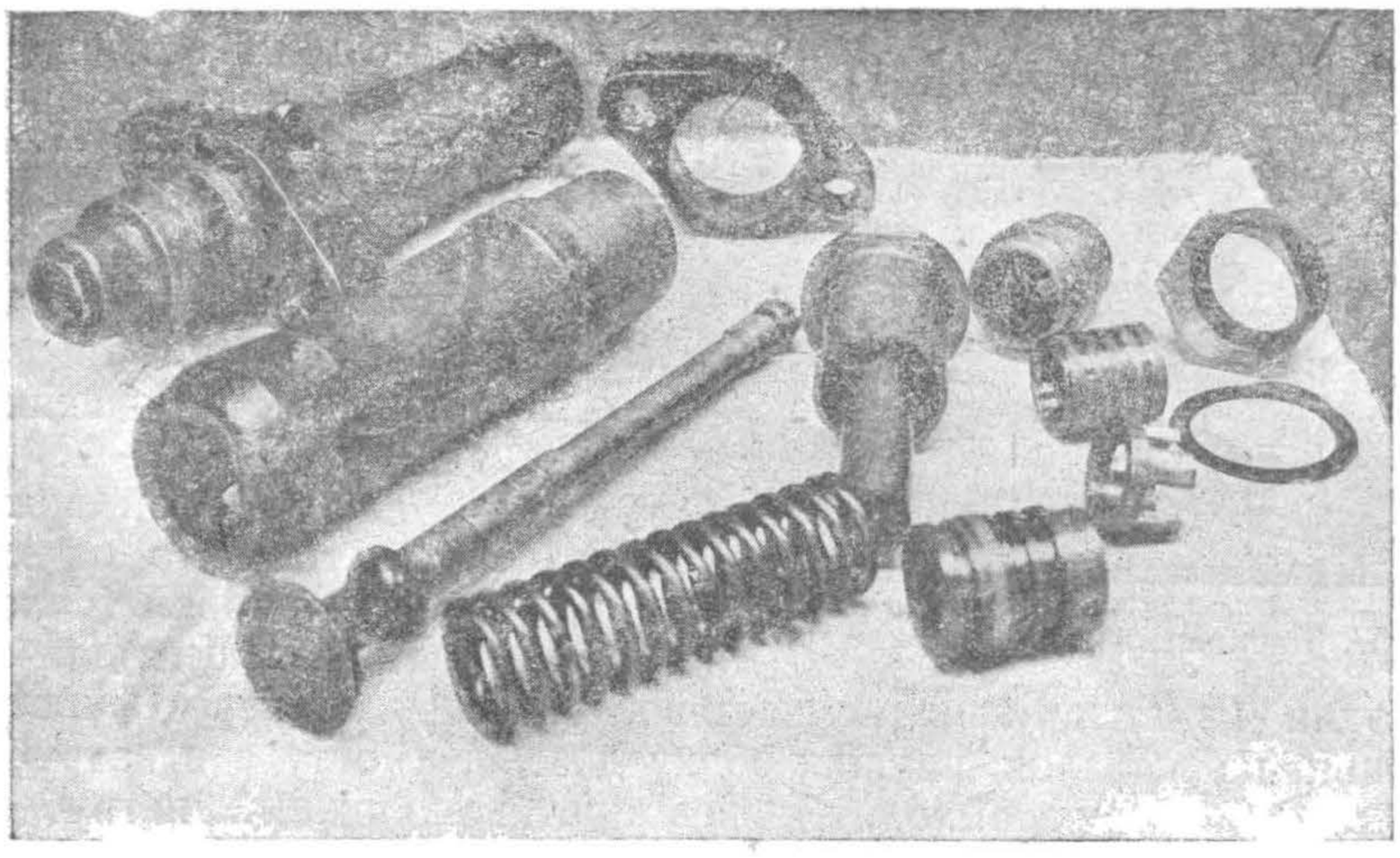
НБ УДУНТ (ДНТ)



Фиг. 153. Выхлопной клапан в разобранном и собранном виде.



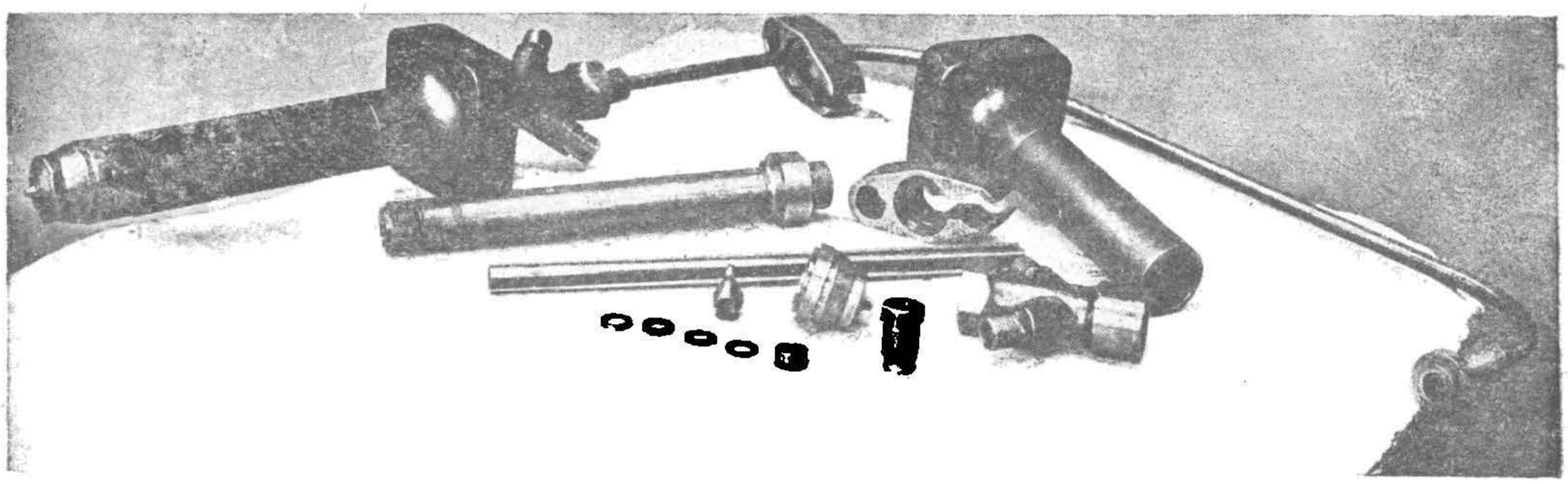
Фиг. 154. Предохранительный клапан.



Фиг. 155. Пусковой клапан.

НБ УДУНТ (ДІТ)

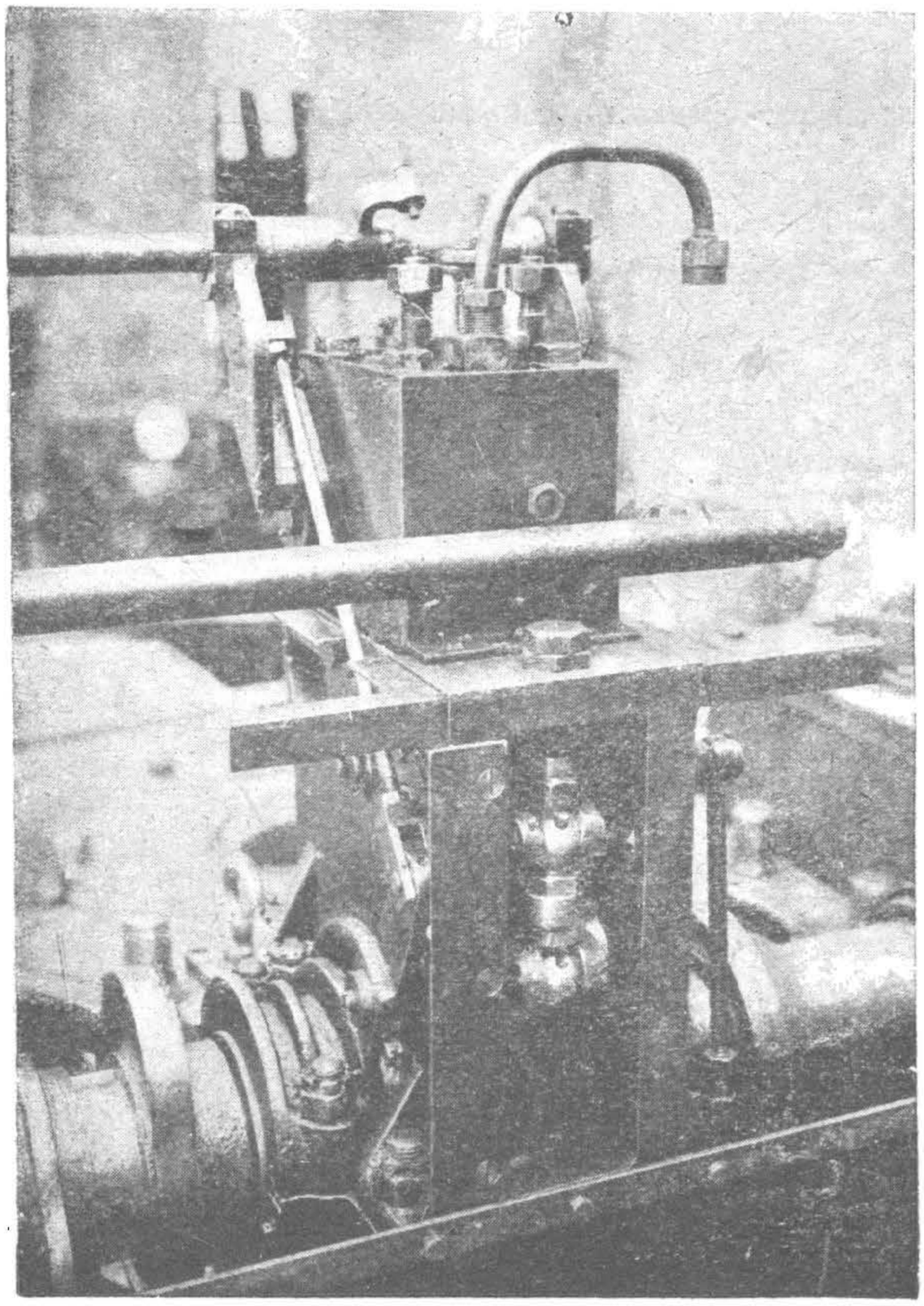
новлен специальный водяной электронасос, который дает возможность производить охлаждение двигателя как во время работы его, так и после остановки его; благодаря такому насосу, представляется возможным производить прокачку воды и следовательно доохлаждать двигатель, не держа его в работе. —как на тепловозах Э—ЭЛ—2 и Э—МХ—3; это в эксплоатации должно дать заметную экономию



Фиг. 156. Форсунка в собранном и разобранном виде.

в топливе. Смазка двигателя производится с помощью насоса зубчатого типа, который расположен в передней части двигателя и приводится в движение от главного вала двигателя (фиг. 146).

Для охлаждения поршней в передней части тепловоза установлен специальный электронасос, который и производит прокачку масла через поршни двигателя.



Фиг. 157. Топливный насос и привод к нему.

Запуск дизеля воздушный, для чего, как указывалось, в передней части тепловоза имеется связанный непостредственно с дизелем двухступенчатый компрессор, который предназначен для зарядки пусковых баллонов и снабжения воздухом тормозной и других воздушных систем. Воздушной пульверизации топлива, как это имеет место на тепловозах О—ЭЛ—2 и Э—МХ—3, здесь нет.

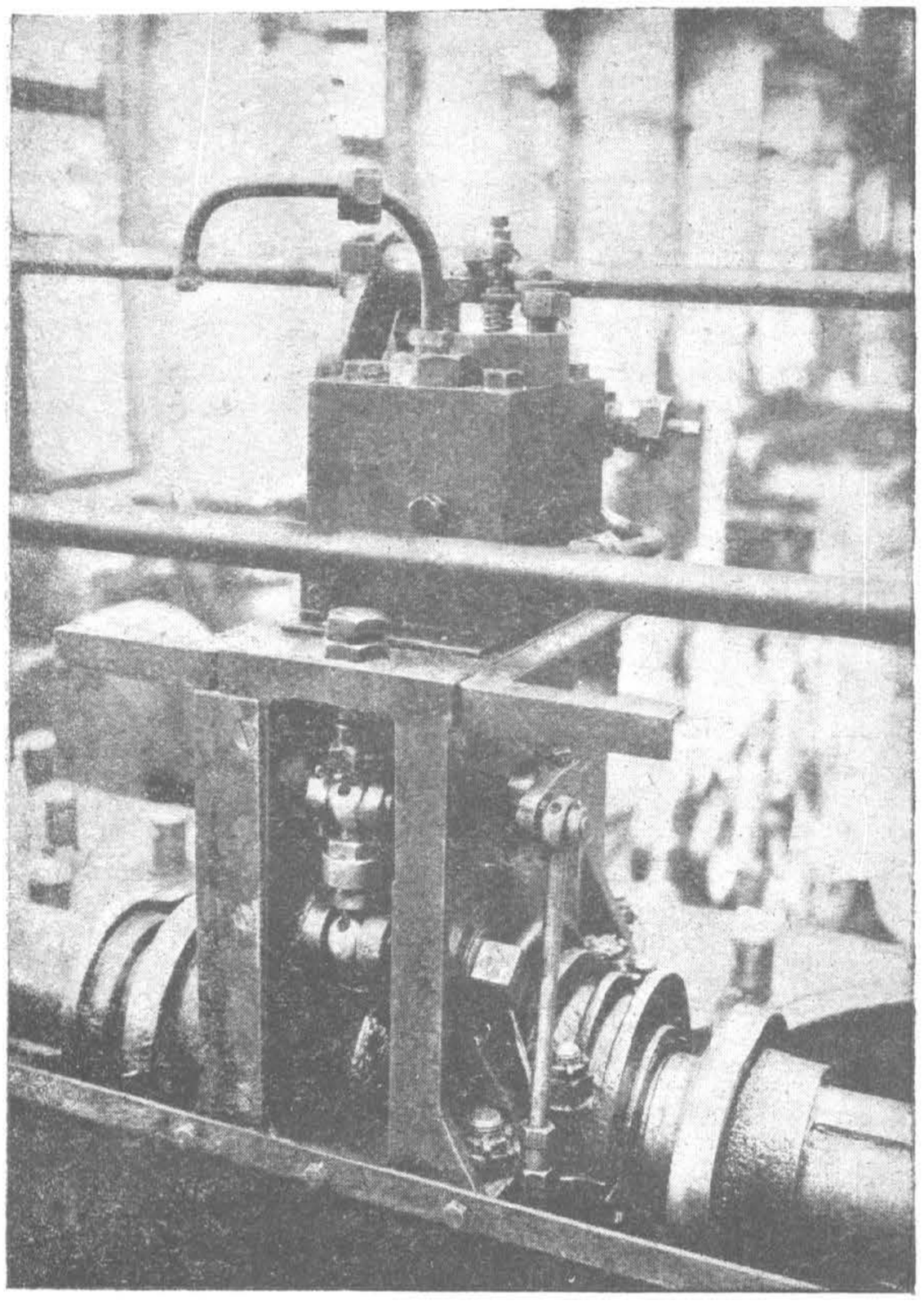
Соединение дизеля с генератором произведено специальной гибкой муфтой, облегчающей переход через критические числа оборотов дизеля.

Генератор, возбудитель и тяговые моторы, а также электрическая схема, по которой работают электрические агрегаты тепловоза, подобны электрооборудованию тепловоза О—ЭЛ—7.

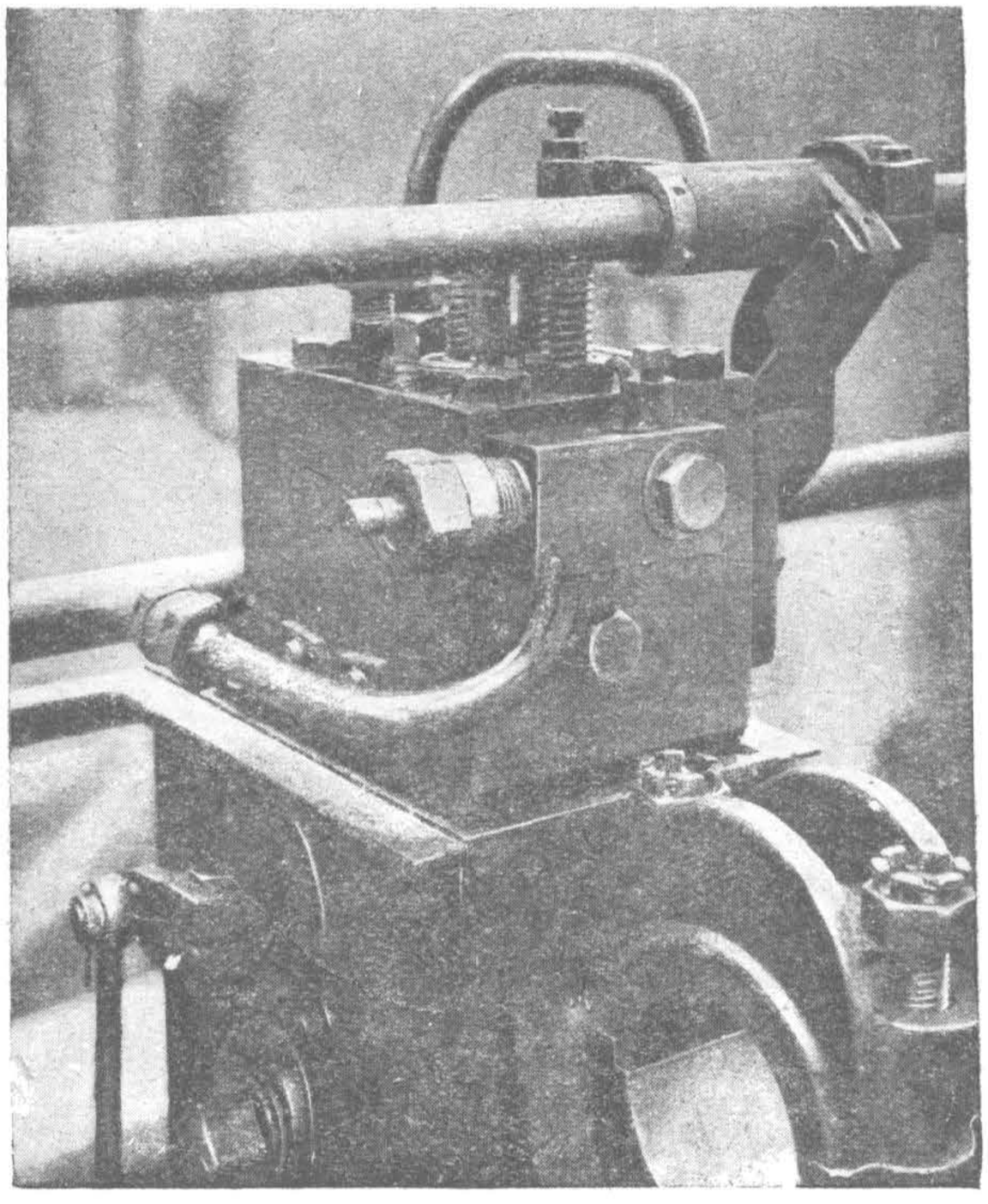
Интересной представляется система охлаждения тяговых моторов, в принципе выполненная по типу тепловоза О—ЭЛ—7.

Сущность этой вентиляции состоит в том, что на концах внутренней установки тепловоза расположены два центробежных вентилятора, один из которых засасывает воздух снаружи (через фильтры) и гонит его в один из каналов, идущих сбоку дизеля, а оттуда в патрубки моторов; пройдя мотор, воздух выходит через противоположный патрубок, попадает во второй сборный канал, расположенный по другую сторону дизеля, и отсюда отсасывается вторым вентилятором.

НТБ УДУНТ (ДИТ)

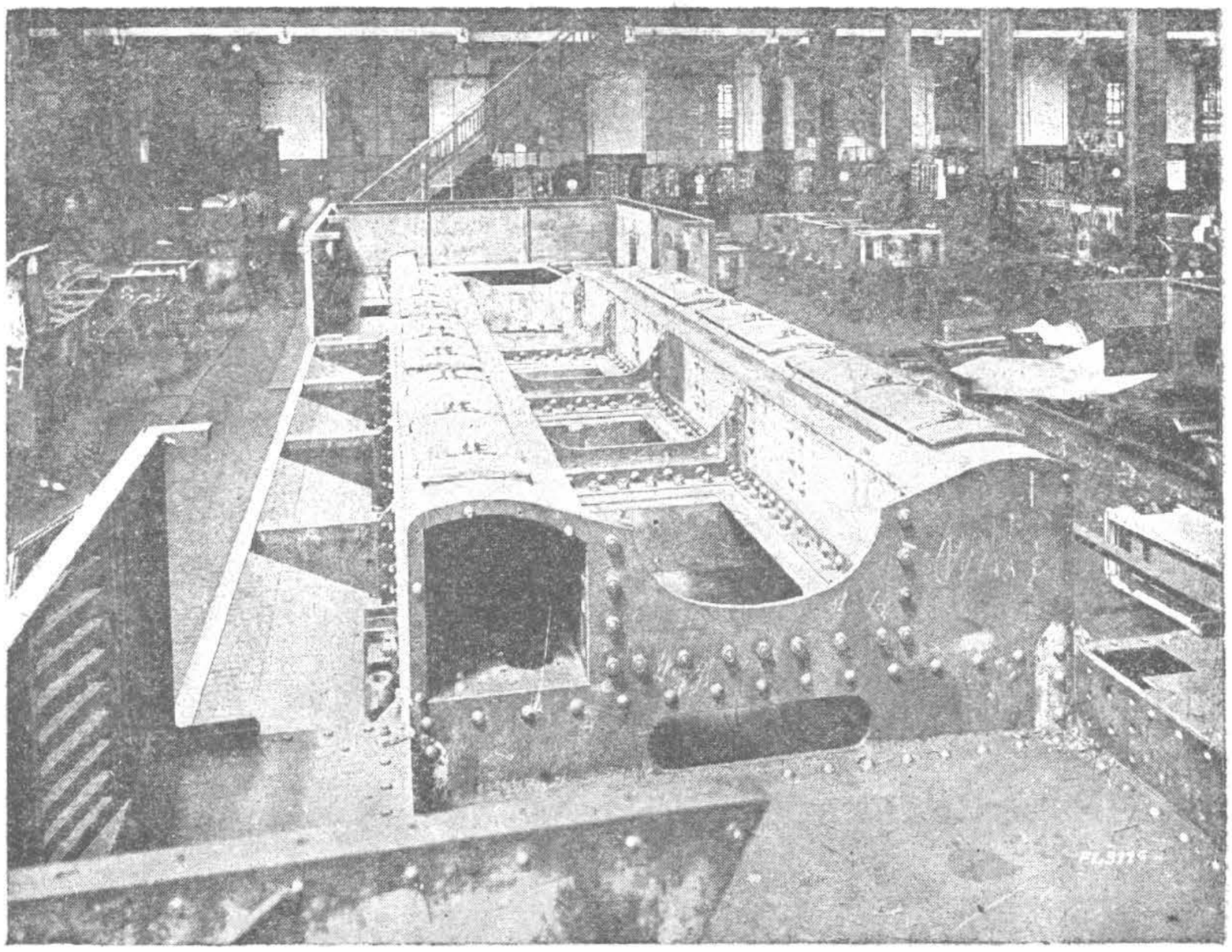


Фиг. 158. Топливный насос.

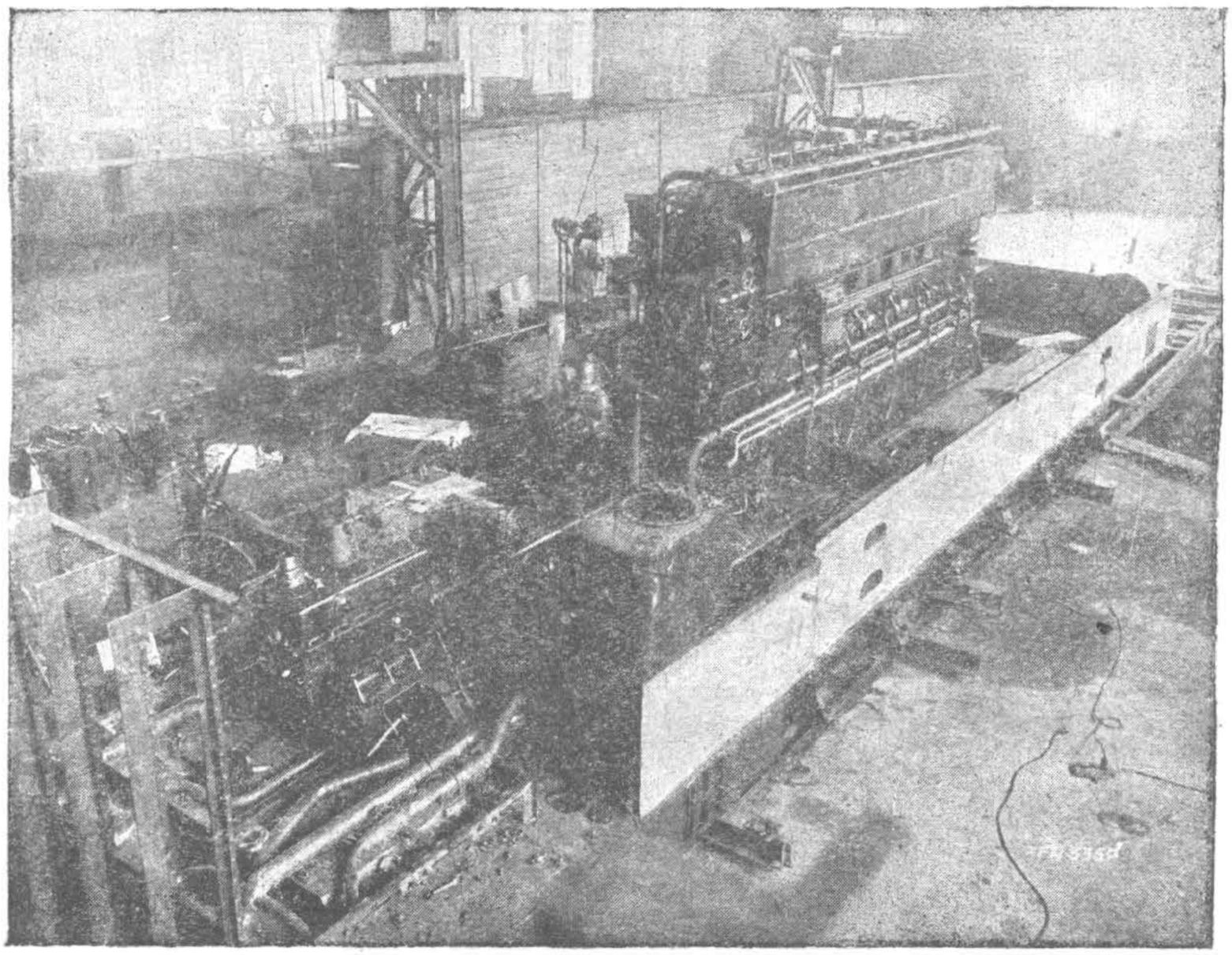


Фиг. 159. Топливный насс.

НБ УДУНТ (ДНТ)



Фиг. 160. Каналы для подвода и отвода воздуха от тяговых моторов.



Фиг. 160-а. Каналы для подвода и отвода воздуха от тяговых моторов.

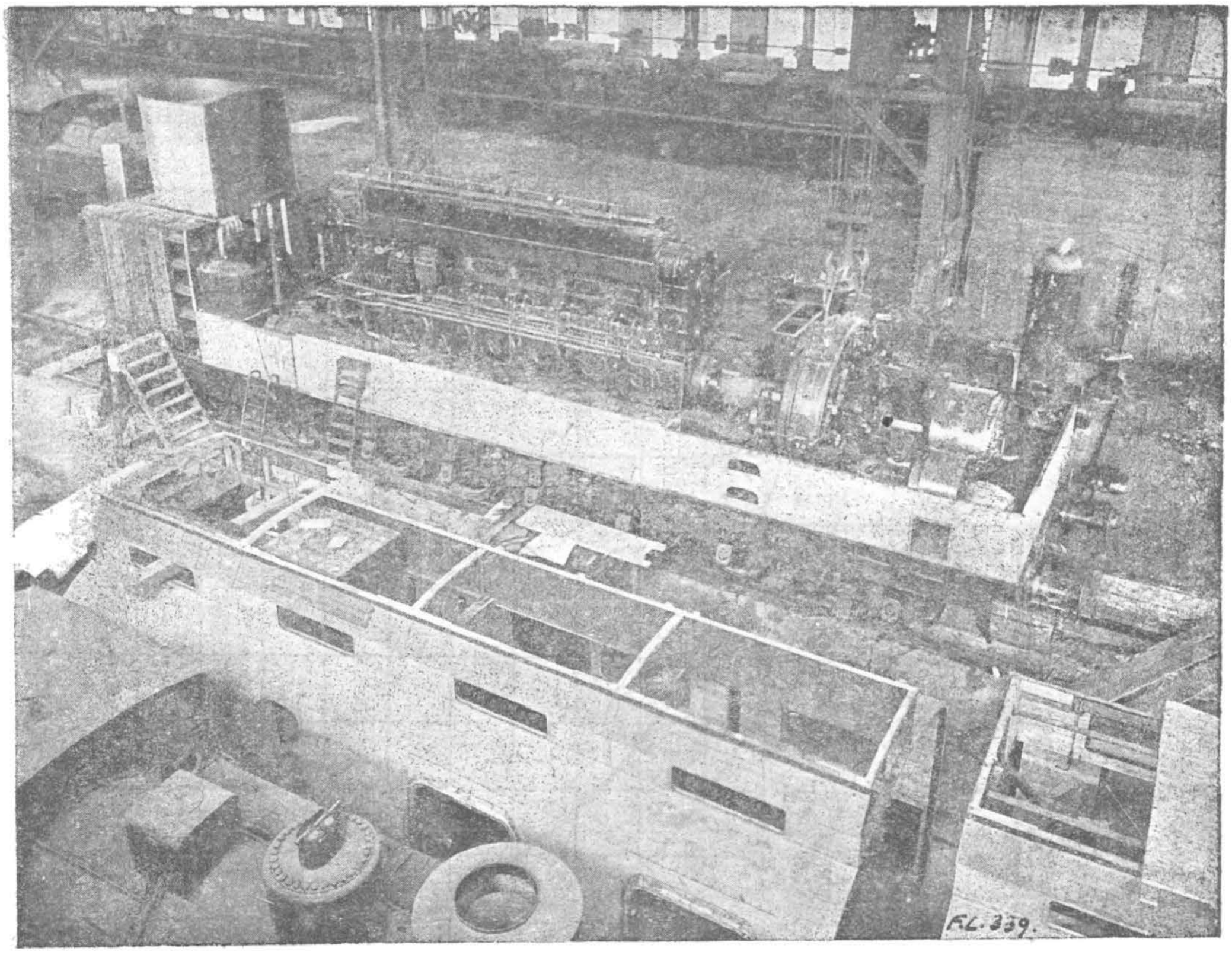
НБ УДУНТ (ДИТ)

Такое охлаждение, когда воздух нагнетается вентилятором в канал и отсасывается из моторов через канал другим вентилятором, уравнивается гидравлическое сопротивление при проходе воздуха через каждый тяговый мотор и обеспечивает каждому мотору равное количество воздуха.

Так же как и на тепловозе О—ЭЛ—7, на этом тепловозе введено электрическое торможение.

Таким образом на этом тепловозе новыми интересными установками, подлежащими опытной проверке, являются:

1) бескомпрессорный дизель 6 45/42,
2) независимое водяное и масляное охлаждение дизеля,
3) гибкая муфта между дизелем и генератором,
4) принудительная вентиляция тяговых моторов и
5) электрическое торможение.



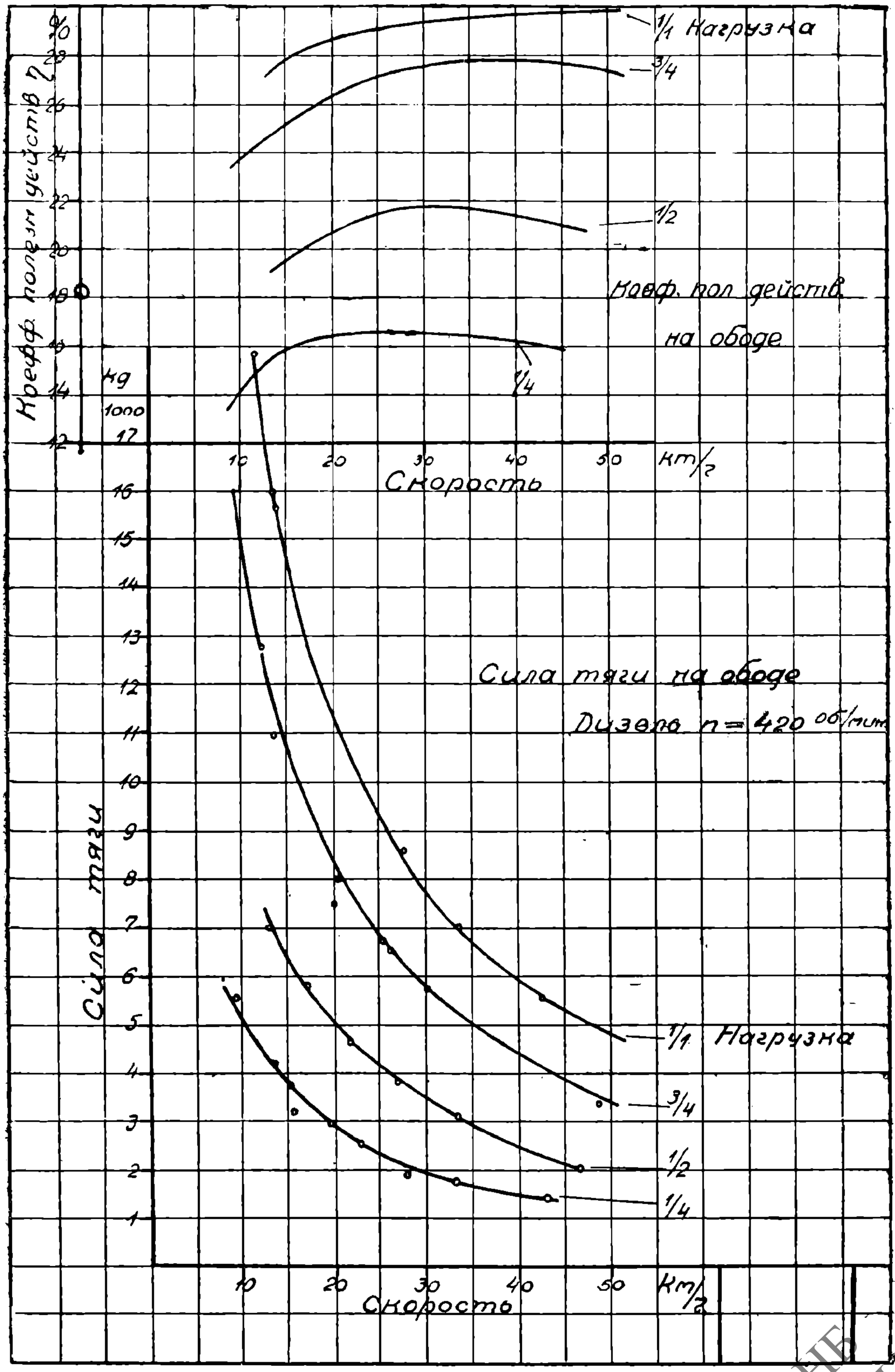
Фиг. 161. Установка основных агрегатов на тепловозе.

Тепловоз Э—ЭЛ—5 прошел испытания на катковой станции, где были получены первые тяговые характеристики. В ближайшее время заснятые на катковой станции характеристики будут проверены рядом опытных поездок на наших путях, после чего и будет составлен паспорт тепловоза.

Кривые силы тяги тепловоза Э—ЭЛ—5, отнесенные к его устойчивому и длительному режиму, показывают, что тепловоз Э—ЭЛ—5 по тяговой характеристике перекрывает наш мощный товарный паровоз Э при форсировке котла последнего $Z = 40$ и является эквивалентным паровозу $Э^{У}$ при $Z = 35$; только при $Z = 40$ паровоза $Э^{У}$, тепловоз Э—ЭЛ—5 слабее последнего.

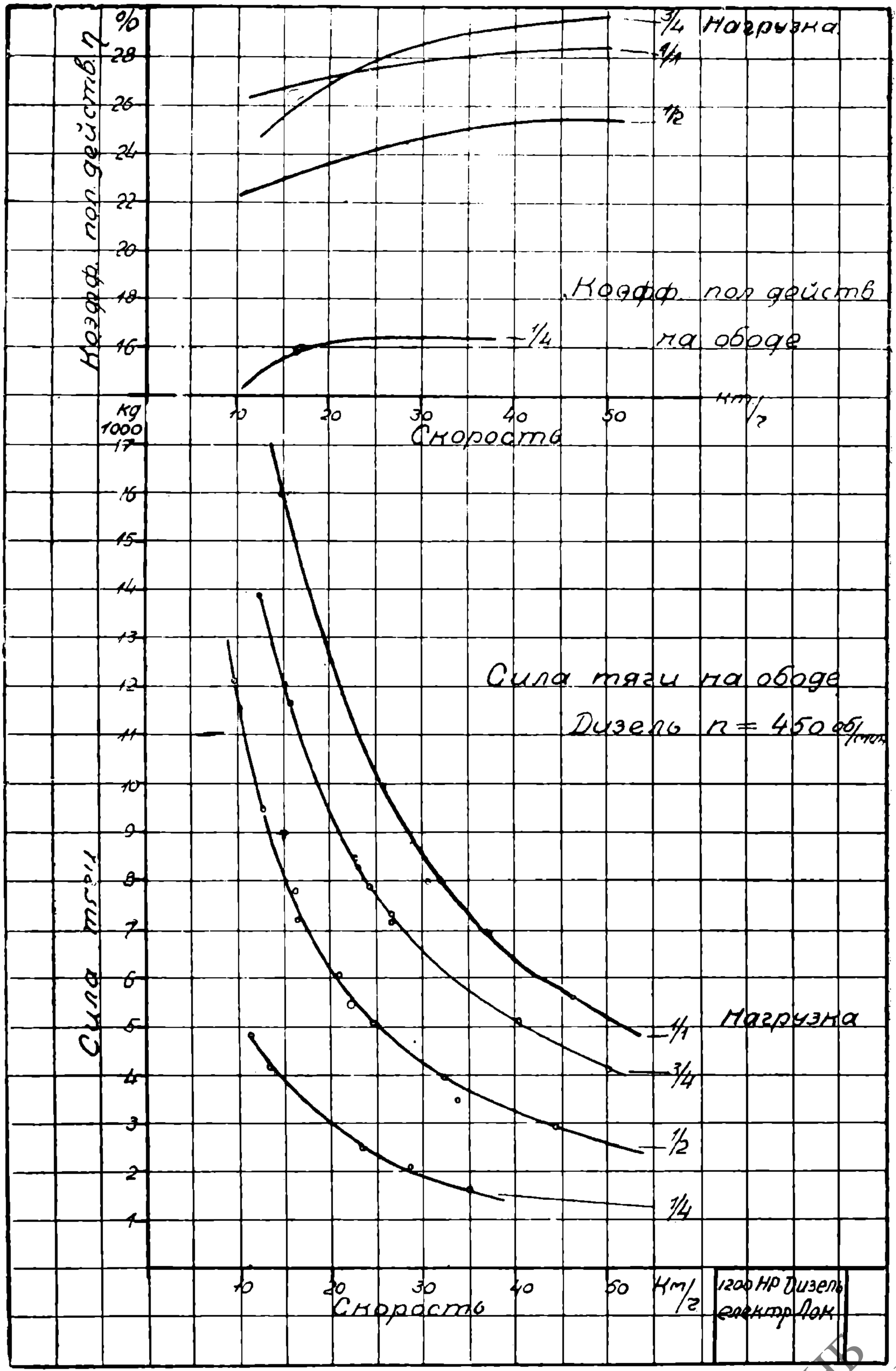
Верхние кривые фигур 162 и 163 показывают коэфициент полезного действия тепловоза на ободе колеса, который, как это понятно из кривых, весьма высок.

НБ УДУНТ (ДИТ)



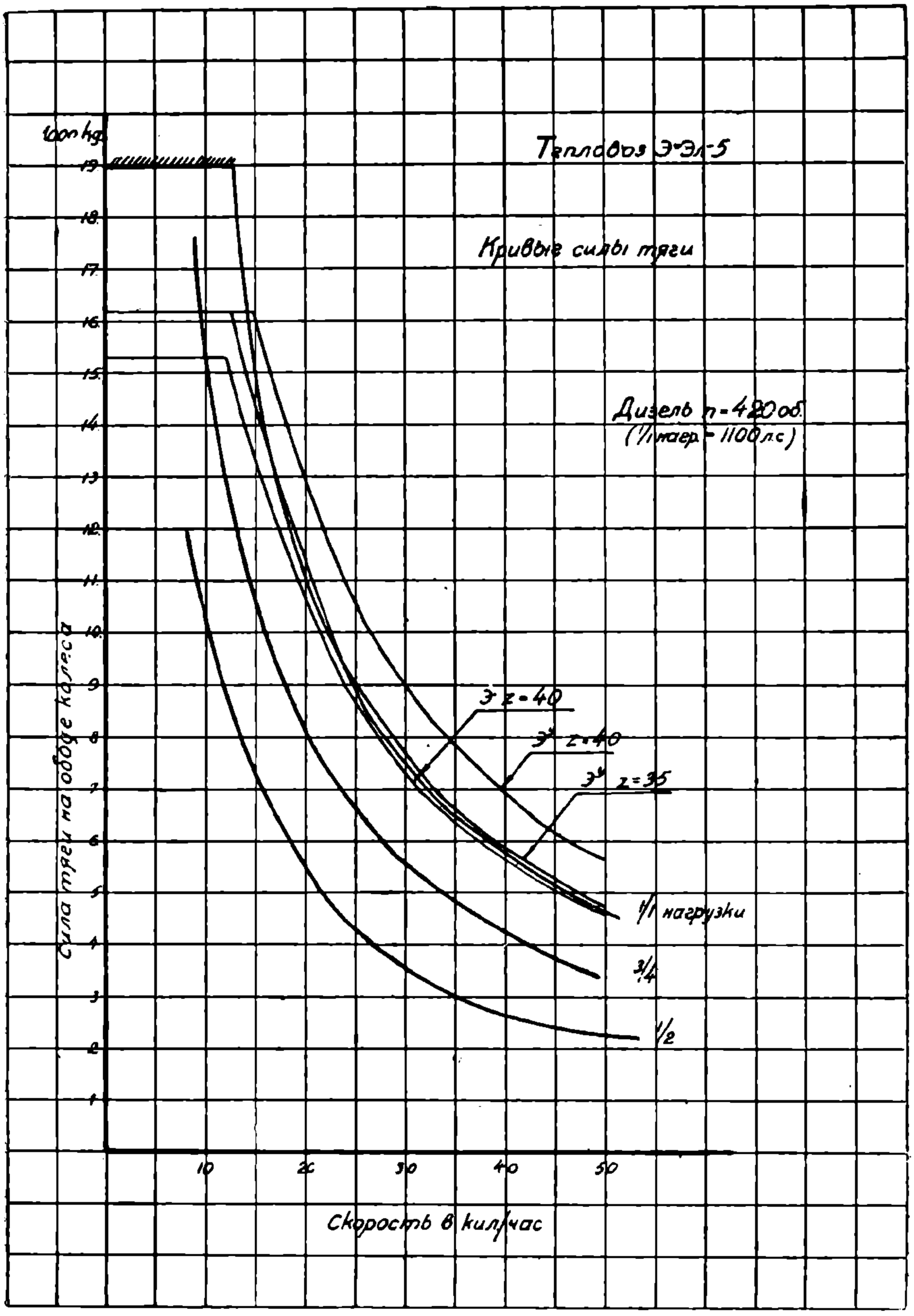
Фиг. 162. Кривая тяги в зависимости от скорости и к. п. д. на ободе тепловоза при оборотах дизеля $n=420$ об/мин.

НБ УДУНТ (ДИТ)



Фиг. 163. Кривая силы тяги в зависимости от скорости и к. п. д. на ободе тепловоза при оборотах дизеля $n=450$ об/мин.

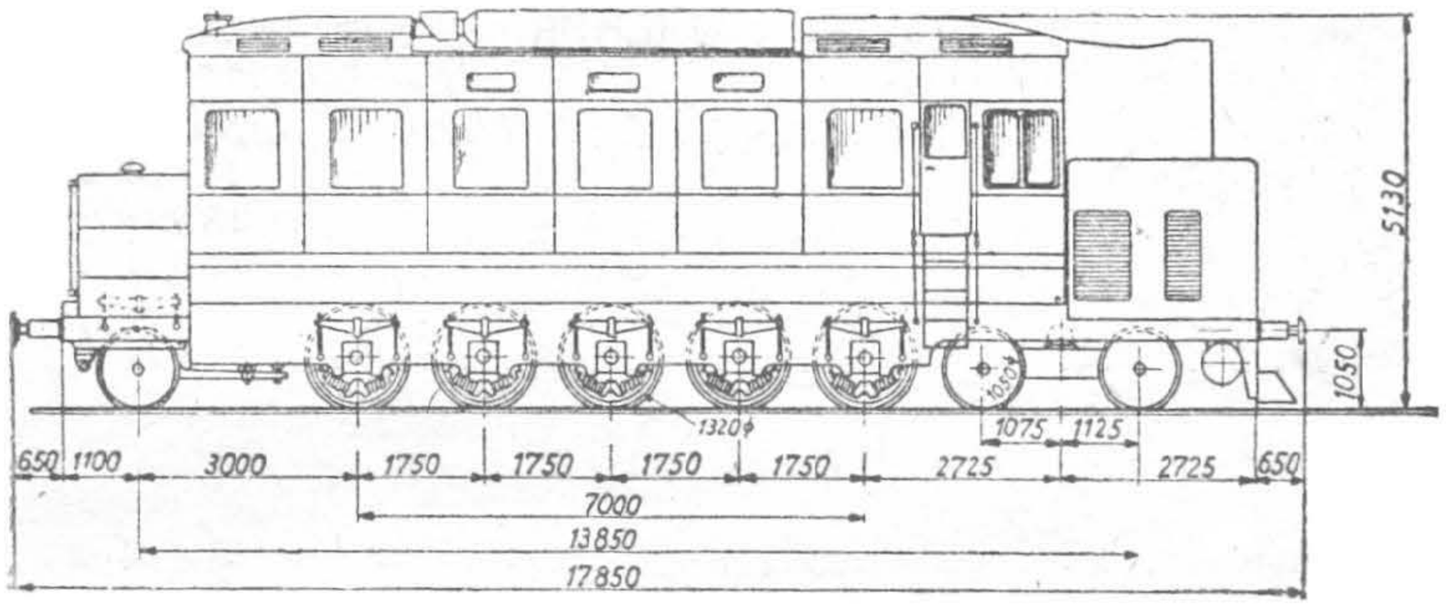
НБ УДУНТ (ДИТ)



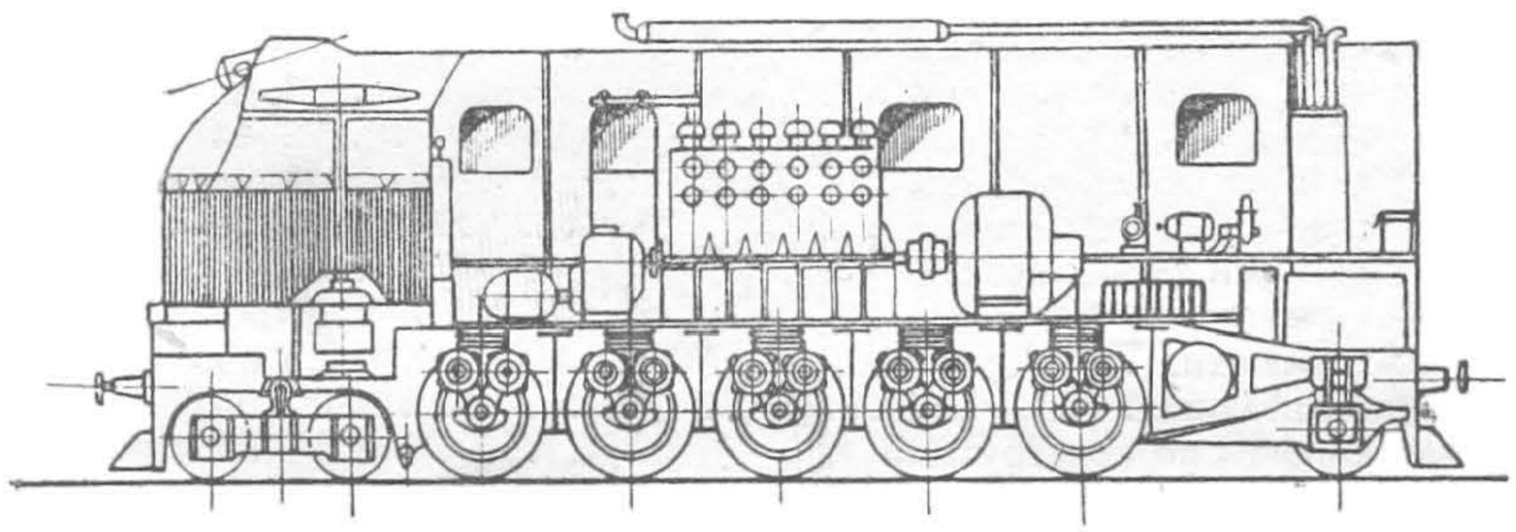
Фиг. 164. Сопоставление кривых тяги тепловоза Э—ЭЛ—5 с паровозом Э и ЭУ

НБ УДУНТ (ДИТ)

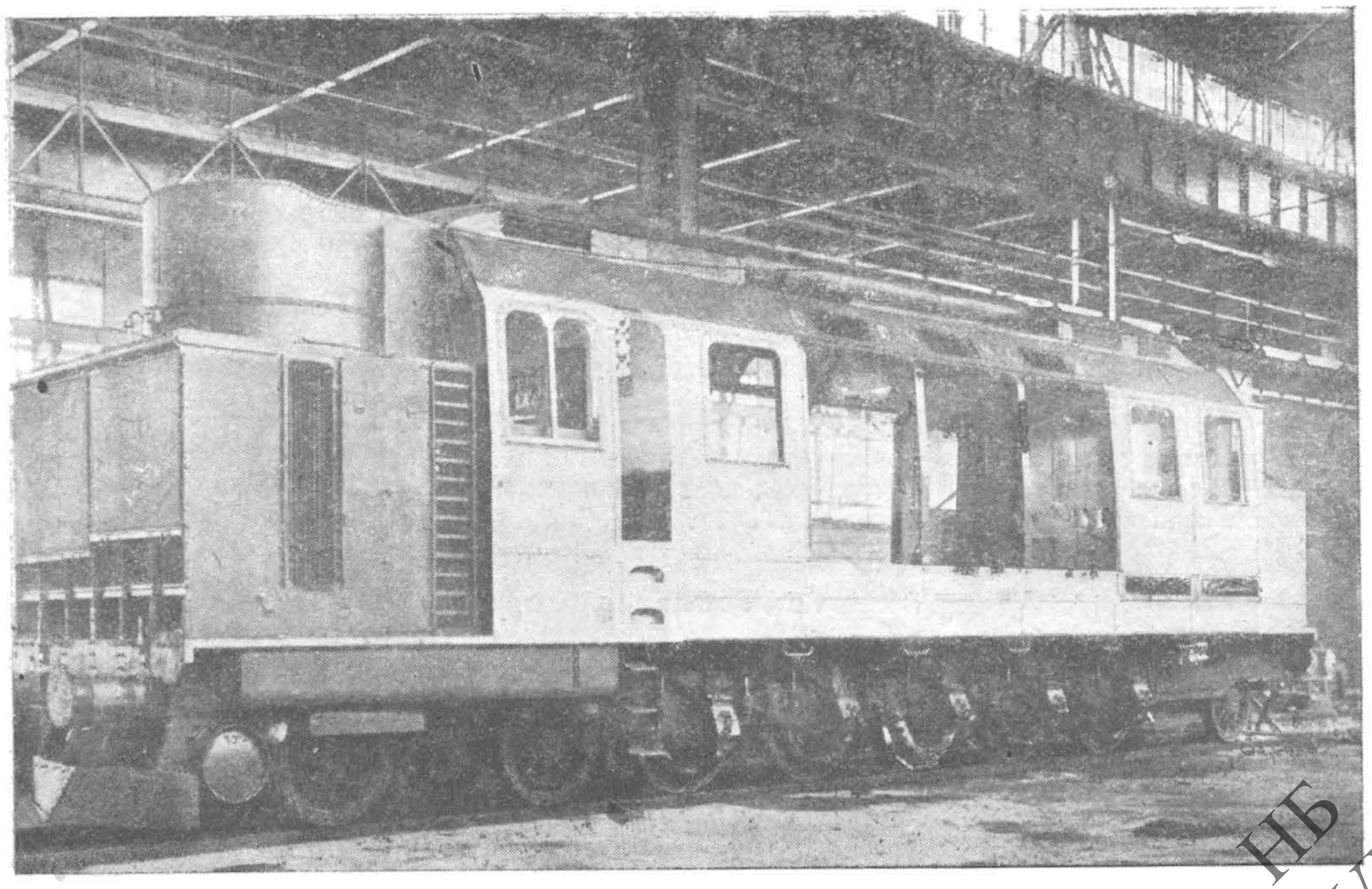
ТЕПЛОВОЗ Э—ЭЛ - 8.



Фиг. 165. Общий вид тепловоза Э—ЭЛ—8.



Фиг. 166. Разрез тепловоза.



Фиг. 167. Тепловоз Э—ЭЛ—8, подготовленный к постановке дизелей и генераторов.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Основная характеристика тепловоза Э—ЭЛ—8

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Тип	2—5—1
Длина между буферами .	17 850 *мм*
База полная,	13 850
База жесткая	7 000
Вес служебный общий	146,8 *т*
Вес сцепной	105 „

Нагрузка

Передней тележки.	13—14 *т*
Сцепной оси	21 *т*
Поддерживающей оси	15 „
Запас топлива	5—6 *т*
воды .	2 *т*
смазки	0,5 *т*

Разбеги

Тележки . . .	± 110 *мм*
I сцепной оси	0
II сцепной оси	безребордная
III сцепной оси	± 14
IV сцепной оси	безребордная
V сцепной оси	0
Поддерживающей оси типа Биссель	± 115 *мм*
Диаметр движущих колес.	1 320
„ колес тележки. . . .	1 050
„ поддерживающей оси . .	1 050 „
Наибольшая скорость по конструкции . . .	65 *км*/час.
сила тяги на ободе при скорости.	21 000 *кг*, 12,5 *км*/час.
„ „ „	16 000 *кг*, 20 *км*/час
„ при трогании	26 000 *кг*.
мощность на ободе	1 200 л. с. (часовая)

Главный двигатель и холодильник

Тип двигателя	8 *W* 31 бескомпрессорный
Диаметр цилиндров. .	310 *мм*
Ход поршня	370 „
Число цилиндров (2 двигателя). .	8×2
Наибольшее число оборотов в мин.	820 об/мин.
Предельное рабочее число оборотов	650 „
Максимальная мощность	860 × 2 л. с.
Часовая мощность при оборотах.	825 × 2 650 об/мин.
Длительная мощность .	750 × 2
Охлаждение поршней. . . .	нет
Подача водяных насосов наибольшая	130 *м*³/час.
Мощность моторов вод. насосов л. с.	14 × 2 (1 500 *в* 1 750 об/мин.)
Подача масляного насоса . . .	35 *м*³/час.
Мощность мотора маслян. насоса.	12 л. с. (150 *в* 1 000 об/мин.)
Поверхность водяного холодильника (6 элем.) по 80 *м*² каж.	480 *м*²
Поверхность масляного холодильника для машины (2 элем.)	160 „
Наибольшее число вентилятора холодильника и мощность.	1 000 об/мин. 75 л. с.
Наибольшая подача воздуха.	45 *м*³/сек.

Электрическая передача

Генератор—тип.	*G* 540.2 генератора независимого возбуждения
Наибольшее напряжение	800 *в*
Наибольшая сила тока в течение 12 мин.	1 800 амп.
Часовая сила тока в течение 12 мин.	1 210 амп.
Мощность часовая	510 × 2 л. с.
Длительный режим	975 амп., 440 *кв*, 450 *в*
Наибольшее число оборотов. . . .	820 об./мин.
Предельное рабочее число оборотов.	650 „

НБ УДУНТ (ДИТ)

Возбудительная группа по схеме Леонардо:

Главный возбудитель—тип	*E* 437
Напряжение . . .	150 *в*
Мощность часовая при .	650 об./мин., 150 *в*, 667 апм., 100 *кв* × 2

Тяговые моторы

Число моторов .	5 сдвоенных
Тип мотора.	*ТС* 416
Включение в главную цепь	Параллельное с переключением на 3 последовательное
Передаточное число зубчаток	Сдвоенные моторы на отдельных осях
Расположение моторов	550 об./мин., 420 *в*
Мощность сдвоенного мотора часовая—при	484 амп., 203 *кв*
Наибольшее напряжение	800 *в*
Наибольшая сила тока в течение 12 мин..	2 × 360 амп.
часовая . .	2 × 242
длительная.	2 × 195

Вспомогательное оборудование

Аккумуляторная батарея—тип.	щелочная
Число элементов . .	92
Напряжение батареи . . .	140 *в*
Наибольший зарядный ток . .	140 амп.
Емкость при 3-часовом разряде .	400 амп./час.
Моторы для вентиляции тяговых моторов	2 × 13,5 *кв*
Подача воздуха вентиляторами	400 *м*³/мин. — при водяном столбе *WS* + 63 *мм* при 1 300 об./мин.
Мотор и компрессор с подачей воздуха .	17 л. с., 150 *в*, 200 об./мин
Мотор нефтяного насоса с подачей .	1,5 л. с., 150 *в*, 1 700 об./мин
Мотор для вентилятора холодильника	63 *кв*., 150 *в*, 420 амп. 1 000 об./мин.

Веса отдельных частей тепловоза

Дизель. .	11 450 *кг* × 2
Генератор	5 000 *кг* × 2
Тяговый мотор с полым валом, с зубчатой передачей и с пружинным приводом	5 000 *кг* (сдвоенный).

Чрезвычайно интересным по своей конструкции и ряду новых агрегатов, установленных на тепловозе, является тепловоз Э—ЭЛ—8, строящийся в настоящее время в Германии на заводе Круппа по заказу СССР. В основу конструкции тепловоза положен принцип разделения мощности, поэтому на тепловозе осуществлена двойная дизель-генераторная установка, питающая тяговые моторы.

Благодаря двум первичным двигателям возможна широкая регулировка их и подбор режима работы таким образом, чтобы в зависимости от профиля линии и определенных требований во время езды режим этот соответствовал набольшей эффективности и экономичности.

Режимы для агрегатов установлены таким образом:

1) полная сила тяги и полная скорость—работают оба дизеля,
2) полная сила тяги и половинная скорость—работает один из дизелей,
3) половинная сила тяги и полная скорость—работает один из дизелей.

На тепловозе установлено два быстроходных двигателя завода Зульцера, дизеля—четырехтактные, простого действия, бескомпрессорные, с полным уравновешиванием масс. Испытания подобного дизеля показали, что расход топлива у него на 1 л. с./час при полной мощности составляет 174 *г* и расход смазки 4,5 *г* при 620 об/мин. Вес такого двигателя на 1 л. с. составляет около 15 *кг*. Каждый двигатель вместе со своим генератором и возбудителем установлен на общей отливке-раме, благодаря чему соединение дизеля с генератором произведено жестко, в отличие от других тепловозов, где соединение дизеля с генератором произведено с помощью эластичных муфт.

НБ УДУНТ (ДИТ)

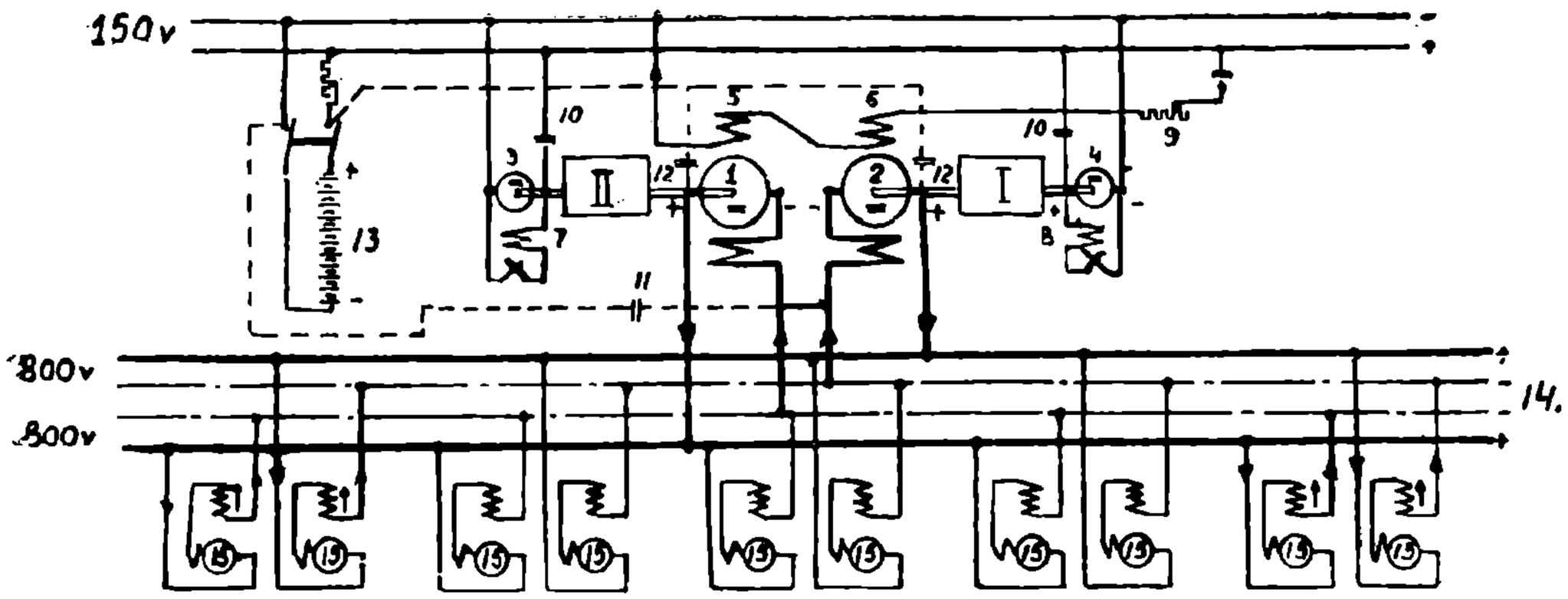
Дизель-генераторные установки расположены на раме тепловоза так, что в средине получается проход для обслуживания двигателей и осмотра тяговых моторов во время их работы.

Запуск дизелей электрический—в это время генератор дизеля работает мотором от аккумуляторной батареи.

Дабы предохранить аккумуляторную батарею от чрезмерного разряда при запуске, дизеля запускаются порознь, что достигается благодаря специальной блокировке пусковых аппаратов.

Каждый дизель снабжен своим зубчатым насосом для смазки трущихся частей двигателей, но независимо от этого для обоих двигателей предусмотрен еще сдвоенный электронасос, который прогоняет смазку через холодильник. Охлаждение цилиндров производится с помощью отдельного электронасоса; таким насосом снабжен каждый дизель.

Дизеля соединены непосредственно с генераторами, от которых ток идет на общие шины питания. Ток на шинах регулируется при помощи изменения напряжения возбуждения генератора. От генераторов ток поступает через реверс переключателя хода моторов и реверс тепловоза на тяговые моторы, которые с помощью переключателя могут ставиться или на последовательное, или на параллельное включение.



Фиг. 168. Электрическая схема тепловоза Э—ЭЛ—8.

На приведенной схеме обозначено:

1 и 11—дизеля,
1 и 2 - генераторы,
3 и 4—возбудители,
5 и 6—обмотки возбуждения генераторов,
7 и 8—обмотки возбуждения возбудителей,
9 —ездовой контроллер,
10 —главный автомат,
11 и 12—автоматы электрического пуска
13 —аккумуляторная батарея,
14 —переключатели тяговых моторов
15 —тяговые моторы.

Наибольший интерес этого тепловоза заключается в тяговых сдвоенных моторах и в системе передачи от них вращающего момента сцепным осям, которая выполнена здесь в виде эластичной передачи по системе Сешерона.

Подобная передача, в отличие от передачи тепловоза Э—ЭЛ—2, Э—ЭЛ—5 и О—ЭЛ—7, где подвеска моторов дает во время хода тепловоза известное неблагоприятное динамическое воздействие на путь, представляет собою чрезвычайно эластичную и спокойную передачу, имеющую несомненное преимущество перед системой подвески указанных выше тепловозов.

Эластичная передача Сешерона применена к тепловозу на основании практики современного электровозостроения, где эластичный привод находит большее применение. При этой передаче корпус тягового мотора жестко связан с рамой тепловоза (установлен на специальных балках) и передача вращения от якорей моторов происходит через зубчатку, насаженную на специальную втулку, которая, в свою очередь охватывая ось и имея на концах пальцы и пружины, передает с помощью их вращение колесу.

Ось со втулкой и системой пружин и мотор в соединении с осью представлены на фигурах 169 и 170.

НБ УДУНТ (ДШТ)

Важным звеном в конструкции передачи являются пружины (рис. 171), благодаря которым достигается следующее:

1) уменьшается износ зубьев;

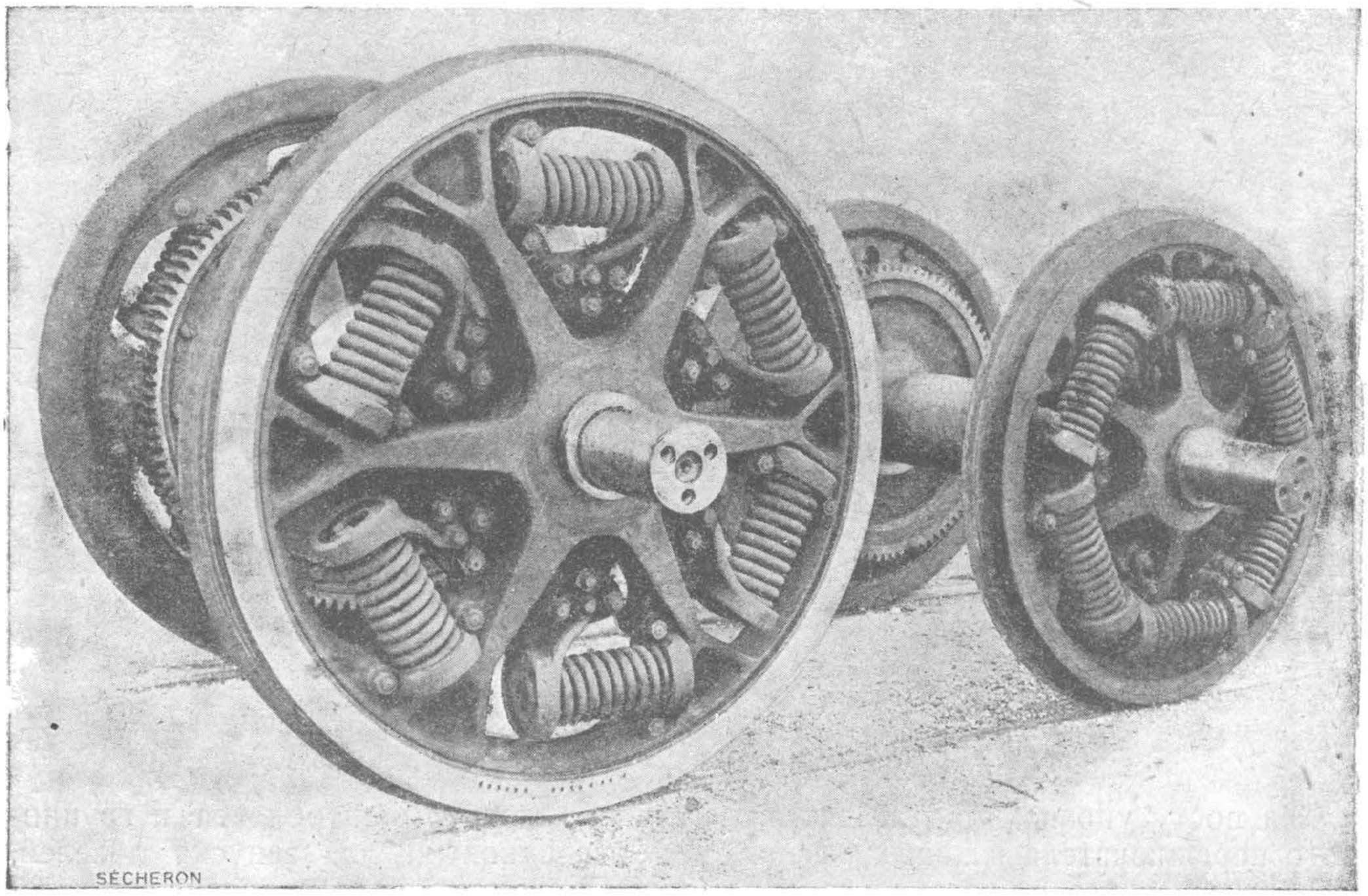
2) пружины ослабляют неравномерности, вызываемые движущими и вращающими частями тепловоза и предотвращают возникновение тряски;

3) благодаря пружинам можно всегда достигнуть хорошего зацепления ведущей и ведомой зубчатки;

4) при такой передаче напряжения в валах и зубчатках в момент динамической нагрузки значительно снижаются;

5) подобная система пружин вместе с жесткой укрепленными на раме моторами представляет идеальный, уравновешенный механизм, который в смысле динамического воздействия на путь является наиболее благоприятной конструкцией.

Пружины в подобной передаче подвержены во время работы весьма сложным напряжениям, но тем не менее практика этой передачи на электровозах



Фиг. 169. Эластичная передача: большая—типа Вестингауза, малая—типа Сешерона.

показывает, что пружины стоят до поломки не менее 100 тысяч километров пробега, а иногда и 300—400 тысяч километров.

Смена пружин производится чрезвычайно легко, а опускание всей оси вместе с моторами производится на специальной опускной канаве с помощью двух гидравлических или пневматических пуансонов.

На фигуре 172 представлено опускание ската тепловоза Э—ЭЛ—8, а на фигуре 173 показана аналогичная операция по опускании ската тепловоза Э—ЭЛ—2.

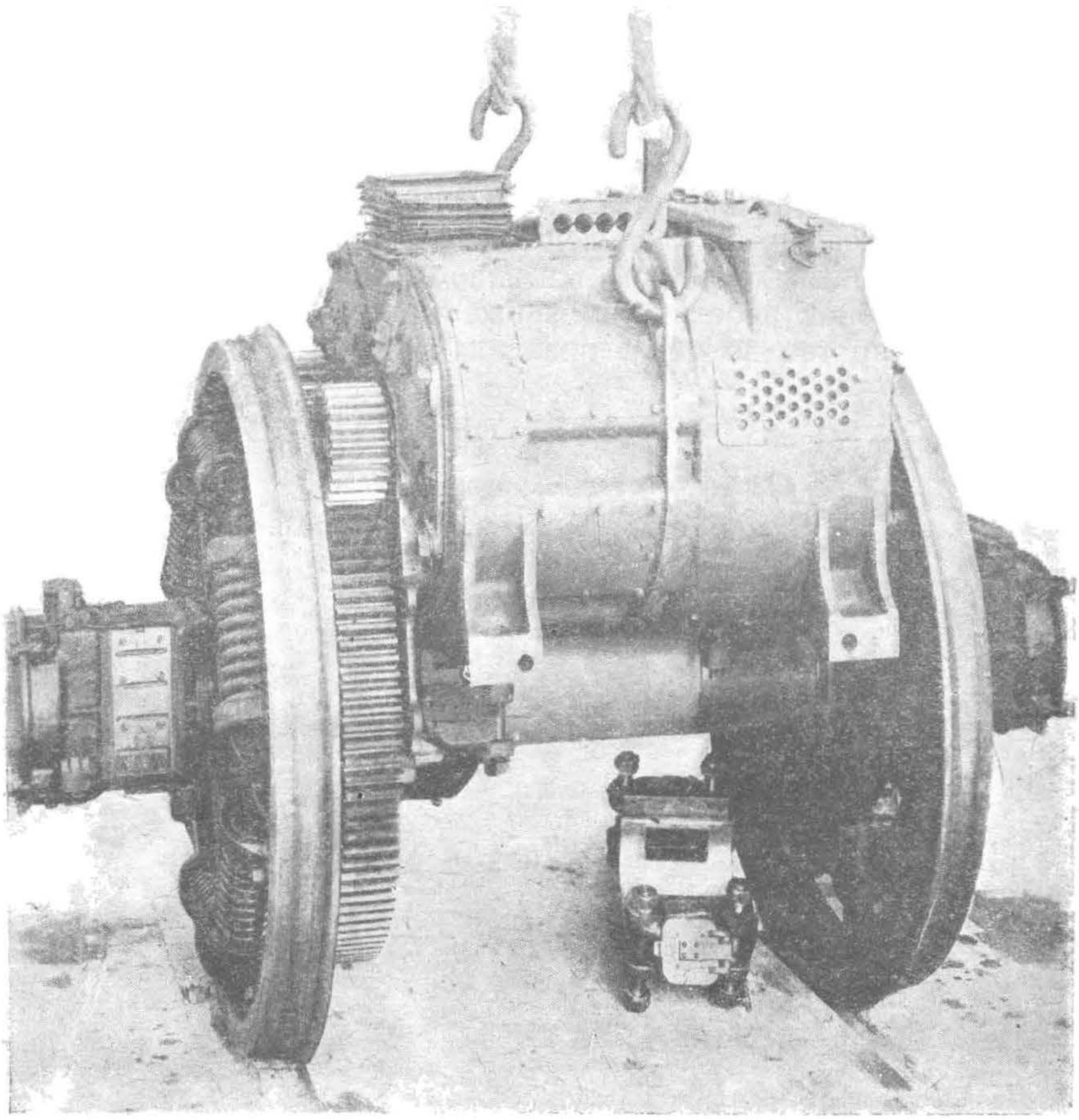
Таким образом демонтаж тяговых моторов этого тепловоза не представляет особенных затруднений.

Конструкция моторов уясняется из фигур 174, 175 и 176, на которых представлены последовательно: 1) корпус мотора без якорей, 2) мотор в собранном виде, 3) собранный мотор со стороны хвостовиков, на которые насаживаются ведущие зубчатки.

Из фотографии понятно, как поступает и выходит воздух, охлаждающий обмотку и якорь мотора; воздух подается в тяговые моторы из общего воздуш-

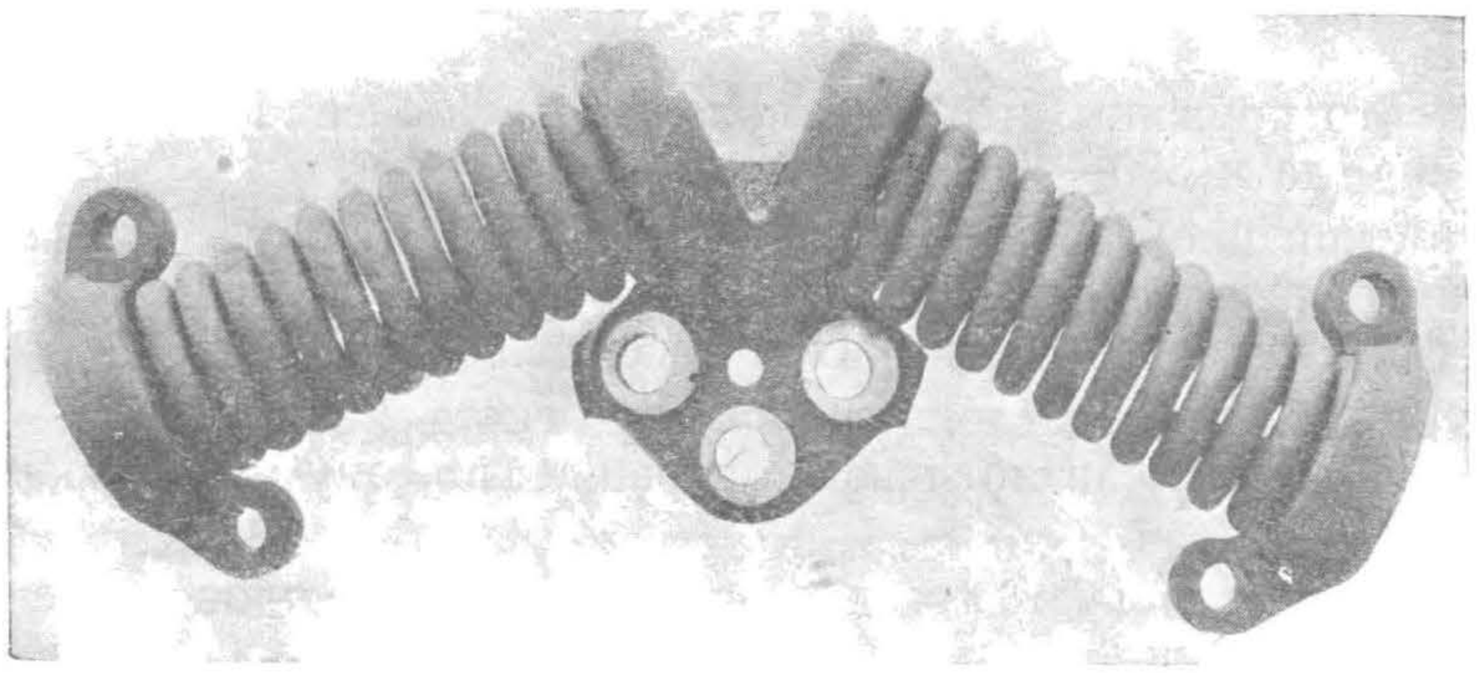
НБ УГУНТ (ДШТ)

ного канала, куда он нагнетается вентилятором, установленным в передней части будки машиниста. Подача воздуха в отдельные моторы регулируется особыми заслонками.



Фиг. 170. Сдвоенный мотор в соединении с осью тепловоза.

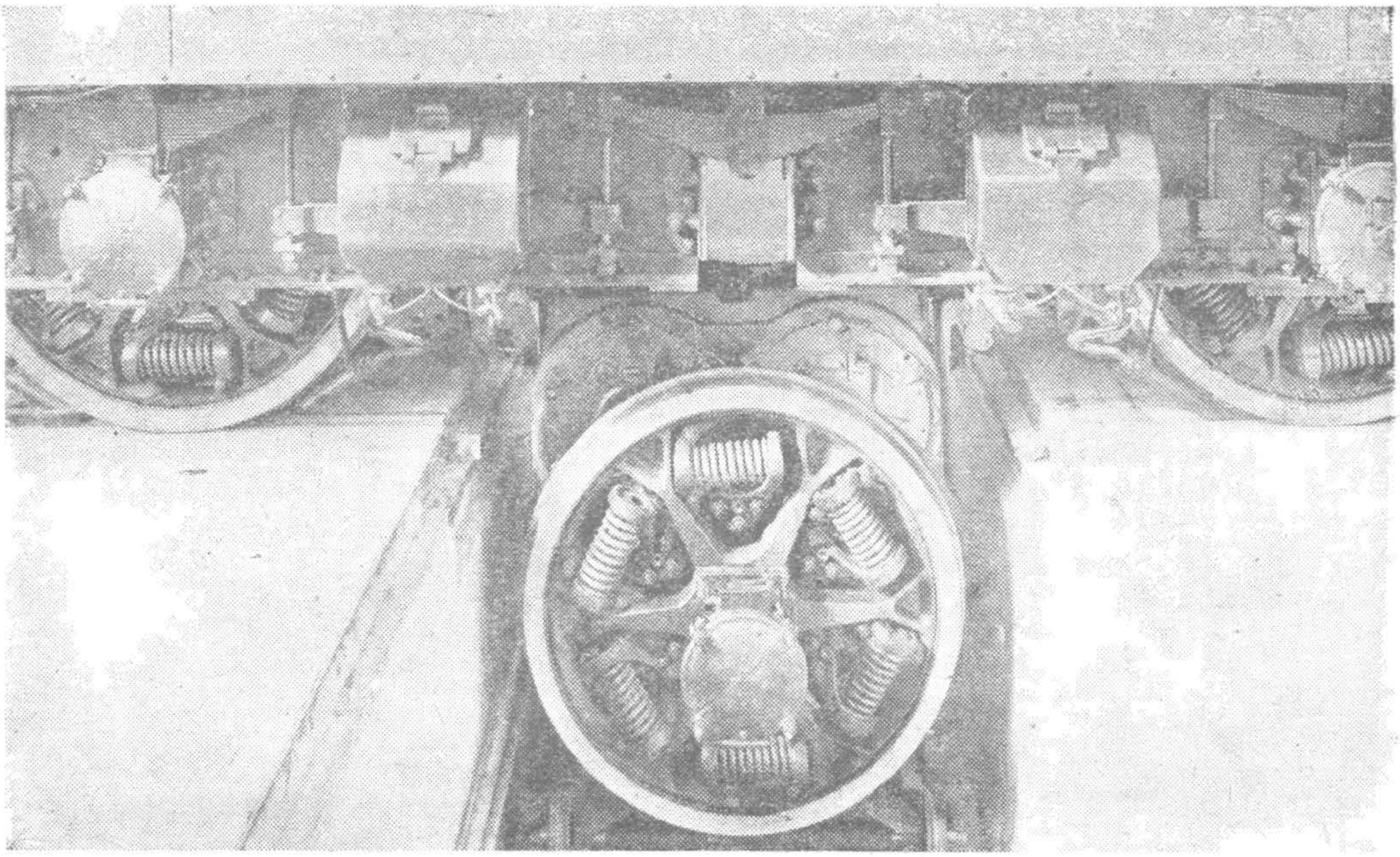
На посту управления находятся: маховики ездового контроллера и группового переключателя главных генераторов, две рукоятки для запуска дизелей, рукоятка реверса, рукоятка регулирования оборотов дизеля, рукоятка управле-



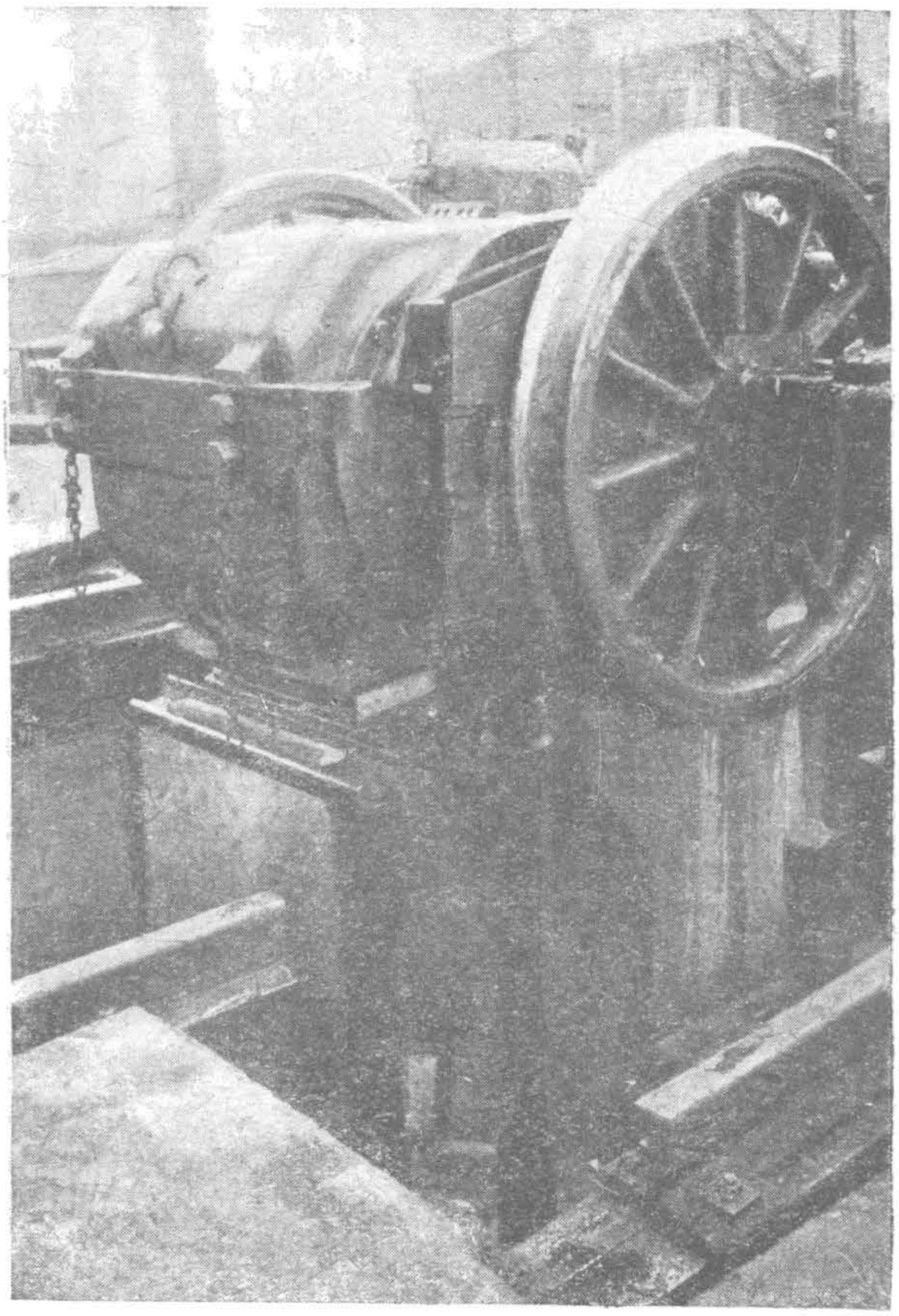
Фиг. 171. Система пружин в передаче Сешерона.

ния мотором компрессора для тормозного воздуха, рукоятка для управления мотором вентилятора тяговых моторов, маховичок реостата для выравнивания нагрузки возбудителей и для зарядки аккумуляторной батареи и рукоятки переключателя амперметров тяговых моторов.

НБ УДУНТ (ДИТ)

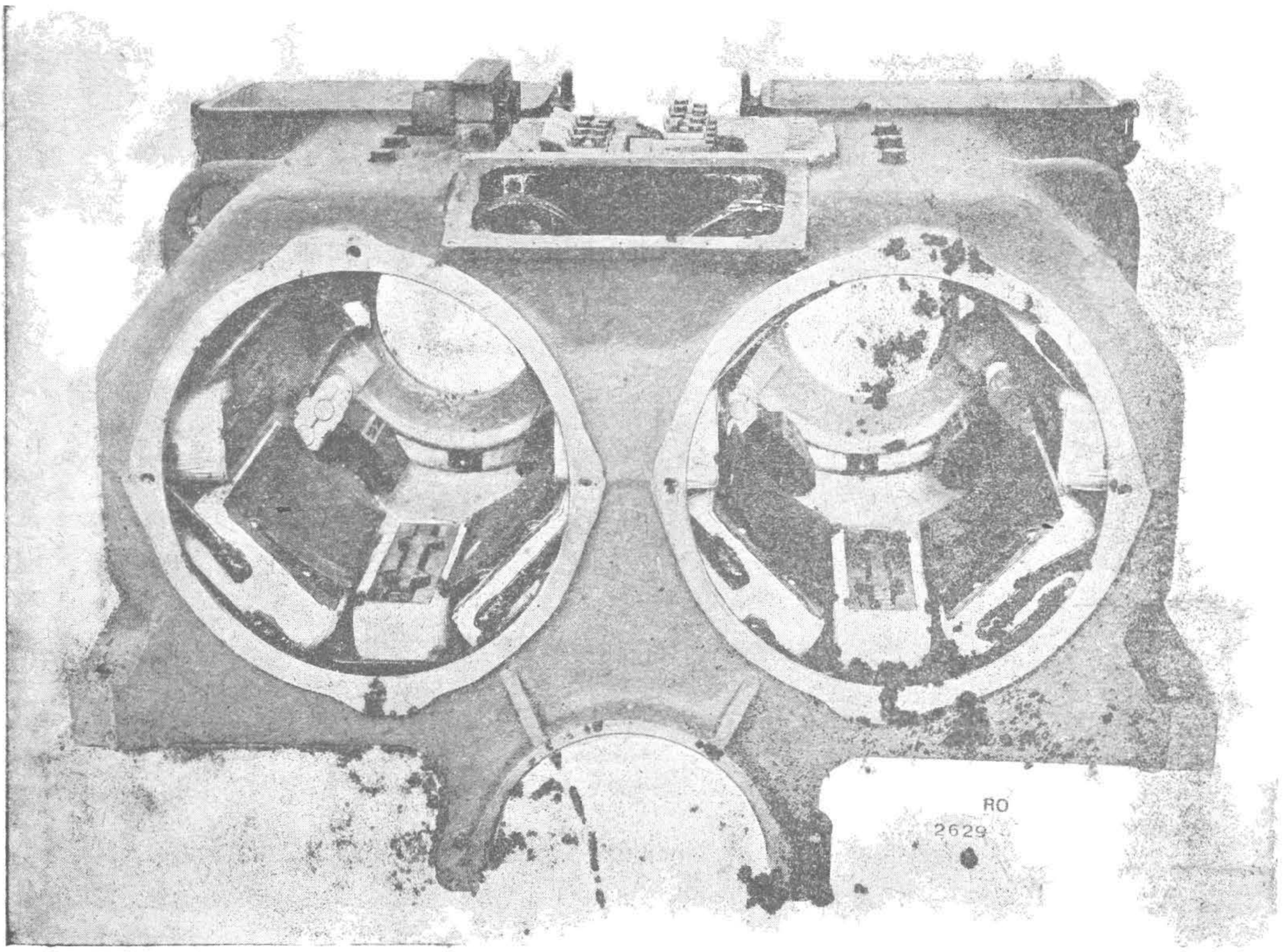


Фиг. 172. Опускание ската с сдвоенным мотором (подвеска Вестингауза).

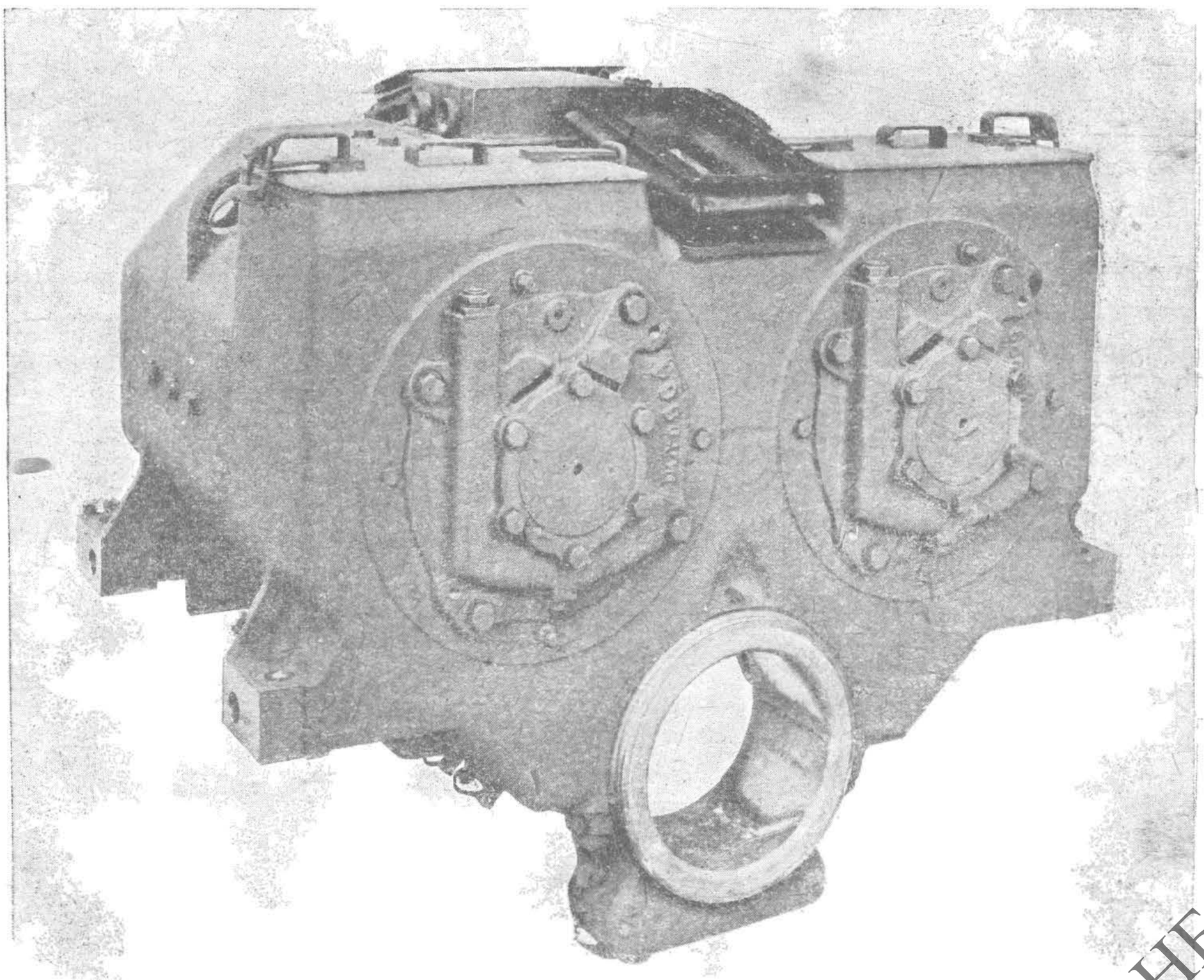


Фиг. 173. Опускание ската с одним мотором (тепловоз Э—ЭЛ—2).

НБ УДУНТ (ДНТ)

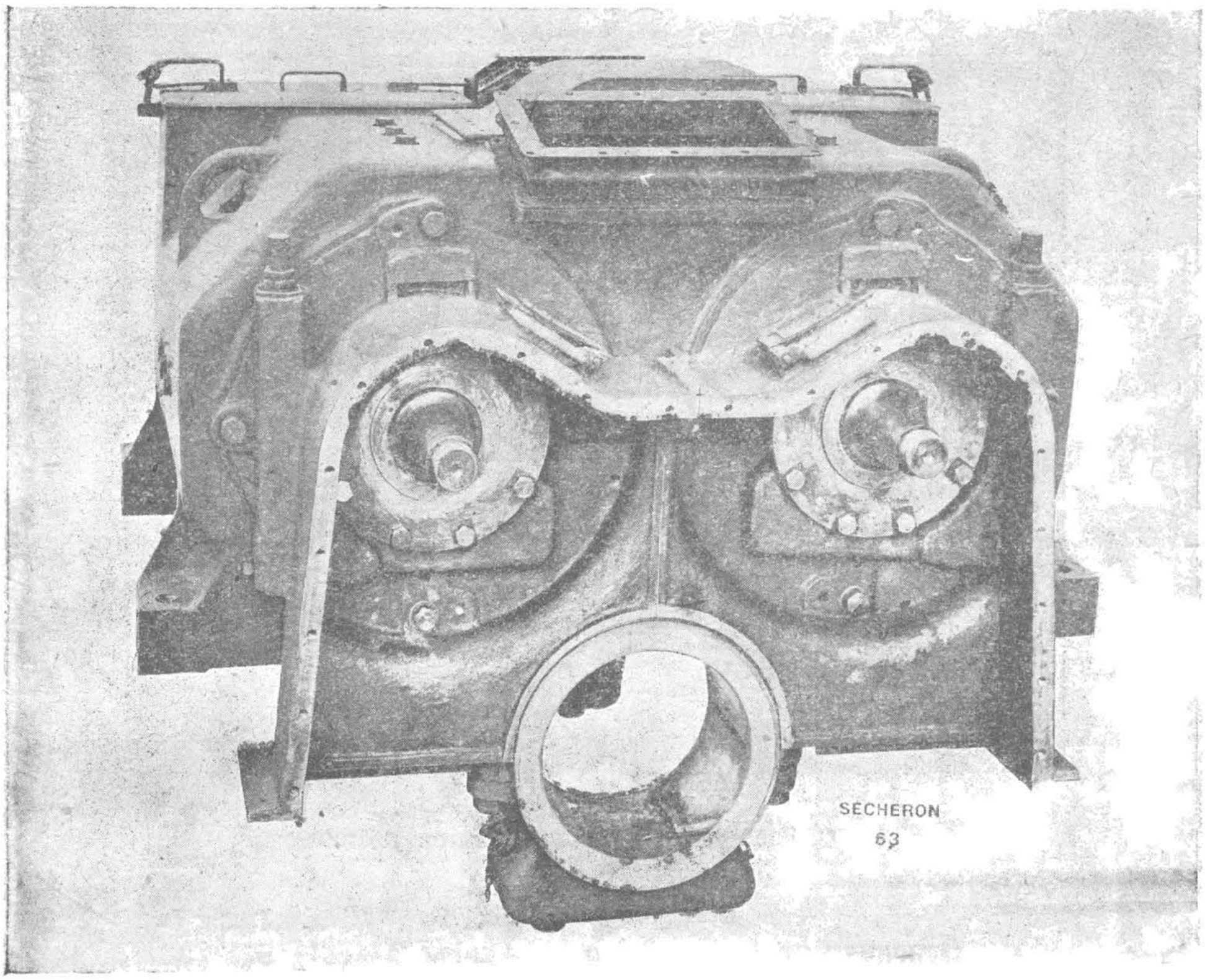


Фиг. 174. Корпус сдвоенного мотора.



Фиг. 175. Сдвоенный мотор в собранном виде.

НБ
УДУНТ
(ДШТ)

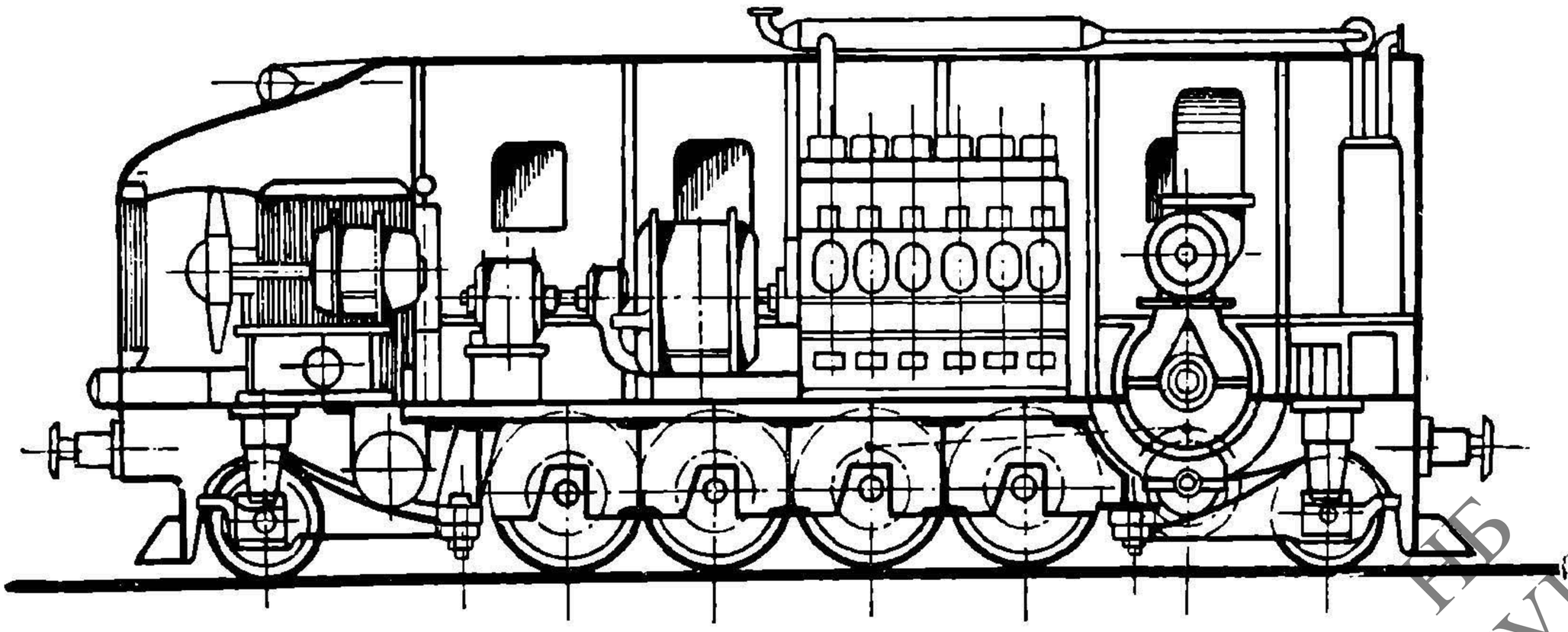


Фиг. 176. Сдвоенный мотор в подготовке к насадке зубчаток на хвостовики якорей.

Таким образом на тепловозе Э—ЭЛ—8, где имеется два дизель-генераторных агрегата с электрическим запуском, пять сдвоенных тяговых моторов и восемь вспомогательных, все управление сосредоточено на посту управления в руках одного человека, причем применённая электрическая и механическая блокировки (12 автоматов) совершенно исключают возможности неправильных операций.

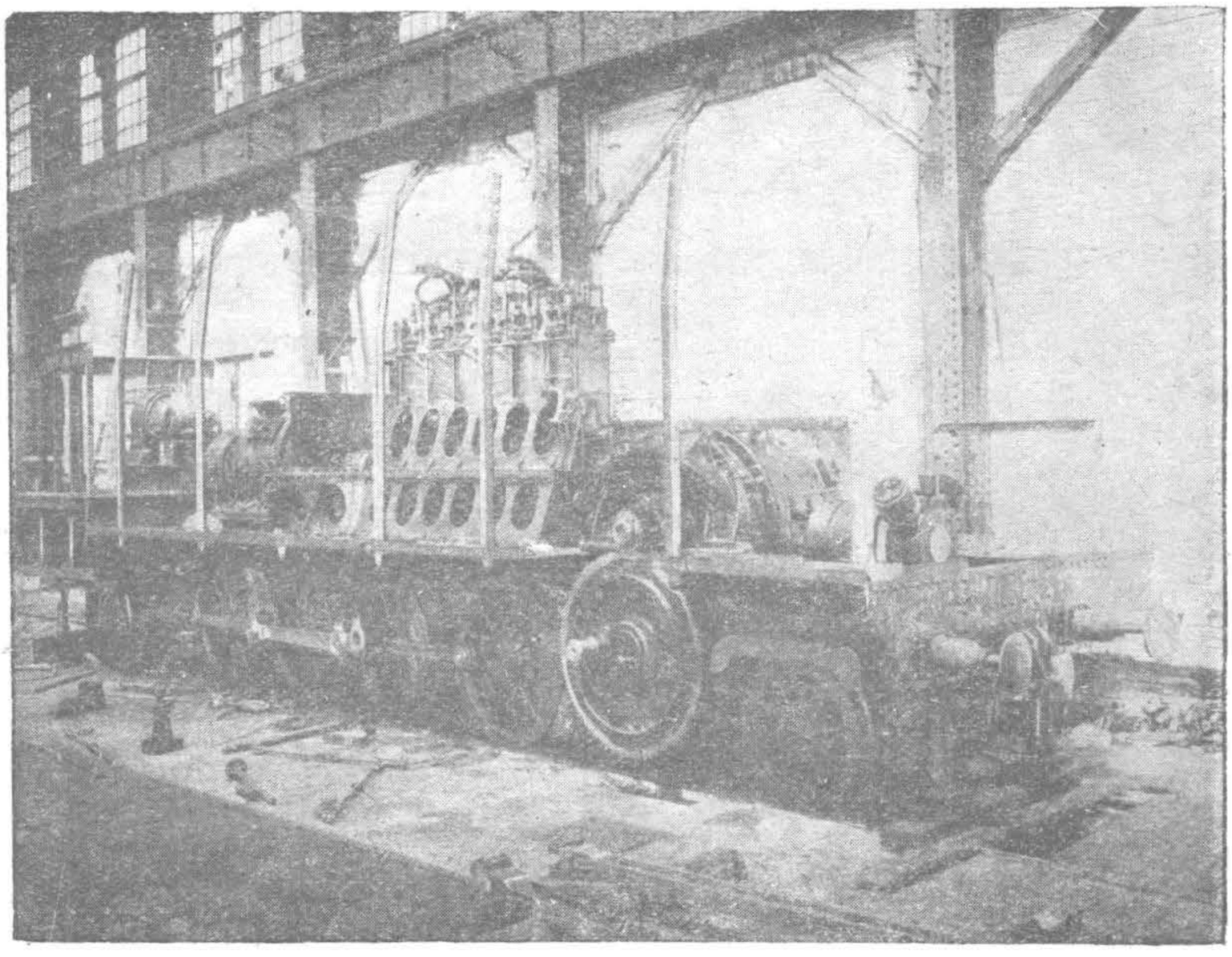
По намеченному плану постройки тепловоза Э—ЭЛ—8 он должен быть готов в начале 1932 г., после чего поступить на катковую станцию для определения его основных тяговых характеристик.

ТЕПЛОВОЗ О—ЭЛ–6



Фиг. 177. Схема расположения агрегатов на тепловозе.

РБ УДУНТ (ДИТ)



Фиг. 178. Общее расположение агрегатов на тепловозе.

Основная характеристика тепловоза О—ЭЛ—6

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Тип	1—4—1
Длина между буферами.	13 770 *мм*
База полная .	9 920 „
База жесткая.	4 220 „
Вес служебный общий	100 *т*
Вес сцепной	72

Нагрузка

Передней бегунковой оси	14 *т*
Сцепной оси. . . .	18 „
Поддерживающей оси	14 „
Запас топлива	2,5 *т*
Запас воды. .	1,2 „
Запас смазки	0,25 „

Разбеги

Бегунковой оси	90 *мм*
I сцепной оси	0
II сцепной оси	15
III сцепной оси	15
IV сцепной оси . .	0
Поддерживающей оси. .	90
Диаметр движущих колес.	1 320 „
Диаметр бегунковых колес	950 „
Наибольшая скорость по конструкции.	55 *км*/час
Наибольшая сила тяги при ободе при скорости	8 600 *кг* при 16 *км*/час
Наибольшая мощность на ободе.	500 л. с.

НБ УДУНТ (ДПТ)

Главный двигатель и холодильник

Тип двигателя *WVu*	бескомпрессорный 28/38
Диаметр цилиндров.	280 *мм*
Ход поршня	380
Число цилиндров	6
Наибольшее число оборотов . . .	750 об./мин
Предельное рабочее число оборотов. .	720 „
Наибольшая эффективная мощность при	700 об./мин. 600 л. с.,
Охлаждение поршней. .	без охлаждения
Подача водяного насоса .	60 *м*³/час.
Мощность водяного насоса	12,5 л. с. при 2 250 об./мин.
Поверхность водяного холодильника .	405 *м*²
Поверхность масляного холодильника	135 „
Число оборотов вентилятора холодильника и мощность мотора вентилятора. . .	30 л. с. при 1 300 об./мин. 310—600 вольт
Наибольшая подача воздуха.	35 *м*³/сек. при сопрот. 55 *мм* вод. столба

Электрическая передача

Генератор—тип.	870/8/450 постоянного тока, с независимым возбуждением и противокомпаундной обмоткой на каждом полюсе
При 700 об./мин. наибольшее напряжение в течение 15 мин.	600 *в*. при 650 амп
Часовая сила тока	1 400 амп. при 270 *в*
Продолжительная сила тока . . .	1 160 амп. при 335 *в*
При 750 об./мин. максимальное напряжение в течение 15 мин.	630 *в*. при 710 амп
Напряжение возбудителя	140 *в*
Наибольшее число оборотов в мин.	750

Возбудительная группа по схеме Леонардо

Главный возбудитель—тип	СС 186
Напряжение .	140 *в*
Длительная мощность.	40 *кв*, 350—750 об./мин
Наибольшая сила тока в течение 20 минут	350 амп.

Тяговые моторы

Число моторов. .	1
Тип мотора GLM	85/50 с сериесным и независимым возбуждением от возбудителя
Передаточное число зубчаток.	1 : 5,1
Расположение моторов.	на раме тепловоза
Мощность мотора часовая .	350 *кв*., 210 об./мин., 1 260 амп
Длительная мощность мотора . .	310 *кв*., 260 об./мин., 1 035 амп., 300 *в*
Число оборот. мотора при максим. скорости тепловоза в 50 *км*	1 030 об./мин
Тормозная мощность мотора	300 *кв*. в пределах скорости от 50—20 *км*/час.

Вспомогательное оборудование

Аккумуляторная батарея—тип.	железно-никелевая - щелочная
Число элементов . . .	80
Напряжение зарядного тока. . .	140 *в*
Емкость при 3-часовом разряде	500 амп./час.
Мотор для вентиляции тягового мотора .	продолжительн. нагрузка 8,5 л. с. при 1 330 об./мин. и 140 вольт
Подача воздуха вентилятором.	120 *м*³/мин. при 110 *мм* водяного столба
Моторкомпрессор с подачей воздуха.	60 *м*³/час при 450 об./мин. и противодавлением 8 атм.;
Мотор нефтяного насоса с подачей .	1 л. с.—подача 7 *м*³/час.
Мотор для вентилятора холодильника .	30 л. с. при 1 300 об./мин. 310—600 вольт

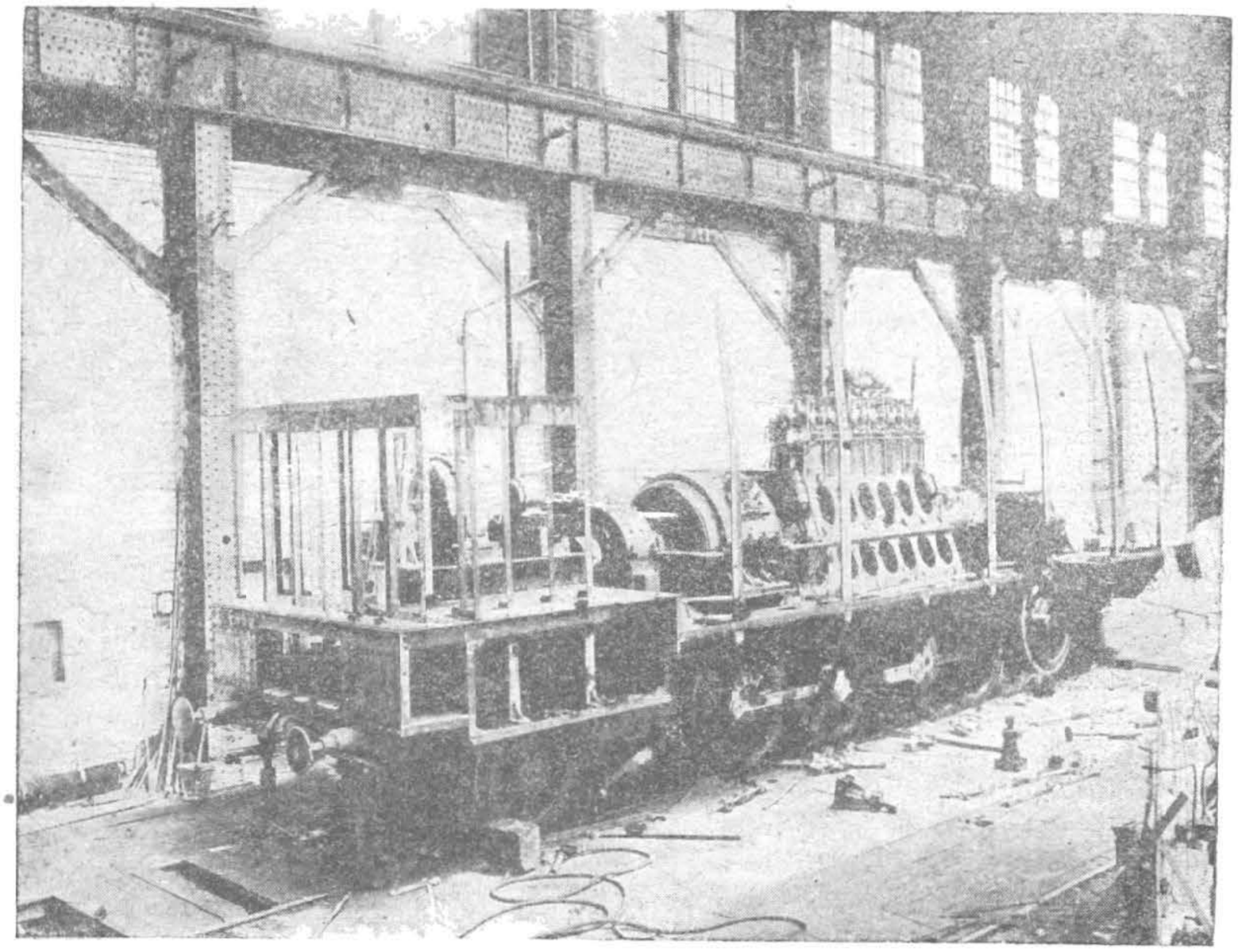
Веса отдельных частей тепловоза

Дизель.	5 200
Генератор с якорем возбудителя .	7 362 *кг*
Тяговый мотор с зубчатой передачей	3 200 *кг*

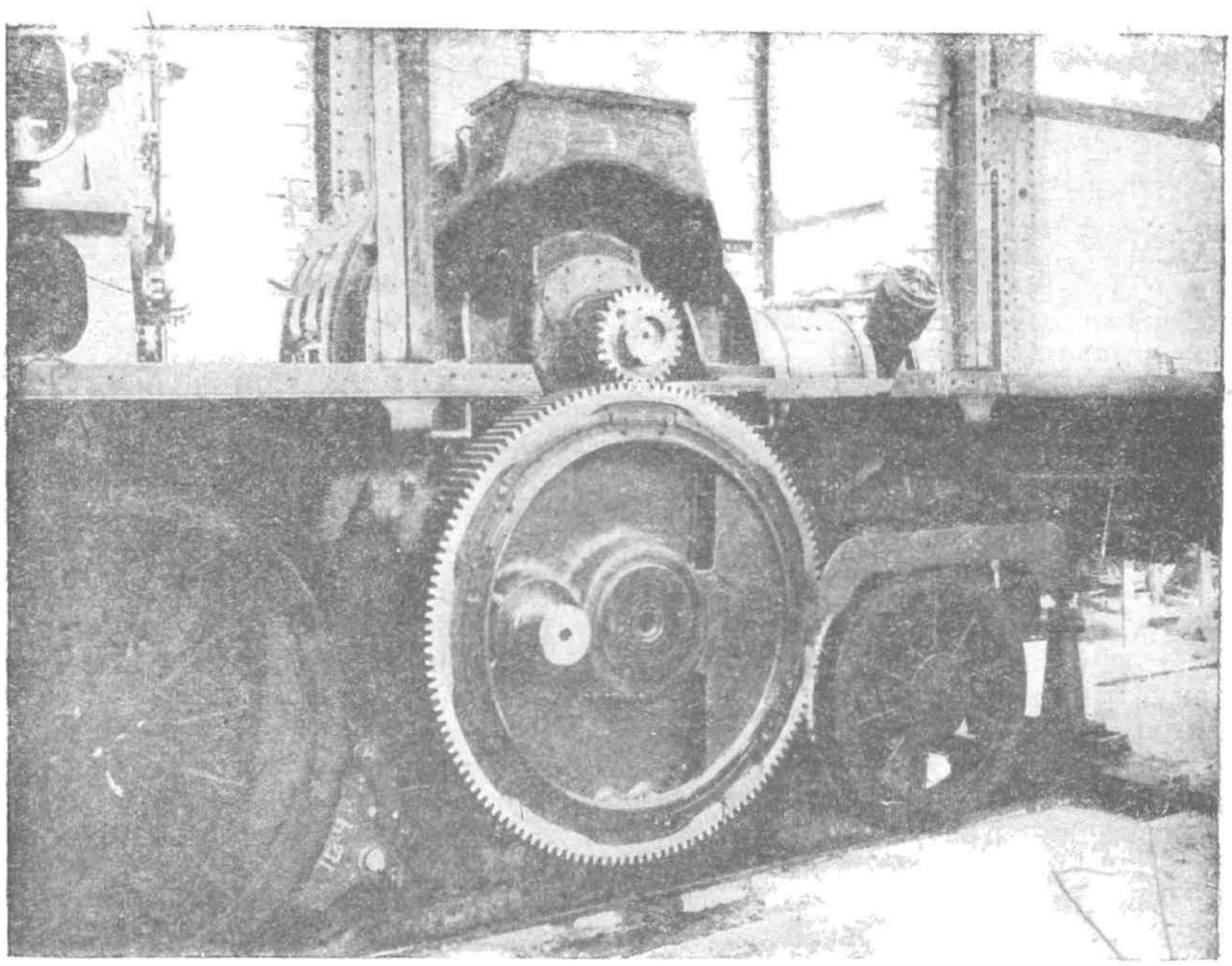
НБ УДУНТ (ДИТ)

Недавнопоступил в эксплоатацию тепловоз О—ЭЛ—36 средней мощности (как и О—ЭЛ—7), который имеет лишь один верхний тяговый мотор с передачей движения сцепным осям через зубчатую передачу, отбойный (слепой) вал и дышл.

Тепловоз построен Коломенском заводом.



Фиг. 179. Сборка тепловоза.



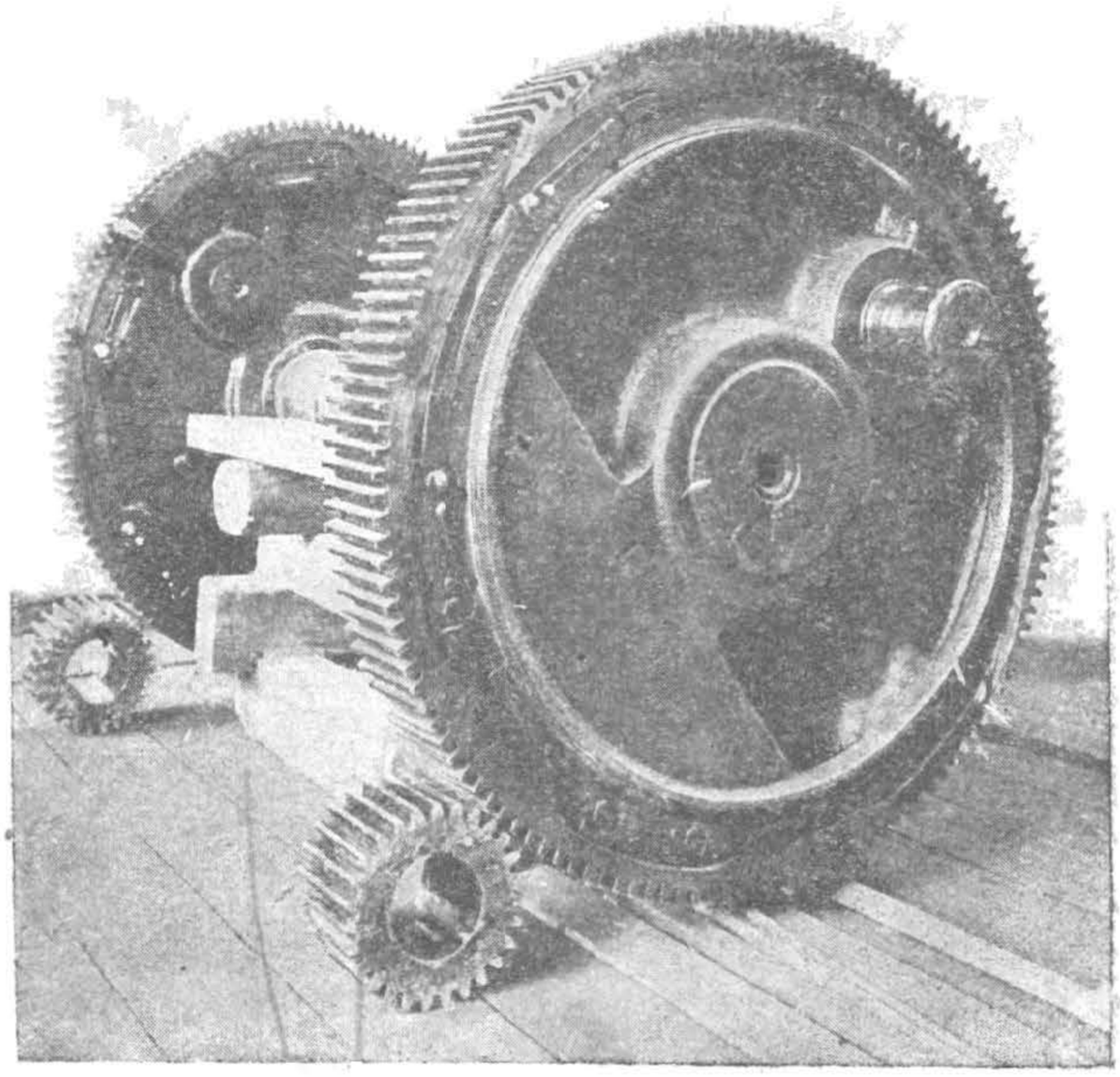
Фиг. 180. Расположение тягового мотора.

Основные агрегаты этого тепловоза и их характеристика аналогичны с тепловозом О—ЭЛ—7. Здесь только осуществлена другая компановка агрегатов, которая вытекала из необходимости поместить тяговый мотор на раме и из опыта по постройке тепловоза О—ЭЛ—7, где некоторые вспомогательные элементы были расположены неудачно.

НТБ УДУНТ (ДИТ)

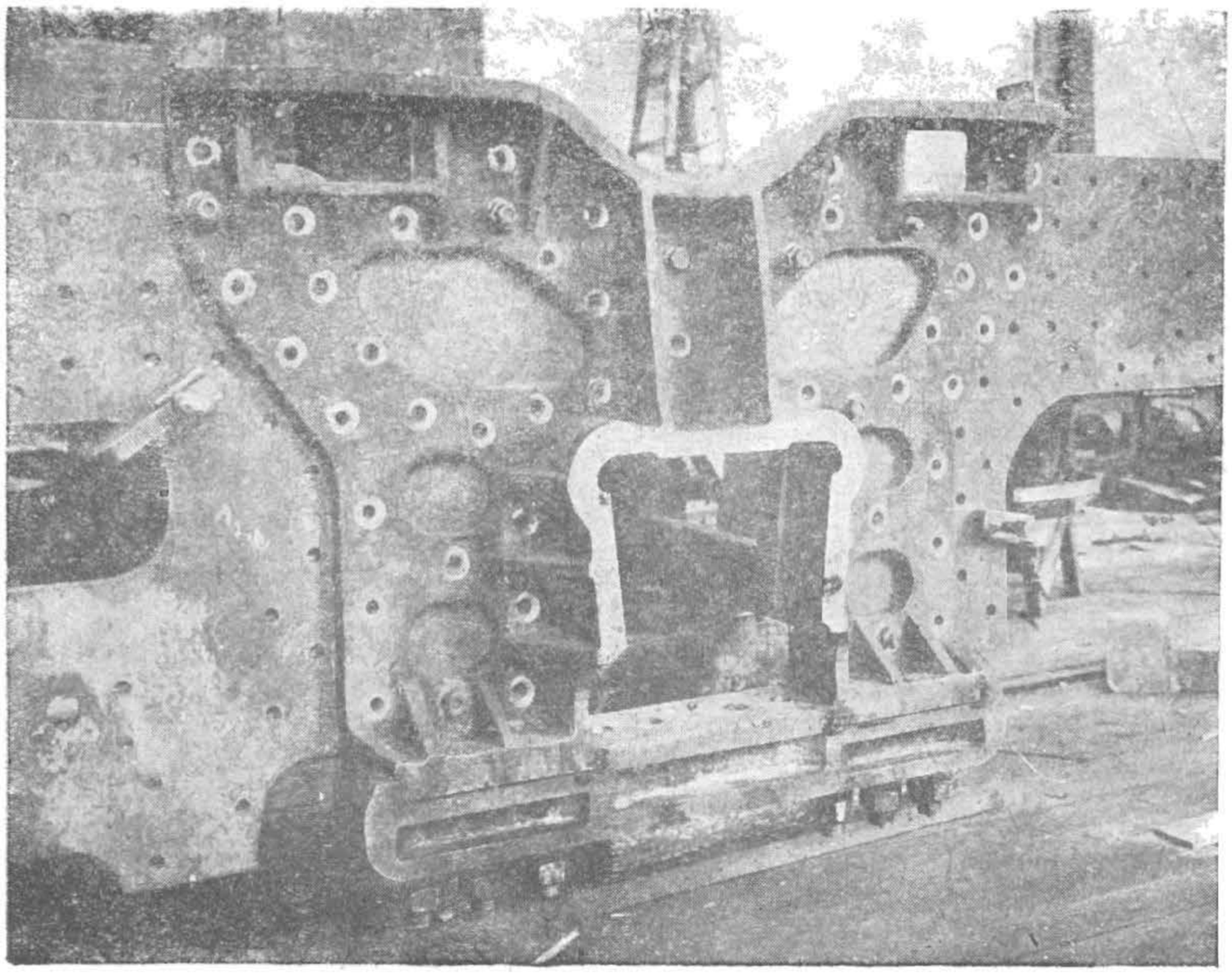
Фигуры 178, 179 и 180 дают представления об общем расположении агрегатов на тепловозе и установке тягового мотора. Последний, как это видно из фигуры 180, с помощью цилиндрических зубчаток, насаженных на оба конца якоря мотора, вращает большую цилиндрическую зубчатку, снабженную ведущими пальцами.

Значительный интерес представляет большая зубчатка, которая состоит из двух частей: корпуса зубчатки и венца, причем последний может сдвигаться по отношению корпуса зубчатки на определенный угол, действуя при этом на пружины, находящиеся в специальных гнездах корпуса. В каждом гнезде, которых на зубчатке шесть, находятся по две пружины; гнезда закрываются с двух сторон накладками, которые не позволяют венцу сдвинуться в осевом направлении с корпуса зубчатки. Благодаря такой конструкции больших зубчаток все возможные неравномерности и удары со стороны колес и дышел тушатся системой пружин этих зубчаток и не вызывают чрезмерных напряжений ни в последних, ни в зубчатках мотора.



Фиг. 181. Зубчатое зацепление: малая—якоря мотора, большая—отбойного вала; большая снабжена пружинным приспособлением.

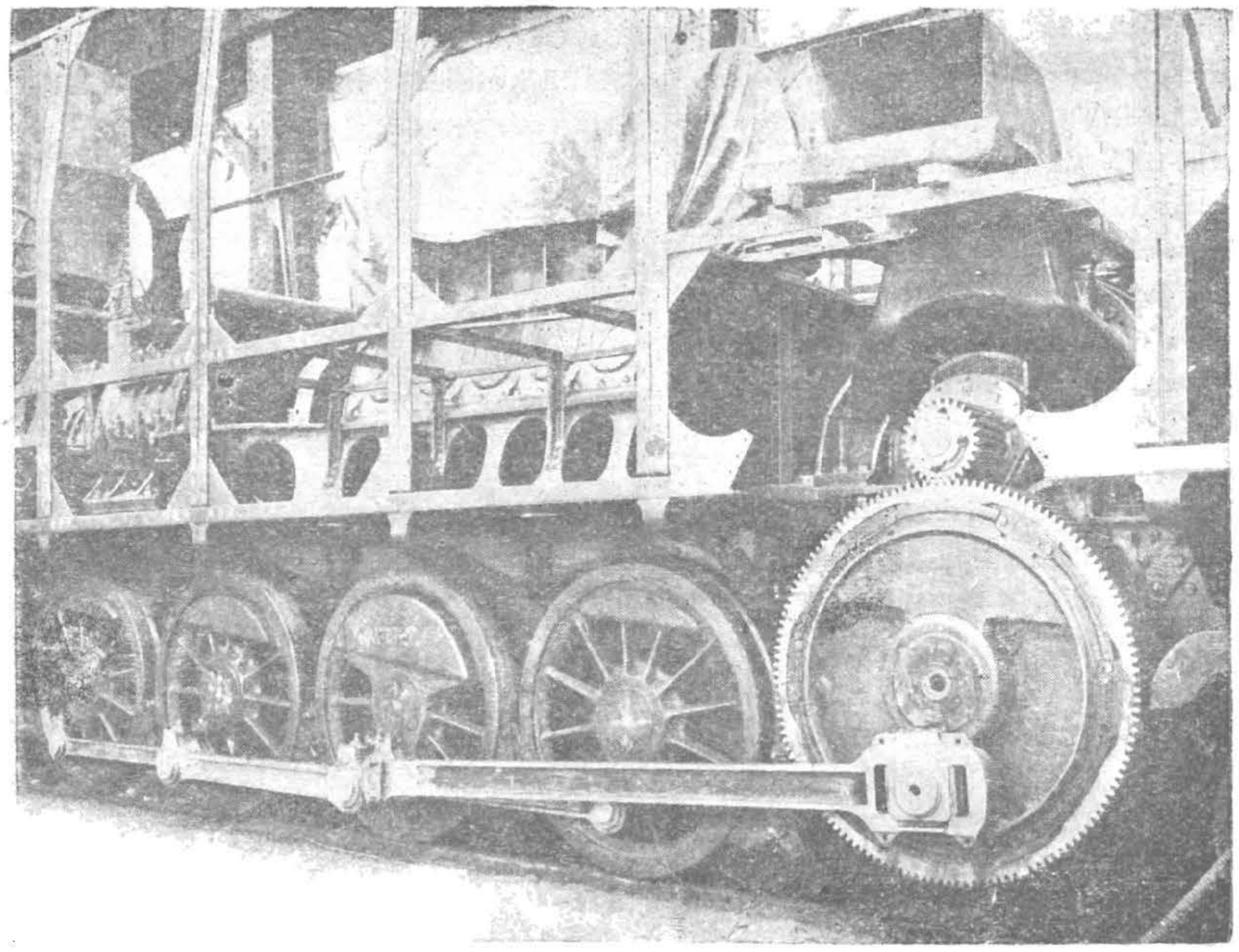
Зубчатки покрываются кожухом, заполненным маслом, и таким образом работают в масляной ванне.



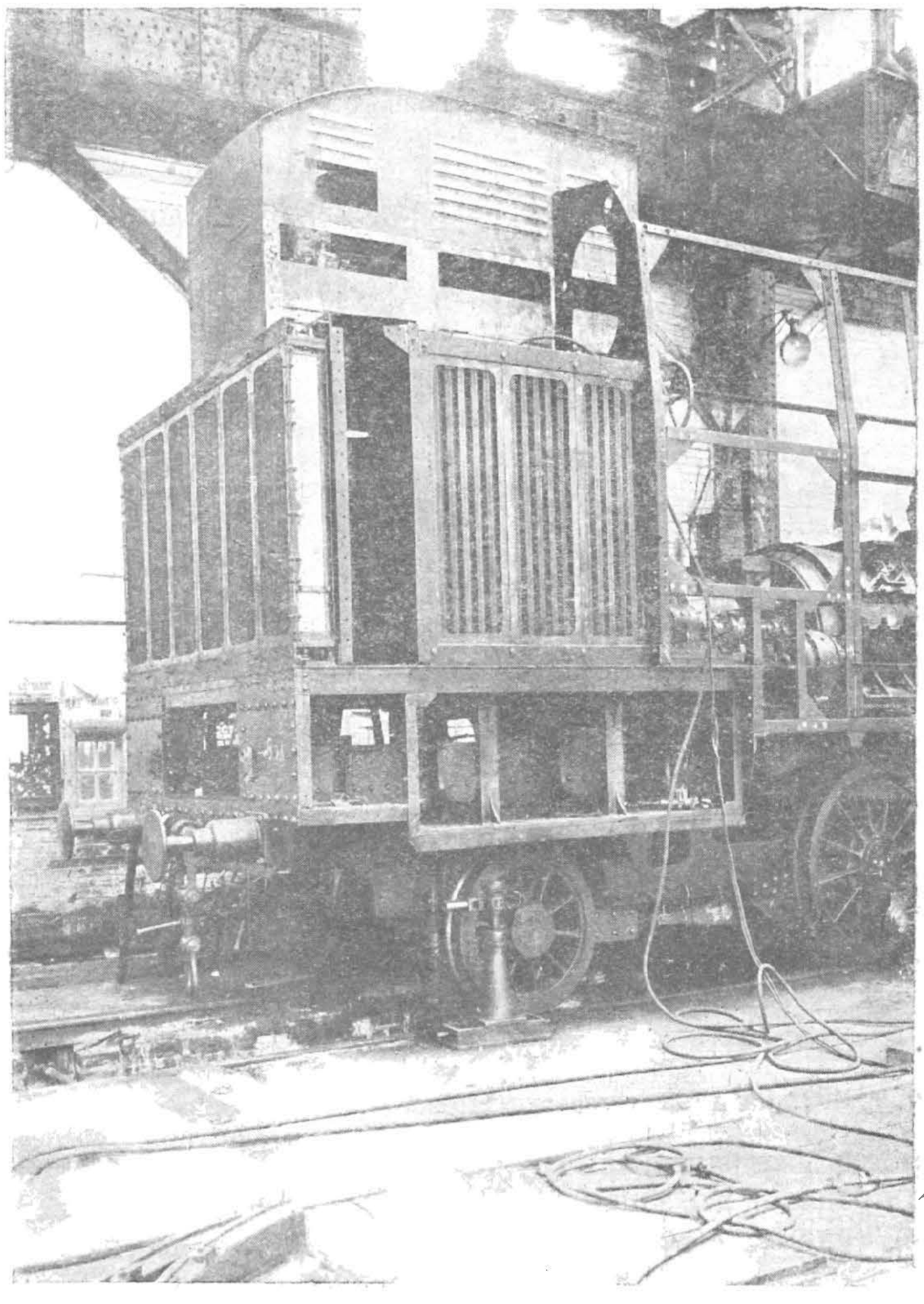
Фиг. 182. Рама для установки тягового мотора и отбойного вала.

Как указывалось уже ранее, при групповом приводе большую трудность составляет получение правильного зацепления, для чего приходится делать достаточно сложную конструкцию подшипников отбойного вала и установку их в раме тепловоза.

НБ УГУНТ (ДИТ)



Фиг. 183. Система дышловой передачи.



Фиг. 184. Холодильник тепловоза и тормозные сопротивления (верх).

НБ УДУНТ (ДИТ)

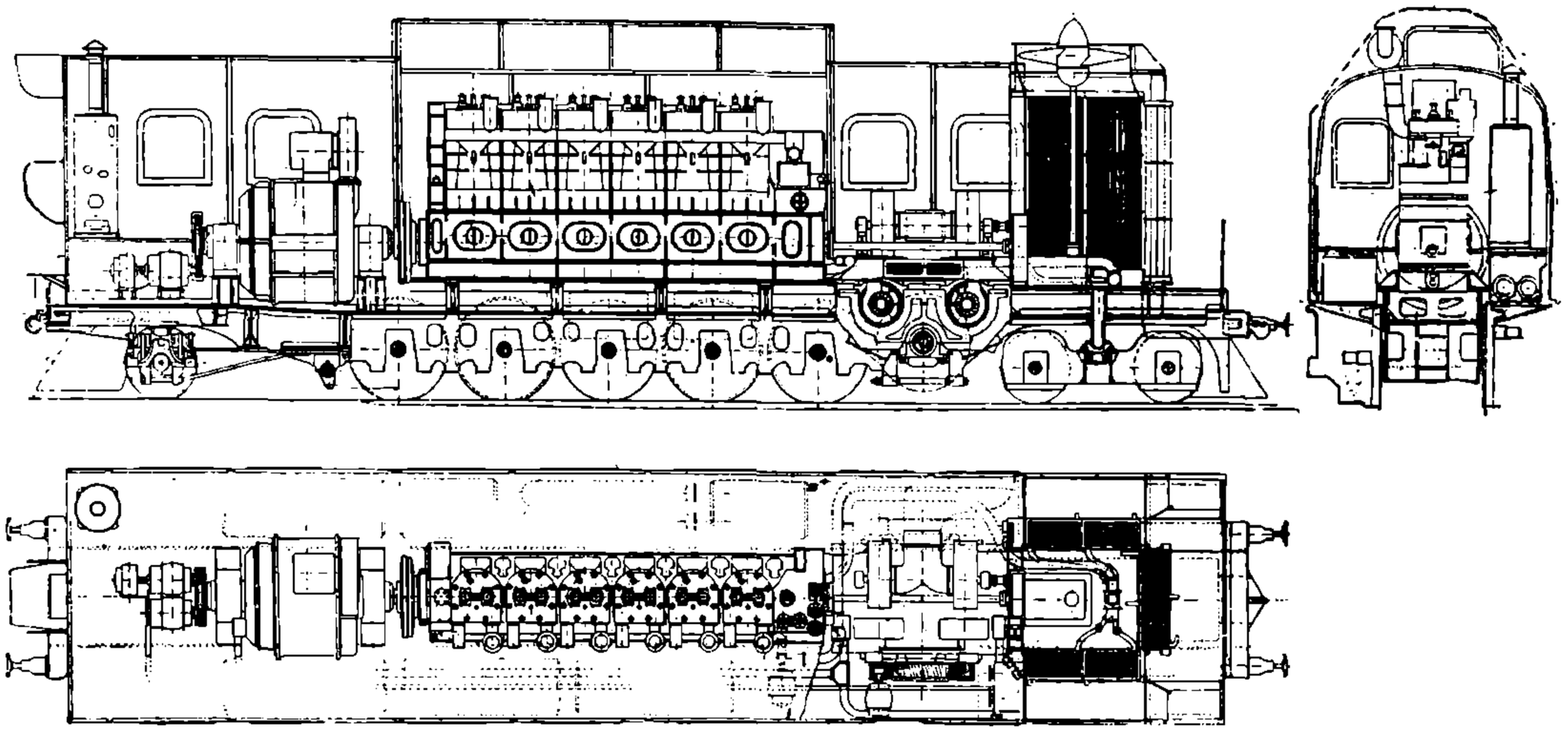
На фигуре 182 представлена конструкция, примененная на тепловозе О—ЭЛ—6 из которой понятно, что для точной установки отбойного вала, а следовательно, получения надлежащего зацепления зубчаток и правильного расположения кривошипов имеются два боковых клина и нижние болты, что в целом позволяет устанавливать отбойный вал в требуемое положение.

Весьма интересной на этом тепловозе является дышловая передача необычной для нашей практики конструкции. Конструкция эта, применяющаяся иногда в электровозах, в данном случае вызвана тем, что при имеющемся возвышении центра отбойного вала на 190 *мм* против центра ведущих колес нельзя непосредственно одеть ведущее дышло на палец третьей оси, так как при подпрыгивании и опускании данного колеса на 45 *мм* при горизовтальном положении кривошипа (что бывает на наших путях) дышло должно удлиняться на 2,8 *мм* или укорачиваться на 2,8 *мм*, а это вызвало бы в дышле чрезмерные напряжения и возможности его поломки (на растяжение 2 090 *км/см*^{2} на сжатие 1 700 *км/см*^{2}). Для уменьшения этих напряжений здесь второе сцепное дышло удлинено в сторону отбойного вала на 219 *мм* (от пальца кривошипа) и приподнято кверху на 55 *мм*, причем эти величины подобраны так, что при опускании и подпрыгивании колеса изменение длины ведущего дышла получает минимальное значение (1,156—1,27 *мм*), и соответственно понижаются напряжения на растяжение и сжатие.

Следующим интересным элементом на тепловозе О—ЭЛ—6 является холодильник, который так запроектирован, что выход воздуха происходит не вверх, как из обычной конструкции, а в стороны по соответствующим направляющим, в связи с чем вал пропеллера расположен горизонтально и приводится во вращение от электромотора. Эта новая компановка холодильника и передачи к нему подлежит опытной проверке и оценке в эксплоатационной работе.

По такому же типу строится тепловоз О—ЭЛ—10, у которого в отличие от тепловоза О—ЭЛ—6 запуск дизеля будет производиться воздухом от специального электрокомпрессора, а электрического торможения, как это осуществлено на О—ЭЛ—6, не будет.

ТЕПЛОВОЗ Э—ЭЛ—4



Фиг. 185. Тепловоз Э—ЭЛ—4.

Более мощным тепловозом с групповым приводом, чем тепловоз О—ЭЛ—6, является тепловоз Э—ЭЛ—4, строящийся на заводе „Красный путиловец“ по проекту проф. Я. М. Гаккеля.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Основная характеристика тепловоза Э—ЭЛ—4

Наибольшая мощность дизеля	1 200 л. с
Наибольшее число оборотов .	450 об/мин
Наибольший расход на вентилятор	110 л. с
Длительная мощность генератора	1 075 амп. × 630 *в* = 700 *квт*
Часовая мощность генератора	1 250 амп. × 675 *в* = 840 *квт*
Диаметр ведущих колес . .	1 320 *мм*
Отношение зубчатой передачи .	1 : 5,24
Наибольшая сила тяги на ободе	2 0000 *км*
Часовая тяга при скорости 15 *км* .	14 500 *км*
Тяга при конструкционной скорости 60 *км*	3 500 *км*
Запас топлива	4 *т*
„ смазки	1,35
„ воды	2
Воздушная поверхность охлаждения холодильника для воды.	630 *м²*
Воздушная поверхность охлаждения холодильника для масла . . .	250 *м²*
Диаметр вентилятора системы „Цаги"	1 620 *мм*
Общий вес тепловоза	127 *т*
Сцепной вес тепловоза	16,7 × 5 = 83,5 *т*
Передняя тележка	13 + 15 = 28 „
Задняя ось	15,5 „

Интерес этого тепловоза заключается в его сдвоенном мощном тяговым моторе, якоря которого через зубчатую передачу вращают отбойный вал, а последний с помощью кривошипов ведет главное дышло и затем спарники.

Такой вид групповой передачи должен дать возможность произвести сравнительную оценку индивидуального и группового привода в отношении тепловозов большой мощности.

Помимо этого на тепловозе имеются следующие отличительные от других тепловозов детали.

1. Автоматическое возбуждение генератора — обратный компаунд, что обеспечивает дизель от перегрузов и дает возможность дизелю работать в устойчивом режиме.

2. Применение добавочных циркуляционных насосов (водяного и масляного) с приводом от осей экипажа, что должно дать известную экономию.

3. Применение приводного от осей экипажа компрессора как для тормоза, так и для зарядки пусковых баллонов.

4. Эксцентриковые втулки на спарниках вместо клиньев.

Основные агрегаты этого тепловоза строятся: дизель—Коломенским заводом, генератор и возбудитель — заводом „Электросила", тяговый мотор—заводом „Динамо", экипаж и монтаж тепловоза в целом—заводом „Красный путиловец".

НБ УДУНТ (ДИТ)

IV. ЭКСПЛОАТАЦИОННАЯ РАБОТА ТЕПЛОВОЗОВ

Описанные ранее и находящиеся в эксплоатации тепловозы по громадным техническим вложенным в них идеям представляют чрезвычайно интересные и первые в мире экземпляры применения двигателей внутреннего сгорания большой мощности в железнодорожных условиях. Поэтому, построив такие тепловозы, представлялось необходимым сосредоточиться на оценке их эксплоатационных достоинств и недостатков и преодолеть все трудности применения тепловозов в железнодорожной эксплоатации, которые заключались в подготовке персонала по управлению и уходу за тепловозами, содержанию и ремонту их и, наконец, по определению технических и экономических измерителей их работы. Все эти трудности в результате пятилетней работы наших тепловозов в достаточной мере изучены и преодолены и в настоящее время имеется возможность сопоставить тепловоз по эксплоатационным расходам с паровозом и сделать выводы о жизненности той или иной части тепловоза и о тепловозе в целом.

Если сосредоточиться на результатах работы тепловоза Э—ЭЛ—2, который оказался наиболее работоспособным, то работа этого тепловоза уясняется из приводимой таблицы.

№№ по пор	Годы	1925—26		1926—27		1927—28		1928—29		1929—30		Ос. кв. 1930	
	Тепловозы	Э-ЭЛ-3	Э-МХ-3	Э-ЭЛ-2	Э-МХ-3	Э-ЭЛ-2	Э-МХ-3	Э-ЭЛ-2	Э-МХ-3	Э-ЭЛ-2	Э-МХ-3	Э-ЭЛ-2	Э-МХ-3
1	Пробег .	32 500	—	64 353	25 400	33 207	43 485	52 520	23 842	67 417	20 269	18 223	—
2	Работа в 10 000 *т/км* .	2 960	—	5 436	1 799	2 531	3 284	4 856	2 357	7 154	1 899	—	—
3	Средний вес поезда .	918	—	844	880	813	795	960	1 008	1 073	1 023	1 190	
4	Число дней работы .	190	—	250	110	222	243	204	—	242	—	67	—
5	Средняя техническая скорость .	—	—	—	—	—	—	26,75	25,7	28,35	28.0	—	—
6	Расх. топл. на 100 *т/км*	—	—	406	386	431	380	413	390	425	415	—	—
	и 10 000 *т/км* в *кг*			48	45,3	53	48	43	39,4	40	40	40	—

Таким образом, несмотря на совершенно еще новый, опытный и первый мощный локомотив с двигателем внутреннего сгорания и несмотря на вполне понятные затруднения, которые бывают с новыми агрегатами как в части ознакомления с ними персонала, так и по части „детских болезней", мы имеем суточный пробег в 1929/30 г. в 285 *км*, а за последние месяцы работа тепловоза доходила до 12 000 *км* в месяц (апрель и май), что показывает на весьма необычные пробеги в сравнении их с товарными паровозами.

Нарастание пробегов из года в год указывает на совершенно исключительные возможности, которые могут быть при эксплоатации тепловозов в правильно организованном хозяйстве—дороге на тепловозной тяге,—где приведенные ранее пробеги тепловоза в 285 *км*/сутки могли бы быть регулярными.

Значительные месячные и годовые пробеги объясняются главным образом способностью тепловозов вообще и в частности Э—ЭЛ—2 делать дальние поездки и работать на большом плече. Так, до последнего времени тепловозы работали

НБ УДУНТ (ДИТ)

на участке Москва—Белгород (695 *км*), а последнее время Москва—Ленинград (650 *км*) без остановок по техническим надобностям, напр., для набора топлива и воды. Это обстоятельство дает возможность иметь повышенную по сравнению с паровозом среднюю техническую, а также и коммерческую скорость, что в целом улучшает оборот вагона и т. д.

Если теперь остановиться на рассмотрении отдельных видов эксплоатационных расходов, отнесенных на измеритель — 100 *лок./км* и 10 000 *т/км*, получаем следующую картину.

Экономические результаты работы тепловозов

за 1925—30 г.г.

№ № по порядку	Статьи расходов	Тепловоз Э—ЭЛ—2						Тепловоз Э—МХ—3				
		Расходы на 100 лок/*км* в рублях						Расходы на 100 лок/*км* в рублях				
		1925—26 г	1926—27 г. /	1927—28 г.	1928—29 г.	1929—30 г.	Среднее за 5 лет	1926—27 г.	1927—28 г.	1928—29 г	1929—30 г.	Среднее за 4 года
1	Содержание бригад . .	33—20	49—50	37—40	35—20	36—50	38—36	53—96	37—20	33—90	35—00	40—01
2	Топливо . .	16—21	18—42	21—20	19—15	21—97	19—50	17—28	17—90	22—25	21—40	18—50
3	Освещение .	0—10	0—26	0—20	0—11	0—08	0—15	0—13	0—23	0—03	0—16	0—14
4	Смазка . .	5—05	4—16	5—74	5—05	4—80	4—82	4—15	3—96	5—85	8—30	4—93
5	Обтирка . .	0—62	0—78	1—06	0—59	0—39	0—65	1—21	0—75	0—27	0—55	0—65
6	Текущий ремонт . . .	11—23	12—23	12—80	11—50	19—29	13—85	10—53	9—85	8—35	32—42	15—79
7	Случ. ремонт вызванный конст.недост.	3—62	14—11	44—60	8—90	10—19	14—60	22—28	26—90	12—15	45—28	26—65
8	Конструктивные изменения .	—	0—81	1—76	0—84	3—11	1—46	1—83	1—81	0—08	2—50	1—55
9	Средний ремонт . . .	16—54	—	—	21—40	—	18—97	—	—	17—64	—	17—64
	Расходы на 100 *л/км* .	86—57	100—27	124—76	102—74	96—33	112—36	111—41	98—60	100—52	147—61	125—86
	Расходы на 10000 *т/км*	9—60	11—85	16—35	11—39	9—11	12—24	12—72	13—05	10—61	14—46	13—92

1. Как видно из приведенной таблицы, содержание бригад на тепловозе значительно выше, чем на паровозе. Это объясняется как более повышенной квалификацией тепловозного персонала, так и способом езды, который отражается на повышении расходов.

Бригада на тепловозе Э—ЭЛ—2 состоит из трех человек: 1) машиниста, который, кроме умения управлять тепловозом, должен быть хорошо знаком с дизелем, электропередачей и другими основными элементами тепловоза; это требует с его стороны значительной и теоретической и практической подготовки; 2) дизелиста, который управляет дизелем и должен знать последний весьма основательно, и 3) электротехника для управления электрическими агрегатами, который должен иметь хорошие познания по электротехнике.

Тепловоз, являясь новым и более сложным механизмом, требует более внимательного к себе отношения, а следовательно, и более квалифицированного и сравнительно выше оплачиваемого персонала.

Кроме того, на стоимости содержания бригад отразилось и то обстоятельство, что тепловозы, работая на длинных плечах, обслуживаются тремя бригадами, следующими в турном вагоне, который является дежурным помещением для отдыха бригад. Так как по возвращении в коренное депо этим бригадам по правилам приходится предоставлять отдых вдвойне против рабочих часов за вычетом половины отдыха в турном вагоне, то для непрерывной работы тепловоза нужно иметь вторую смену обслуживающего персонала. Конечно

НЕ УДУНТ (ДШТ)

подобного, как бы излишка бригад, в условиях нормальной тепловозной тяги не будет, так как обслуживание тепловоза будет вестись сменными бригадами, размещенными для жительства по линии — в местах, необходимых по времени для подсмены бригад. Помимо этого необходимо учитывать, что в будущем на тепловозах как с электрической передачей, так и с механической число лиц в бригаде будет уменьшено до двух, так как дизели на вновь строящихся тепловозах снабжены центробежными регуляторами, которые автоматически изменяют подачу нефти и которые с помощью специального привода от поста машиниста устанавливаются последним на любое число оборотов. При таком устройстве на тепловозе вполне достаточно иметь машиниста, в руках которого сосредоточено все управление тепловозом (тепловозы О—ЭЛ—7, Э—ЭЛ—5 и последующие), и его помощника, который должен следить за исправным действием дизеля и электрического оборудования — необходимость же в дизелисте отпадет.

2. Отопление тепловозов. Как показала работа тепловозов с поездами, в районах, где на жидком топливе работают паровозы, расход топлива тепловозами в среднем был в четыре раза меньше норм, установленных для паровоза серии Э. Однако, в виду того, что на тепловозах применяется моторная нефть, в то время как в топке паровоза сжигается мазут, это соотношение не выражает действительных сбережений на топливе и требует уточнения.

Если прикинуть теоретически возможное соотношение, получаем следующее:

Расход тепла на 1 л. с. в час будет: $\frac{75 \times 3\,600}{427} = 633$ кал.

Расход топлива в *кг* на 1 л. с. в час: $Б = \frac{633}{\eta . H}$,

где η — экономический коэфициент полезного действия и H — теплотворная способность топлива.

Как говорилось выше, современные паровозы с перегревом пара и подогревом воды дают экономический коэфициент полезного действия $\eta = 0{,}10$ и расходует поэтому

$$B = \frac{633}{0{,}10.7\,000} = 0{,}9 \text{ } кг \text{ угля при } H = 7\,000 \text{ кал.},$$

или $B = \frac{630}{0{,}10.10\,000} = 0{,}633$ *кг* мазута при $H = 10\,000$ кал.,

Если бы мы имели случай тепловоза с непосредственной передачей, для которого η можно считать 0,30—0,32, то расход жидкого топлива (сырой нефти или моторной нефти) на 1 полезную л. с. составил бы:

$B = \frac{633}{0.32.10\,200} = 0{,}193$ *кг* моторной нефти, где $H = 10\,200$—низший предел теплотворной способности нефти.

Такая цифра 0,193 *кг* на 1 л. с./час тепловоза вполне соответствует действительности, а в отношении же современных мощных тепловозов, разрабатываемых в настоящее время, может считаться даже преувеличенной.

Таким образом отношение расходов топлива по весу составит:

$$1.\ \frac{\text{Паровоз}}{\text{Тепловоз}} = \frac{0{,}900}{0{,}193} = 4{,}65 = \frac{\text{уголь}}{\text{моторная нефть}}$$

$$2.\ \frac{\text{Паровоз}}{\text{Тепловоз}} = \frac{0{,}633}{0{,}193} = 3{,}28 = \frac{\text{мазут}}{\text{моторная нефть}}.$$

Если возьмем теперь тепловозы Э—ЭЛ—2 и Э—МХ=3, для которых $\eta_1 = 25$ и $\eta_2 = 28$,

то для них $b_1 = \frac{633}{0{,}25} = 0{,}25$ *кг*; $b_2 = \frac{633}{0{,}28} = 0{,}226$ *кг*.

Следовательно, для наших тепловозов будем иметь отношение расходов топлива по весу:

$$3.\ \frac{\text{Парозоз}}{\text{Тепловоз Э-ЭЛ-2}} = \frac{0{,}900}{0{,}25} = 3{,}6 = \frac{\text{уголь}}{\text{моторная нефть}}$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

4. $\frac{\text{Паровоз}}{\text{Тепловоз Э-ЭЛ-2}} = \frac{0{,}633}{0{,}25} = 2{,}5 = \frac{\text{мазут}}{\text{моторная нефть}}$

5. $\frac{\text{Паровоз}}{\text{Тепловоз Э-МХ-3}} = \frac{0{,}900}{0{,}226} = 3{,}3 = \frac{\text{уголь}}{\text{моторная нефть}}$

6. $\frac{\text{Паровоз}}{\text{Тепловоз Э-ЭЛ-2}} = \frac{0{,}633}{0{,}226} = 2{,}8 = \frac{\text{мазут}}{\text{моторная нефть}}$

Действительное соотношение стоимости отопления паровозов и тепловозов, выраженное в рублях, понятно из приведенной ранее таблицы эксплоатационных расходов, которая вместе с только что сделанными выкладками показывает насколько важен вопрос приспособления и сконструирования такого дизеля, который мог бы сжигать разные наиболее низкосортные жидкие топлива.

Поэтому необходимо сейчас же заострить наибольшее внимание конструкторов на применении в качестве тепловозного двигателя — газогенераторов, которые дадут возможность использовать для тепловозов низкосортные топлива, позволят сразу же развить область применения тепловозов, а главное— дадут возможность избежать расходования жидкого топлива (нефть), которое для хозяйства нашего СССР представляет громаднейшего значения ценность.

Как значительный технический сдвиг в этом вопросе нужно считать имеющиеся в нашем союзе проекты применения газогенераторов и газовых двигателей для тепловозов.

Чрезвычайно интересным в техническом отношении являются опыты сжигания пылевидного топлива в двигателях внутреннего сгорания. Эта проблема имеет несомненно громадное значение, так как она дает довольно простое и быстрое решение перевода двигателей внутреннего сгорания на более дешевое топливо.

В этом отношении необходимо указать на опыты немецкого инж. Р. Павликовского, которому удалось приспособить нефтяной двигатель в 150 л. с. (3-цилиндр. $\varnothing = 320$ *мм*; $h = 520$ *мм*; $n = 215$ об./мин.) для отопления его угольной пылью.

Двигатель инж. Павликовского испытывался в течение 12 лет на самых разнообразных сортах пыли как каменных углей, так и бурового угля, торфа, древесного угля и др., причем, как показали опыты, оказалось, что стоимость постройки пылеугольного двигателя лишь незначительно дороже одинакового с ним по мощности нефтяного двигателя и что все существенные преимущества дизеля остаются в силе и при пылеугольном двигателе. Подобный двигатель использует уголь на 30—40% выше, чем самые экономические паровые установки при более низкой стоимости энергии.

Таковы направления и ближайшие перспективы перехода на отопление двигателей внутреннего сгорания дешевыми видами топлива.

Но если решение этой проблемы требует известного времени и подготовительных лабораторных испытаний и исследований, то первоочередной задачей, которая должна быть, незамедлительно осуществлена, является применение мазута как топлива для двигателей тепловоза.

Даже решение этого вопроса в положительном смысле означало бы крупный успех тепловоза и увеличило бы его эксплоатационную выгодность.

Опыты по сжиганию мазута были произведены в 1925 г. на тепловозе Э—ЭЛ—2 и имели целью решить три задачи:

1) определить, возможно ли сжигать в цилиндрах дизелей тепловозов мазут вообще;

2) каков получается при этом расход мазута и как это отражается на коэфициенте полезного действия;

3) установить, как отзывается на работе дизеля сжигание мазута в смысле нагара в форсунке, клапанах, поршнях и пр.

Здесь следует коснуться немного истории этого вопроса.

Как известно, в Германии в цилиндрах дизелей обыкновенно сжигается так называемое „Feeröil"—тяжелое жидкое топливо (тяжелее мазута), получаемое в результате перегонки бурого угля. Сжигание такого топлива вначале представлялось затруднительным из-за трудности получить достаточное и обеспе-

НБ УДУНТ (ДГТ)

чивающее сгорание распыливание его, но в последующем, при получении необходимых давлений в топливных насосах до 250—300 атм. надежное распыливание было достигнуто, и двигатели стали удовлетворительно работать на таком топливе. Это стремление к хорошему сжиганию тяжелых топлив было одной из причин решительного перехода к бескомпрессорным двигателям в Германии.

Следует отметить, что условия воспламенения и сгорания топлива в цилиндрах двигателя при бескомпрессорной подаче топлива значительно лучше, чем в случае, когда подача топлива происходит при помощи форсуночного воздуха, как бы в облаке холодного форсуночного воздуха, вследствие чего необходимо определенное время, чтобы частицы топлива, пройдя сферу холодного форсуночного воздуха, вошли в соприкосновение с частицами горячего сжатого воздуха зарядки. При бескомпрессорной подаче топлива частицы последнего непосредственно соприкасаются с горячим воздухом и зажигание происходит быстрее и надежнее.

Таким образом в случае бескомпрессорных дизелей перевод их на мазут не представляет никаких затруднений. В случае же компрессорных дизелей, как показали опыты, также возможно достигнуть удовлетворительных результатов, если первоначально разогреть двигатель, т. е. запуск двигателя и начальную работу в течение 10—15 минут вести на моторной нефти, а затем перейти на мазут. При этом необходимо,—как это и делалось при опытах,—мазут предварительно профильтровать, очистить его от тяжелых взвешенных частей, на самом тепловозе прогреть мазут до поступления его в топливный насос.

Первая поставленная задача—определить, могут ли наши компрессорные дизели работать на мазуте,—решена в положительном смысле.

Для определения расхода мазута и сопоставления его с расходом моторной нефти был произведен ряд сравнительных поездок, причем в двух случаях—в случае работы тепловоза на мазуте и в случае работы на моторной нефти—были созданы совершенно тождественные условия. Результаты этих поездок приводятся в следующей таблице.

Род топлива	Моторная нефть	Мазут	Мазут
№ поездок	1 109	1 111	1 113
Дата	15/X	17/X	19/X
Температура наружного воздуха	7°	+ 5°	+ 4°
Погода	тихо	тихо	тихо
Вес поезда в *т*	1 610	1 608	1 609
Число оборотов дизеля в 1 сек.	5	5	5
Наполнение дизеля	5½	5½	5½
Средняя ходовая скорость в *км*/час.	16,7	16.7	16,8
Средняя из наблюденных скоростей в *км*/час.	17.0	17,0	16,8
Среднее значение силы тяги на ободе по динамометру в *кг*	12 650	12 700	12 600
Средняя мощность на ободе в л. с.	798	800	783
Среднее значение ампеража главного генератора в *амп*	960	955	960
Среднее значение вольтажа главного генератора в вольтах	625	620	625
Мощность на зажимах динамо в *кв*	600	592	600
Удельный вес топлива	0,875	0.894	0.900
Действительный расход топлива в *кг* за опыт	94.5	95.5	95.0
Часовой расход топлива в *кг*	176.5	180	179

Таким образом при одном и том же весе поезда, при равных условиях погоды и при одном и том же режиме дизеля получается полное совпадение скоростей движения тепловоза и расходов топлива. Из этого следует, что применение мазута как топлива не понижает мощности двигателя и при одном и том же расходе топлива мы имеем ту же работу на ободе движущих колес; другими словами, коэфициент полезного действия тепловоза при применении мазута не понижается.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Если взять отсчеты силы тока и напряжения, которые производились по двум амперметрам и двум вольтметрам и, следовательно, гарантируют правильность измерений, можно определить мощность на ободе движущих колес и коэфициент полезного действия.

Принимаем коэфициент полезного действия электромоторов, не считая зубчатой передачи, $\eta_м = 0{,}93$, потери в зубчатой передаче и на трение в шейках осей 5%, т. е. $\eta_з = 0{,}95$, получим, что мощность на ободе колес равна

$N_к = N_g \quad \eta_м \quad \eta_з$, N_g, где N_g — мощность на клеймах генератора

Номера поездки . .	1 109	1 111	1 113
Мощность на ободе л. с. $N_к$ . .	720	710	720
Расход топлива в *кг* на 1 силу/час	0,245	0,253	0,249
Коэфициент полезного действия	25,3	25,0	25,4

При определении коэфициента полезного действия теплотворная способность моторной нефти согласно лабораторному анализу принята равной 10200 кал., а мазута — 9975 кал.

Таким образом коэфициент полезного действия тепловоза в целом при отоплении его мазутом не падает по сравнению с коэфициентом полезного действия при отоплении моторной нефтью.

Следующий вопрос, который надлежало решить при опытах с мазутом, заключался в определении периодических осмотров частей дизеля в случае работы на мазуте и сравнении их с таковыми при работе на моторной нефти,—окончательного решения еще не получил, но можно полагать, что при известном режиме работы дизеля на мазуте, для полного и бездымного сжигания которого нужно держать несколько повышенное давление форсуночного воздуха, особенного нагара на частях дизеля получаться не должно, а следовательно, и сроки осмотров должны остаться прежними.

Все это, вместе взятое, показывает, что тепловоз, работая на мазуте, безусловно даст экономию в топливе не менее чем в три раза по сравнению с паровозом, работающим тоже на мазуте.

3. Освещение. Стоимость освещения на тепловозе, как это видно из приведенной таблицы, выше таковой на паровозе. Это объясняется тем, что при работающем тепловозе приходится иметь хорошее освещение кузова для удобного и легкого осмотра работающих агрегатов, контрольных приборов и фонарей тепловоза, что вызывает как известный расход энергии, так и более частую смену перегоревших лампочек и отражается на стоимости освещения, отнесенной к эксплоатационным измерителям.

4. Смазка. В отношении смазки, как видно из таблицы, тепловоз значительно дороже паровоза. Здесь нужно прежде всего отметить, что как дизель с компрессором, так и электрическая часть тепловоза (подшипники, зубчатки) требуют масел повышенного качества, а следовательно, и дорогих.

Так, для смазки дизеля и компрессора употребляются масла: марки „моторное Т"—для дизеля и „компрессорное М" — для компрессора, анализ которых следующий:

	Моторное Т.	Компрессорное М
Удельный вес при 15°С	от 0,895 до 0,920	0,895—0,920
Температура вспышки по Бренкену .	не ниже 210°С	не ниже 220°С
Вязкость по Энглеру при 50°С	от 8,2 до 8,7	от 2,0 до 2,5
Содержание золы .	не более 0,05% не выше	не более 0,05%
Температура застывания	минус 5°С	—
Натровая проба	не ниже балла 3	не ниже балла 3

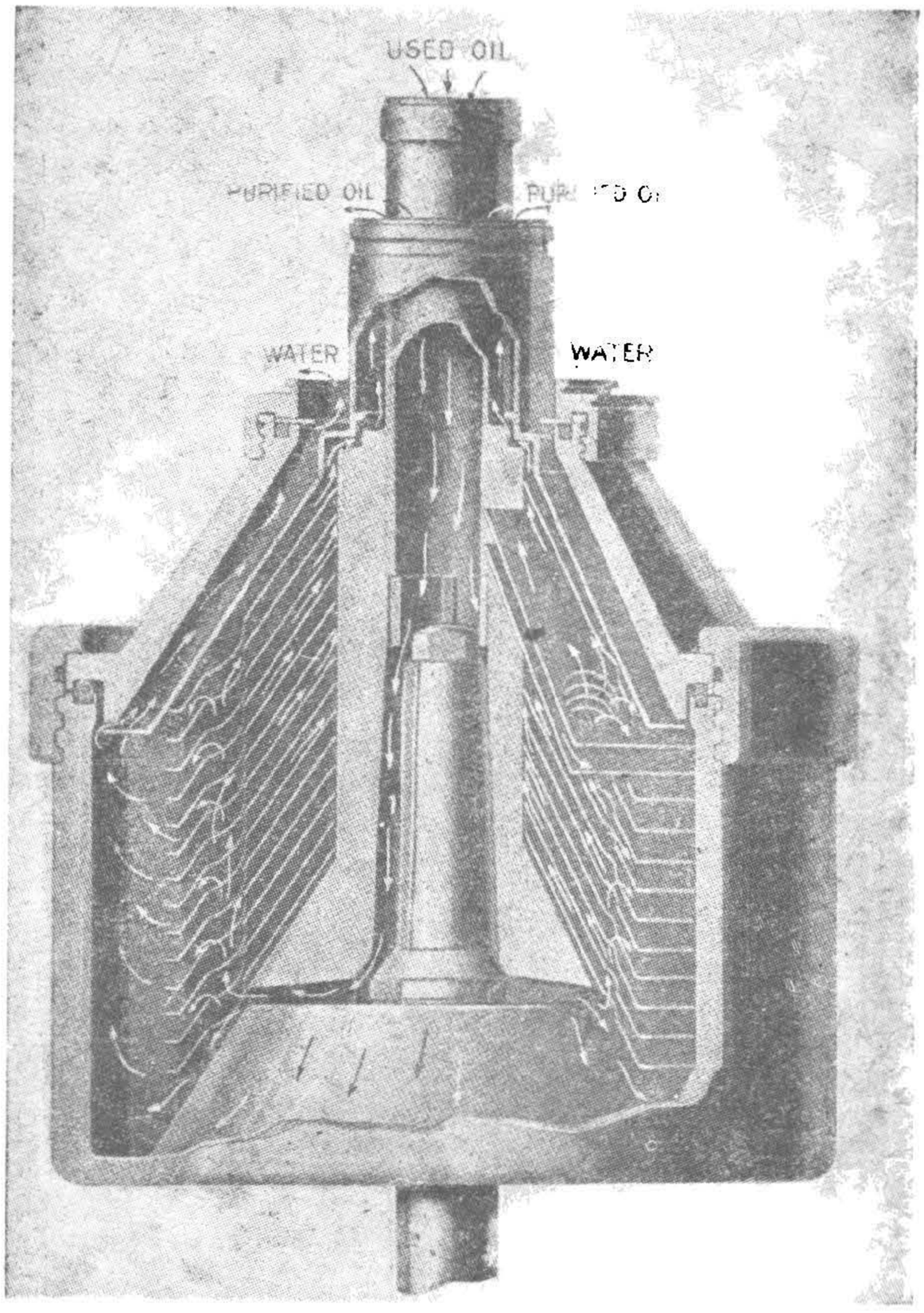
В отношении больших снижений и близкого приближения к стоимости смазки по паровозу, повидимому, достигнуть нельзя. Но нужно указать также на то, что повышенный расход по смазке по тепловозу Э—ЭЛ—2 является вследствие неудовлетворительной конструкции телескопических трубок поршневого охла-

НБ УАДИТ (ДИТ)

ждения (фиг. 16), которая дает значительную утечку масла в воду холодильника и при чистке последнего пропадает. Поэтому, конструкция охлаждения поршней не водою, а маслом в смысле пониженного расхода последнего значительно лучше, и на всех строящихся тепловозах это обстоятельство учтено.

Все же и для данной конструкции дизеля можно применить известные мероприятия по снижению расходов на смазку—производить очистку масел путем отстоя их и последующей фильтрации как в депо, так и на самом тепловозе. Здесь небезынтересно сказать несколько слов об опыте, который делался на тепловозах по очистке масла непосредственно во время работы тепловоза.

Как известно, одним из лучших способов очистки масел является способ прогонки его через сепаратор Лаваля, сущность которого, как видно из разреза сепаратора, состоит в том, что масло, предназначенное для очистки, поступая по центральному каналу сепаратора, попадает затем на быстро вращающиеся диски сепаратора, где более тяжелые части (грязь, нагар, вода) под действием центробежной силы отбрасываются в боковые каналы, а легкое и чистое масло, поднимаясь постепенно вверх, отводится в резервуар чистого масла. Конструкция подобного сепаратора понятна из фигур 186-а и 186-б, а общий вид сепаратора, который был установлен на тепловозе Э—МХ—3, дан на фигуре 187.



Фиг. 186-а. Разрез сепаратора для очистки масла.

На этом тепловозе сепаратор был установлен для очистки масла поршневого охлаждения и за длительный период работы показал себя вполне надежным.

5. Обтирка. При определении расходов по паровозу в этой части обычно в стоимость вводится и промывка паровоза, что в целом дает расходы выше, чем расходы на обтирку по тепловозу. Тем не менее нужно считать все же, что по абсолютной величине выгода эта незначительная и в общем нужно считать, что тепловозные агрегаты, требующие более внимательного ухода и обслуживания, требуют и соответствующего опрятного содержания их, а следовательно, и более частой и тщательной обтирки, причем нужно учитывать и то, что как дизель, так и электрическая часть требуют хорошего качества обтирочного материала (чистых тряпок, концов 1-го сорта).

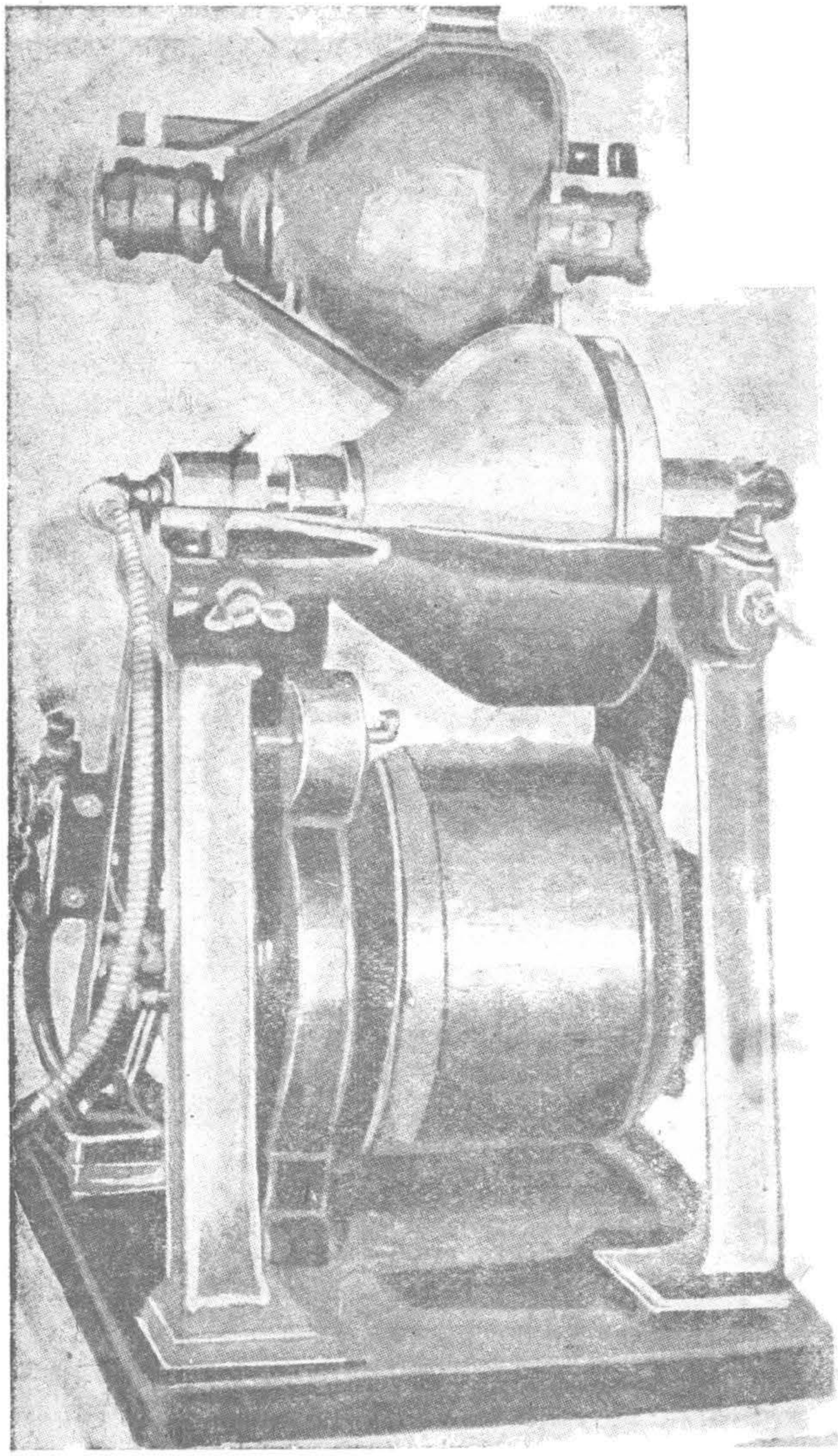
6. Ремонт. Переходим теперь к характеристике стоимости ремонта тепловоза и сравнению его с паровозом, что представляет наибольший интерес. Надо прежде всего отметить, что все попытки больших специалистов, техников и экономистов произвести подробный анализ сопоставления технических и экономических данных тепловоза и паровоза ограничивались всякий раз только более и менее правдоподобными предсказаниями, так как коренные разногласия, которые заключались в этом вопросе — срок службы дизеля, стоимость ремонта и т. д., — и невозможности конкретно ответить на них не позволяли и реально сравнивать паровозную и тепловозную тягу.

Только длительный срок эвсплоатации построенных тепловозов и проведение их через все виды ремонта может дать известное уточнение в этом вопросе.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Правда, до сих пор мы такого длительного срока работы тепловозов еще не имеем, но тем не менее эксплоатация наших тепловозов в течение четырех лет—Э—МХ—3 и шести лет—Э—ЭЛ—2 дает возможность несколько осветить вопрос о ремонте тепловозов.

Для тепловозов по аналогии с паровозами принято обычно считать три вида ремонта: текущий, средний и капитальный. Но практика эксплоатации наших тепловозов показывает, что такое подразделение недостаточно правильно характеризует специфические работы по отдельным агрегатам и тепловозам в целом. Нужно иметь в виду, что все виды ремонтов тепловозов определяются главным образом сроками периодических осмотров ответственных частей двигателя, электрооборудования и ходовой части тепловоза. В результате эксплоатации наших тепловозов удалось изучить и определить длительность работы той или иной части тепловоза и наметить на основании этого сроки ремонтов в зависимости от пробега тепловоза. Сроки эти, как видно из прилагаемой таблицы, для каждой части тепловоза различны, и поэтому является вопрос о том, к какому же виду ремонта, если придерживается паровозной практики, относить тот или иной осмотр—к текущему ли, к среднему ли и т. д.?

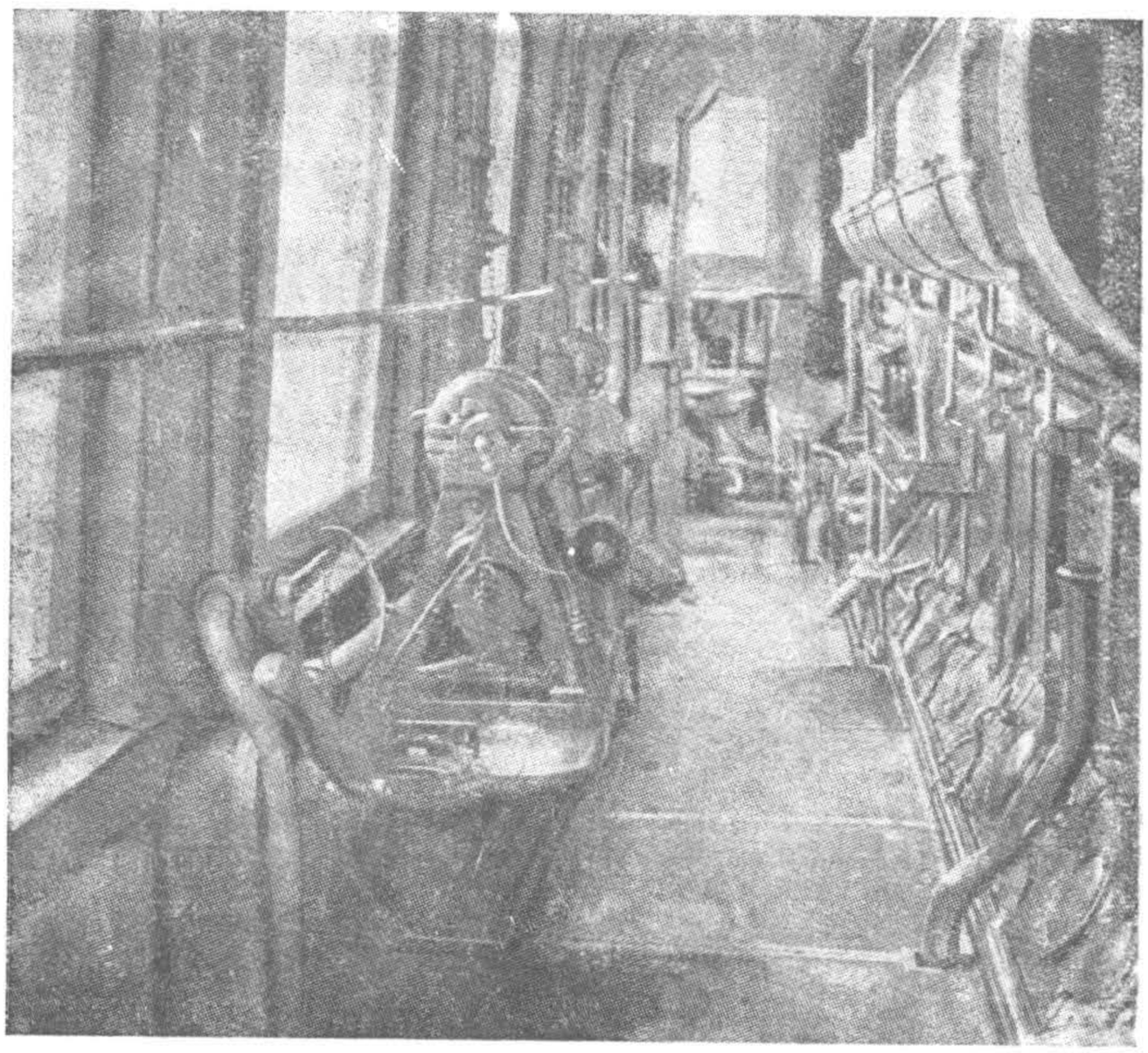


Фиг. 186-б. Общий вид сепаратора.

Это обстоятельство по существу требует совершенно новых характеристик ремонта для тепловозов, в которых центральное значение имел бы так называемый планово-предупредительный ремонт—это с одной стороны. С другой стороны—необходимость сравнения измерителей тепловозных с паровозными заставляло придерживаться и старой разбивки—на текущий, средний и капитальный. Вот почему приводимые ниже сроки периодического осмотра частей нужно понимать так, что работы, производимые по осмотру и ремонту тепловоза до пробега его в 120 000 *км*, составляют как бы текущий ремонт, работы же, определяемые пробегом тепловоза в 120 000, 240 000, 360 000 *км*, составляют средний ремонт тепловоза. Кроме того, для большей ясности в вопросах о ремонтах тепловоза введен еще один вид ремонта—ремонт по конструктивным недостаткам, который должен охватить специфические работы по отдельным агрегатам, учитывая то, что первые экземпляры тепловозов являются компановкой случайных, более или менее подходящих агрегатов, а не агрегатов, специально спроектированных и построенных для железнодорожной службы. Понятно, что этот вид ремонта носит временный характер и в последующем должен сойти на-нет.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Сроки для капитального ремонта, который будет определяться главным образом сменой вала дизеля, еще не установлены.



Фиг. 187. Установка сепаратора на тепловозе Э—МХ—3.

Сроки периодических осмотров частей двигателя МАН 45/42, установленного на тепловозах

№№ по порядку	Детали	Норма работы (в км)
1	Смена масла и чистка бака. Осмотр выхлопных клапанов двигателей	10 000
2	Чистить картер и масляный холодильник	60 000
3	Главный пусковой и декомпрессорный клапаны. Всасывающие и пусковые клапаны двигателя	30 000
4	Предохранительный клапан форсунки (полный осмотр)	40 000
5	Все клапаны всех ступеней компрессора	10 000
6	Осмотр коленчатого вала	240 000
7	Холодильники компрессора	20 000
8	Фильтр воздушный компрессора	20 000
9	Крепление картера	120 000 60 000
10	Клапаны водяной помпы	20 000
11	Плунжеры водяной помпы	60 000
12	Поршни компрессора	60 000
13	Пусковой и форсуночный баллоны	120 000
14	Регулировка топливного насоса	20 000
15	Контроль цилиндровым втулкам и поршней с охлаждением. Проверка регулятора безопасности	120 000
16	Подшипники двигателя — убавление зазора	120 000
	Подшипники двигателя — переливка	600 000
17	Промывка крышек, выхлопной трубы и глушителей	240 000
18	Распределение двигателя	240 000
19	Смазочный насос (регулятор давления)	60 000

НБ УДУНТ (ДИТ)

Продолжение

№№ по порядку	Объект осмотра	Характер работы	Пробег между осмотрами
1	Осевые подшипники	смазка	5000
2	Моторные подшипники		5000
3	Зубчатые передачи . . .	„	5000
4	Щеткодержатель электродвигателя	чистка	5000
5	Всасывающие сетки тягового электродвигателя	„	5000
6	Большой возбудитель	чистка коллектора и щеток	5000
7	Малый возбудитель	чистка коллектора и щеток	10000
8	Вспомогательные моторы	чистка коллектора и щеток	10000
9	Коллектор генератора	промывка от пыли и грязи	10000
10	Щетки генератора .	смена, чистка от пыли	5000
11	Коллектор генератора	прочистка пазов	10000
12	Реверс .	чистка	10000
13	Проводка . . .	промер изоляции	10000
14	Предохранители .	осмотр, чистка	10000
15	Переносные лампы .	ремонт	3000
16	Фитили осевых подшипников тяговых электродвигателей .	переборка	40000
17	Подвески . .	осмотр, смена	40000
18	Тяговые электродвигатели . .	„ чистка	60000
19	Коллектор тяговых электродвигателей	шлифовка	120000
20	Кожуха передач . .	смена кожи	120000
21	Осевые подшипники	переливка	60000
22	Моторные „	„	60000
23	Большие возбудители	разборка, переливка подшипников	120000
24	Малые	полная чистка и ремонт коллекторов	80000
25	Генератор .	продувка	40000
	„	полная чистка	120000
	„	переливка подшипников	420000
	„	шлифовка коллектора	120000

Если теперь остановиться на анализе стоимости того или иного ремонта тепловозов в условиях б. тепловозной базы, необходимо прежде всего отметить, что ремонты производились самими бригадами, оплата которых, как указывалось ранее, была выше обычной ремонтной специальности—это с одной стороны; с другой стороны, тепловозная база не представляла хорошо организованного и мощного хозяйства наподобие железнодорожных мастерских или ремонтного завода, поэтому процессы ремонта при недостаточных ремонтных средствах и отсутствие запасных частей протекали недостаточно организованно и планомерно. Этими обстоятельствами и нужно объяснить сравнительно высокую стоимость видов ремонта тепловозов.

ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ РЕМОНТА ПО ЧАСТЯМ ТЕПЛОВОЗОВ

Тепловоз Э—ЭЛ—2 на 100 лок/км

		1925—26 г.	1926—27 г.	1927—28 г.	1928—29 г.	1929—30 г.	Средн. за 5 л.	%	%
Текущий ремонт	дизель .	4—50	4—89	5—51	3—70	8—01	5—41	39,0	—
	передача .	3—15	3—41	2—99	2—63	4—50	3—43	24,8	—
	холодильник .	0—37	0—40	0—40	0—85	—73	0—60	4,3	—
	экипаж .	3—20	3—53	3—90	4—32	6—05	4—41	31,9	—
	Всего .	11—22	12—23	12—80	11—50	19—29	13—85	100	28,3

УГЛУНТ (ДПТ)

Продолжение

		1925—26 г.	1926—27 г.	1927—28 г.	1928—29 г.	1929—30 г.	Средн. за 5 л.	%	
Случайный ремонт	дизель	1—62	5—51	18—79	1—53	1—67	5—30	36,3	—
	передача	2—00	6—83	22—29	5—30	5—67	7—64	52,3	—
	холодильник	—	—	0—83	0—41	2—60	0—68	4,7	—
	экипаж	—	1—77	2—69	1—66	0—25	0—98	6,7	—
	Всего	3—62	14—11	44—60	8—90	10—19	14—60	100	29,8
Конструктивные изменения	дизель	—	—	0—06	—	—	0—01	—	—
	передача	—	—	—	—	1—51	0—31	—	—
	холодильник	—	0—81	1—52	0—84	—	0—68	—	—
	экипаж	—	—	0—18	—	1—60	0—46	—	—
	Всего	—	0—81	1—76	0—84	3—11	1—46	—	3,0
Средний ремонт	дизель	5—50	—	—	9—79	—	7—64	40,2	—
	передача	4—50	—	—	5—57	—	5—04	26,6	—
	холодильник	0—64	—	—	0—22	—	0—43	2,3	—
	экипаж	5—90	—	—	5—82	—	5—86	30,9	—
	Всего	16—54	—	—	21—40	—	18—97	100	38,9
Весь ремонт	дизель	11—62	10—40	24—36	15—02	9—68	18—36	37,6	—
	передача	9—65	10—24	25—28	13—50	11—68	16—42	33,6	—
	холодильник	1—01	1—21	2—75	2—32	3—33	2—39	4,9	—
	экипаж	9—10	3—30	6—77	11—80	7—90	11—71	23,9	—
	Всего	31—38	27—15	59—16	42—64	32—59	48—88	100	—

Тепловоз Э—МХ—2 на 100 лок/*км*

		1926—27 г.	1927—28 г.	1928—29 г.	1929—30 г.	Среднее за 4 года	%	%
Текущий ремонт	дизель	5—05	4—93	2—22	9—14	5—33	—	33
	передача	2—14	1—72	2—95	4—63	2—86	—	18
	холодильник	0—08	0—28	0—26	4—05	1—18	—	7
	экипаж	3—26	2—92	2—92	16—60	6—42	—	40,7
	Всего	10—53	9—85	8—35	34—42	15—79	25,7	100
Случайный ремонт	дизель	8—38	5—26	—	1—49	3—78	—	14,2
	передача	6—11	20—19	12—15	40—95	19—85	—	74,5
	холодильник	5—70	1—32	—	0—09	1—78	—	6,7
	экипаж	2—09	0—13	—	2—75	1—24	—	4,6
	Всего	22—28	26—90	12—15	45—28	26—65	43,3	100
Конструктивные изменения	дизель	—	0—25	—	0—02	0—07	—	—
	передача	—	0—17	0—08	1—77	0—50	—	—
	холодильник	—	1—04	—	—	0—26	—	—
	экипаж	1—83	0—35	—	0—71	0—72	—	—
	Всего	1—83	1—81	0—08	2—50	1—55	2,5	—

НБ УДУНТ (ДИТ)

Продолжение

		1926—27 г.	1927—28 г.	1928—29 г.	1929—30 г.	Среднее за 4 года	%	
Средний ремонт	дизель	—	—	8—43	—	8—43	—	47,8
	передача	—	—	3—08	—	3—08	—	17.5
	холодильник	—	—	1—18	—	1—18	—	6.7
	экипаж	—	—	4—95	—	4—95	—	28.0
	Всего	—	—	17—64	—	17—64	28.5	100
Весь ремонт	дизель	13—43	10—44	10—65	10—65	17—61	28.5	—
	передача	8—25	22—08	18—26	47—35	26—29	42.8	—
	холодильник	5—78	2—64	1—44	4—14	4—40	7.2	—
	экипаж	7—18	3—40	7—87	20—06	13—33	21.5	—
	Всего	34—64	38—56	38—22	82—20	61—63	100	—

Текущий ремонт, объем которого определяется работами, указанными ранее, составляет, как это видно из приведенной таблицы, для тепловоза Э—ЭЛ—2—13 р. 85 к. (среднее за 5 лет) и для тепловоза Э—МХ—3—15 р. 79 к. (среднее за 4 года). Из таблицы видно также, что повышенная стоимость ремонта Э—МХ—3 по сравнению с Э—ЭЛ—2 вызвана главным образом стоимостью ремонта по экипажу; ремонт этот оказывается на тепловозе Э—МХ—3 выше, чем на тепловозе Э—ЭЛ—2, и составляет 40,7% стоимости всего ремонта, в то время как на тепловозе Э—ЭЛ—2 лишь 31,9%. С другой стороны характерно то, что текущий ремонт по коробке передачи тепловоза Э—МХ—3 (18,1%) значительно ниже ремонта электрической части тепловоза Э—ЭЛ—2 (24,8%).

Если проанализировать стоимость текущего ремонта, хотя бы тепловоза Э—ЭЛ—2 за 1929/30 г., когда она оказалась наиболее высокой (19 р. 29 к.), мы видим следующее.

Распределение расходов по отдельным частям тепловоза Э—ЭЛ—2 за 1929/30 г.

Текущий ремонт

№№ по порядку	Наименование частей	Стоимость					
		100 лок/км			10 000 т/км		
		раб-сила	мате-риал	итого	раб-сила	мате-риал	итого
1	Дизель	6—32	1—63	7—95	0—60	0—15	0—75
2	Измерительные приборы дизеля	0—02	0—04	0—06	0—004	0—002	0—006
3	Водяной холодильник	0—17	0—07	0—24	0—017	0—006	0—023
4	Масленый холодильник	0—04	0—02	0—06	0—003	0—002	0—005
5	Вентилятор с приводом	0—40	0—03	0—43	0—037	0—004	0—041
6	Динамо	0—33	0—17	0—50	0—032	0—016	0 048
7	Возбудитель	0—14	0 10	0—24	0—014	0—009	0—023
8	Тяговые моторы	2—36	0—86	3—22	0—223	0—081	0—304
9	Аккумуляторы	0—21	0—16	0—37	0—019	0—016	0—035
10	Электрические измерительные приборы	0—13	0—04	0—17	0—011	0—004	0—015
11	Экипаж	3—42	2—34	5—76	0—324	0—221	0—545
12	Соединительные муфты дизеля	—	—	—	—	—	—
13	Инвентарное имущество и инструмент	0—13	0—16	0—29	0—012	0—015	0—027
14	Осветительная сеть	—	—		—	—	—
	Всего	13—67	5—62	19—29	1—296	0—526	1—822

НБ УДУНТ (ДИТ)

Отсюда видно, что наибольшие слагаемые в стоимости текущего ремонта приходятся на рабсилу по дизелю, тяговым моторам и экипажу, что объясняется высокой оплатой персонала тепловозных бригад, которыми производился этот ремонт. Но это обстоятельство нужно считать временным и поэтому стоимость текущего ремонта, определенная как средняя за 5 лет для тепловоза Э—ЭЛ—2 в 13 р. 85 к. и для тепловоза Э—МХ—3 в 15 р. 79 к., будет в дальнейшем в правильно организованном тепловозном хозяйстве снижена.

Случайный ремонт введен, как уже указывалось, для того, чтобы выделить в отдельную группу работы, необходимость в производстве которых вызывается недостаточной конструктивностью тех или иных деталей и агрегатов тепловоза. Необходимо еще раз указать на то, что описанные тепловозы являются исключительно опытными экземплярами, поэтому вполне понятно, что на них должны были появиться недостатки в конструкциях, неправильности в сборке и, наконец, недостатки, выявившиеся в результате длительной эксплоатационной работы. Все это, присущее первым тепловозам, должно быть устранено на последующих тепловозах,—поэтому понятие „случайный ремонт по конструктивным недостаткам" введено в отношение лишь опытных экземпляров. Выделение специальных работ в отдельную группу дает возможность представить виды текущего и среднего ремонта более точно и вместе с тем более правильно оценить их экономическую сторону.

В среднем за 5 лет работы тепловоза Э—ЭЛ—2 стоимость случайного ремонта на нем составляет 14 р. 60 к. (на 100 лок/*км*), а на тепловозе Э—МХ—3—26 р. 65 к. Главное слагаемое в этих цифрах составляет электрическая часть на тепловозе Э—ЭЛ—2 (52,3%) и коробка передачи на тепловозе Э—МХ—3 (74,5%). Это обстоятельство указывает, что как электрическая передача, так и механическая являются недостаточно еще законченными в конструктивном отношении передачами, которые требуют значительного упрощения и улучшения. В электрической передаче страдали больше всего якоря тяговых моторов, которые требовали исправления и вызывали таким образом повышение стомости ремонта, в механической же ломались конические зубчатки (см. случаи поломок), которые требовали замены их новыми и вызывали в связи с этим работы по перебору всей коробки, ее ремонту и монтажу.

Следующим высоким объектом по случайному ремонту нужно считать дизель на тепловозе Э—ЭЛ—2, ремонт которого составляет 5 р. 30 к. (36,3%) против 3 р. 78 к. (14,2%) тепловоза Э—МХ—3. Высокая стоимость ремонта дизеля Э—ЭЛ—2 объясняется главным образом недостаточно стойким креплением картера, затруднительностью ремонта компрессора и системой охлаждения поршней водой которая в эксплоатации вызывает большие затруднения.

Конструктивные изменения вводились по отдельным элементам тепловоза во время ремонта его и в размерах, которые было возможно осуществить средствами Тепловозной базы.

В среднем по тепловозу Э—ЭЛ—2 эта статья составляет 1 р. 46 к., а по тепловозу Э—МХ—3—1 р. 55 к. По отдельным же видам эти изменения видны из таблицы.

Распределение расходов по отдельным частям тепловоза Э-ЭЛ-2 за 1929/30 г.

Конструктивные изменения

№№ по порядку	Наименование частей	Стоимость 100 поездо/*км*		
		рабсила	материал	итого
1	Дизель	0,0083	—	0,0083
2	Измерительные приборы дизеля	—	—	—
3	Водяной холодильник .	0,0025	—	0 0025
4	Масляный холодильник	0,0210	—	0,0210

НБ УДУНТ (ДИТ)

Продолжение

№№ по порядку	Наименование частей	Стоимость 100 поездо/км		
		рабсила	материал	итого
5	Вентилятор с приводом .	—	—	—
6	Динамо .	—	—	—
7	Возбудители	—	—	—
8	Моторы (передачи) .	0,50	0,15	0.65
9	Аккумуляторы	0,23	0,47	0.70
10	Электрические измерительные приборы .	0,125	0,02	0,145
11	Экипаж	0,41	1,20	1,61
12	Соединительные муфты .	—	—	—
13	Инвентарное имущ ство и инструмент .	—	—	—
14	Осветительная сеть .. .	—	—	—
	Всего .	1,2968	1,84	3,1368
	Тепловоз в целом — стоимость 10 000 *т/км* .	0,174	0,123	0.297

Средний ремонт определяется пробегами тепловозом 120 000 *км* и 240 000 *км* и т. д. и состоит из объема работ по периодическому осмотру главнейших частей тепловозов. Перечень работ среднего ремонта тепловозов, на основании уже полученной практики в этой части, приводится ниже.

Опись работ во время среднего ремонта тепловоза

А. ОБЪЕМ РАБОТ ПО РЕМОНТУ ДИЗЕЛЯ

1. Приподнять коленчатый вал, осмотреть рамовые подшипники, лопнувшие залить и пришабрить. Смазочные каналы вала промыть.

2. Цилиндровые втулки вынуть, промыть смазочные сверления, снять наработок; изношенные втулки заменить новыми. Уплотнение нижних сальников переменить.

3. Снять цилиндры с трещинами, заварить и поставить на место. Проверить фундаментное, картерное и междуцилиндровое крепление с заменой разболтавшихся шпилек новыми.

4. Крышки цилиндровые снять, очистить от грязи и накипи и опрессовать.

5. Поршни вынуть, осмотреть, отнять шатуны, проверить посадку поршневых пальцев. В случае необходимости отправить поршни на станок, проверить ручьи и заменить кольца новыми. Прочистить охлаждающее пространство поршней.

6. Проверить головные и мотылевые подшипники с частичной выборкой зазоров шатунов промыть масляное сверление.

7. Осмотреть всасывающие и выхлопные клапаны. Очистить водяное пространство от грязи. Притереть клапаны и посадочные конусы.

8. Осмотреть и отремонтировать пусковые и предохранительные клапаны. Притереть посадочные конусы.

9. Очистить и осмотреть кулачковый и рычаговый валы. Изношенные кулачные шайбы сменить. Втулки рычагов сменить или залить баббитом и расшабрить. Места посадки рычагов проверить. Ролики рычагов отшлифовать. Сменить нижнюю шестерню вертикального распределительного вала. Отремонтировать пусковые рукоятки.

10. Разобрать, очистить, притереть форсунки и форсуночные иголки с перебивкой сальников. Отремонтировать привод регулирования подъема игл с частичной заменой червяков.

11. Топливный насос снять, прочистить, притереть клапаны, опробовать и заменить частично скалки насоса.

12. Вынуть скалки телескопического охлаждения, прочистить и частично сменить.

13. Отремонтировать индикаторный привод путем рассверловки разболтавшихся шарнирных дыр и постановки более полных пальцев.

14. Компрессор разобрать, очистить водяные пространства, проверить кольцевые ручьи в поршнях, если имеется большая выработка колец.

15. Очистить холодильник компрессора и сепараторы и опрессовать их.

16. Отремонтировать пусковой редуктор и весь привод к нему.

17. Воздушные баллоны промыть, окрасить изнутри и испробовать на 100 атм.

18. Очистить от нагара глушитель и отремонтировать выхлопные трубы.

19. Разобрать, прочистить и отремонтировать масляный насос.

20. Разобрать водяную помпу, проверить на станке плунжеры ее, очистись помпу и перебить сальники.

НБ УДУНТ (ДИТ)

21. Все водяные, топливные и масляные резервуары очистить и промыть. Промыть и прочистить все трубы, по возможности не отъединяя от места.
22. Все манометры, а также все предохранительные клапаны снять и проверить по контрольному манометру.
23. Отремонтировать вентиляторную муфту. Проверить валы вентилятора и установить новую зубчатую передачу.
24. Холодильник водяной и масляный снять, промыть и опрессовать.
25. Разобрать крышу тепловоза для выемки частей дизеля и в конце ремонта собрать.

Б. ОБЪЕМ РАБОТ ПО РЕМОНТУ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ

I. Генератор.

1. Съемка крышек, траверсы, щеткодержателей, вентилятора. шин главных и дополнительных плюсов. Подъемка верхней половины ярма.
2. Чистка якоря и катушек.
3. Продувка якоря и катушек.
4. Выемка и чистка подшипников.
5. Лакировка якоря и катушек и окраска вентилятора и траверсы.
6. Проверка сопротивления якоря для определения состояния паек пластин коллектора и секций.
7. Мелкий ремонт щеткодержателей.
8. Сборка генератора.
9. Проверка установки вала.
10. Шлифовка коллектора при помощи специального шлифовального прибора „Корреля".
11. Продораживание пазов коллектора.
12. Пригонка щеток.
13. Промер изоляции.
14. Проба генератора.

II. Тяговые электродвигатели

1. Разборка кожухов зубчатых передач.
2. Съемка моторов с осей.
3. Внешняя чистка.
4. Съемка шестерен.
5. Выемка якорей со съемкой одной крышки.
6. Съемка второй крышки.
7. Чистка и продувка якорей.
8. То же корпусов (без объемки полюсов).
9. Мелкий ремонт изоляции проводов.
10. Наварка подгоревших щеткодержателей.
11. Смена ослабших пружин.
12. Перемотка задних бандажей якорей.
13. Проточка коллекторов.
14. Продораживание пазов коллекторов.
15. Выемка и переливка моторных подшипников.
16. Переборка и ремонт фитилей со сменой войлока.
17. Чистка крышек.
18. Лакировка якорей и катушек.
19. Крепление дополнительных полюсов.
20. Сборка электродвигателей.
21. Проба электродвигателя.
22. Переливка осевых подшипников.
23. Смена зубчаток на ведущих осях.
24. Навеска электродвигателей на оси со сборкой кожуховой передачи.
25. Проба электродвигателя со скатом.
26. Ремонты выводных проводов и борновой коробки.
17. Заварка сработанных мест подвесок электродвигателей.
28. Установка втулок в траверсы подвесок.
29. Заливка серой болтов полюсов.
30. Смена кожаных уплотнений кожухов передач и заварка кожухов.

III. Возбудитель

1. Съемка с тепловоза.
2. Разборка со съемкой полюсов.
3. Ремонт изоляции катушек.
4. Проточка коллектора.
5. Мелкий ремонт якоря.
6. Наплавка галтелей.
7. Сборка и проба.

НБ УДУНТ (ДИТ)

IV. Вспомогательное динамо (малый возбудитель)

1. Съемка с тепловоза.
2. Разборка.
3. Чистка всех частей без съемки.
4. Мелкий ремонт изоляции.
5. Сборка.
6. Проба.

V Реверс

1. Съемка с тепловоза.
2. Разборка.
3. Промывка цилиндров и поршней.
4. Притирка воздушных клапанов.
5. Опиловка контактных колец и пальцев.
6. Сборка.

VI. Автоматы

1. Чистка.
2. Запиловка контактов.
3. Лакировка.

VII. Аккумуляторная батарея

1. Промер и доливка.
2. Зарядка с выравниванием плотности кислоты.

VIII. Электродвигатель нефтяного насоса

1. Съемка с тепловоза.
2. Разборка и чистка.
3. Мелкий ремонт изоляции.
4. Переливка подшипников.
5. Сборка.

IX. Проводка.

1. Вскрытие кожухов проводки к тяговым электродвигателям и осмотр проводов.
2. Смена проводов у возбудителя вследствие порчи изоляции от масла.
3. Переизолировка проводов, подходящих к борновым коробкам тяговых электродвигателей.

X. Освещение.

1. Осмотр штепселей, мелкий ремонт.
2. Съемка и установка освещения в местах производства других работ.

В. ОБЪЕМ РАБОТ ПО РЕМОНТУ ХОДОВОЙ ЧАСТИ

Скаты—обточка и чистка шеек осей.
Подшипники (буксовые)—заливка и пригонка по шейкам.
Челюсти (буксовые)—ремонт и пригонка.
Струнки (буксовые)—пригонка новых болтов для струнок.
Буксы—разметка новых наличников и пригонка букс на место.
Балансиры—исправление. Обработка под заварку и после заварки.
Ножи балансиров (больших и малых)—ремонт.
Приводные шестерни движущих осей насадка и пригонка.
Хомуты (для укрепления буксовых манжет)—ремонт.
Скоба малого балансира—ремонт.
Рамки буксовые (бегунковые)—ремонт, проверка рамок на плите и пригонка.
Челюсти (бегунковые) проверка.
Поползушки опорные (бегунковые)—пригонка новых.
Поползушки опорные (верхние)—проверка старых.
Хомут буксы бегунковой (для манжет)—исправление.
Пластины опорные шпинтонные подпятники—исправление старых.
Крышки буксовые (бегунков)—исправление.
Подшипники Адамса—пригонка после переливки.
Втулки рычагов (бегунков)—пригонка после заварки.
Втулки шпинтонов (бегунков)—пригонка после заварки.
Тяги тормозные—ремонт.
Тяга тормозная (главная)—ремонт.
Валики (тормозные)—пригонка шайб к тормозным валикам.
Башмаки (тормозные)—ремонт.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Тормозной вал—ремонт.
Триангели—обработка после наварки.
Песочницы—исправление песочных труб.
Подвески (тормозные)—обработка после заварки.
Накладки и шайбы (рессорные)—калка и обработка.
Свисток и тифон—ремонт свистка и тифона и переделка трубопровода к тифону
Резервуар свистковый—опрессовка и окраска.
Резервуар главный—опрессовка, пригонка фланца и штуцера, притирка предохранительного клапана и окраска резервуара.
Тахометр—ремонт и сборка.
Крюк упряжной—обработка после заварки выработки хвостовика.
Плуг—ремонт.
Пол и крыша—переделка пола и заделка крыши.
Баки нефтяные—подготовка к очистке и закрытие люков, окраска.
Стяжка—исправление.

Если обратиться к стоимости этого ремонта, то видно, что для тепловоза Э—ЭЛ—2 он определяется в 18 р. 87 к., а для тепловоза Э—МХ—3—17 р. 64 к.

Высокая стоимость среднего ремонта тепловозов объясняется как списыванием стоимости отдельных деталей тепловозных агрегатов (клапаны, втулки, крышки дизеля и компресора), которые при среднем ремонте частично меняются, так и сложностью работ, требующих приспособлений, осторожности и серьезного понимания процессов разборки, промера, сборки и регулировки. При этом ремонте требуется персонал особенно квалифицированный, а следовательно, и хорошо оплачиваемый, что в целом и выражается указанными выше цифрами стоимости среднего ремонта.

Капитальный ремонт тепловозов в настоящее время представляется весьма трудным очертить как по объему, так и оценить его стоимость. Здесь необходимо лишь отметить, что практика эксплоатации наших тепловозов показывает, что предположенные ранее сроки для капитального ремонта в 250 тысяч километров намечены не правильно и что объем работ—смена коренного вала, всех крышек, втулок, якорей генератора, возбудителей и моторов после 650 *км* пробега—намечен также недостаточно обоснованно. В действительности же мы имеем пробег тепловоза Э—ЭЛ—2 уже 370 тысяч *км* и коренной вал с коренными подшипниками находятся в прекрасном состоянии, причем нужно отметить также, что до сих пор ни один из коренных подшипников не переливался. То же самое можно сказать и в отношении генератора.

Это обстоятельство дает возможность считать, что сроки службы ответственных частей, и следовательно, тепловозов в целом будут значительно выше намечавшихся при их постройке.

Для теоретического определения стоимости капитального ремонта можно взять следующие величины:

1. Пробеги между капитальными ремонтами—500 000 *км*, что, как показала практика эксплоатации тепловозов, не должно казаться преувеличенным.

2. Стоимость тепловоза с электрической передачей определяется:

Дизель	175 000 руб.
Электрооборудование .	105 000 „
Экипаж . .	70 000 „
Всего .	350 000 руб.

3. Стоимость капитального ремонта тепловоза можно принять в 23% от стоимости самого тепловоза, что таким образом составляет:

$$350\,000 \cdot 0{,}23 = 80\,500 \text{ руб.}$$

Пересчитывая это на пробег тепловоза, получаем стоимость капитального ремонта, отнесенного к 100 *лок/км*.

$$\frac{80\,500 \cdot 100}{500\,000} = 16 \text{ р. } 10 \text{ к.}$$

НБ УДУНТ (ДИТ)

V. ПЯТИЛЕТНИЙ ПЛАН ТЕПЛОВОЗОСТРОЕНИЯ

Результаты пятилетней опытной и эксплоатационной работы наших тепловозов, показавшие ряд преимуществ тепловозов перед паровозами, требовали более глубокого внедрения этого локомотива на наших железных дорогах. Вот почему в пятилетнем плане реконструкции транспорта предусмотрено развитие тепловозостроения и намечены линии железных дорог Сталинград—Тихорецкая с веткой Сальск — Батайск (Сев. Кавказ) и Красноводск — Чарджуй (Средне-Азиатской ж. д.) для перевода их на тепловозную тягу.

При определении целесообразности перевода этих линий с паровой на тепловозную тягу был произведен ориентировочный подсчет для линии Сталинград—Тихорецкая и Сальск—Батайск, который дал следующие результаты:

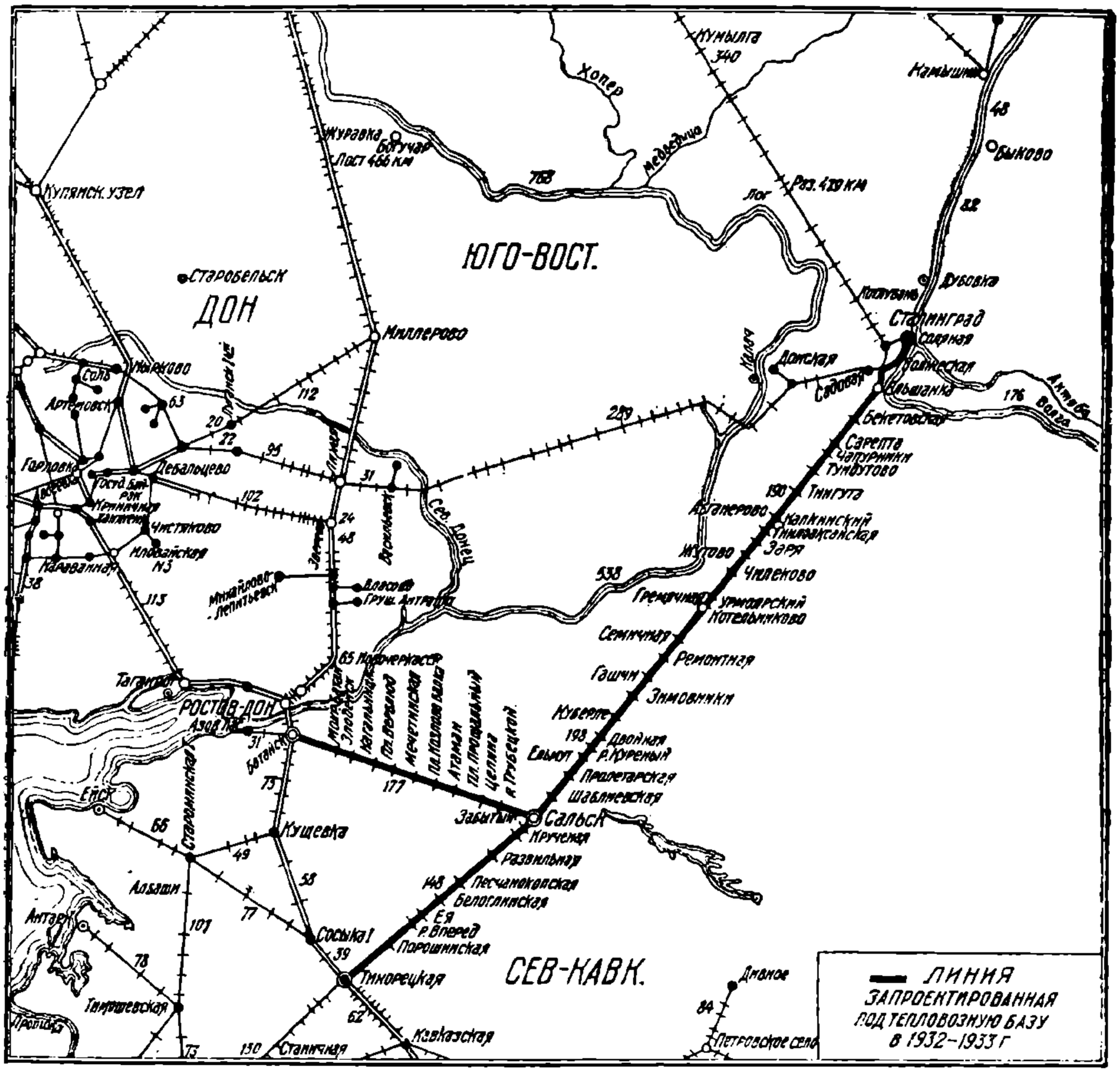
Элементы учета	При паровозе серии Э	При тепловозе эквивалент. паровозу серии Э
Работы в грузовом направлении в миллионах *т/км* на 1932/33 гг.	2 319,0	2 319,0
Вес поезда нетто-*т*	650	870
Поездо-*км* в обоих направлениях в тысячах	7 200	5 350
Локомотиво-*км* в тысячах	8 200	5 700
Вагоно-осе-*км* в миллионах	238,0	238,0
Средний годовой пробег локомотива в тыс. км	67	90,0
Потребность в товарных локомотивах	123	63
Строительная стоимость их в млн руб.	11,0	18,0
Освобождение подвижного состава (товарн. вагонов) за ненадобностью доставки 40 тыс. *т* мазута для отопления паровозов		53 вагона
Освобождение товарных вагонов на линии Сталинград—Тихорецкая и Сальск—Батайск вследствие более скорого оборота вагонов при тепловозной тяге	—	475
Стоимость товарн. вагон. в млн руб.	—	1,6
Полные капиталозатраты в млн руб.	11,0+1,6=12,6	18,8
Годовые эксплоатац. расходы в тыс. руб.	8 200	4 800
Сбережение эксплоатационных расходов по перевозкам 40 *т* тонн мазута по сети.	—	510 тыс. руб
Всего эксплоатационных расходов в год в тыс. руб.	8 200+510=8 710	4 800

Очевидно, несмотря на единовременные капиталозатраты по подвижному составу, которые при тепловозной тяге на 7 млн руб. больше, чем при паровой, годовые сбережения на эксплоатационные расходы при тепловозной тяге на этих линиях составляют 3,9 млн. руб. и таким образом первоначальные перерасходы в 7 млн. окупаются в ближайшие два года.

ВВ УДУНТ (ДИТ)

При сопоставлении двух видов тяги—паровой и тепловозной—для дальних линий стоимость тепловозов, сроки службы их и различные виды содержания и ремонта исчислялись по величинам, о которых говорилось в главе V

На указанных линиях Сталинград—Тихорецкая и Сальск—Батайск предположено иметь лишь два депо—основное на ст. Тихорецкая и оборотное—ст. Сталинград. Благодаря этому существующее паровозное тяговое хозяйство этой линии совершенно изменит свой вид и форму. Это обстоятельство имеет особенно серьезное значение как первый большой опыт, который даст возможность подойти к правильному исчислению амортизационных расходов не части капитала—тепловозов, что в настоящее время обычно делают, а всего основного капитала—стоимости железной дороги в целом, потому что необходимо



Фиг. 188. Линии Сталинград—Тихорецкая и Сальск—Батайск (Сев. Кавк. ж. д.), запроектированные под тепловозную тягу.

признать, что введение тепловоза в качестве железнодорожного двигателя оказывает влияние на конструкцию всего железнодорожного механизма и в значительной степени меняет его по сравнению с паровозом, а не является лишь простой заменой одного локомотива другим. С этой точки зрения чрезвычайно интересны подсчеты в отношении различных видов тяги для вновь строящихся дорог, и в частности расчеты по Турксибу, которые показали, что при постройке этой дороги под тепловозную тягу строительная стоимость при последней дает экономию в 23 млн рублей, благодаря уменьшению числа станций, разъездов, депо и уменьшению расходов по водоснабжению.

При выборе типа тепловоза для линии Сталинград—Тихорецкая была произведена оценка всех имющихся передач тепловозов, из которых наиболее устойчивой и надежной оказалась электрическая передача, так как другие виды передач—компрессорная и непосредственная—по своей сложности и недоста-

НБ УГЛТ (ДШТ)

Фиг. 189. Линия Красноводск—Чарджуй (Ср.-Азиатск ж д.), переводимая в настоящее время на тепловозную тягу

НБ УДУНТ (ДИТ)

точной еще конструктивности не могли быть признаны эксплоатационным типом, а механическая передача, осуществленная на тепловозе Э—МХ—3 (к моменту составления пятилетн. плана) требовала еще дополнительного изучения в эксплоатационной работе.

Для линии Сталинград—Тихорецкая и Сальск—Батайск намечено построить по пятилетнему плану: 72 мощных товарных тепловоза типа 2—5—1 подобных Э—ЭЛ—5 и Э—ЭЛ—2 (см. описание) и 18 маневровых тепловозов типа 1—4—0 и 1—4—1 подобных О—ЭЛ—7 и О—ЭЛ—6.

Помимо этого для внедрения тепловозов на маневровой работе, рентабельность которой доказана большим опытоми и данными Америки, намечено было построить 30 маневровых тепловозов типа 1—4—0 и 1—4—1.

Линия Красноводск—Чарджуй (Средне-Азиатской ж. д.), которая намечена к переводу на тепловозную тягу в первую пятилетку, считается дорогой особенно неблагополучной по водоснабжению.

Здесь наиболее трудным по водоснабжению является участок Красноводск—Полторацк длиною—554 *км*, а также участок Полторацк—Чарджуй длиной—587 *км*. Снабжение водою станций производится путем доставки воды в порожних нефтяных цистернах, идущих в сторону Красноводска. Налив производится в местах наличия воды—Чарджуй (р. Аму-Дарья), Мерв (р. Мургай), Полторацк.

Интересно отметить, что для одного первого района (Красноводск—Полторацк) расход так называемой технической воды в среднем составляет 135 цистерн в сутки и расходы по перевозке воды определяются в 700000 р. в год.

Уже сейчас для некоторого улучшения положения с водоснабжением на этом участке требуются средства, определяемые в текущем году в несколько млн. руб.

Такое положение требует немедленного введения на этой линии тепловозной тяги. Вот почему в настоящее время туда переведены все имеющиеся в эксплоатации тепловозы и намечены к посылке тепловозы, поступающие в ближайшее время с заводов.

На указанной линии Красноводск—Чарджуй ориентировочно потребуется к концу первой пятилетки до 70 тепловозов товарных типа 2—5—1 и около 20 тепловозов маневровых. Основным депо для тепловозов намечена ст. Полторацк.

При разработке пятилетнего плана внедрения тепловозной тяги на наших железных дорогах и наметке плана по тепловозостроению на второе пятилетие поставлены задачи—в ближайшее время выработать более дешевый и простой тип тепловоза и дать к началу второй пятилетки тип тепловоза с непосредственной передачей, тип пассажирского тепловоза и тепловоза с механической передачей для товарных поездов и для маневровой работы.

Наметки по внедрению тепловозов во втором пятилетии захватывают дороги Юго-Востока, Казакстана и Сибири и ориентировочно намечают следующие железнородожные линии как подлежащие переводу на тепловозную тягу во вторую пятилетку:

а) Красноводск—Чарджуй (существующая). Закончить переход под тепловозную тягу в 1933 г.

б) Сталинград—Тихорецкая (существующая). Закончить переход на тепловозную тягу в 1933 г.

в) Сальск—Батайск (существующая). Закончить переход на тепловозную тягу в 1933 г.

г) Сергиополь—Алма-Ата—Луговая—Аулиэта (существующая). Закончить переход на тепловозную тягу в 1933 г.

д) Ташкент—Илецк (существующая). Закончить переход по тепловозную тягу в 1934 г.

е) Чу—Озеро—Балхаш (новостроящаяся). Закончить переход на тепловозную тягу в 1934 г.

ж) Атбасар—Орск (новостроящаяся) Закончить переход на тепловозную тягу в 1934 г.

з) Актюбинск—Орск (новостроящаяся). Закончить переход на тепловозную тягу в 1934 г.

и) Чарджуй—Александров—Гай (новостроящаяся). Закончить переход на тепловозную тягу в 1935 г.

к) Калач—Прохладная (новостроящаяся). Закончить переход на тепловозную тягу в 1935 г.

л) Аулиэта—Джезказган—Кустанай (новостроящаяся). Закончить переход на тепловозную тягу в 1937 г.

м) Хивинский Оазис—Ташкентская ж. д. Джезказган—(новостроящаяся). Закончить переход на тепловозную тягу в 1937 г.

н) Кунград—Эмба—Орск (новостроющаяся). Закончить переход на тепловозную тягу в 1937 г.

о) Махач—Кала—Сталинград (новостроящаяся). Закончить переход на тепловозную тягу в 1937 г.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Потребность в тепловозах, вызываемая как переводом указанных выше железных дорог на тепловозную тягу, так и обслуживанием тепловозами железнодорожных веток, прилегающих к электрифицированным дорогам, и производству на последних маневровой работы, ориентировочно определяется до 500 тепловозов ежегодно, начиная с 1933 г.

Такой значительный масштаб по тепловозстроению на это и последующее пятилетие требует со стороны промышленности значительного напряжения и организационных мероприятий по созданию специального завода по постройке тепловозов.

В настоящее время наше тепловозостроение сосредоточено главным образом на Коломзаводе.

НБ УДУНТ (ДИТ)

VI. ТЕПЛОВОЗОСТРОЕНИЕ ЗА ГРАНИЦЕЙ

Вопросы тепловозной проблемы привлекают чрезвычайно большое внимание технических кругов Западной Европы и Америки, где за последнее время появился ряд интересных в техническом отношении тепловозов, дающих возможность уяснить направления, в которых работает техническая мысль над основанием наиболее простого тепловоза.

ГЕРМАНИЯ

В Германии, несмотря на то, что она получила большой опыт постройки и изучения конструкции наших тепловозов, особенного развития тепловозостроение не получило, и из построенных там мощных тепловозов нужно лишь указать на тепловоз Зульцера, построенный в 1912 г., и тепловоз с воздушной передачей, выпущенный заводом Эсслинген в июле 1930 г.

Схема тепловоза Зульцера представлена на фигуре 190.

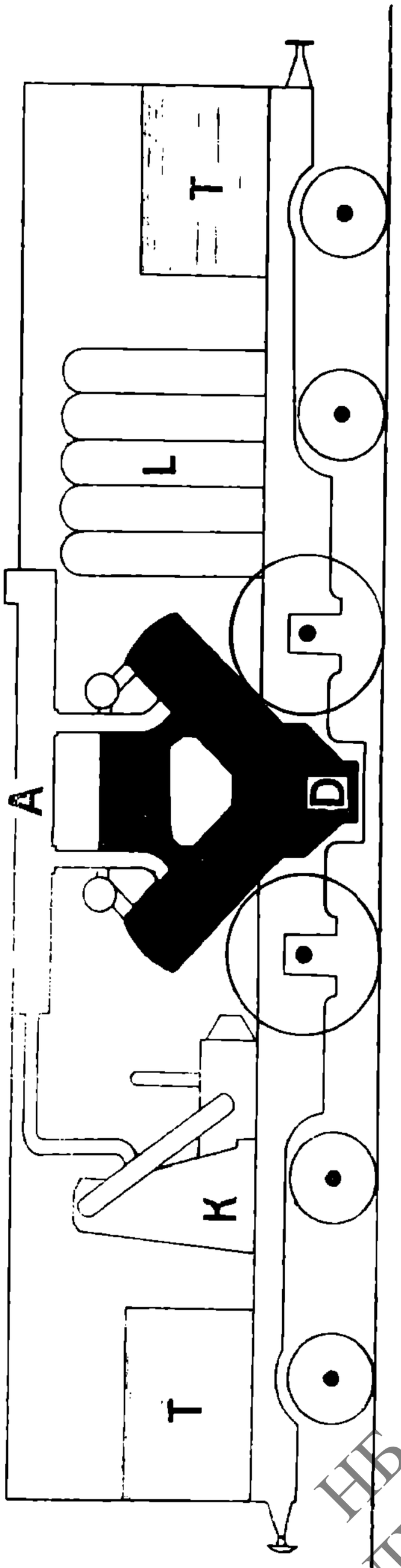
Основные данные тепловоза Зульцера следующие:

Тип	2—2—2.
Диаметр ведущих колес	1 750 *мм*.
Диаметр бегунков	1 000 *мм*.
Сцепной вес	35 *т*.
Наибольшая скорость . .	100 *км*/час.
Двигатель двухтактный четырехцилиндровый	V-образный.
Наклон цилиндров друг к другу	90°.
Двигатель . .	реверсивный
Диаметр цилиндров	380 *мм*.
Ход поршня.	550 *мм*.
Наибольшее число оборотов	304 об/мин.
Наибольшая мощность.	1 200 *л. с.*

Вспомогательные двигатель-дизель-компрессор:

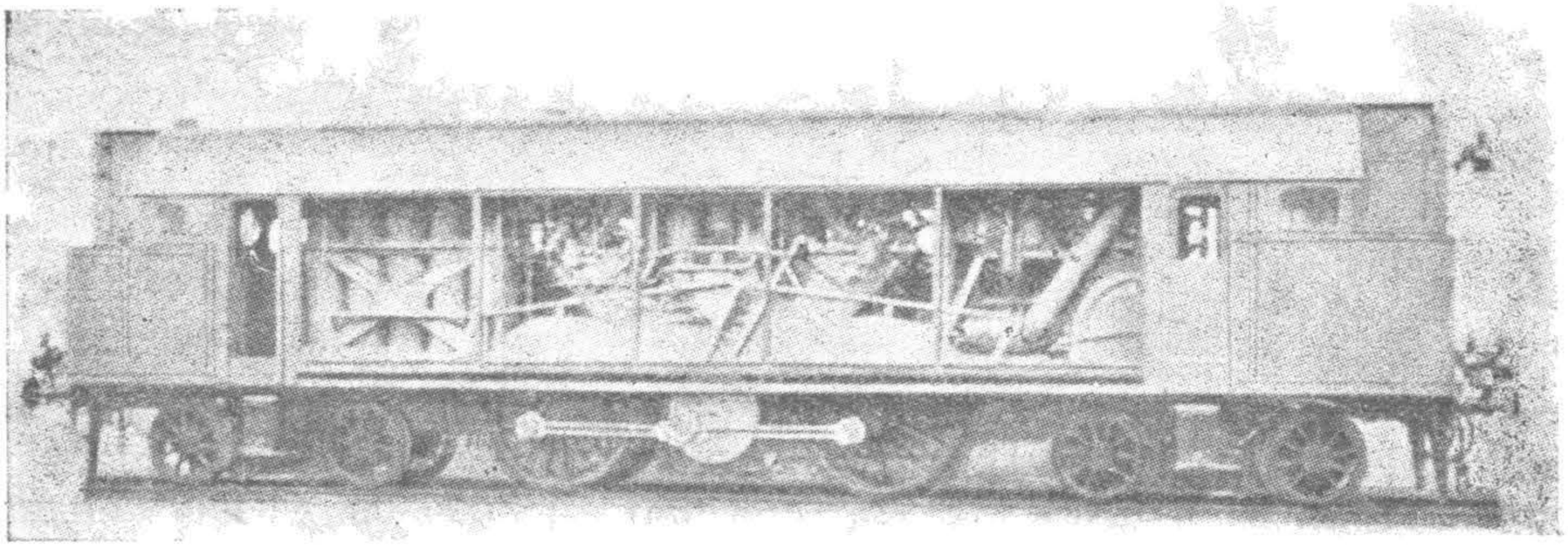
Двухтактный, двухцилиндровый,	
Диаметр поршней	305 *мм*.
Ход поршней .	380.
Наибольшее число оборотов .	350 об/мин.
Наименьшее число оборотов .	200 об/мин.
Наибольшая мощность	250 *л. с.*

Тепловоз был снабжен двухтактным четырехцилиндровым двигателем *D* простого действия с клапанно-щелевой продувкой, производимой с помощью продувочных насосов. Для получения распыливающего и пускового воздуха служил специальный вспомогательный дизель-компрессор *K*. Доставляемый этим компрессором сжатый воздух аккумулировался в пусковых воздушных резервуарах *L*, из которых с помощью рычагов и клапанов управления направлялся на запуск дизелей

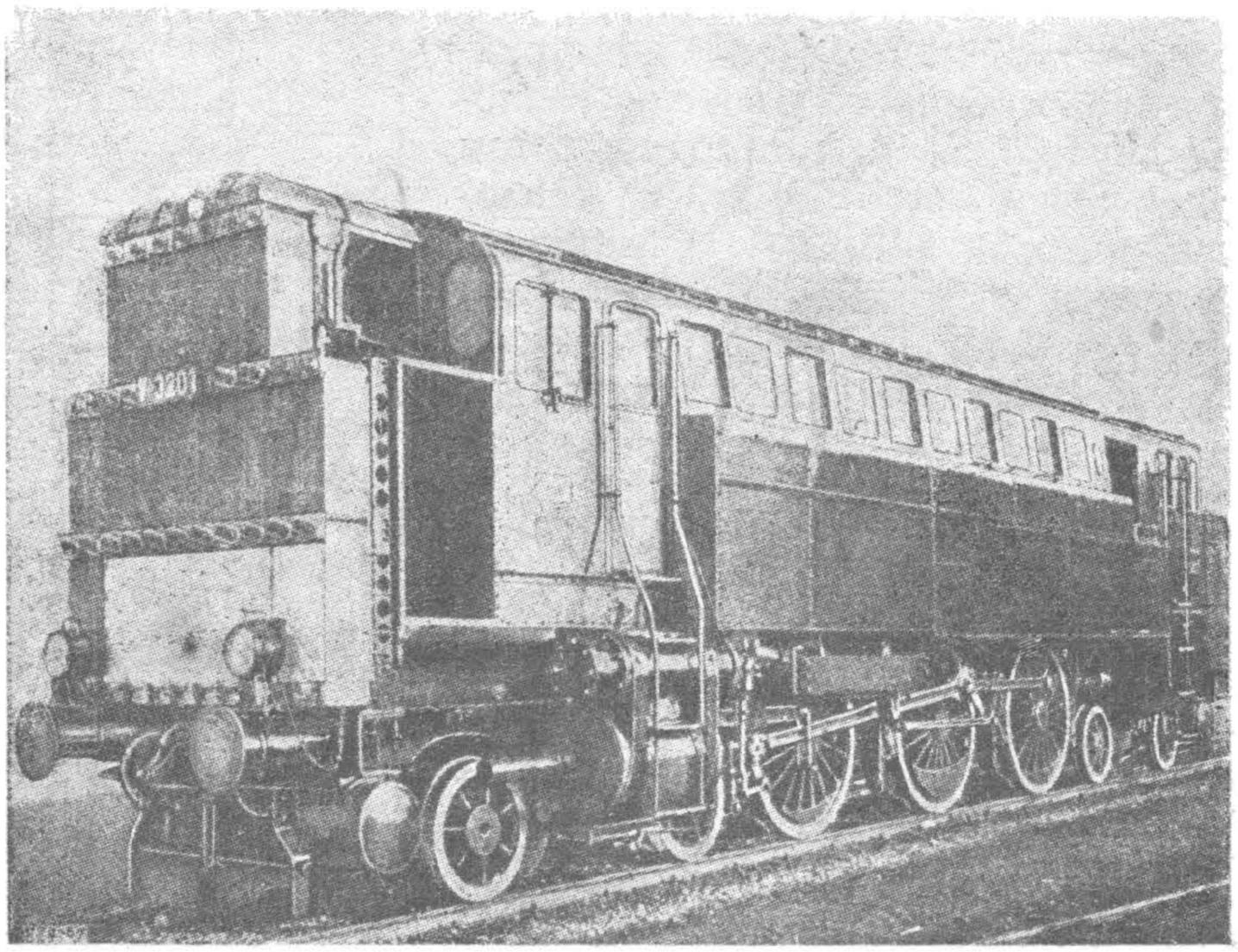


Фиг. 190. Схема тепловоза Борзиг-Зульцер.

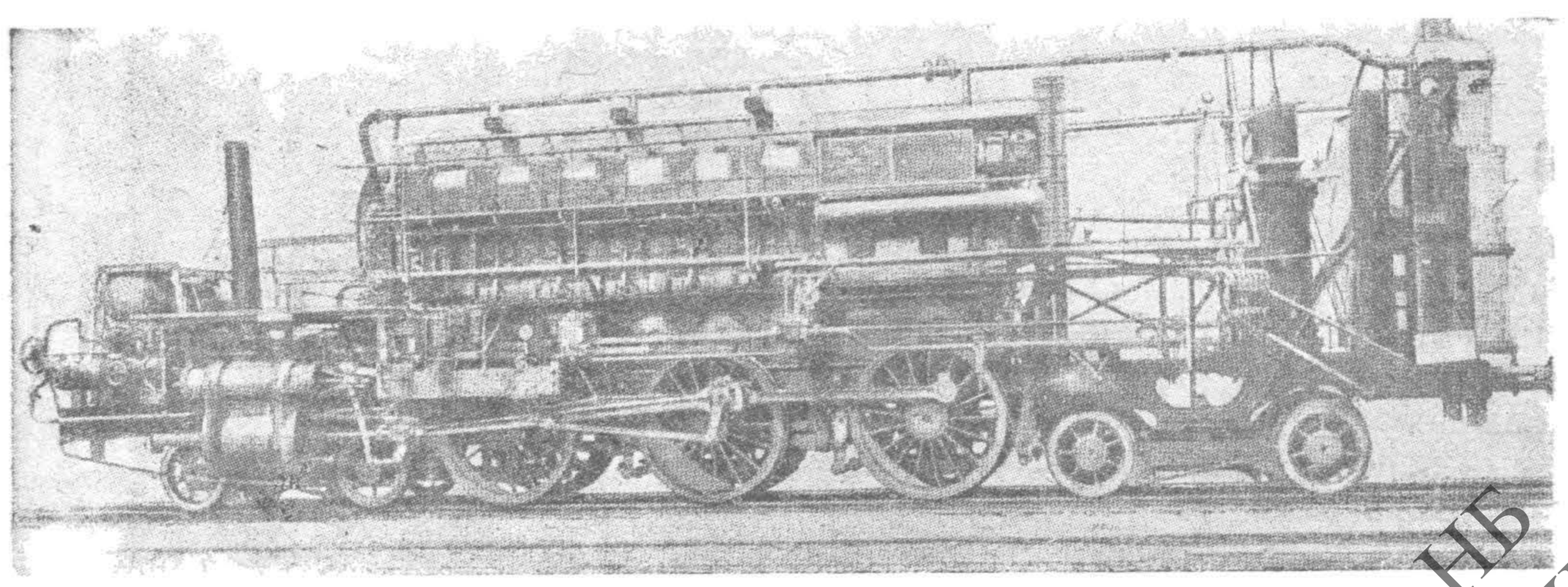
НБ УДУНТ (ДПТ)



Фиг. 191 Общий вид тепловоза Борзиг-Зульцер.



Фиг. 192. Тепловоз с воздушной передачей.



Фиг. 193. Расположение основных агрегатов на тепловозе.

НБ УДУНТ (ДИТ)

и разгон локомотива. Таким образом для разгона локомотива и начала работы дизелей, работающих непосредственно на отбойный вал, который связан через дышла с колесами тепловоза, нужно было иметь достаточной производительности вспомогательную группу. На тепловозе Зульцера при полной мощности вспомогательного агрегата на ободе колес тепловоза получалось 100—120 *л. с.* при тяговом усилии в 4 400 *кг*, что для разгона локомотива с поездом было недостаточно и кроме того при скорости, которая была при этом не более 7*км*/час, не обеспечивало зажигания в цилиндрах. Помимо этого продолжительная работа на сжатом воздухе при разгоне тепловоза вызывала охлаждение рабочих цилиндров последнего и затруднения в получении вспышки, а последующие затем вспышки и нагрев цилиндров вызывали, вследствие быстрого изменения температур цилиндров, большие местные напряжения и аварии цилиндров. Интересно отметить, что тепловоз этот не был снабжен специальными холодильниками для охлаждения двигателей, а охлаждаемая вода выливалась прямо наружу, поэтому тепловоз расходовал значительное количество воды, и это было также большим его недостатком.

В общем все эти недостатки в результате дали нежизненный локомотив, который, проработав недолгое время, был затем оставлен и разорудован.

В начале 1930 г. в Германии была закончена постройка тепловоза, работающего сжатым воздухом, являющегося первым мощным тепловозом с воздушной передачей. Тепловоз построен заводом Эсслингена, причем интересно отметить, что постройка этого тепловоза продолжалась около пяти лет.

Общий вид тепловоза и схематические его разрезы (фиг. 192).

ОСНОВНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕПЛОВОЗА

Тип тепловоза	2—3—2
Длина между буферами.	16 330 *мм*
База полная	12 200
База жесткая .	4 600
Вес служебный	124 *т*
Вес сцепной	54
Нагрузка передней тележки .	35 „
Нагрузка задней тележки	35
Запас топлива	2 „
Запас смазки	0,5 „
Запас воды .	1,5 „
Диаметр движущих колес.	1 600 *мм*
Наибольшая скорость	80 *км*/час
Наибольшая сила тяги на ободе	1 200 *кг*
Наибольшая мощность на ободе	900 л. с

Главный двигатель

Двигатель четырехтактный, шестицилиндровый, бескомпрессорный.	
Диаметр цилиндров .	450 *мм*
Ход поршня	420 *мм*
Число цилиндров	6
Наибольшее число оборотов	450 об/мин.
Предельная кратковременная мощность	1 200 эф. л. с.
Рабочее число оборотов.	400 об/мин.
Длительная мощность.	1 000 эф. л. с.

Компрессор двухцилиндровый, одноступенчатый

Диаметр цилиндров	640 *мм*
Ход поршней.	350
Давление рабочего воздуха при	400 об/мин. 6,5 атм.
Давление рабочего воздуха при. . . .	450 об/мин. 7 атм.
Температура поступающего в цилиндр воздуха .	330 и 360°
Подача воздуха — 180 *кг*/мин. при вприскивании воды по	5,5 *кг*/мин.

НБ УДУНТ (ДПТ)

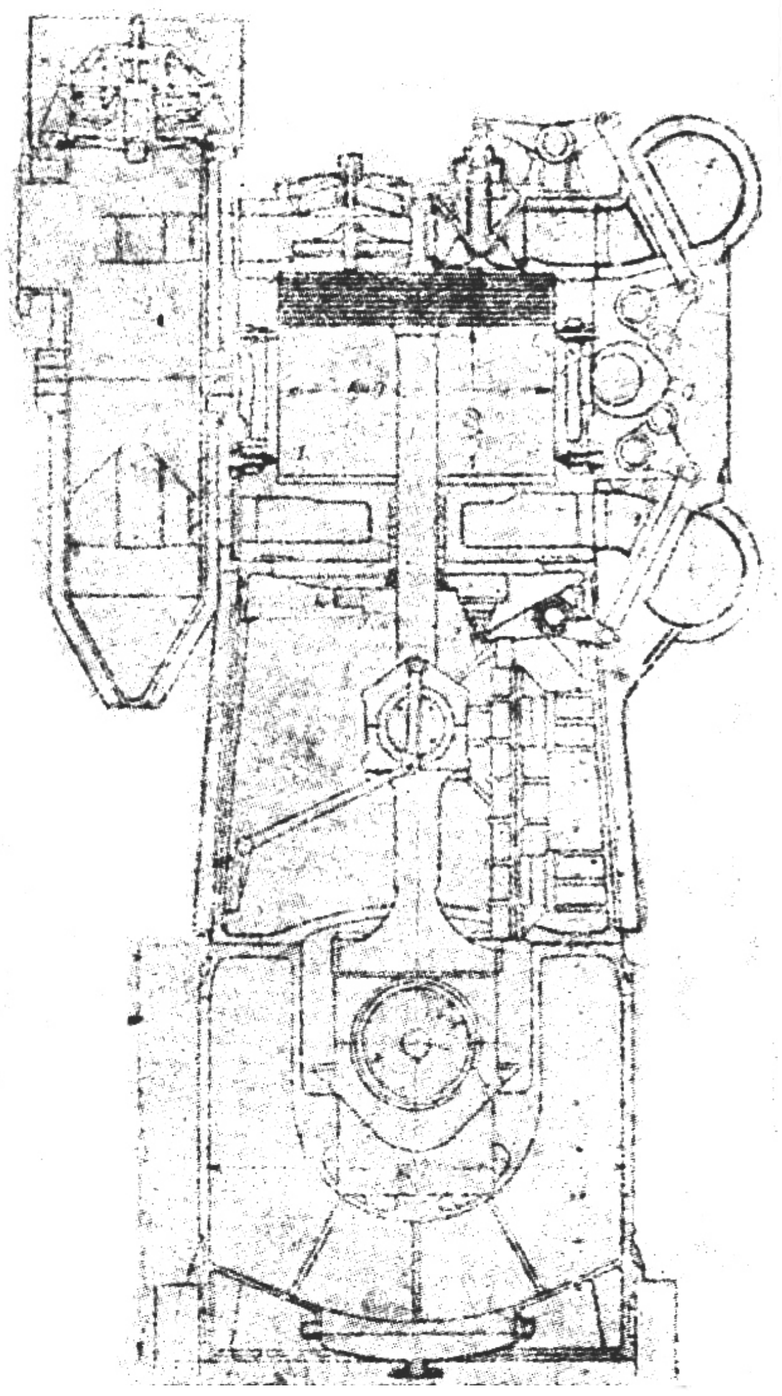
Подогреватель

Барабанов . . .	3
Диаметр барабанов	420 *мм*
Длина барабанов . .	7 500 *мм*
Число трубок в барабане	19
Диаметр трубок . .	70/76 *мм*
Поверхность нагрева подогревателя.	82,5 *м*²
Коэфициент теплопередачи	22,5 *кал* с 1 *м*²/час.
Скорость газов	45 *м*/сек.
Скорость воздуха.	15 *м*/сек.

Нижняя машина

Диаметр локомотивных цилиндров	700 *мм*
Ход поршней .	700 „
Диаметр золотников	250 „

Работа этого тепловоза протекает так. Дизель-компрессорный агрегат сжимает воздух до 7 атм. давления и около 200° температуры. Из компрессора воздух поступает сначала по трубопроводу в специальный подогреватель, обогреваемый отработанными газами от дизеля, где температура сжатого воздуха повышается до 230—350°, и затем направляется в боковые цилиндры тепловоза, где работает наподобие пара в обыкновенных паровозах.



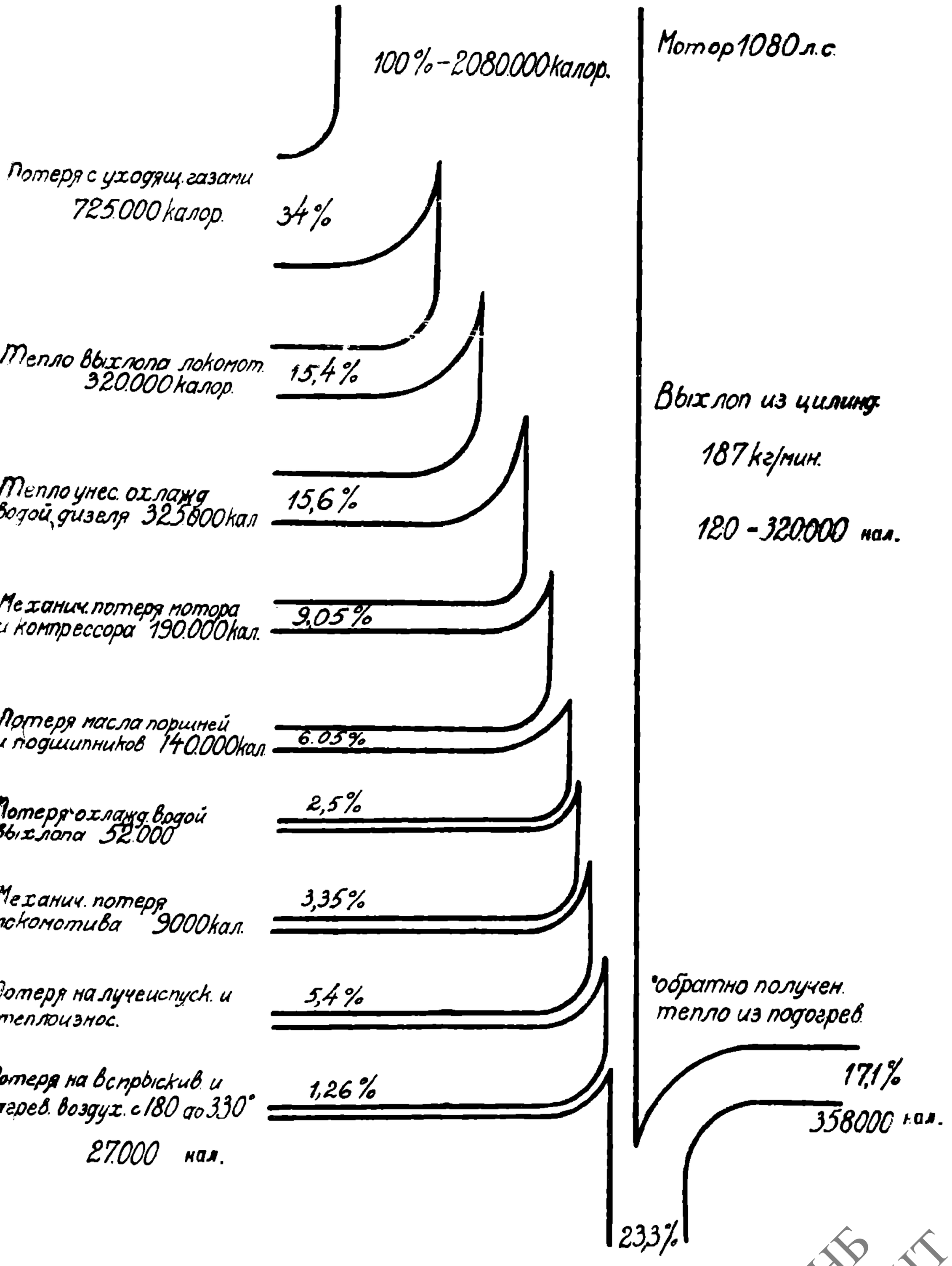
Фиг. 194. Вертикальный разрез компрессора.

Наиболее сложной частью этого тепловоза нужно считать компрессор, который сжимает до 7 атм. не чистый воздух, а воздух с незначительным количеством воды, впрыскиваемой в компрессор во время всасывающего хода поршней. Впрыскивание воды в компрессор производится с помощью специальных форсунок, к которым вода подается водяным насосом под давлением до 200 атм. Расход воды на впрыскивание при максимальной работе составляет 6—8 *кг*/мин.

На фигуре 194 представлен разрез такого компрессора. Из разреза видно, что компрессор этот двойного действия и снабжен четырьмя клапанами—два всасывающих и два нагнетательных. Всасывающие клапаны *a*, в отличие от обычной конструкции компрессорных клапанов и в отличие от нагнетательных этого же компрессора, работают принудительно от рычагов и пружин. Такая конструкция была вызвана необходимостью достичь минимальной величины вредного пространства цилиндров компрессора (2,4%) и максимальной подачи воздуха (больше, чем при автоматических клапанах на 8%), а также необходимостью постановки декомпрессионного приспособлении. Подогреватель воздуха *c*, в который воздух поступает из компрессора, состоит из трех барабанов диаметром 420 *мм* и длиной 7,5 *м*, снабженных трубками, по которым идут отработанные газы дизеля, а поперек трубок в барабанах циркулирует воздух. Из подогревателя горячий воздух через клапанный регулятор поступает в рабочие цилиндры тепловоза. Воздухораспределение производится с помощью круглых золотников с двойным выпуском кулисным механизмом и декомпрессионным устройством компрессора, так что, если регулятор закрыт, то всасывающие клапаны компрессора отжаты и подача воздуха в локомотивные цилиндры не происходит; по мере же открытия регулятора компрессор начинает подавать воздух и тепловоз трогается.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Тепловой баланс при норм. мощн. дизеля n=400 p=7 атм. и скорости тепловоза 30 км/час.



Фиг 195. Тепловой баланс тепловоза с воздушной передачей.

НБ УДУНТ (ДИТ)

В остальных частях тепловоз особенного интереса не представляет. Холодильники для воды и масла размещены сзади и спереди тепловоза, причем каждый из холодильников снабжен пропеллером, вращаемым электромотором.

Посты управления имеются на обоих концах тепловоза.

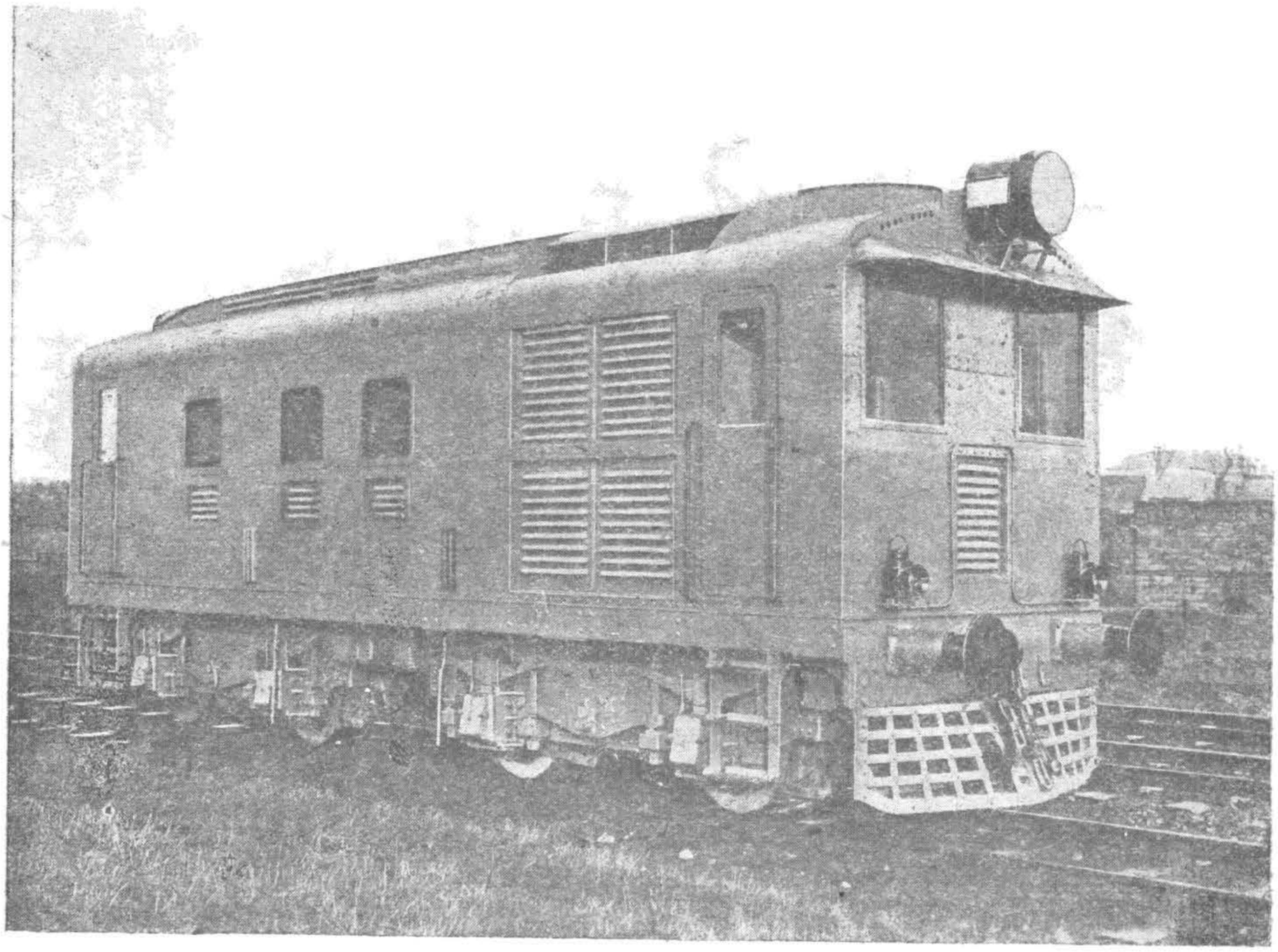
Главными приборами управления служат: переводный винт, регулятор, приспособления для установки числа оборотов и подача топлива для дизеля, прибор для управления работой вспрыскивающего насоса. В общем управление тепловоза чрезвычайно схоже с обычным паровозным управлением.

Тепловоз этот в настоящее время находится на испытаниях с динамометрическим вагоном, которые должны дать окончательные результаты его работоспособности и определить его экономичность. При первых опытных поездках на подъемах до 25% с составом в 233 *т* тепловоз развивал скорость в 20 *км*/час при неполной еще мощности дизеля.

Здесь интересно привести тепловой баланс, который был получен при одной из поездок, когда дизель давал 1080 л. с. при $n = 400$ об/мин., $p_1 = 7$ атм. и скорости тепловоза в 30 *км*/час. (фиг. 195).

АМЕРИКА

Работа американцев в области тепловозостроения сводится к более совершенному развитию и применению тепловозов, которые получили уже определенную законченную форму. Поэтому в Америке не замечается особо глубокой работы над разрешением тепловой проблемы в смысле оригинальности экземпля-



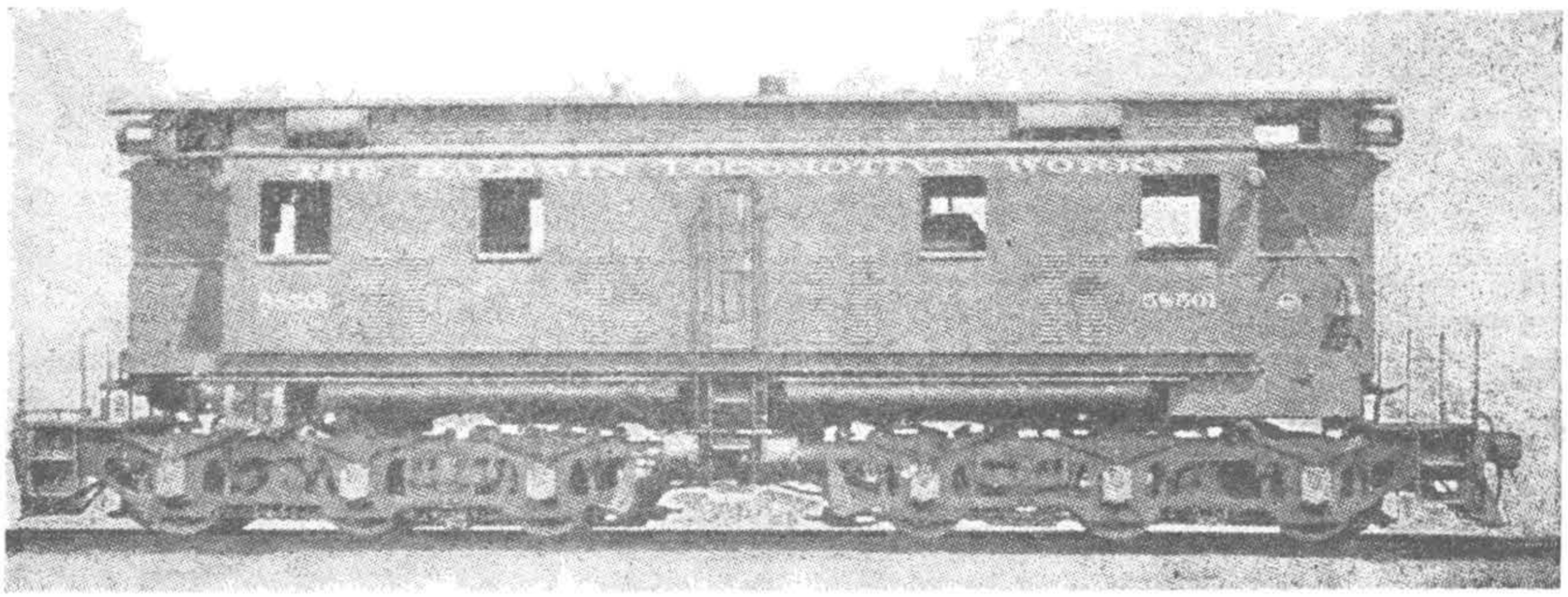
Фиг 195-а. Тип маневрового американского тепловоза, с электрической передачей (двигатель в 400 л. с.)

ров, которые являлись бы результатом новых идей и творческой мысли; практичные американцы, наблюдая за тепловозостроением в других странах и в частности пристально наблюдая за работой наших тепловозов, особенно после того, как тепловозы зарекомендовали себя как действительно экономичные машины, стали строить их в значительном количестве и применять их главным образом для маневровой работы.

По мнению американцев, преимущества тепловозов особенно ярко сказываются на маневровой работе, которая происходит с значительными простоями,

НБ УДУНТ (ДНТ)

причем тепловоз, в отличие от паровозов, не расходует совершенно топлива. Следующим преимуществом тепловоза американцы считают бездымность сжи-



Фиг. 196. Общий вид тепловоза Балдвина.

гания топлива, благодаря чему тепловоз может работать на станциях больших городов, в то время как дым от паровозов мешает нормальной работе станции.

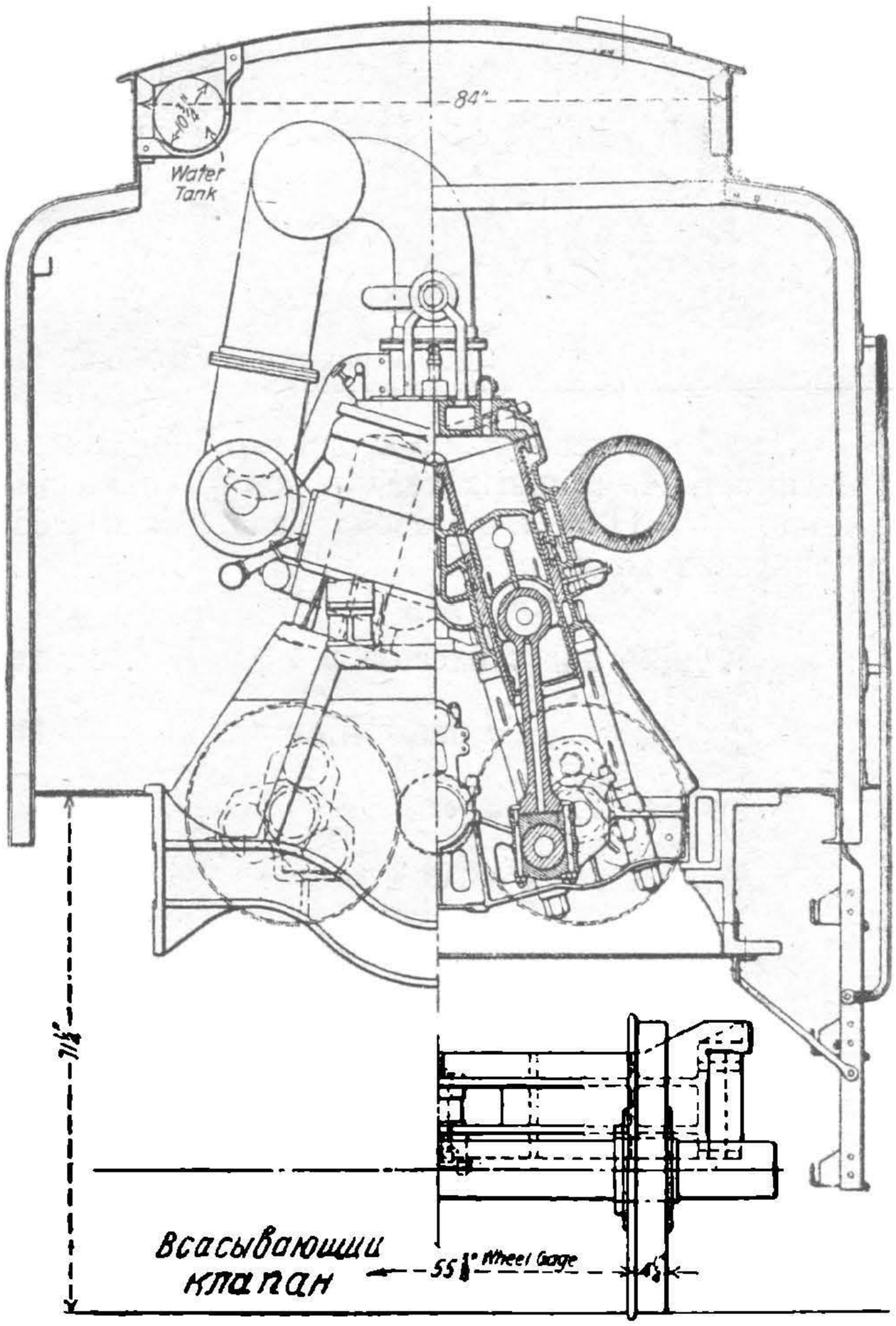
В настоящее время на дорогах Америки работает:

37 тепловозов в 250 — 300 л. с.,
13 тепловозов в 600 — 660 л. с.,
3 тепловоза в 750 — 880 л. с.,
1 тепловоз в 1 000 л. с.,
1 тепловоз в 2 600 л. с.

Все американские тепловозы имеют электрическую передачу, так как американцы считают, что все другие виды передач не прошли еще стадии опытов.

Двигатели, установленные на американских тепловозах, исключительно быстроходные с числом оборотов от 500 до 800 об./мин., что объясняется желанием конструкторов снизить по возможности веса дизелей и генераторов. Так, американская практика устанавливает вес двигателя для маневровых тепловозов от 18 до 23 *кг* на 1 л. с., а для поездных от 13 до 18 *кг*.

Уже в первый год эксплоатации тепловозов в Америке пришли к выводу о бесспорных преимуществах маневровых тепловозов не только перед паровозами, но и перед электровозами, вследствие чего даже на электрифицированных железных дорогах Америки принимаются тепловозы для маневровой работы.



Фиг. 197. Расположение дизеля на тепловозе.

Длительное изучение в Америке экономической стороны эксплоатации маневровых тепловозов в сравнении с паровозами показывает, что на маневровой работе экономия при тепловозе получается в размере 5,2 руб./час., благодаря

НБ УГХТ (ДПТ)

чему тепловоз с электрической передачей, несмотря на стоимость в $2^1/_2$ раза большую, чем паровоз, быстро окупается.

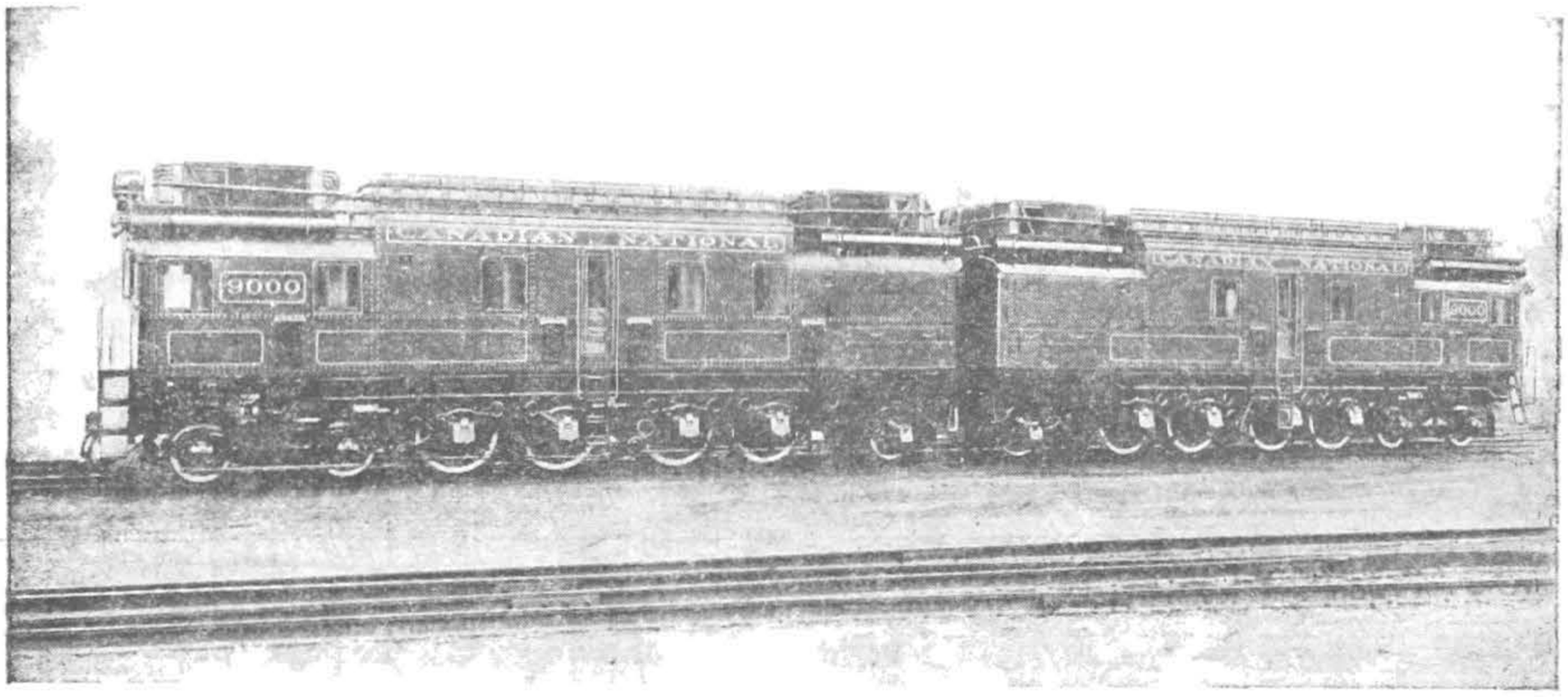
Поэтому американцы делают такие заключения:

1) тепловоз в Северной Америке на маневровой работе завоевал себе вполне устойчивое место;

2) при работе в черте городов благодаря отсутствию дыма тепловоз вытеснил паровоз;

3) в эксплоатационном отношении тепловоз надежнее и гибче паровоза и при правильном его использовании эффективность от тепловоза во много раз больше паровоза;

4) уже при работе в 2200 часов в год маневровой тепловоз, несмотря на большую стоимость по сравнению с паровозом, дает экономию при учете амортизации и процентов на капитал, при работе же свыше 2200 часов в год, что для тепловоза вполне возможно, экономия делается еще более ощутимой.



Фиг 198. Американский сдвоенный тепловоз Канадских ж. д.

Поездных тепловозов с достаточной эксплоатационной проверкой Америка не имеет. Из мощных тепловозов Америки представляют интерес два тепловоза: тепловоз в 1000 л. с. завода Балдвина и 2660 сил, построенный недавно для Канадских ж. д.

Общий вид тепловоза в 1000 л. с. завода Балдвина (фиг. 196 и 197)

ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ ЭТОГО ТЕПЛОВОЗА

Тип тепловоза	0—3—3—0.
Тележек 2, в нижней тележке 2 рабочих оси, 1 бегунковая.	
База тележки	3861 *мм*
Полная база локомотива	9256 *мм*
Длина тепловоза между буфером.	15883 *мм*
Диаметр колес.	1016 *мм*
Вес в рабочем состоянии	125 *т*
Сцепной вес	81,5
Максимальная сила тяги при 16 *км*/час	12500 *кг*
Конструктивная скорость.	60 *км*/час
Емкость нефтяных баков.	2,8 *т*

ВСПОМОГАТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО

1) водоохладительная система, состоящая из двух радиаторов; циркуляция воды достигается крыльчатым насосом, приводимым от вала двигателя; воздух продувается через радиаторы специальным вентилятором;

2) воздушный компрессор системы Вестингауза работает от электромотора;

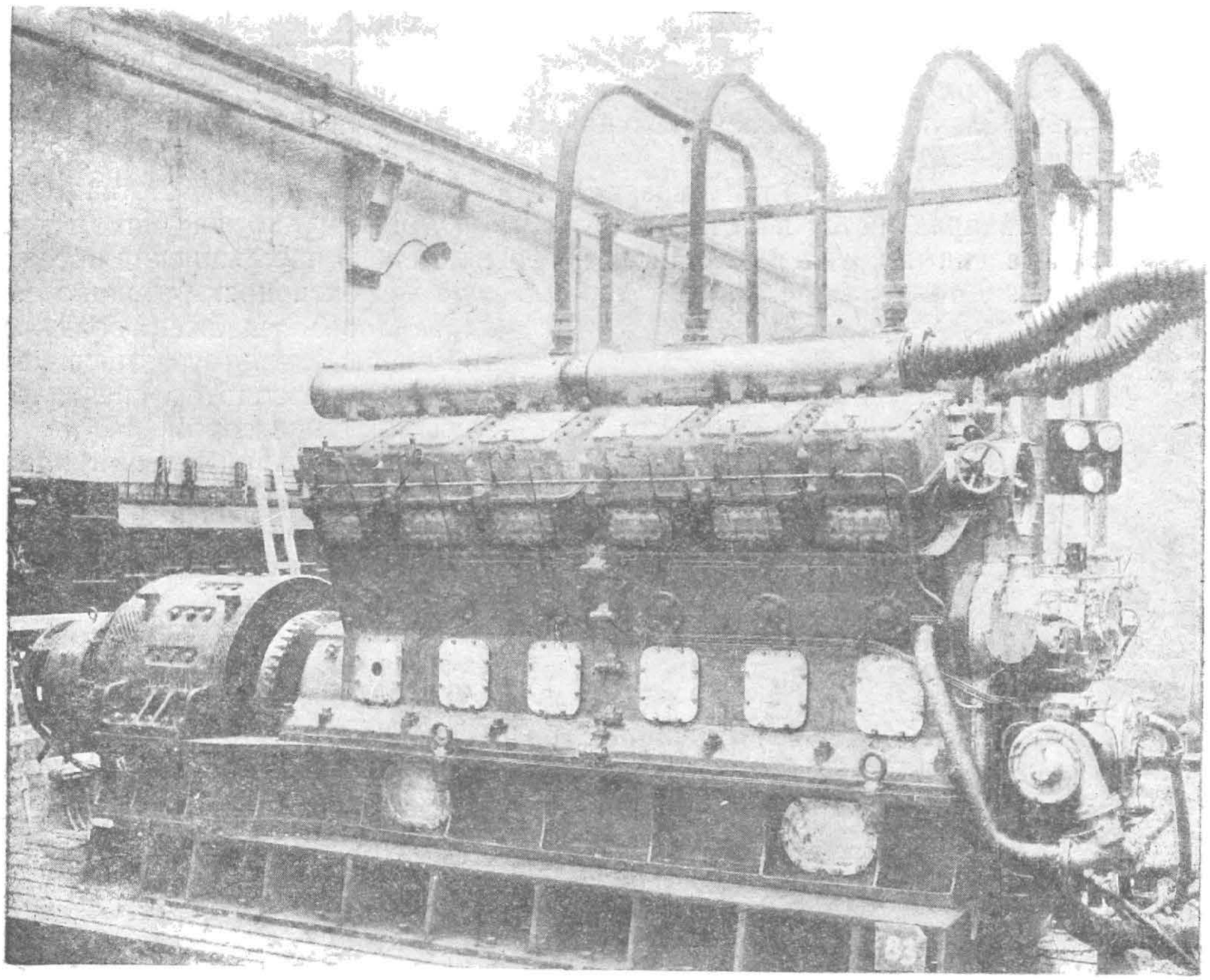
НБ УДУНТ (ДИТ)

3) воздуходувка—продувочного воздуха; продувочный воздух доставляется центробежной воздуходувкой, работающей со скоростью 3 600 об/мин. при помощи зубчатой передачи от генератора.

Двигатель дизеля бескомпрессорный, двухтактный V-образный завода Knudsen Motor Corporation 1 000 л. с.

Число цилиндров 12 по 6 шт. в группе	
Число оборотов .	450 об/мин.
Диаметр цилиндров	248 *мм*
Ход поршня. . .	343
Расход нефти на силу/час	180
Генератор постоянн. тока при 1 200 об мин.	750 вольт
Мощность генератора	750 *кв*
Тяговых электромоторов сериесных	4 шт.
Вольтаж	750 *в*
Мощность .	147 *кв*

Вторым интересным тепловозом Америки нужно считать тепловоз в 2 600 л. с. построенный для Канадских ж. д. (фиг. 198 и 198-а).



Фиг. 198-а. Дизель-генераторная установка тепловоза для Канадских ж. д.: каждый дизель в 1 300 л. с. (двигатель 12-цилиндр.).

ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ ТЕПЛОВОЗА

Двигатель Дизеля завода Knudsen.

Число дизелей	2
Число цилиндров	12 × 2
Диаметр цилиндра.	300 *мм*
Ход поршня. .	300 „
Число оборотов .	300 — 800 об/мин.
Максимальная мощность	1 330 × 2
Максимальная сила тяги	45 000 *кг.*
Генераторов . . .	2
Аккумуляторная батарея 56 элементов	340 амп/час.
Тип тепловоза	2—4—1—1—4—2.
Запас топлива	3,6 *т*
воды . .	1,36 *т.*
смазочного масла.	0,45

НБ УДУНТ (ДПТ)

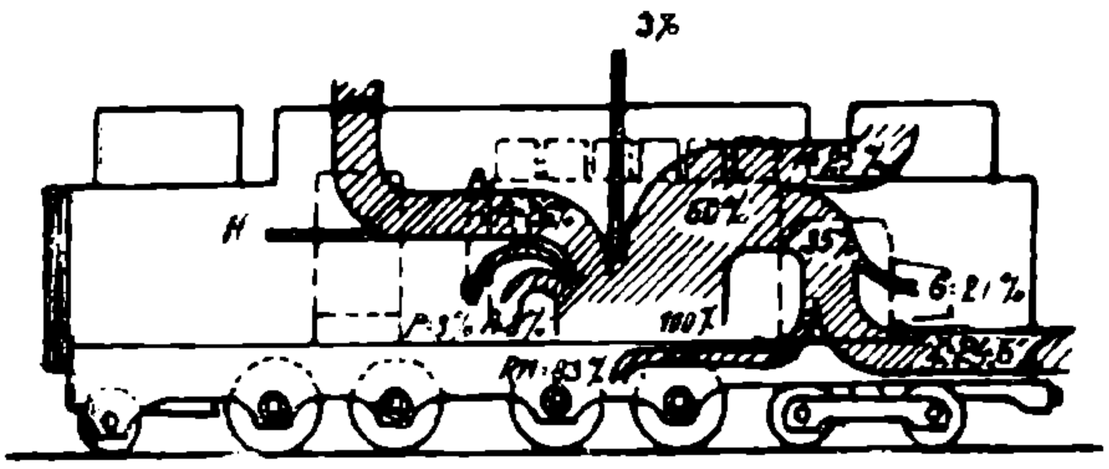
Этот тепловоз, представляющий по величине и мощности самый мощный тепловоз, состоит, собственно говоря, из двух тепловозов, соединенных вместе, причем управление такой системой производится с одного поста машиниста. Общий вес тепловоза составляет 290 *т*, из которых 214 *т* составляет сцепной вес.

Каждая единица тепловоза снабжена двенадцатицилиндровым двигателем завода Бедмор мощностью 1 300 л. с. и генератором, смонтированных на раме локомотива, и имеет по четыре ведущих оси, снабженных электромоторами. Зубчатая передача от моторов к осям осуществлена применительно к высоким скоростям пассажирского движения. Двигатели снабжены регуляторами, действующими на подающие топливо клапаны, благодаря чему поддерживаются числа оборотов двигателя соответственно положению главного контроллера.

Пуск в ход двигателей производится с помощью аккумуляторной батареи, питающей пусковую обмотку генераторов, обращая их в моторы. Охлаждение цилиндров производится водой, поршни же не охлаждаются.

Для охлаждения воды и смазки двигателей на крыше тепловоза расположены радиаторы, через которые гонится воздух специальным вентилятором, но в холодную погоду охлаждение радиаторов происходит естественным потоком воздуха на быстром ходу тепловоза. В этом отношении конструкция и расположение холодильников тепловоза схожи с конструкцией холодильников нашего тепловоза Щ—ЭЛ—I.

Так же, как и на наших тепловозах Э—МХ—3 и Э—ЭЛ—5, отработанные газы двигателей направляются к котлу, и затем в атмосферу, но на данном тепловозе установленный котел-экономайзер обогревает еще и пассажирский поезд, поэтому такая установка увеличивает термическую эффективность тепловоза.



Фиг 199. Тепловой баланс тепловоза Канадских ж. д. (2 600 л. с.).

Тепловоз снабжен воздушным тормозом Вестингауза, питание которого производится специальным электрокомпрессором.

Отличительной чертой тепловоза является способность его утилизировать практически полную мощность при всех скоростях. При сравнении тяговых усилий этого тепловоза и паровоза 4—8—2 Канадских ж. д., были установлены преимущества тепловоза с электрической передачей подобной мощности, благодаря которой тепловоз с поездом развивал скорость до 60 *км* в час — почти вдвое быстрее, чем паровоз подобной же мощности.

Описанный тепловоз в настоящее время испытывается в различных условиях железнодорожной службы, причем испытания показали, что тепловоз этот тянет поезд в 2 800 — 3 000 *т* на подъеме 8‰ и средних условиях погоды со скоростью 25 *км*/час.

Интересным представляется расход топлива двигателями завода Бедмора, установленными на этом тепловозе.

Числа оборотов в минуту	Нагрузка в л. с.	Расход топлива в на л. с./час.
800	1 350	184,5
700	1 188	180,0
600	1 000	178,5
500	843	182,0
400	676	191,0
792	1 530	196,0

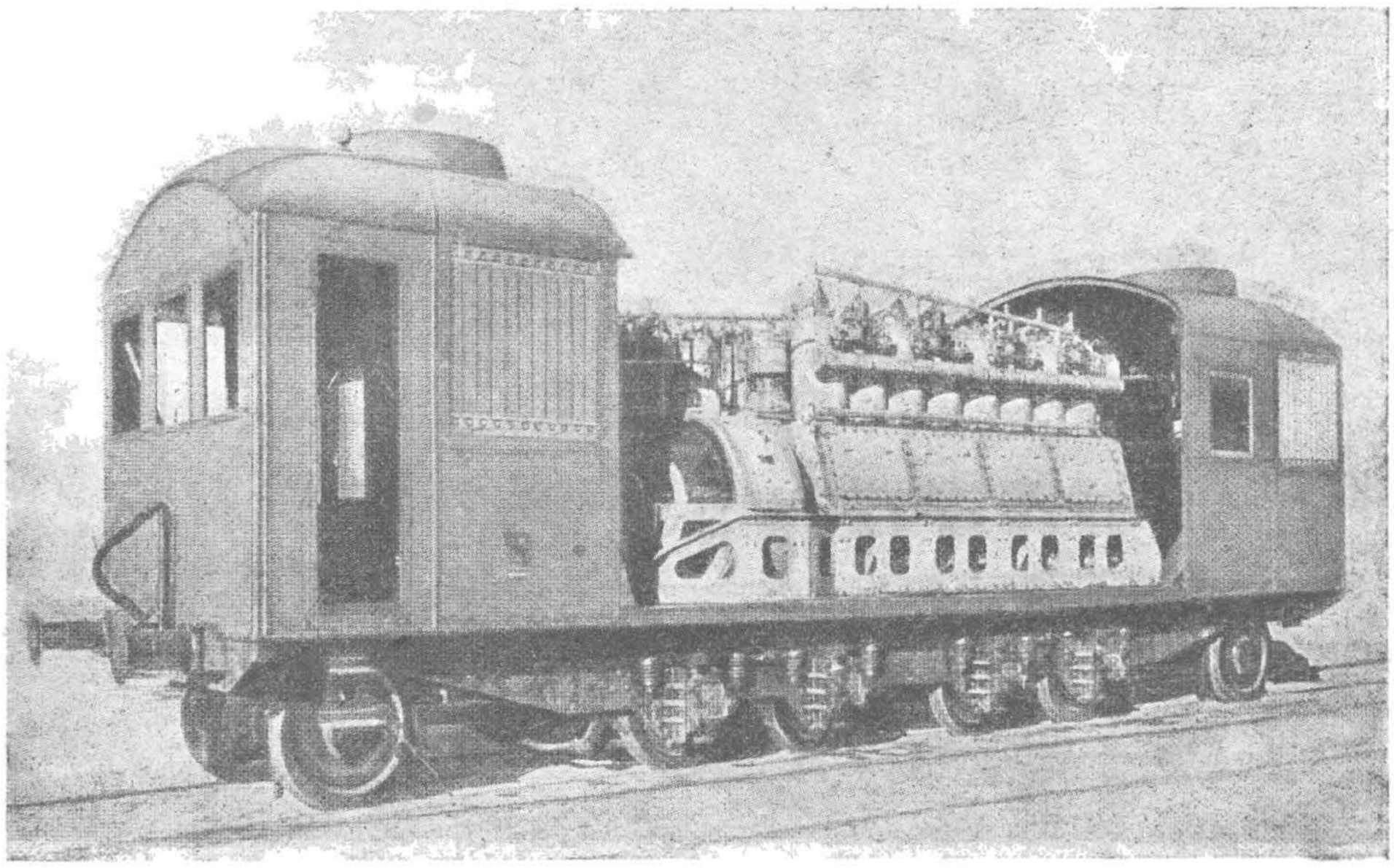
Расход топлива во время работы тепловоза с поездами составлял 0,005 *кг/т/км*, что в отношении нашего измерителя 10 000 *т/км* дает 50 *кг* (10 000 *т/км*). Если сравнить его с расходом топлива на весовой измеритель наших тепловозов, мы видим, что несмотря на то, что двигатели Бедмора представляют наиболее экономичную современную машину, расход топлива на этом тепловозе выше расхода топлива на наших тепловозах. Интересным также

УЭЛ ИНТ (ДИТ)

является полученный при испытаниях тепловой баланс этого тепловоза, представленный на фигуре 199 и показывающии что η— коэфициент полезного действия на крюке этого тепловоза получается 24,6%, и таким образом не выше наших тепловозов.

Интересным типом тепловоза с электрической передачей является построенный заводом бр. Зульцера (Винтертур) тепловоз специально для пригородного движения одной из южных американских железных дорог (Аргентина).

На этом тепловозе (фиг. 200), так же как и на нашем тепловозе Э—ЭЛ—8, расположено два восьмицилиндровых четырехтактных дизеля по 60 л. с. каждый. Двигатели поставлены так, что в средине получается проход для обслуживания (по образцу нашего Э—ЭЛ—8). Особенность этого тепловоза состоит в том, что тепловоз имеет только два тяговых мотора по 136 л. с., предназначенных для собственного передвижения, вся же остальная мощность передается на моторы,



Фиг. 200. Тепловоз Аргентинских жел. дорог.

которыми снабжены прицепные пассажирские вагоны. Две таких группы, составленные так, что у одной тепловоз находится в голове группы, а у второй— в хвосте (половина такого поезда представлена на фиг. 201) в целом представляют „электрифицированный поезд", обладающий большим сцепным весом и имеющий большое ускорение, которое и должно быть у поезда пригородного движения. Система соединяется кабелями для управления с любого конца поезда и для питания моторов-вагонов от обоих тепловозов одновременно.

Подобная новая система тепловозной тяги имеет чрезвычайно большие перспективы развития и применения ее к пригородному движению, так как она, обладая всеми преимуществами электрической тяги, вместе с тем имеет ту особенность, что не зависит от электроцентрали и не привязана к проводу, и следовательно, не имеет ограниченной сферы действия, подобно электровозу. В части стоимости перевода железных дорог на подобную тяговую систему сравнительно с электрификацией нужно отметить, что целый ряд серьезных подсчетов, которые были произведены в этом отношении немецкими инженерами, показывает, что стоимость приобретения тепловозов и устройство подобных „электрифицированных поездов" значительно ниже затрат, необходимых для чистой электрификации дороги.

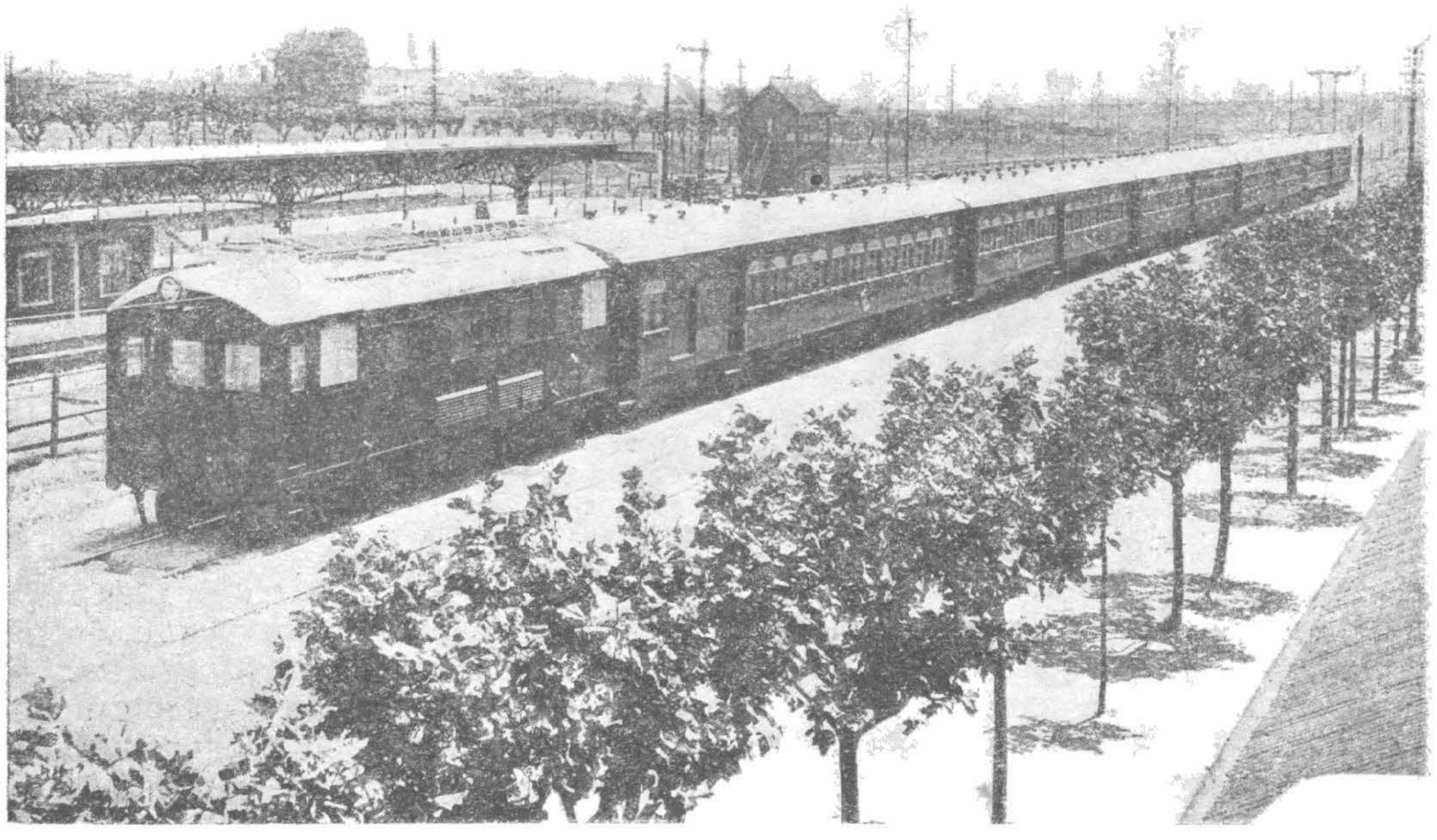
НТБ УДУНТ (ДИТ)

АНГЛИЯ

Вопрос о широком применении тепловозов на железных дорогах Англии не носит пока серьезного практического характера. В Англии имеется лишь незначительное количество маломощных тепловозов и только тепловоз системы Китсон-Стилла по своей оригинальной конструкции представляет для нас большой интерес в техническом отношении. Но за последнее время вопросы о тепловозах в технических и экономических кругах Англии подвергаются чрезвычайно серьезному обсуждению. Так, недавно рядом английских инженеров был произведен подсчет возможной экономии, которая может получиться при переводе английских железных дорог на тепловозную тягу, показывающий, что в этом случае получится ежегодная экономия в 20 млн фунтов стерлингов.

Сумма эта составляется из:

1) уменьшения расходов по содержанию подвижного состава	6	млн. фунт. стерлингов
2) экономии на топливе.	8,4	„ „
3) экономии на оплате персонала	4	„
4) экономии на воде	0,85	„ „ „
Всего.	19,25	млн фунт. стерлингов



Фиг. 201. Тепловоз Аргентинских ж. д. (электрифицированный поезд).

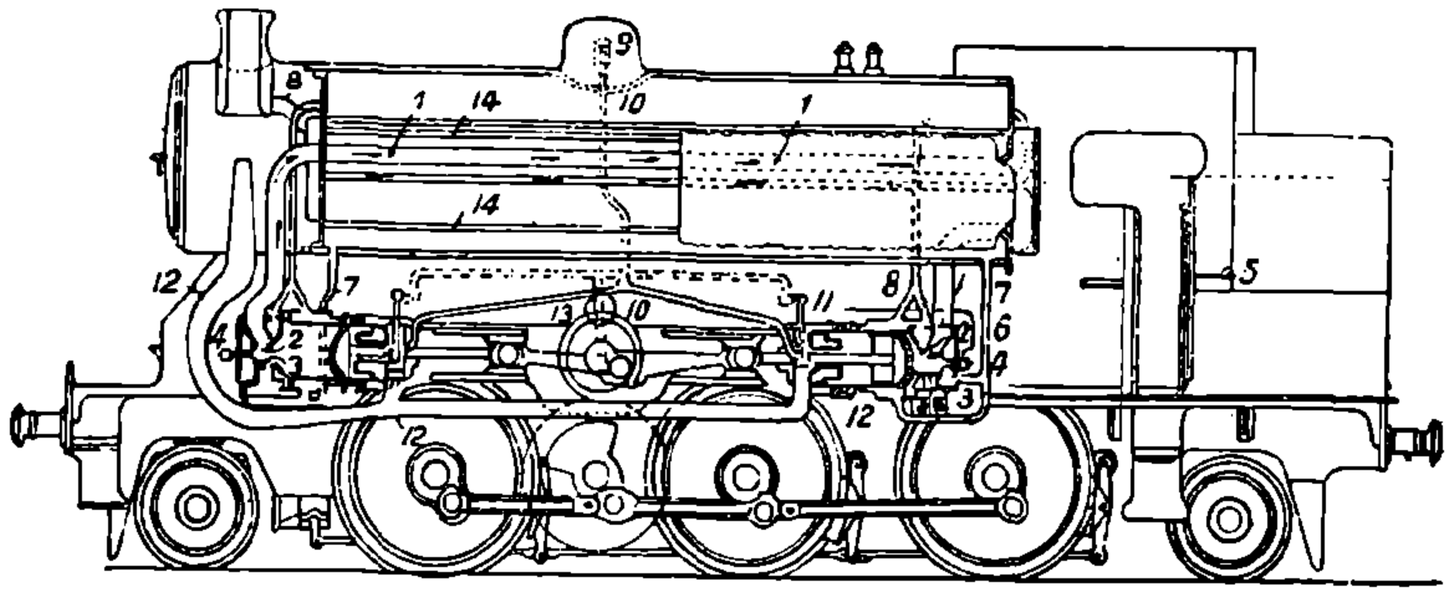
Казалось бы, что при такой колоссальной экономии нужно было бы широко внедрять тепловозы, в действительности же этого пока нет, что объясняется сопротивлением введению тепловозной тяги со стороны акционерных угольных и железнодорожной компаний, которых пугает возможность падения спроса на уголь и обесценения капитала, вложенного в паровозный инвентарь.

Оригинальный и интересный тепловоз Стилла-Китсон построен на заводе Китсона в Лидсе. Двигатель этого тепловоза системы Стилла является такой комбинацией двигателя внутреннего сгорания с паровой машиной, что в цилиндре одна сторона поршня работает как двигатель внутреннего сгорания, а другая—как паровая машина, причем выхлопные газы передней части обогревают, пройдя по трубкам, котел, пар от которого идет на работу паровой ма-

НБ УДУНТ (ДИТ)

шины. Котел этот соединен с охлаждающей рубашкой цилиндров. Подобные двигатели, построенные в свое время для морских судов, дали хорошие результаты в смысле плавной работы и низкого расхода топлива (170 *г*/эф. л. с./час), почему и возникла мысль построить тепловоз с двигателем Стилла. Такой тепловоз при трогании с места работает с помощью пара, т. е. как паровоз, а затем, когда поезд получил известную скорость, происходит переключение на двигатель.

Разрез тепловоза Стилла-Китсона представлен на фигуре. 202.



Фиг. 202. Тепловоз Стилла-Китсона.

1. Выхлоп от двигателя.
2. Выхлопной клапан.
3. Всасывающий клапан.
4. Форсунка.
5. и 6. Подача топлива.
7. Подача охлаждающей воды.
8. Отвод.
9. Регулятор для паровой части машины.
10. Пароподводящая труба.
11. Паровпускные клапаны.
12. Выхлопная паровая труба.
13. Привод к распределению паровой машины.
14. Трубы перегревателя.

ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ ЭТОГО ТЕПЛОВОЗА

Колесная формула.	1—3—1
Диаметр спаренных колес.	1 524 *мм*
„ цилиндров двигателя.	434 „
Ход поршней.	395 „
Наибольшее число оборотов двигателя	450 об./мин
Наибольшая скорость. . .	70 *км*/час
Поверхность нагрева топки.	6,7 $м^2$
„ „ трубок.	45,5 $м^3$
„ „ трубок генератора	47,1 $м^2$
Давление пара в котле	12 атм
Сила тяги на ободе. . . .	3 500 *кг*
„ „ при страгивании.	11 500 *кг*
Вес рабочий.	72 *т*
„ сцепной	52
Запас воды.	4,5
„ топлива	1,5
смазки	0,38

Из разреза тепловоза видно, что под котлом расположена восьмицилиндровая горизонтальная машина, у которой четыре цилиндра расположены спереди и четыре сзади.

Все цилиндры работают на один общий коленчатый вал, помещенный в средней части рамы. От коленчатого вала вращение передается помощью пары зубчатых колес (передаточное отношение 1 : 1,878) на слепой вал (снабженный кривошипом), который лежит в одной плоскости с осями тепловоза.

Работа этого тепловоза происходит так. Вначале тепловоз работает паром на соответствующих сторонах поршней и после получения необходимого разгона, обеспечиваюшего вспышку на другой стороне поршня, включаются последние и каждый цилиндр тепловоза работает с обеих сторон.

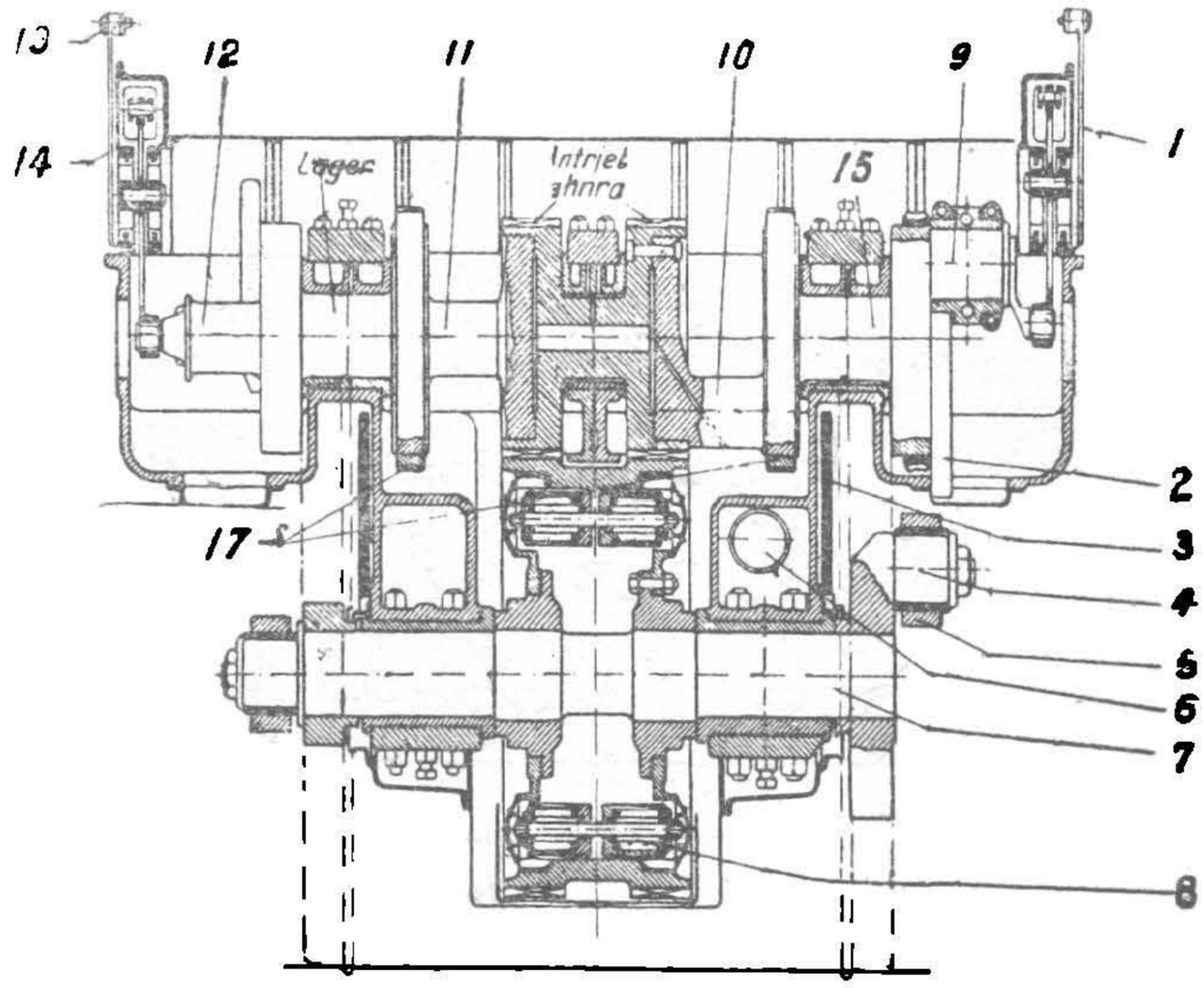
На фигуре 203 представлен разрез по передаче тепловоза Стилла-Китсона.

Верхняя ведущая зубчатка является вместе с тем проставком, соединяющим две половины коленчатого вала. Нижняя ведомая зубчатка состоит из двух частей—корпуса, насаженного на отбойный (или слепой) вал, и венца, который

НБ УДУНТ (ДИТ)

связан с корпусом зубчатки с помощью пружин, смягчающих возможные неравномерности.

Верхний коленчатый вал, имеющий четыре кривошипа, связан с цилиндрами машины через шатун, крейцкопфы и поршни. Кривошипы расположены так, что



Фиг. 203. Передача тепловоза Стилла-Китсона

1. Пораспределение.
2. Противовесы коленчатого вала.
3. Рама тепловоза.
4. Ведущие пальцы отбойного вала.
   Главное дышло.
6. Выхлопная паровая труба.
7. Отбойный вал.
8. Пружинное сцепление.
9. Шейки вала для 7 и 8 цилин.
10. » » » 5 и 6 »
11. » » » 3 и 4 »

между кривошипами внутри цилиндров образуется 180°, а между каждой группой 90°. Как подшипники, так и зубчатки получают смазку под давлением, все части передачи помещены в специальной стальной коробке.

ИТАЛИЯ

Италия имеет ряд тепловозов с электрической передачей средней мощностью от 300 — 500 л. с. и несколько опытных тепловозов, которые свидетельствуют о попытке разрешения тепловозной проблемы.

Основные данные об этих тепловозах приводятся ниже.

Тепловоз Основные данные	Завода ФИАТ	Завода ТОЗИ	Завода ЦАРЛАТИН	Завода КРИСТИАНИ	Завода АНСАЛЬДО
1. Дорога, на которой работает тепловоз	Калабрийская ж. д.	Миланская ж. д.	Римская ж. д.	—	—
2. Тип тепловоза	0 — 2 — 0 + + 0 — 2 — 0	0 — 2 — 0 + + 2 — 0	Переделка паровоза 1—3—1 компаунд	1 — 3 — 0	2 — 3 — 1
3. Сцепной вес тепловоза	46,2 *т*	60 *т*	67 *т*	45 *т*	45 *т*
4. Двигатели дизеля	Завода Фиат 2-тактный	Завода Тоэи 4-тактный	Завода Фиат 2-тактный	Завода Фиат 2-тактный	Юнкерса 2-тактный

НТБ УДУНТ (ДИТ)

Продолжение

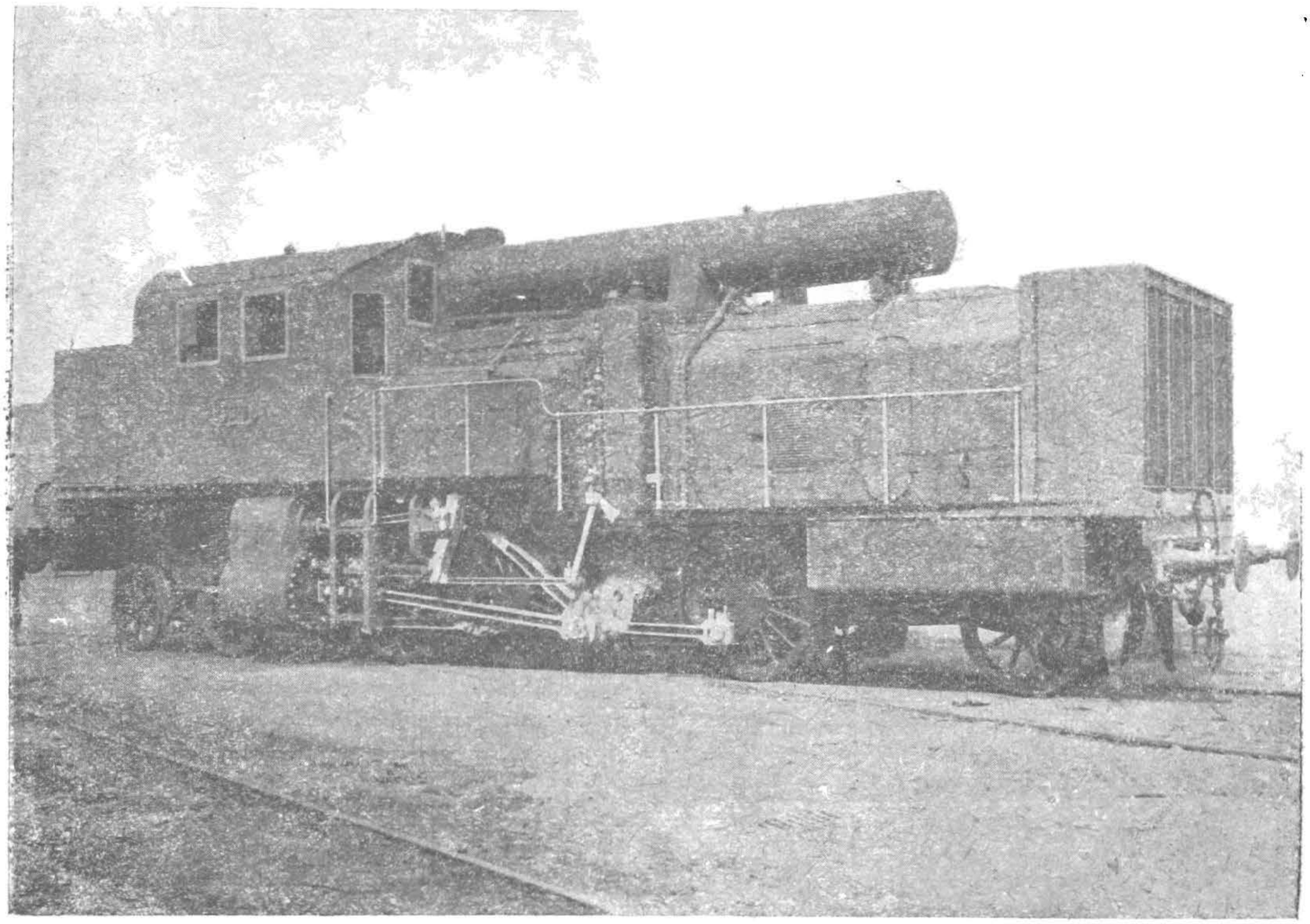
Тепловоз Основные данные	Завода ФИАТ	Завода ТОЗИ	Завода ЦАРЛАТИ	Завода КРИСТИАНИ	Завода АНСАЛЬДО
5. Мощность	440 л. с.	400 л. с.	325 л. с.	450 л. с.	1 100 л. с. при 300 об/мин.
6. Число цилиндров	6 с одноцилиндровым 3-х ступенчатым компрорессом и 2-мя продувными насосами	8-мицилиндровый компрессор с центробежным регулятором	6-тицилиндровый	—	6-тицилиндровый
7. Диаметр и ход поршня	240×300 *мм*	—	250×270 *мм*	—	300 ход 2×480
8. Наибольшее число оборотов	500 об/мин.	300 об/мин.	450 об/мин.	500 об/мин.	330 об/мин.
9. Запуск двигателя	электрический	электрический	—	—	—
10. Передача	электрическая	электрическая	воздушная, двухступенчатый компрессор производит 2500 $м^3$/ч. при 8 атм. давлении	парокомпрессорная. Компрессор засасывает отработанный в паровозных цилиндрах пар и сжимает его до 30 атм. для дальнейшей работы вновь в паровозных цилиндрах	Непосредственная
11. Генератор	275 *кв*	Привод от вала дизеля через зубчатую передачу 2 генератора по 170 *кв* при 900 об/мин.	—	—	—
12. Возбудители	20 *кв*	—	—	—	—
13. Тяговые электромоторы	4 по 52 *кв*	—	—	—	—

Из перечисленных тепловозов наибольший интерес в настоящее время представляет тепловоз Ансальдо как тепловоз, в котором осуществлена непосредственная передача вращающего момента дизеля колесам тепловоза. Основной частью тепловоза является шестицилиндровый, бесклапанный горизонтальный двигатель Юнкерса, который с помощью наклонных шатунов передает движение на трехколенчатый отбойный вал, связанный с колесами обыкновенными спарниками. Снаружи рам колеса помощью шатунов соединены с поршнями обыкновенных паровозных цилиндров выполняющих двойную задачу: в условиях нормальной работы они являются продувочными цилиндрами, при трогании же с места, когда дизель еще не работает, они являются движущими цилиндрами, питаемыми сжатым воздухом. Последний заключен в 36 баллонах под давлением в 80 атм, откуда он при разгоне тепловоза направляется в цилиндры последнего через редукционный клапан. Переключение с одного режима на другой совершается автоматически при скорости 10 *км*/час. У машиниста под руками имеется лишь один рычаг, посредством которого он сначала пускает

НВ УДУНТ (ДИТ)

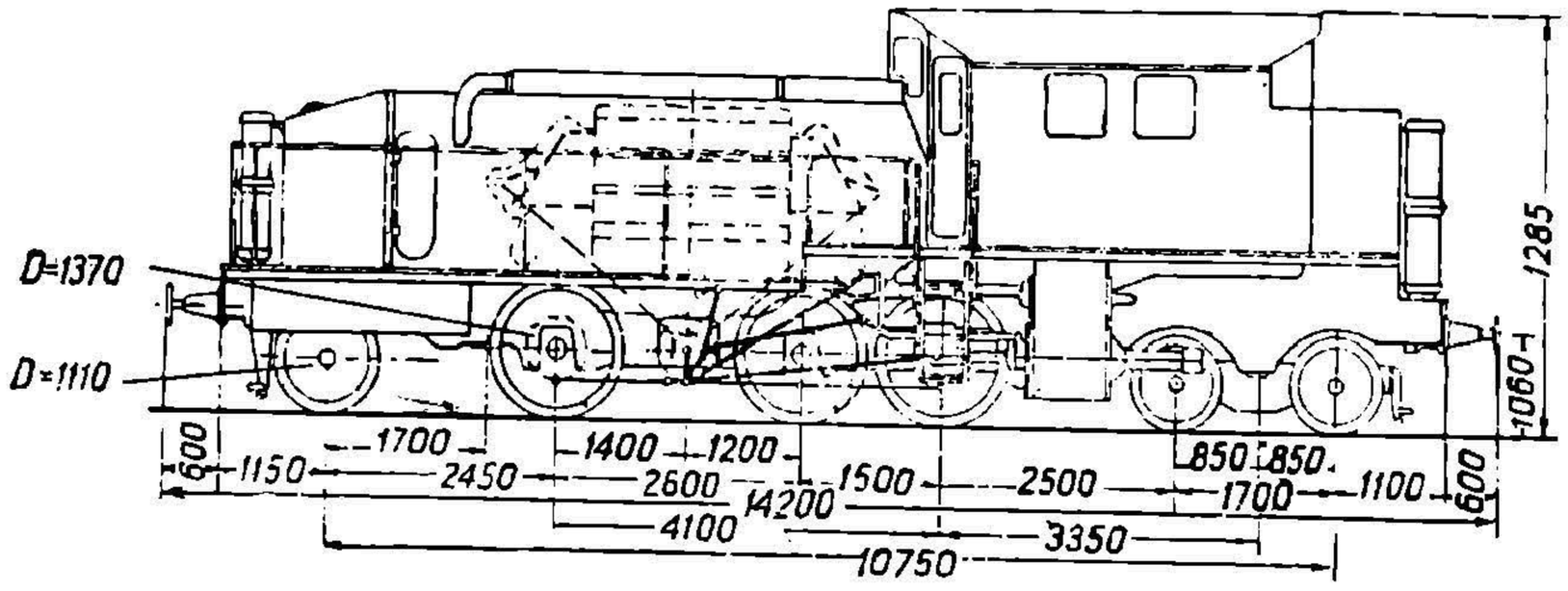
сжатый воздух в цилиндры, — получает разгон тепловоза, а затем регулирует подачу топлива в основные цилиндры дизеля.

На тепловозе имеется еще вспомогательный дизель-компрессор, который служит для быстрого наполнения пусковых баллонов и обеспечения таким образом необходимых разгонов тепловоза после его стоянок.



Фиг 204. Общий вид тепловоза Ансальдо.

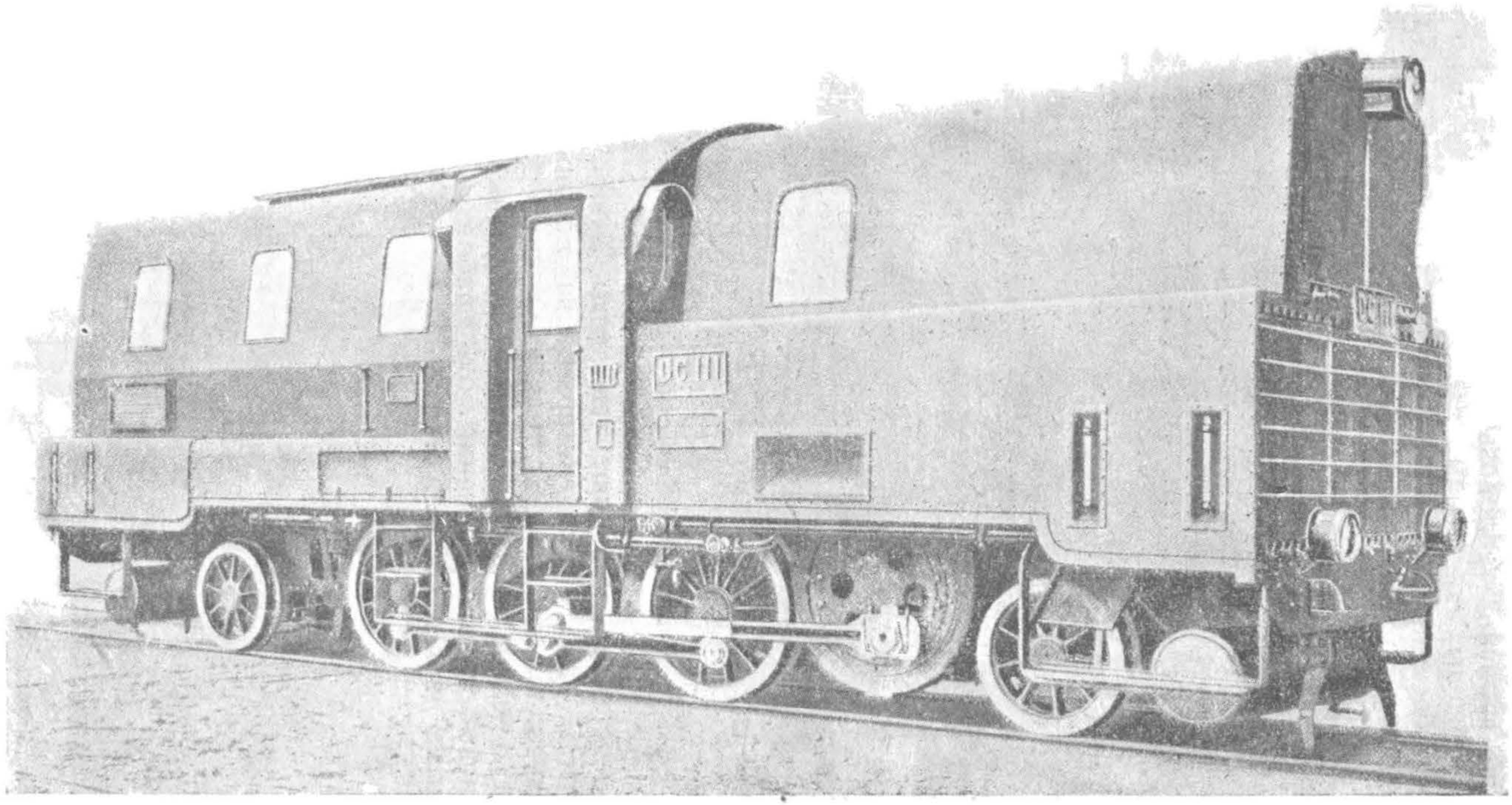
Опыты над тепловозом Ансальдо, произведенные в Италии, показали его полную работоспособность, а последний проект завода с мощностью двигателя в 3 400 л. с. при тяге во время страгивания до 28 800 *кг*, при сцепном весе в 117 *т* (тип 1 — 6 — 1) показывают, что подобный тепловоз является наиболее мощным и наиболее простым по передаче.



Фиг. 205. Схема работы тепловоза Ансальдо.

Из других стран, в которых построены и находятся в эксплоатации тепловозы, нужно указать на Японию, которая имеет несколько тепловозов в 600 — 800 *л. с.*, построенных для Южно-Манчжурских ж. д., Данию, у которой имеются и маломощные тепловозы и тепловозы до 1 200 л. с., и затем Францию, которая в настоящее время строит ряд тепловозов.

НБ УДУНТ (ДИТ)

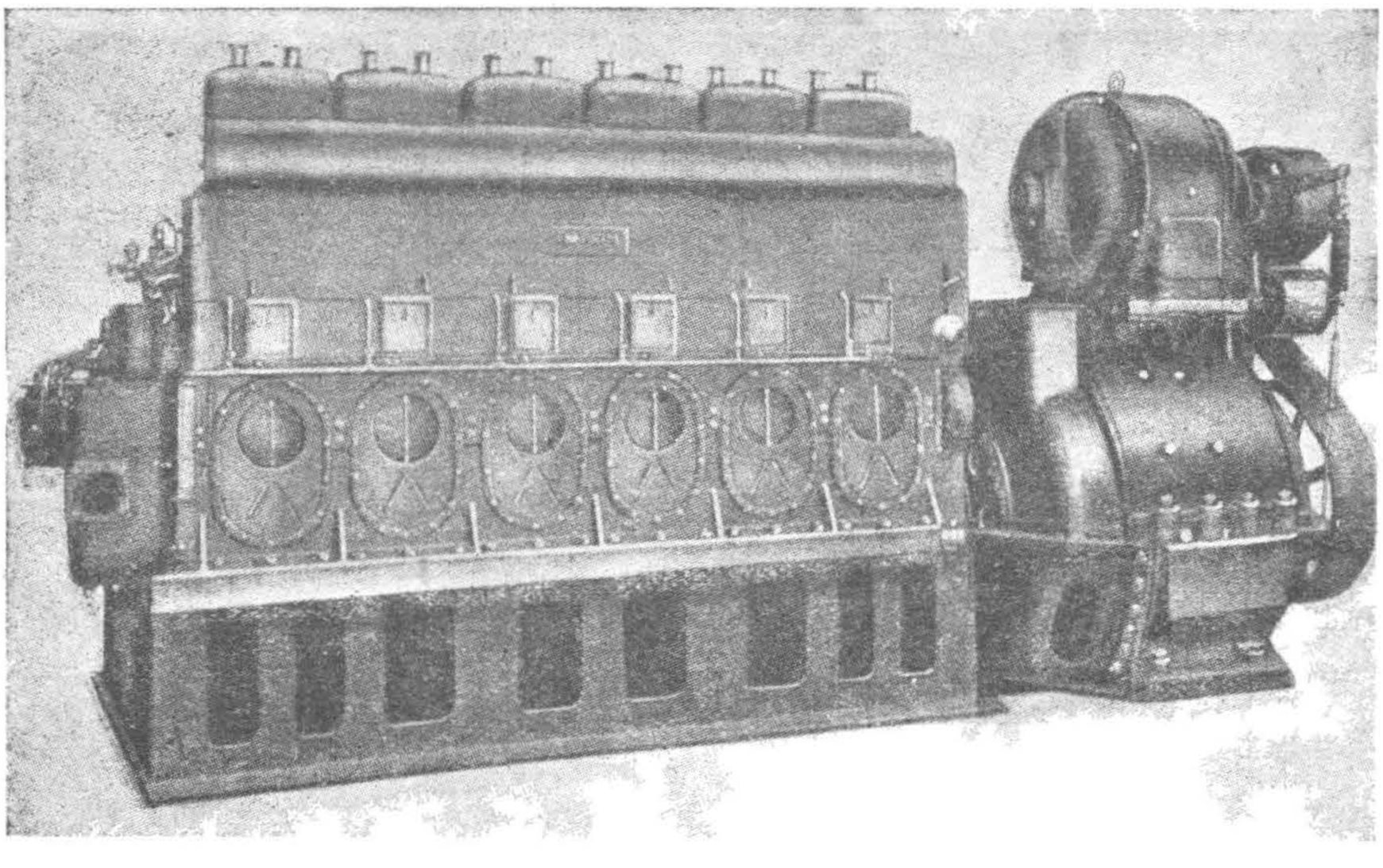


Фиг. 206. Японский тепловоз—общий вид.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Все эти тепловозы исключительно с электрической передачей, которая, как мы видели, несмотря на свою сравнительно высокую стоимость и известную сложность, дает наиболее гибкую в управлении передачу.

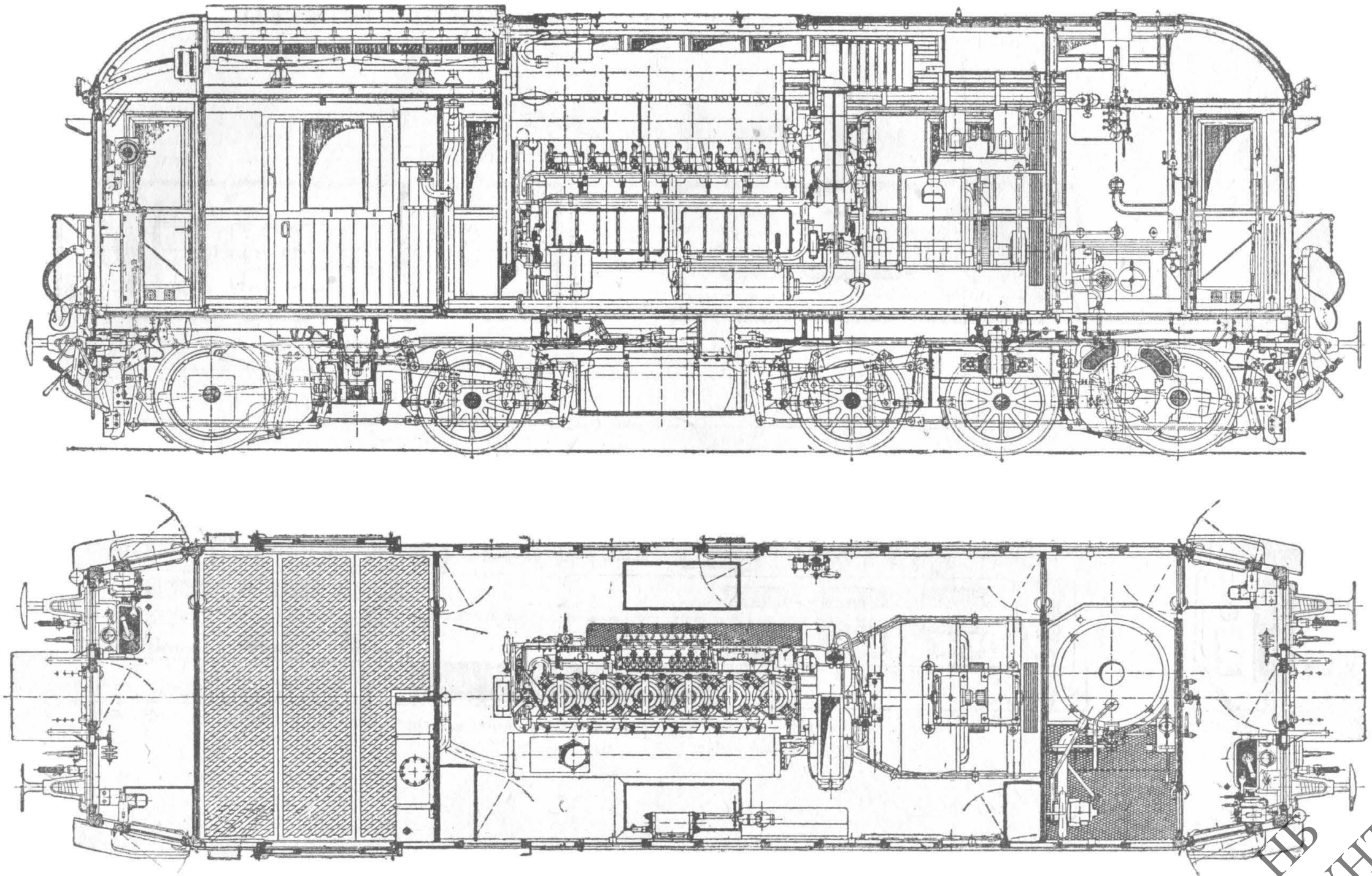
Японский тепловоз, представленный на фигуре 206, имеет двигатель МАН в 600 л. с., типа 6 28/38; этот двигатель аналогичен установленному на нашем тепловозе О—ЭЛ—7. Передача к колесам осуществляется с помощью одного тягового мотора, работающего на отбойный вал, и затем через главные дышла и спарники. Другие японские тепловозы (в количестве трех), построенные недавно в Швейцарии, снабжены двигателями завода Зульцера — восьмицилиндровыми, четырехтактными бескомпрессорными, мощностью в 850 л. с. Эти двигатели аналогичны нашим, устанавливаемым ныне на тепловозе Э — ЭЛ — 8.



Фиг. 207. Дизель—электрический агрегат японского тепловоза.

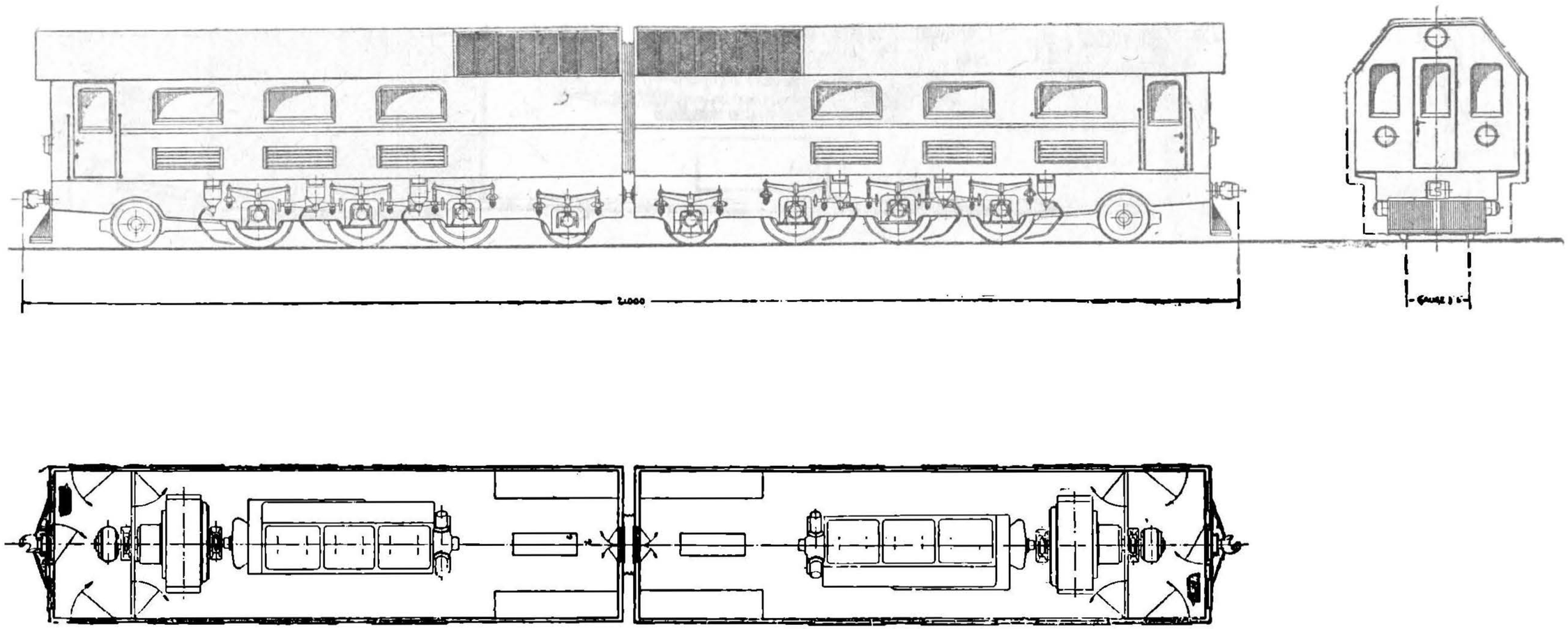
Известный интерес представляют тепловозы Дании, которые имеют двухтактные двигатели завода Бурмейстера-Вайна мощностью в 1200 л. с. На тепловозах устанавливается два двигателя, что таким образом дает возможность получить, как и на нашем тепловозе Э — ЭЛ — 8, чрезвычайно гибкий локомотив, который в зависимости от требований может работать или на одном двигателе в 600 л. с. или на двух в 1200 л. с.

НБ УДУНТ (ДИТ)



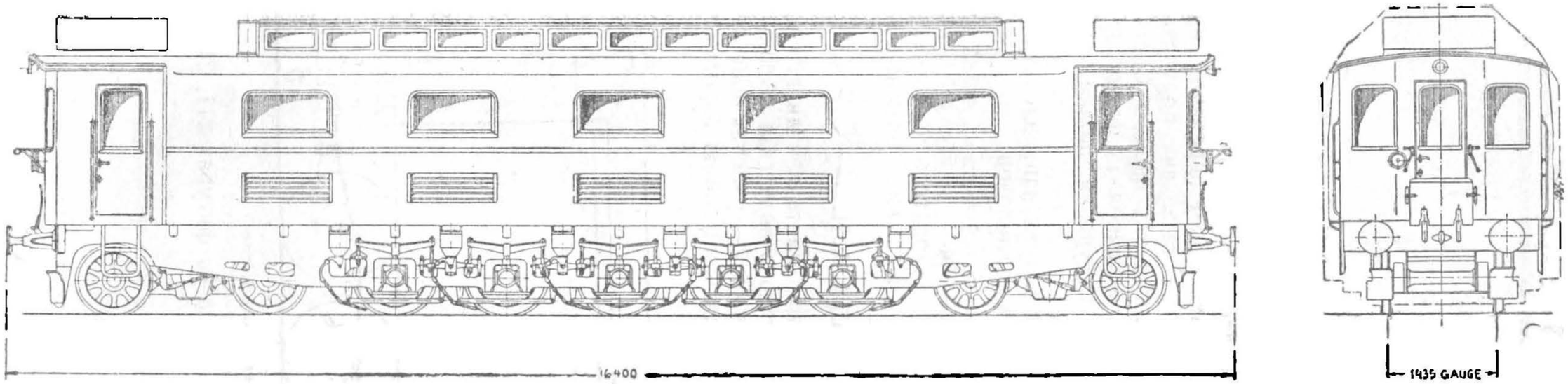
Фиг. 208. Тепловоз с электрической передачей 450 л. с. (ж. д. Дании).

НБ УДУНТ (ДИТ)



Фиг. 209. Тепловоз сдвоенный в 1 200 л. с. (ж. д. Дании).

НБ УДУНТ (ДИТ)



Фиг. 210. Тепловоз в 1200 л. с. (ж. д. Дании).

НБ УДУНТ (ДНТ)

VII. НОВЫЕ ИДЕИ В НАШЕМ ТЕПЛОВОЗОСТРОЕНИИ

Известные конструктивные недостатки описанных тепловозов, на которых, как мы видели, применены двигатели существующих типов, но не специальных локомотивного типа, и передачи в значительной степени случайные для условий железнодорожной службы, побуждает напряженно искать новых решений в создании специальных типов двигателей, типов передач и, наконец, более мощного, экономичного и простóго тепловоза. Эта задача, получающая особенную актуальность в момент признания важности для нашего Союза тепловозной проблемы, привлекает внимание наших техников-конструкторов, предлагающих много новых интересных решений получения вполне пригодного для железнодорожной службы тепловоза.

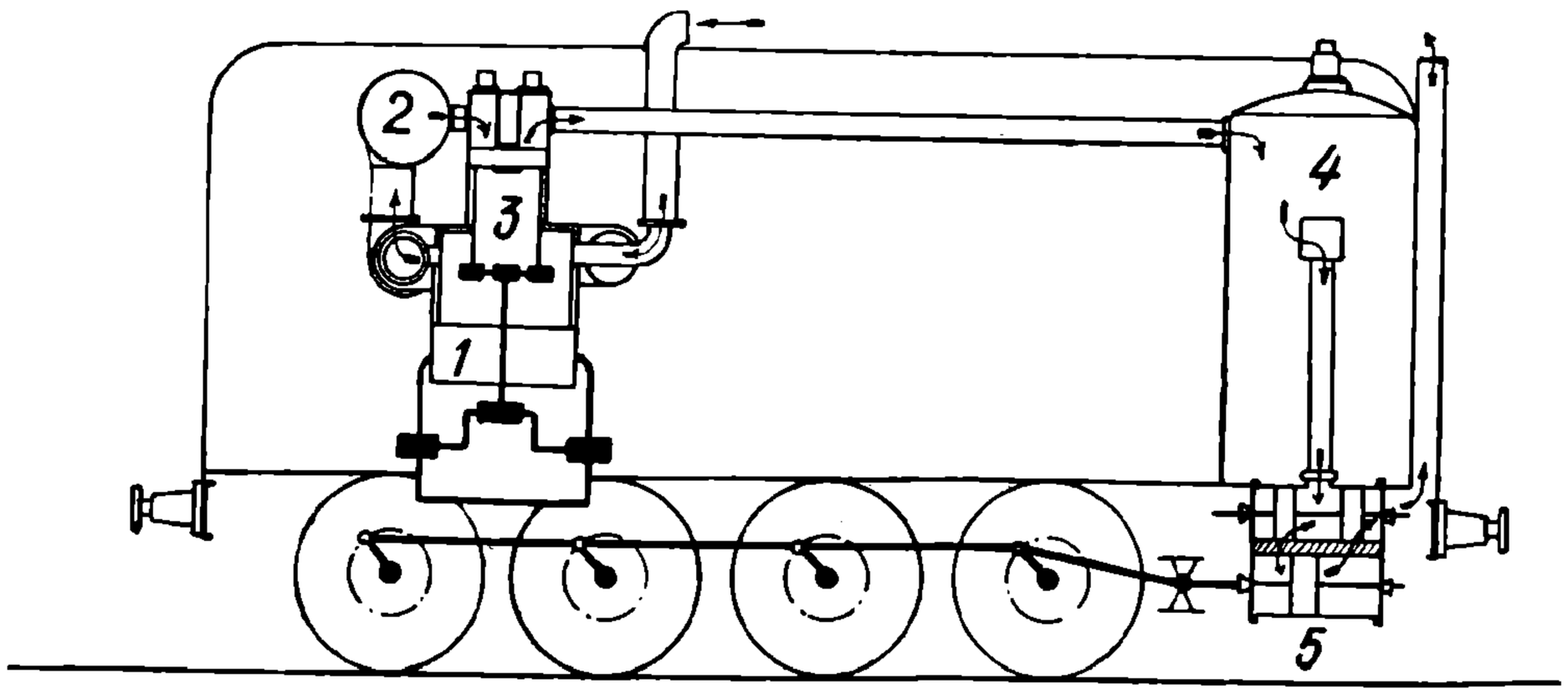
Развитие новых идей и конструкций идет в трех направлениях:

1) выработка новых типов двигателей для тепловозов,
2) изыскание более простых передач,
3) создание более простого тепловоза в целом.

Рассмотрим вкратце предложения наиболее характерные и имеющие перспективы ближайшего практического осуществления в виде опытных экземпляров.

ТЕПЛОВОЗ ШЕЛЕСТА А. Н.

По основной мысли автора тепловоз должен иметь два двигателя: первичный — генератор газов, который свою энергию в виде газа высокого давления подает в специальный резервуар, и вторичный — работающий этим газом по принципу обычной паровой машины и заменяющий собою паровозную машину.



Фиг. 211. Схема тепловоза Шелеста.

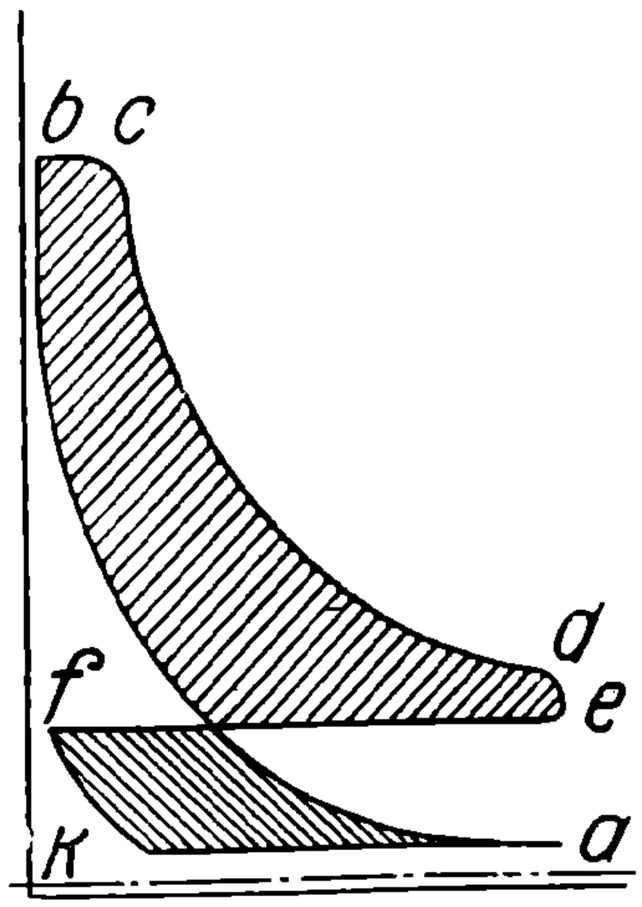
Схема подобного локомотива представлена на фигурах 211, 212 и 213, где:

1 — зарядный компрессор,
2 — ресивер для зарядного воздуха,
3 — цилиндр сгорания,
4 — газовый резервуар,
5 — рабочая паровая машина,
6 — выпускная труба из машины.

Воздух, сжатый в зарядном компрессоре *1* до 3—4 атм. по манометру поступает в ресивер *2* и затем в период всасывания через всасывающий клапан

НБ УДУНТ (ДНТ)

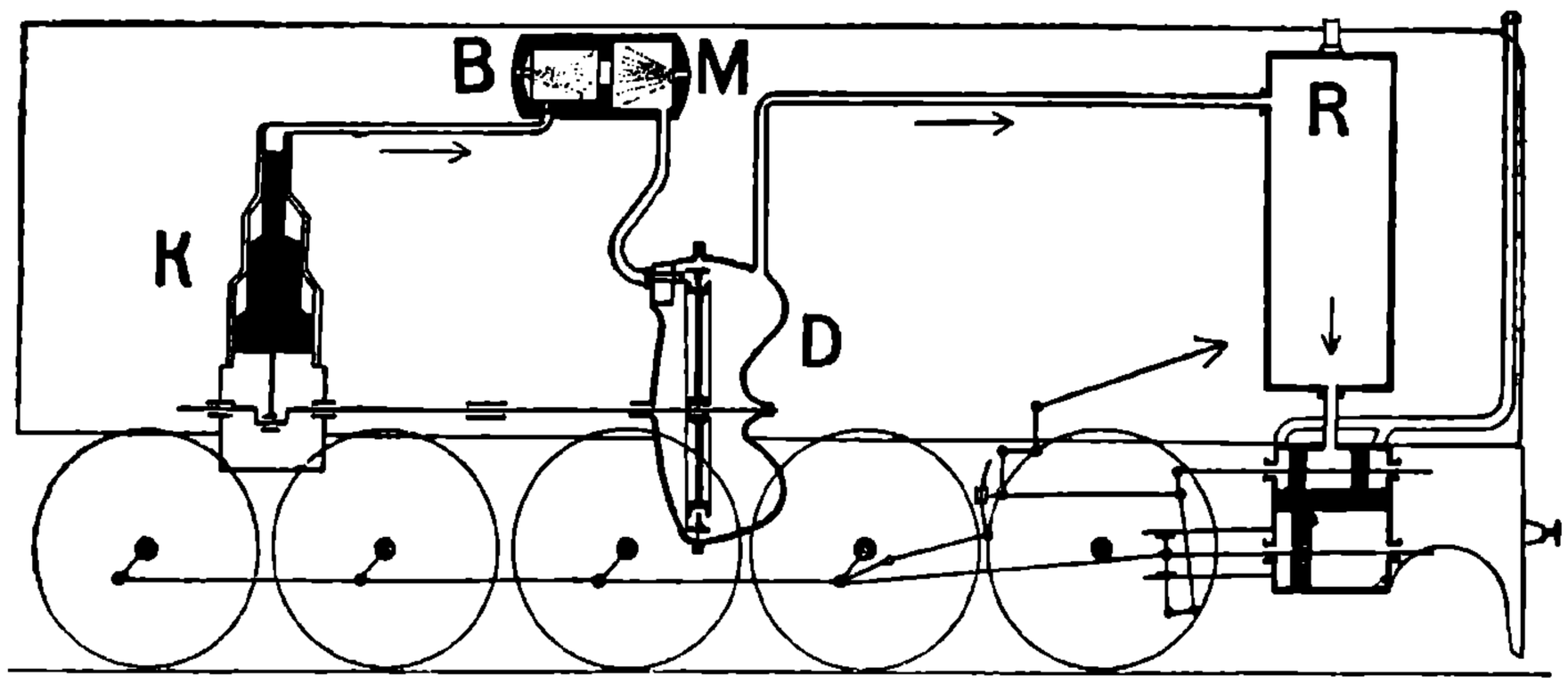
входит в цилиндр сгорания *3*, заполняя весь полезный объем его *КА* (фиг. 212). В нижней мертвой точке хода поршня цилиндр сгорания разобщается от ресивера и воздух при ходе поршня вверх сжимается по линии *ab* до 60 атм. Около верхней мертвой точки вспрыскивается нефть, сгорание которой протекает по линии *bc*, а с точки *c* начинается расширение газов по линии *cd*. Около точки *d* в цилиндр впрыскивается вода с воздухом для понижения температуры газов применительно к температуре перегретого пара. В точке *e* открывается выхлопной клапан и при ходе поршня вверх по линии *ef* газы при давлении 9 атм. и температуре 380—400° выталкиваются в специальный газовый резервуар *4*. В точке *f* выпускной клапан закрывается, а оставшиеся газы с ходом поршня вниз расширяются по *f k* до точки *k*, где всасывающий клапан вновь открывается, воздух из ресивера *2* вновь засасывается и начинается повторный цикл. Из заряженного таким образом резервуара *4* горячие газы поступают в нижнюю машину *5*, которая работает подобно паровозной.



Фиг. 212. Диаграмма работы агрегатов тепловоза Шелеста.

Благодаря особому регулятору работа, нижней машины газового резервуара *4* и генератора газов *3* так увязана между собою, что при большом расходе газов нижней машиной—при разгоне и на подъемах — и падении, следовательно, давления в резервуаре, генератор газов повышает обороты и тем пополняет газы в резервуаре, и наоборот, — с уменьшением расхода газа нижней машиной повышается давление в резервуаре и генератор уменьшает обороты и подачу газов в резервуар. Благодаря возможности такой регулировки агрегат должен отличаться эластичностью в отношении силы тяги и простотой управления при езде.

Таким образом общая идея такого тепловоза чрезвычайно проста и интересна, так как тип подобного тепловоза по характеру работы и по управлению близко подходит к паровозу, только котел с топкой и тендером заменены здесь механическим генератором газов.



Фиг. 213. Схема тепловоза Шелеста с газовой турбиной.

Для проверки предложенного Шелестом теплового процесса автором был еще в 1922 г спроектирован и построен на заводе Амстронга в Англии экспериментальный агрегат, который в настоящее время работает в лаборатории ММВУ (бывш. МВТУ).

Полученные на этом агрегате в результате длительного и настойчивого изучения его работы данные показывают, что в основном предложенный Шелестом тепловой процесс правилен и экономический коэфициент тепловоза с таким агрегатом может быть достаточно высоким (25—26%).

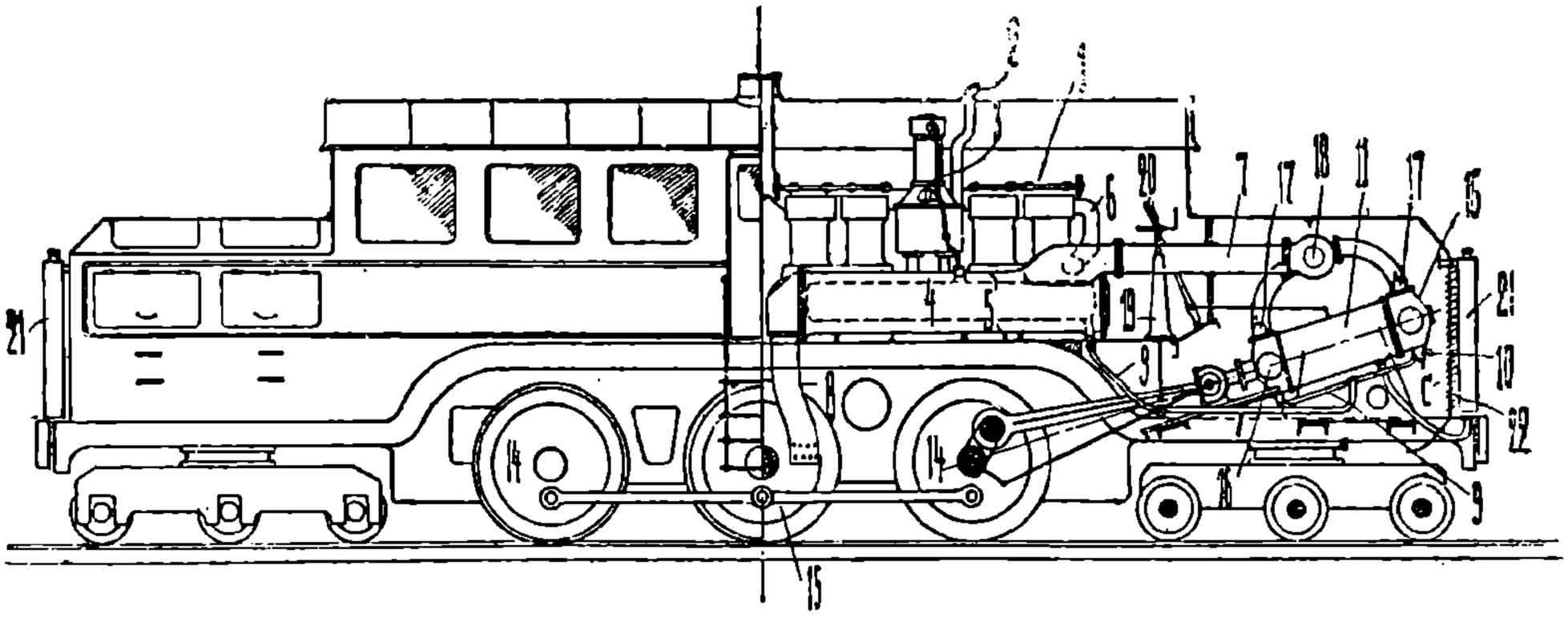
УДУНТ (ДИТ)

На основании этого в настоящее время разрабатывается окончательный проект тепловоза Шелеста, после чего будет приступлено к постройке опытного экземпляра. Чрезвычайно интересным с точки зрения работы тепловоза на любом пылевидном топливе нужно считать второй вариант проекта тепловоза Шелеста — тепловоз с турбинным генератором.

Здесь воздух, сжатый в компрессоре *k*, поступает в левую часть специальной камеры сгорания *B*, куда впрыскивается и топливо. После сгорания газы поступают в правую часть камеры *M*, в которую впрыскивается вода. Полученный таким образом парогаз поступает в турбину *D*, работающую на компрессор *K*. Из турбины газы переходят в резервуар *R* и затем в нижнюю машину *h*. Для получения необходимого давления газов в резервуаре *R* газы могут по специальному отводу переводиться из камеры *M* в резервуар непосредственно. Подобный тепловоз благодаря возможности работать на любом дешевом пылевидном топливе открывает уже совершенно исключительные перспективы получения дешевого в постройке и экономичного в эксплоатации тепловоза. Затруднения в осуществлении этого варианта заключаются в трудности постройки камеры сгорания, которая должна выдерживать высокие температуры и в постройке газовой трубины. Но, несомненно, успехи металлургии дадут возможность осуществить этот вариант в ближайшие же годы.

ТЕПЛОВОЗ МАКСИМОВА М. В.

Тепловоз имеет двухтактный двигатель внутреннего сгорания, работающий непосредственно на ведущие колеса. Это достигается благодаря тому, что воздух, сжатый в особом компрессоре до рабочего давления и подогретый затем отработавшими газами, подается под этим давлением в цилиндры двигателя *11* где и происходит непосредственное сгорание топлива.



Фиг. 214. Схема тепловоза Максимова.

Сжатый до 35 атм воздух из компрессора *1*, установленного на раме тепловоза, поступает по трубке *3* во внутреннюю полость двухстенного резервуара *4 — 5*. Наружняя полость этого резервуара обогревается отработавшими газами, поступающими по выхлопной трубе *6* от дизеля-компрессора и по выхлопной трубе *7* от главной машины *11* и уходящими затем наружу по трубке *8*.

Горячий и сжатый воздух из резервуара *4* по трубе *9* через регулирующий клапан *19* и золотник *10* поступает в камеры горения двухцилиндровых, двухтактных двойного действия двигателей *11* с мотылями, расположенным под углом в 90°.

Цилиндры *11* снабжены выпускными клапанами *17*, форсунками и калоризаторами *16*. Для охлаждения рубашечной циркуляционной воды установлены два радиатора *21*.

Перед пуском тепловоза в ход разогреваются калоризаторы *16*, открывается клапан *19* и сжатый воздух из резервуара *4*, который должен быть всегда наполнен сжатым воздухом, подается в камеру горения одного из цилиндров двигателя *11*, поршень которого стоит вблизи мертвой точки; вслед за этим в ка-

НБ УДУНТ (ДИТ)

меру горения подается нефть, которая, попадая на разогретый калоризатор, дает воспламенение и рабочий ход поршня под нагрузкой. Следующим ходом поршня производится выталкивание продуктов по пунктам *17*, *18*, *7*, *5* и *8*. В конце этого хода снова производится зарядка камеры горения сжатым воздухом из резервуара *4*. Таким образом машины *11* работают по двухтактному циклу без хода сжатия, но с ходом выхлопа. Вслед за пуском в ход тепловоза пускаются и дизель-компрессоры *1*, пополняющие расход воздуха в резервуарах *4* и добавляющие теплоту своего выхлопа, благодаря чему воздух в резервуаре *4* разогревается до температуры 800° абс. и в дальнейшем процесс в машинах *11* может быть проводим по циклу дизеля, без сжатия, но с выталкиванием — ход сжатия выполняется дизель-компрессором *1*. Клапаном *19* меняется количество воздуха, поступающего в камеру горения, а регулятором нефтяного насоса — количество нефти. Рукояткой *20* газораспределитель переставляется на передний или задний ход. Машины *11* работают на коленчатые оси скатов *14*, которые в свою очередь спарены дышлами со скатом *15*.

На фигуре 216 представлен схематичный чертеж этого тепловоза, причем конструкцию левой части нужно понимать как вполне симметричную и аналогичную конструкции правой. Тепловоз Максимова чрезвычайно интересное и простое решение применения двигателя внутреннего сгорания в качестве локомотивного двигателя. Такой тепловоз, обладающий простыми органами управления и простой конструкцией основных элементов, дал бы возможность получить простой и дешевый в эксплоатации тепловоз.

ТЕПЛОВОЗ ЮРОВСКОГО Н. Н.

Основная идея проекта этого автора заключается в том, что на раме тепловоза расположен двигатель внутреннего сгорания, у которого часть цилиндров не связана с осями тепловоза и работает лишь на подачу воздуха в ресивер, а другая часть цилиндров связана через балансиры с ведущими осями тепловоза, причем кривошипы ведущих осей насажены под углом в 90°.

Работа цилиндров протекает следующим образом.

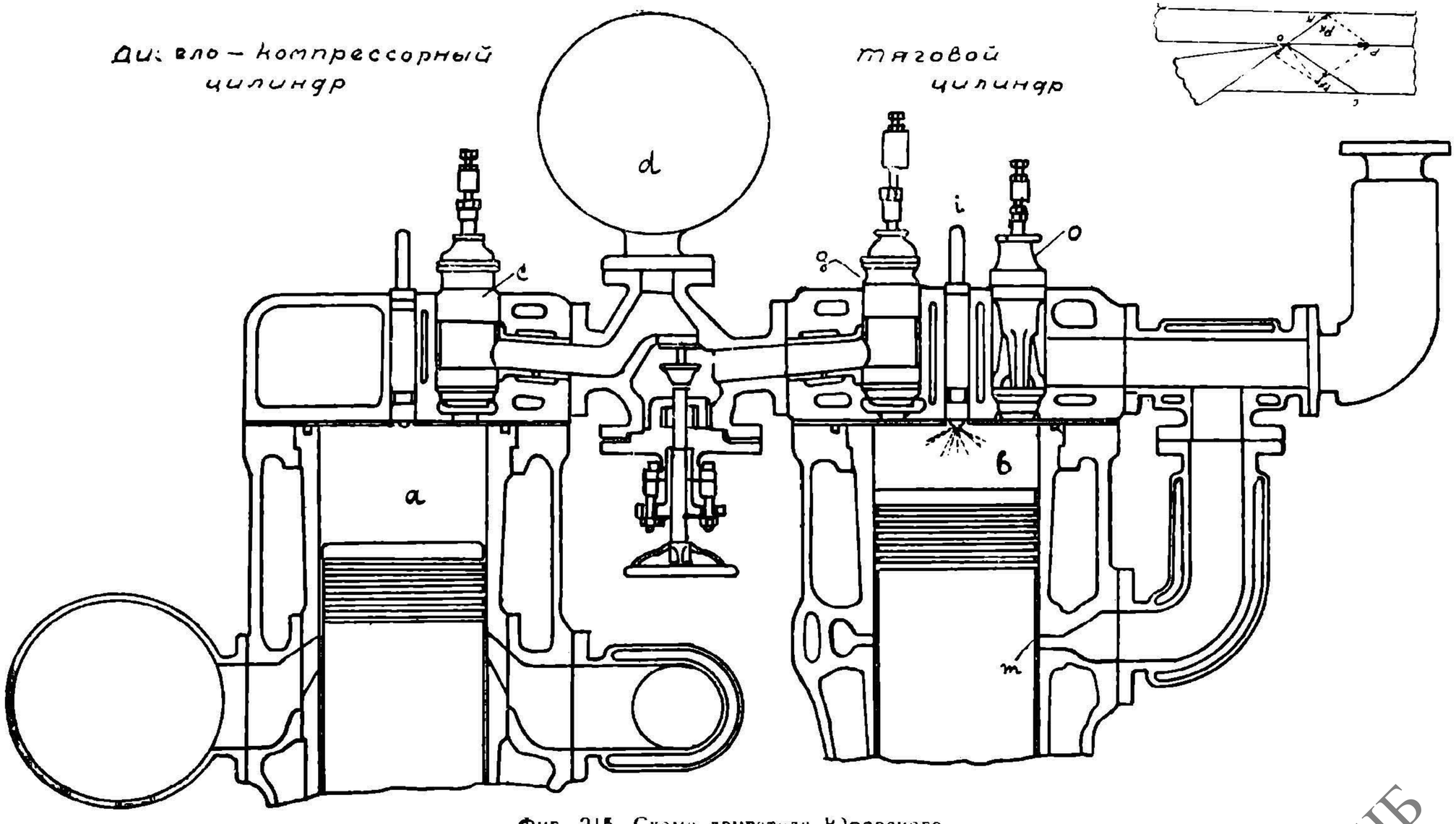
В цилиндре *a*, представляющим собою цилиндр двухтактного дизеля, заряд воздуха с повышенным начальным давлением сжимается до 45 атм., причем до момента ввода топлива в цилиндр часть сжатого до такого давления воздуха (50%) через клапан *c* выталкивается в ресивер *d*; другая же часть заряда остается в цилиндре *a*, благодаря чему по закрытии клапана *c* и подачи топлива в цилиндр в последнем производит воспламенение и получается рабочий ход. В конце рабочего хода газы удаляются продувочным воздухом и цилиндр получает вновь зарядку.

Сжатый, накаленный воздух, поступивший в ресивер *d* через клапан *g* поступает затем в цилиндры *b*, связанные с осями тепловоза, после чего через форсунку *i* в цилиндры подается топливо, получается рабочий ход и, следовательно, движение тепловоза. После расширения продукты сгорания удаляются сначала через выхлопные окна *m* (свободный выхлоп), а затем, по закрытию окон, через клапаны. Такой способ выхлопа облегчает работу выхлопного клапана *o*, так как через него проходят газы уже пониженной температуры и плотности. Остаток продуктов горения подвергается некоторому сжатию и затем цикл протекает в том же порядке. Впускной клапан *g* и форсунка *i* управляются особым механизмом, позволяющим изменять степени наполнения и соответственно этому количественную подачу топлива так, чтобы сгорание было при постоянном избытке воздуха.

При постоянном числе оборотов вала цилиндра *a* возможная степень наполнения тягового цилиндра *b* воздухом, а также и объем в конце горения будут изменяться обратно пропорционально скорости тепловоза, т. е. получается тяговая характеристика аналогичная паровозной.

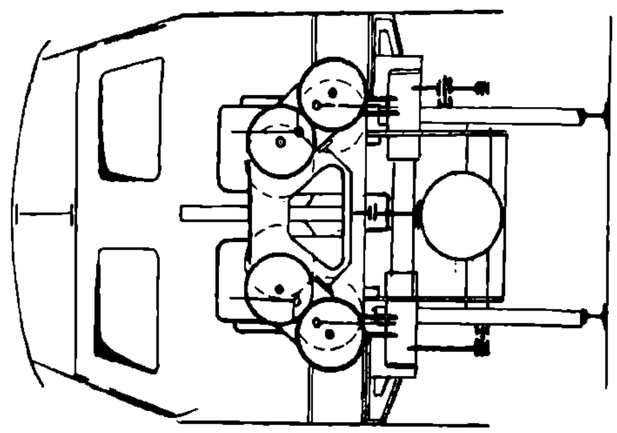
Весьма интересная идея Юровского в настоящее время подвергается опытной проверке в части клапана для отбора сжатого воздуха, после чего можно будет произвести практическую оценку тепловоза по предложению Юровского.

НБ УДУНТ (ДИТ)

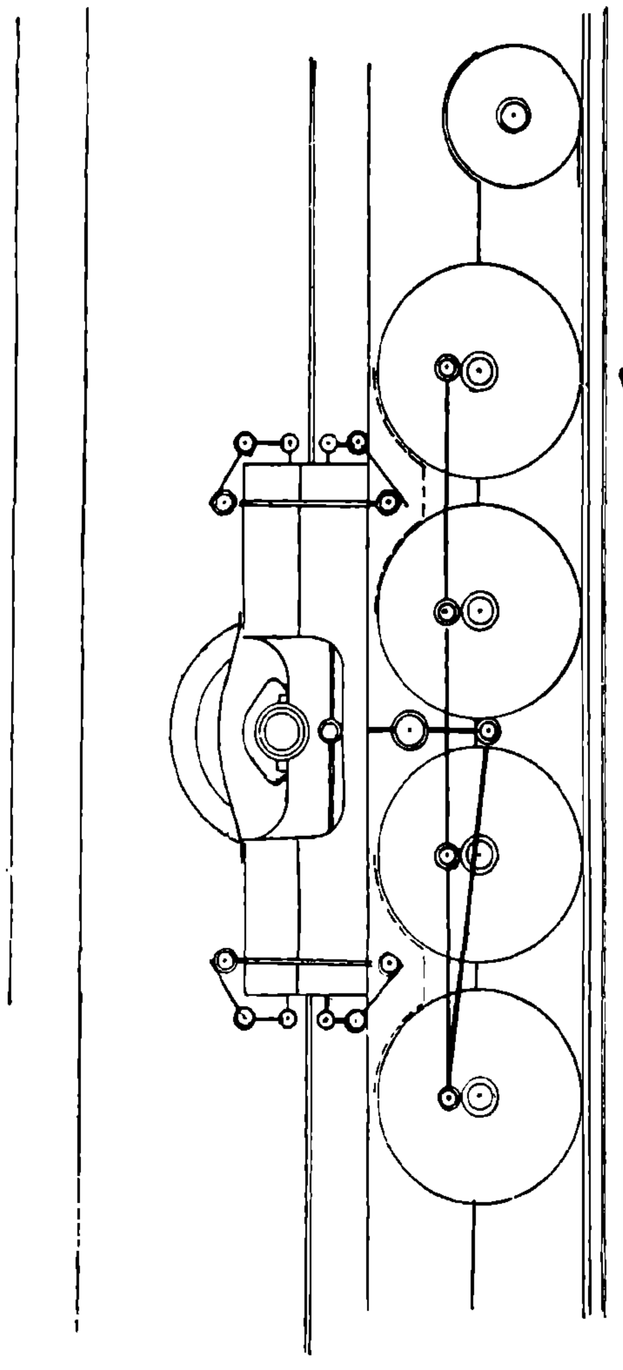


Фиг 215 Схема двигателя Юровского.

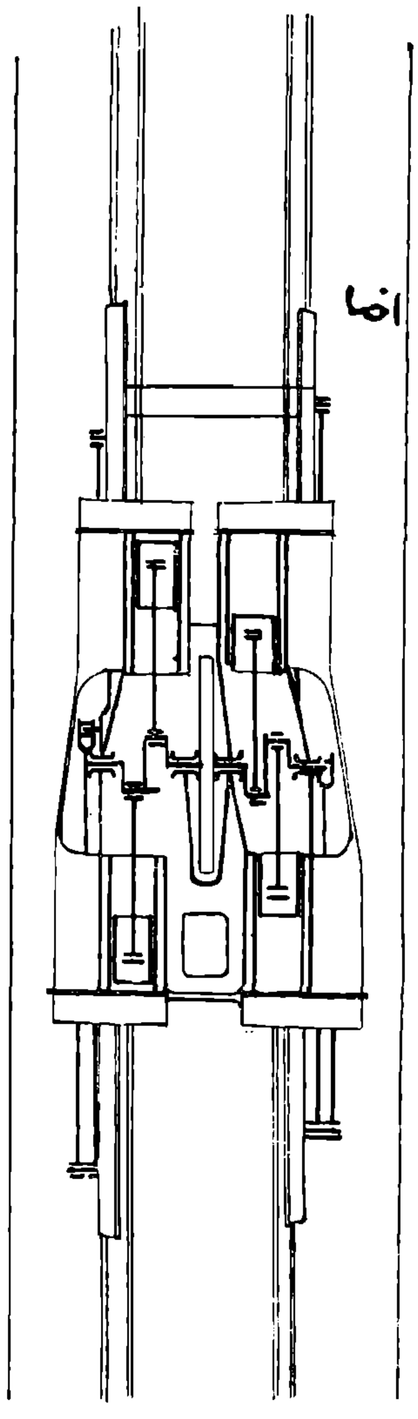
НБ УДУНТ (ДПТ)



в.



а)



б)

Фиг. 216. Схема тепловоза Юровского.

ТЕПЛОВОЗ С МЕХАНИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ

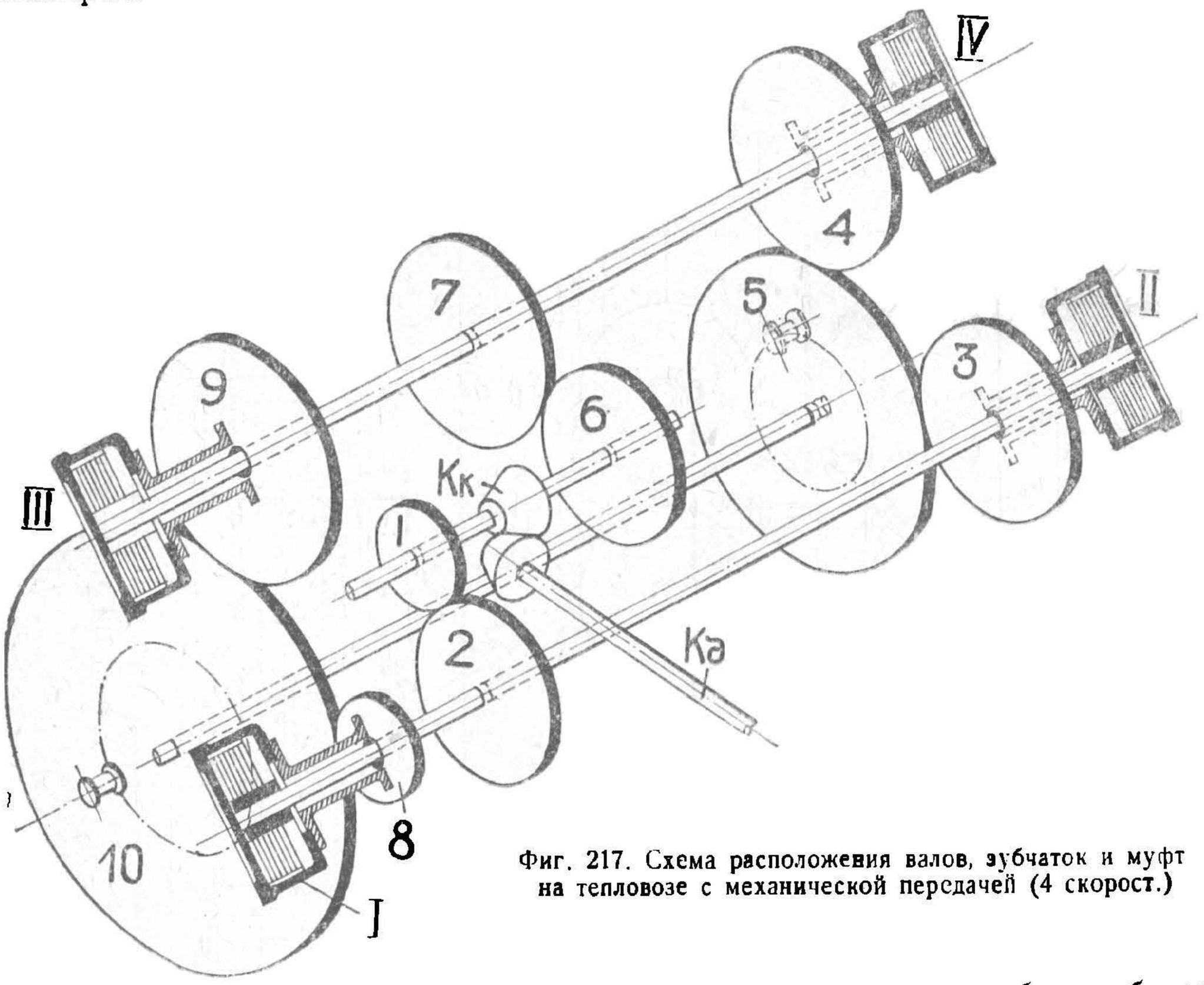
При описании тепловоза Э—МХ—3 было отмечено, что тепловоз этот представляет чрезвычайно большой интерес своей передачей, дающей возможность передавать большие вращающие моменты движущим колесам. Но, как мы видели, коробка скоростей Э—МХ—3 имеет ряд недостатков, которые заключаются в следующем.

1. Неудачный подбор передаточных чисел, что затрудняет трогание тепловоза с места.

2. Падение силы тяги до нуля при переходе с одной ступени передачи на другую, что вызывает известные затруднения при ведении поезда.

3. Неудобное расположение муфты III ступени, для выемки которой в случае ремонта требуется разбирать всю коробку.

4. Отсутствие реверса в коробке, затрудняющее производство тепловозом маневров.



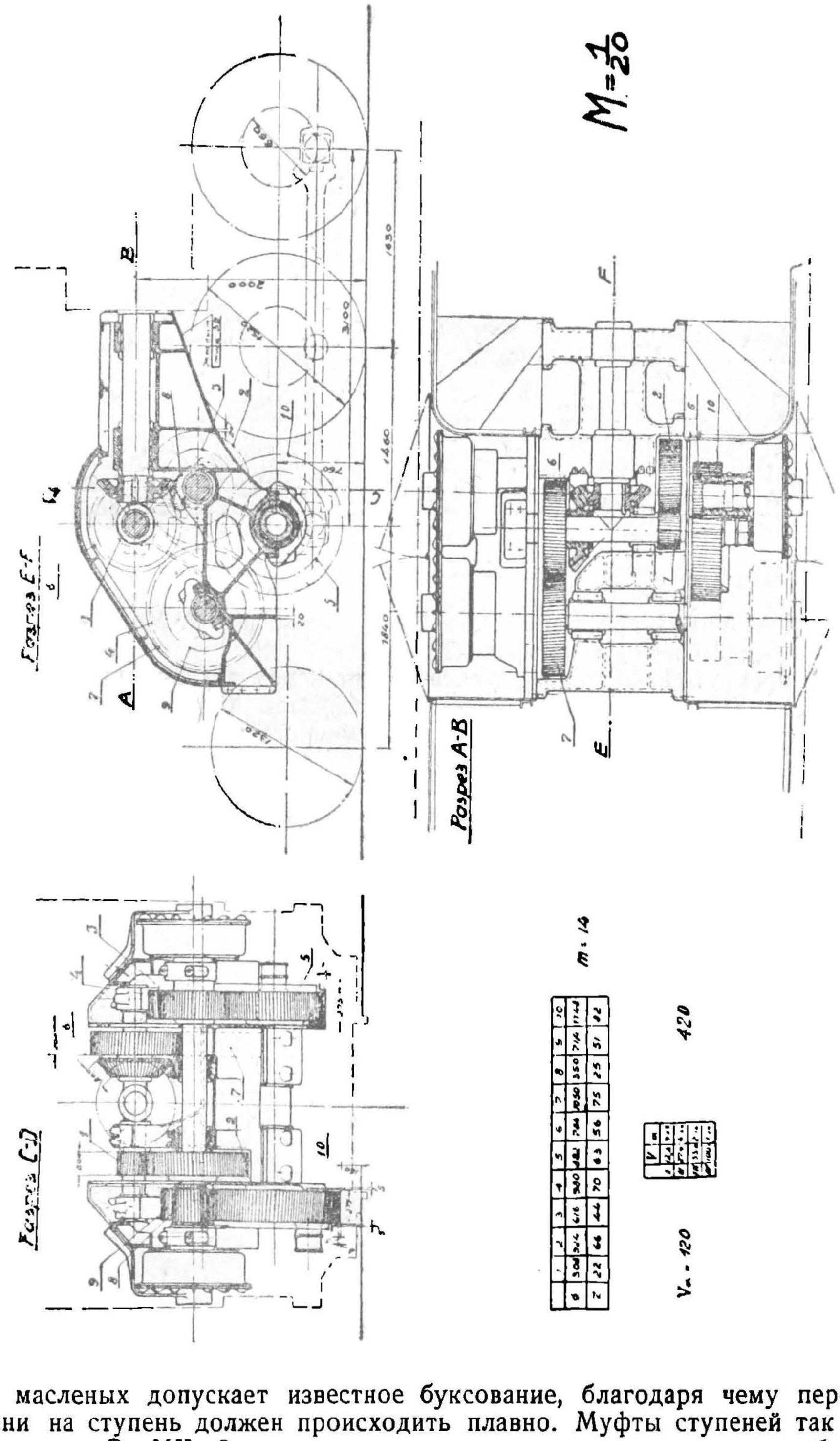
Фиг. 217. Схема расположения валов, зубчаток и муфт на тепловозе с механической передачей (4 скорост.)

Попытка устранить перечисленные недостатки и создать таким образом более эксплоатационный тепловоз с механической передачей вылилась в проект пассажирского тепловоза со следующей краткой характеристикой.

Тип	2—4—1	
Вес служебный общий	122	*т*
„ „ сцепной	74	„
Диаметр движущих колес	1 520	*мм*
Наибольшая скорость .	100	*км/ч.*
Наибольшая мощность на ободе	1 300	л. с.
Число цилиндров двигателя	6	
Наибольшее число оборотов	420	об/м.
Ступеней передачи	4	
I	12,2	*км/ч.*
II	27,9	„
III	55,5	„
IV	100	„

НБ УДУНТ (ДИТ)

Как видно из приложенных разрезов коробки, муфты всех четырех ступеней помещены снаружи рамы и таким образом доступны для ремонта; подбор скоростей сделан правильней, чем на тепловозе Э—МХ—3 и, наконец, конструкция

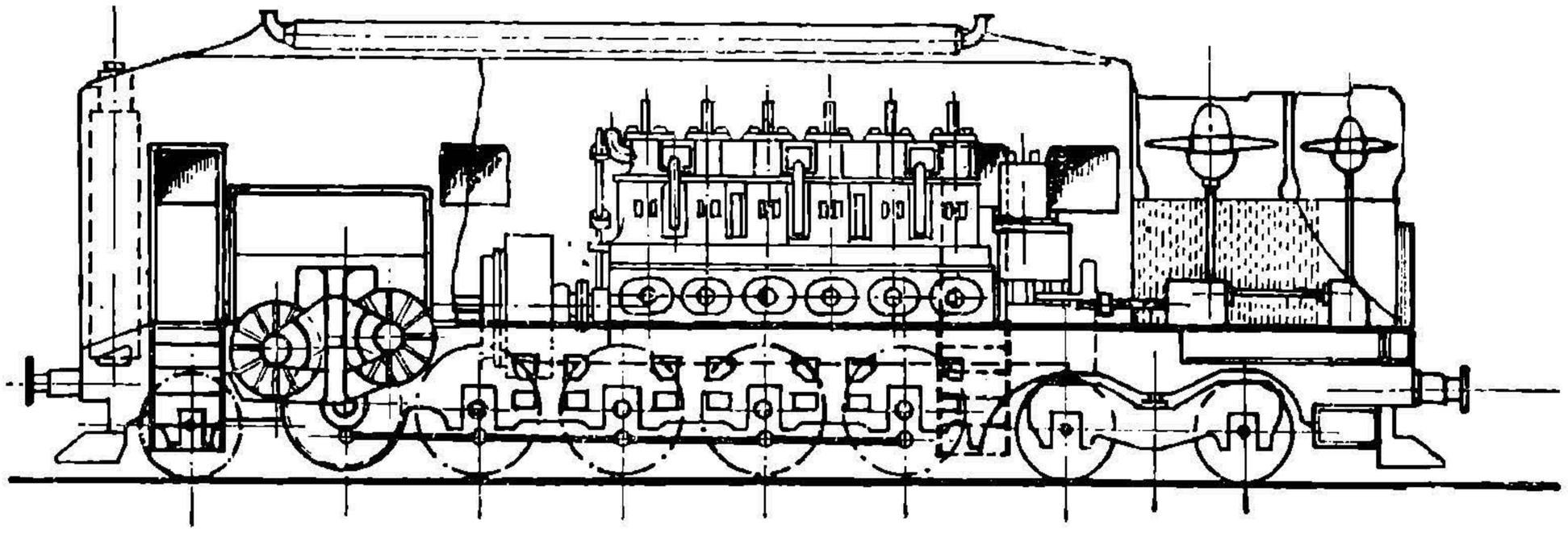

M=1/20
Разрез Б-Г
Разрез А-В
Разрез Д-Е
Разрез Ж-З
M=1/10
M=1/4
M=1/6
M=1/8
M=1/4
M=1/6
M=1/8
M=1/4
M=1/6
M=1/8

масляным насосом, а управление — включением муфт помощью крана, находящегося на посту машиниста.

Таким образом этот проект тепловоза с механической передачей разрешает все затруднения с передачей, которые имеются на тепловозе Э—МХ—3.

ГИДРО-МУФТА ДЛЯ ТЕПЛОВОЗА Э—МХ—3

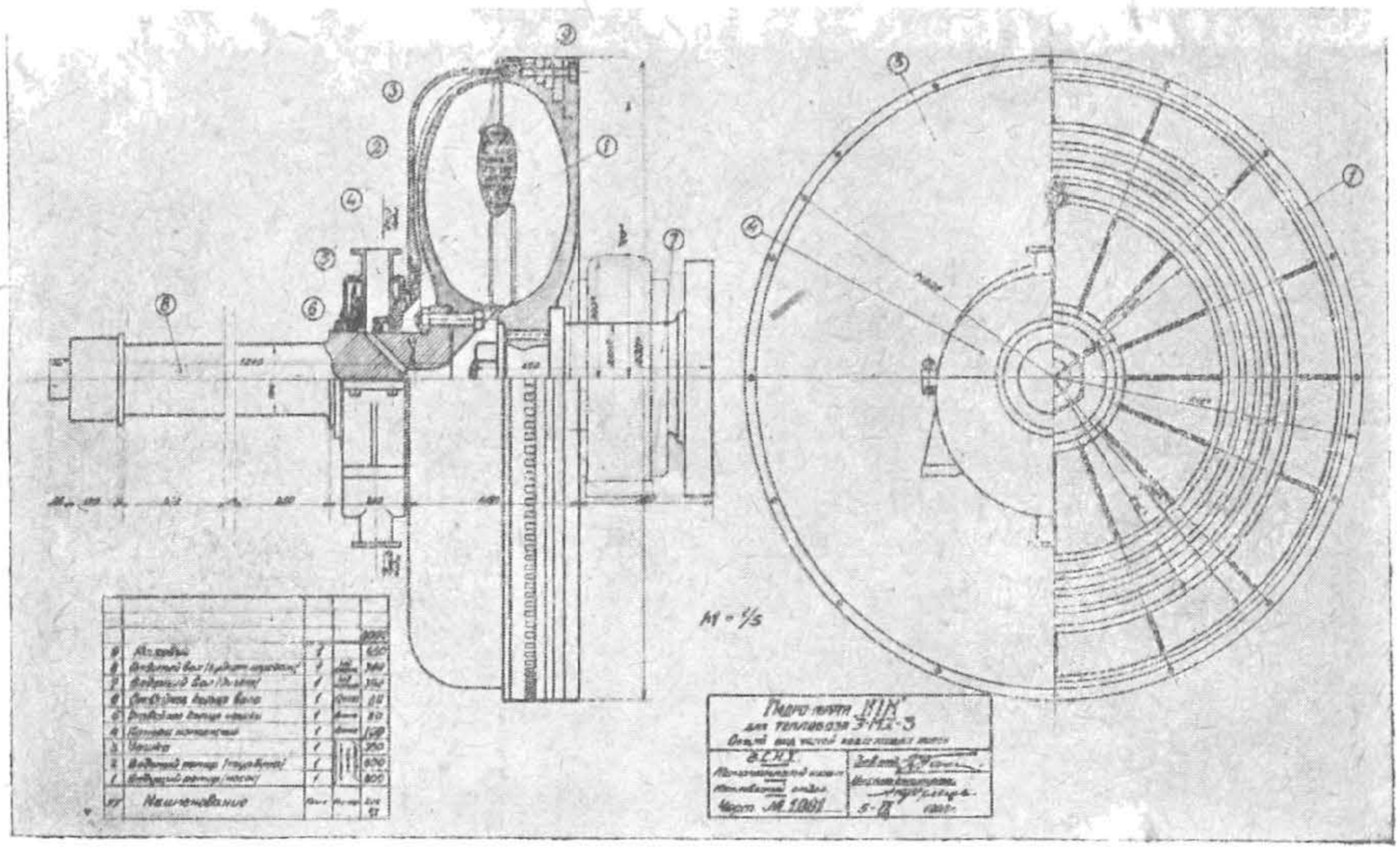
Изучение работы тепловоза с магнитными муфтами показало, что главный недостаток их заключается в главной муфте, которая не даег достаточной эластичности при включении. Это обстоятельство заставило техническую мысль искать наиболее эластичную конструкцию главной муфты.



Фиг. 219. Схема тепловоза с механической передачей с 4 ступенями скоростей.

Подобная муфта, запроектированная проф. Гаккелем Я. М. для тепловоза Э—МХ—3, представлена на фигурах 222 и 223.

Главное преимущество гидравлических муфт перед другими в том, что они своей большой эластичностью сглаживают все удары и толчки, передаваемые двигателю рабочим механизмом в случае переменного режима его работы.

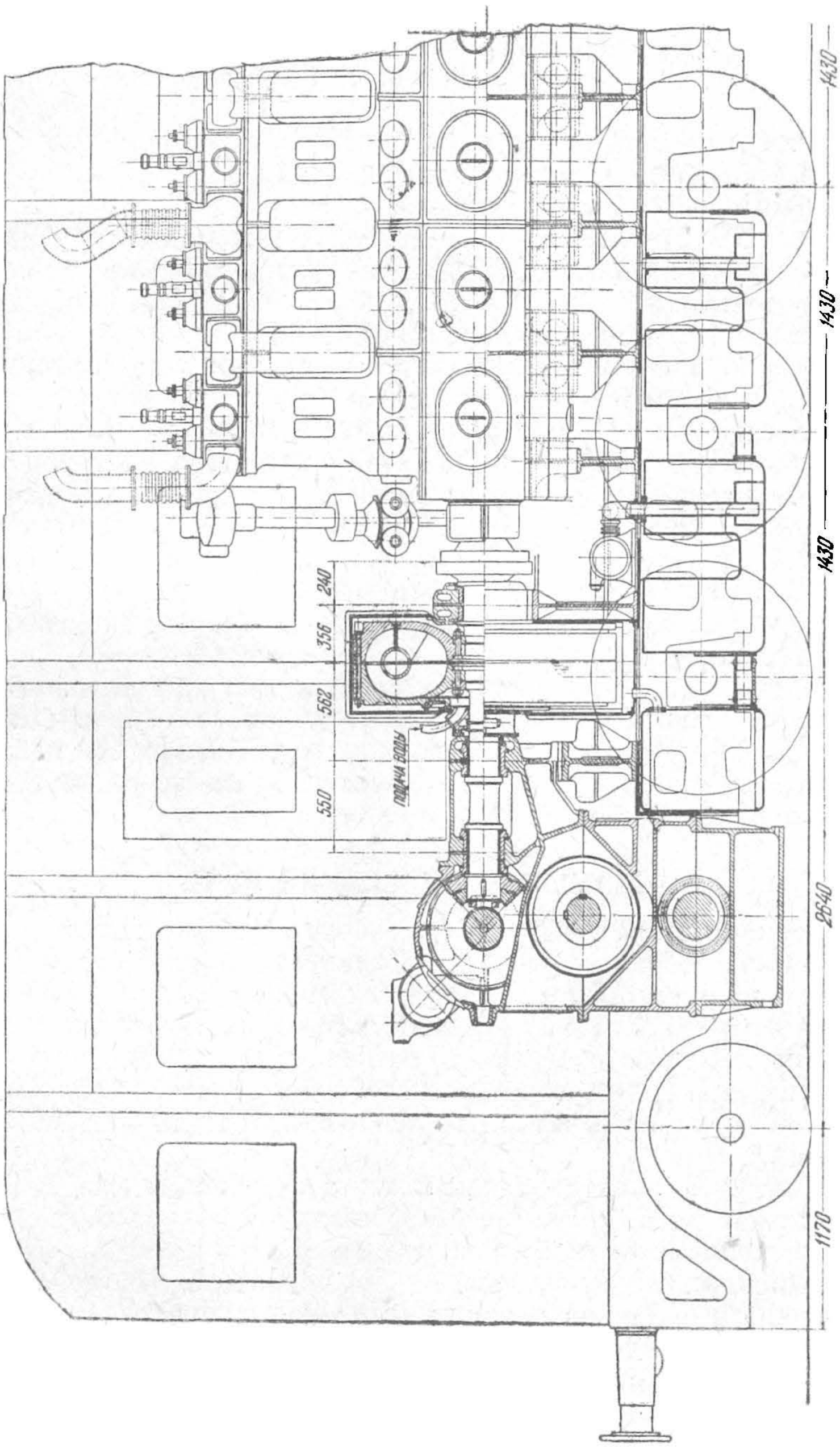


Фиг. 220. Гидро-муфта для тепловоза Э—МХ—3.

Сущность конструкции этой муфты заключается в следующем. Гидро-муфта состоит из двух роторов *1* и *2*, из которых *1* насажен на вал двигателя, а *2* на продольный, ведомый вал передачи. Валы эти механически ничем не связаны. Каждый ротор представляет собою стальную чашку, имеющую радиальные перепонки и концентрические кольца. Ведомый вал имеет канал, по которому жидкость, ройдя подшипники специальной конструкции *4*, *5*, *6*, поступа ет внутрь муфты. Работа муфты протекает так: при впуске в пространство между рото-

НТБ УДУНТ (ДИТ)

рами жидкости, ротор, сидящий на валу дизеля, начинает работать как центробежный насос, прогоняя жидкость, от центральной части ротора к периферии. Выбрасываемая жидкость, попадая на наружные концы второго ротора, производит давление на перепонки и заставляет вследствие этого вращаться ротор ведомого вала. Пройдя во вторичном роторе путь от периферии к центру, жидкость снова всасывается первичным ротором, и циркуляция повторяется.



Фиг. 221. Установка гидро-муфты на тепловозе Э—МХ—3.

В муфте при работе ее вследствие скольжения выделяется теплота, которая отводится протоком через муфту жидкости с последующим охлаждением ее в холодильнике.

Благодаря такой муфте можно плавно передавать нагрузку с ведущего вала на ведомый с различной степенью скольжения и при внезапных изменениях нагрузки ведомого вала иметь известный буфер, что весьма важно в условиях тяговой работы.

НБ УДУНТ (ДИТ)

В заключение этого отдела необходимо указать на то, что в настоящее время имеется ряд чрезвычайно интересных предложений наших изобретателей, которыми предлагаются и улучшения уже работающих тепловозов путем постановки на них более совершенных агрегатов, и новые конструкции двигателя, передач, и наконец—тепловозов в целом. Здесь необходимо указать на следующие проекты.

Асинхронная муфта тов. Верховского и по такой же идее муфта тов. Лобко. Идея этого предложения заключается в том, что муфта представляет как бы генератор переменного тока, у которого вращающейся статор сидит на валу дизеля, а ротор—на ведомом валу передачи к отбойному валу тепловоза.

В зависимости от проскальзывания ротора в магнитном поле можно получать различные вращающие моменты на отбойном валу и, следовательно, иметь весьма эластичную передачу и тепловоза в целом.

Агрегат тов. Пролыгина. Генератор и тяговые моторы двойного вращения. По его предложению предполагается запроектировать тепловоз, который имел бы два двигателя (тепловоз разделенной мощности), из которых один вращал бы статор динамо-машины, а другой ротор. Таким образом можно было бы в сравнительно малом весе такого агрегата получить повышенную мощность и, кроме того, иметь более хорошее использование двигателей.

Ротационный двигатель тов. Максимова. Этот двигатель состоит как бы из двух частей — самого ротационного двигателя, производящего работу, и ротационного компрессора, сидящего на одном с двигателем валу и производящего нагнетание воздуха в камеру сгорания, которая расположена между компрессором и двигателем и представляет одно целое с ними. В камеру сгорания непрерывно поступают воздух из компрессора и топливо через форсунки, а продукты сгорания поступают на радиально-перемещающие рабочие лопатки ротора двигателя и производят таким образом его вращение.

В целом двигатель такой системы представляет чрезвычайно компактный агрегат, высокая ценность которого, помимо высокого к. п. д. двигателя, доходящего до 40%, заключается в возможности такого двигателя работать на различных видах пылевидного топлива, что, как уже раньше указывалось, является актуальнейшей проблемой тепловозостроения.

ТЕПЛОВОЗ ДЫРЕНКОВА Н. И.

Создание тепловоза, который мог бы работать на различных дешевых видах топлива, как уже говорилось ранее, представляет для нашего советского тепловозостроения вопрос глубокого экономического значения.

Необходимо отметить, что правильное разрешение этого вопроса поставило бы, несомненно, тепловоз в первые ряды наиболее экономичных локомотивов и выдвинуло бы его на ряд дорог магистрального значения. Вот почему разрабатываемый проект газогенераторного тепловоза тов. Дыренкова представляет глубокий интерес.

Сущность проекта, вкратце, заключается в следующем. На тепловозе устанавливается специальный котел-генератор газов, из которого газ, пройдя очистительные устройства, поступает в резервуар (аккумулятор газов) и затем в поршневые машины, расположенные на раме тепловоза, наподобие паровозных.

Поступивший в цилиндры машин газ, благодаря специальному запалу, воспламеняется, затем идет расширение газов и т. д.

Благодаря такой установке генератора и газовой машины представляется возможным:

1) работать на различных сортах топлива,

2) получить тепловоз непосредственного действия и таким образом избегать всяких передач,

3) получить тепловоз большой мощности,

4) иметь простой и надежный двигатель—газогенератор.

Правильное разрешение задачи по созданию газогенераторного тепловоза должно открыть чрезвычайно большие перспективы развития области применения тепловозов в нашем Союзе.

НБ УДУНТ (ДИТ)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Итак, мы видели, как громадные успехи техники позволили применить двигатель внутреннего сгорания в качестве локомотивного двигателя и как появились мощные тепловозы за границей и особенно у нас в СССР, где пять тепловозов находятся в эксплоатационной работе.

Затем мы видели, как на основании опыта с построенными уже тепловозами строятся новые усовершенствованные тепловозы, которые должны быть более солидными конкурентами паровозу и электровозу. Таких тепловозов должно поступить в ближайшее время (четыре):

типа 2—5—1	Э—ЭЛ—8
1—4—1 убликат	О—ЭЛ—10
1—4—0	О—ЭЛ—11
2—5—1	Э—ЭЛ—9

Дальше мы познакомились с развитием нашего тепловозостроения по пятилетнему плану реконструкции транспорта, в котором тепловоз наравне с мощным паровозом и электровозом решает проблему тягового двигателя железнодорожного транспорта. По этому плану, помимо задач научно-исследовательского характера в области тепловозосроения и создания более простого и улучшенного типа тепловоза, поставлен задача — построить 122 тепловоза. И, наконец, мы знаем решение июньского пленума ЦК ВКП(б) о внедрении тепловоза на определенных участках, полносью переводимых на тепловозную тягу.

Таким образом тепловоз как тяговый двигатель получил свое признание и ему отведена значительная роль в реконструкции железнодорожного транспорта.

Теперь нужно оставить спор о том, какой нам нужен двигатель: электровоз, паровоз или тепловоз. Каждом из них отведена немаловажная роль на реконструируемом транспорте и нужо только, чтобы было установлено правильное, наиболее эффективное, техническое и экономическое сочетание этих трех двигателей.

Стоящие перед нами задачи по тепловозостроению, руководящая роль в котором была завоевана и по праву принадлежит СССР, требуют большого напряжения со стороны технического персонала и рабочих масс железнодорожного транспорта.

Нужно, засучив рукава, взяться за постройку тепловозов, которые намечены для внедрения на дорогах, параллельно изыскивать новые, более простые и совершенные типы тепловозов. Здесь для творческой мысли наших изобретателей непочатый край.

Июньское решение ЦК ВКП(б) о внедрении тепловозной тяги должно быть выполнено и, выполняя его, мы тем самым реально осуществим в этой области лозунг партии и правительства — в кратчайший срок догнать и перегнать технику Западной Европы и Америк

7657

НБ УДУНТ (ДИТ)

ГОСТРАНСИЗДАТ

Книготорговое объединение

●●●●●

ИМЕЮТСЯ В ПРОДАЖЕ

● БОЛОНОВ В. и ГРИНШТЕЙН Г.—Автоматические тормоза. Изд. 3-е, испр. и доп. (Серия „Руководства и пособия для транспортных техникумов"). Стр. 259. Т. 20 000. Ц. 1 р., пер. 25 к.

● ГОЛУБЕВ А. А. — Руководство для ж.-д. машиниста, монтера депо, их помощников и слесарей. Ч. 1-я. Изд. 19-е, испр., под редак. Н. И. Мацнева с 506 черт. в тексте и двумя таблицами настенных чертежей. Стр. 367. Т. 15 230. Ц. 4 р., пер. 40 к.

● КАСАТКИН С.—Технологические процессы при постройке и ремонте паровозов. Ч. 2-я. Изготовление частей экипажа машины паровоза, окончательная сборка паровоза и тендера. (Центральн. политехнич. заоч ин-т транспорта). Стр. 87. Т. 10 250. Ц. 85

● ВАСИЛЬЕВ Г.— Паровоз. Его устройство, содержание и ремонт. Полное систем. общедоступное руководство для машинистов, помощников монтеров и слесарей депо и мастерских. Практическое пособие для технических училищ, курсов, паровозных бригад и для самостоятельной подготовки к испытанию на право управления паровозом. Изд. 9-е с 43рис. и чертеж. Стр. 606. Т. 20 230. Ц. 5 р., пер 50 к.

● РОДНОВ М.—Ремонт паровозов в основных депо. Изд. 2-е доп. Стр. 248. Т. 10 250. Ц. 2 р., пер. 35 к.

● ШИРОКОГОРОВ Б.—Теоретические основы электрической тяги. С 116 черт. и фото в тексте. (Центр. заочн. политехнич. ин-т тр-та). Стр. 337. Т. 3 250. Ц. 3 р.

С заказами обращаться во все отделения и магазины Книготоргового объединения на местах. Высылку единичных экземпляров наложенным платежом производит „Книга-почтой"—Москва. 64.

Редактор А. Борщевский — Техн. редактор В. Дульнев

Уполн. Главл. Б-21362. — Огиз 1203. Т 21 — Зак. тип. 3162.

Тираж 10225. — Размер бум. 72×105 15½ п. л. — 70080 зн. в п. л.

Сдано в набор 25/XI—31 г. — Подписано к печати 15/V—32 г.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Цена 3 р. 10 к.
переплет 40 к.

Издания
Гострансиздата
продаются в магазинах
Книгообъединение ОГИЗа

Единичные экземпляры высылает
наложенным платежом
„КНИГА—ПОЧТОЙ"
Москва,
64.

Сканувала Хилюта В.П.

НБ
УДУНТ
(ДІТ)