В. БОГДАНОВ

3
625.25
Б-79

Устройство и ремонт АВТОТОРМОЗОВ

ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ НКПС
1934

НБ УДУНТ (ДІІТ)

В. Г. БОЛОНОВ

Устройство и ремонт автоматических тормозов

13384

Одобрено Цупкадром НКПС в качестве учебника для школ железнодорожного ученичества ФЗУ

ТРАНСЖЕЛДОРИЗДАТ НКПС
МОСКВА 1934

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Книга утверждена в качестве учебника для школ ж.-д. ученичества (ФЗУ), она также может быть использована и как пособие для работников непосредственно соприкасающихся с ремонтом и обслуживанием автотормозов.

Книга написана простым конкретным языком без сложных математических вычислений, описывает устройство и ремонт автотормозов. Все обозначения рисунков сделаны таким образом, что каждая деталь имеет один общий номер по всем помещенным в книге системам тормозов, чем, конечно, и облегчается усвоение данного в ней материала.

Редактор Фомин. Техн. редактор Орлова.

Уполн. Главлита В — 72705 ЖДИЗ 436. ж 2. Зак. тип. 15250. Тир. 25175 экз.

Разм. бум. 62 × 88 1/16 — 17 3/4 п. л. 51408 зн. в п. л.

Сдано в набор 31/X — 33 г. Подписано к печати 29/XII — 33 г.

1-я тип. Трансжелдориздата, Москва, Б. Переяславская 46

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ПРЕДИСЛОВИЕ

Оборудование товарного парка автоматическими тормозами и переход в товарных поездах с ручного торможения на автоматическое являются основными мероприятиями по реконструкции жел.-дорожного транспорта. По об'ему работ самого оборудования и по величине средств (около 250 млн. руб.), затрачиваемых на осуществление этого мероприятия, переход в товарных поездах с ручного торможения на автоматическое представляет собою огромнейшую задачу для транспорта.

Наряду с этим следует отметить, что трудно будет ввести в широкую эксплоатацию сверхмощные товарные паровозы при нашей нормальной сцепке,— прежде всего необходимо оборудовать товарный парк автоматической сцепкой. Автоматическая сцепка потеряла бы свое значение при ручном торможении, следовательно, прежде всего является необходимость оборудовать товарный парк автоматическими тормозами.

Из этого видно, что мероприятия по реконструкции жел.-дорожного транспорта, цепляясь одно за другое, выдвигают в первую очередь переход с ручного торможения *для товарного парка* на автоматическое. Выполнение этой важнейшей задачи уже близится к концу. Почти все большегрузные товарные вагоны и значительная часть новых двадцатитонных вагонов уже имеют автоматический тормоз Казанцева или Матросова, нормальные товарные вагоны оборудуются пролетными трубами. С 1933 г. советский транспорт приступил к осуществлению второй части — к полному переходу с ручного торможения в товарных поездах на автоматическое.

Успех осуществления всего мероприятия и главным образом его второй части в значительной степени зависит от того, как будут подготовлены кадры квалифицированных работников, знающих не только устройство тормоза, но и тормозное дело в полном об'еме, т. е. ремонт тормозов, организацию ремонтных пунктов и эксплоатацию тормозов и тормозных устройств.

Школа ФЗУ для этого дает квалифицированных рабочих, не только знакомых теоретически с конструкцией автотормозов, но имеющих практические навыки по ремонту и установке их.

Успех подготовки молодых кадров по указанной специальности во многом зависит и от подбора того материала, который должен быть проработан учащимся в сравнительно короткий период времени, от его расположения в известной последовательности и от изложения; в этом смысле материал для учебника должен быть строго подобран, продуман и отредактирован с учетом требований современной педагогики.

Существующая литература по автоматическим тормозам, кстати говоря, весьма ограниченная, вообще не приспособлена для школ ФЗУ

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Пользоваться такой литературой в условиях школы ФЗУ представляет значительное затруднение. Поэтому вполне естественным является вопрос об издании специального учебника или руководства для школ ФЗУ и кружков техминимума по устройству и ремонту автоматических тормозов.

Настоящее руководство в полном его об'еме рассчитано на школу ФЗУ с программой, построенной на базе семилетки, но в то же время и с таким же успехом может служить пособием для кружковых занятий и курсов по повышению квалификации с меньшей подготовкой. Для того чтобы сделать руководство более доступным пониманию и усвояемости широкого круга учащихся от рядового и очень часто малограмотного рабочего от станка до ученика школы ФЗУ, окончившего семилетку, расположение материала в нем построено в строгом соответствии с программой прохождения курса и таким образом, что каждая часть курса в свою очередь подразделяется на три части: 1) теория или теоретические предпосылки, 2) устройство и действие и 3) ремонт и обслуживание.

Такое расположение материала в условиях школы ФЗУ дает возможность наилучшего усвоения при прохождении курса и практических работ в учебных мастерских, в депо или в ремонтных пунктах.

Глава I руководства «*Основные законы движения поезда*» должна прорабатываться на основе законов физики параллельно с прохождением курса паровоза. В то же время в учебных мастерских должны производиться практические занятия по ремонту паровоза или паровозных частей.

При проработке устройства рычажных передач тормоза необходимо напомнить сведения о рычагах и затем провести практические занятия по сборке и разборке рычажных передач тормоза в учебных мастерских или в депо.

При проработке устройства воздухопровода необходимо сначала напомнить законы пневматики, затем произвести практические занятия по сборке и разборке трубопроводов в учебных мастерских или депо.

Руководство снабжено значительным количеством примеров и задач, решение которых заставит учащихся глубже вникнуть в сущность изучаемого предмета. Только в результате самостоятельного решения подобных задач учащиеся глубже осознают сущность теории и приобретут те навыки, которых требует несложный, чисто практический анализ того или иного механического явления.

В условиях кружковых занятий с преподавателем или специальных курсов преподавателю предоставляется возможным и рекомендуется, ограничившись кратким сообщением по теории, сосредоточить внимание учащихся на практической части курса «Устройство и ремонт».

В заключение следует отметить, что приведенный в книге материал для проработки не укладывается в отведенное время по программе не только кружков и курсов, но и школы ФЗУ в силу некоторого развития теоретической части и большого количества примеров и задач. Мы полагаем, что это обстоятельство не должно быть поставлено в упрек и не может служить минусом для данного руководства.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ГЛАВА I

ТЕОРИЯ ТОРМОЖЕНИЯ

1. Понятие о профиле пути

Когда едешь в вагоне пассажирского поезда в качестве пассажира или наблюдаешь за проходящим по линии поездом и видишь как вслед поезду тянутся две блестящие полоски стальных рельсов, то получается впечатление как будто бы жел.-дорожное полотно представляет ровную горизонтальную линию и поезда по ней бегут свободно и одинаково всюду и во всех направлениях.

Далеко не так происходит на самом деле. Если более внимательно прислушаться к стуку колес или внимательнее присмотреться через окно к бегущим на встречу поезду предметам, то можно заметить, что колеса отбивают свой такт не всегда одинаково: они то ускоряют такт, начиная выстукивать быстрее, и окружающие предметы быстрее мелькают мимо окон, то замедляют такт выстукивания, и предметы медленнее проходят мимо окон.

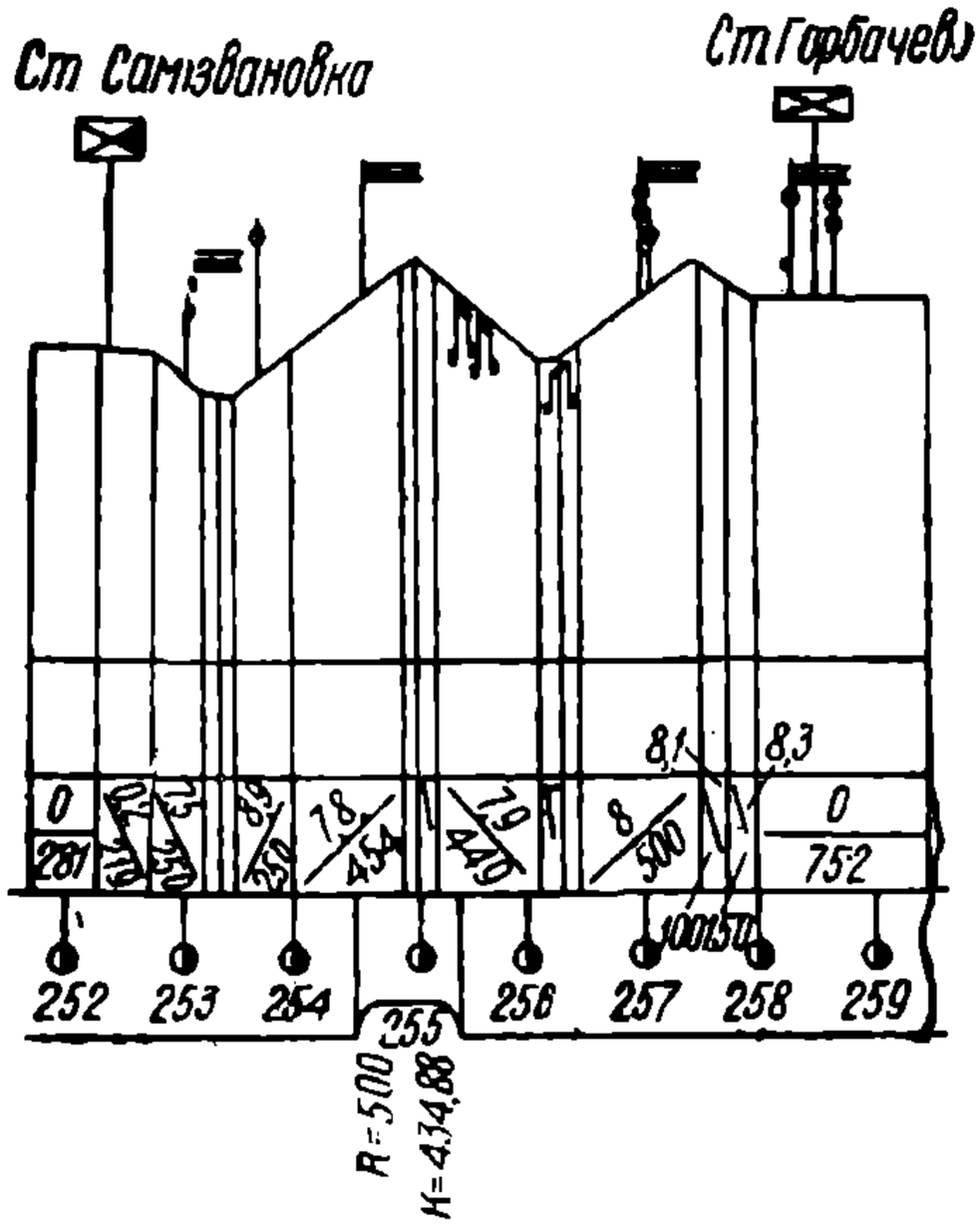
Это значит, что даже пассажирский поезд не всегда идет с одинаковой скоростью, а о товарном и говорить не приходится. Всякий поезд—пассажирский или товарный — временами замедляет ход, иногда некоторое время идет с ровной скоростью, потом ускоряет, снова замедляет и так все время. Почему же это происходит?

Это происходит потому, что жел.-дорожный путь далеко не представляет собою ровную горизонтальную линию. Местами путь поднимается в гору — это называется под'емом, местами спускается под гору — это нзывается уклоном, а иногда лежит небольшими участками горизонтально — это называется площадкой. Когда поезд идет по под'ему, то он естественно замедляет ход и паровоз с трудом тянет состав. По уклону ход поезда ускоряется: состав сам бежит, толкая впереди себя паровоз, и машинисту приходится сдерживать ход. На площадках поезд идет ровной скоростью.

Изменение пути в продольном разрезе со всеми отклонениями его от горизонтали называется профилем пути. Все изменения пути или профиль пути принято обозначать в сокращенном масштабе, как показано на фиг. 1. Это называется сокращенным профилем пути. Верхняя линия на сокращенном профиле (фиг. 1) показывает переломы пути: под'емы, уклоны и площадки. Ниже, между двумя горизонтальными линиями помещены дробные цифры. Числитель (верхняя цифра) показывает характер пути или крутизну под'ема, уклона, а если нуль — то, значит, площадка, знаменатель показывает длину под'ема, уклона и площадки. В третьем ряду сокращенного профиля кружечками показаны километры расстояния и в четвертом, самом нижнем ряду, схематически изображен план пути—закругления пути и их направление.

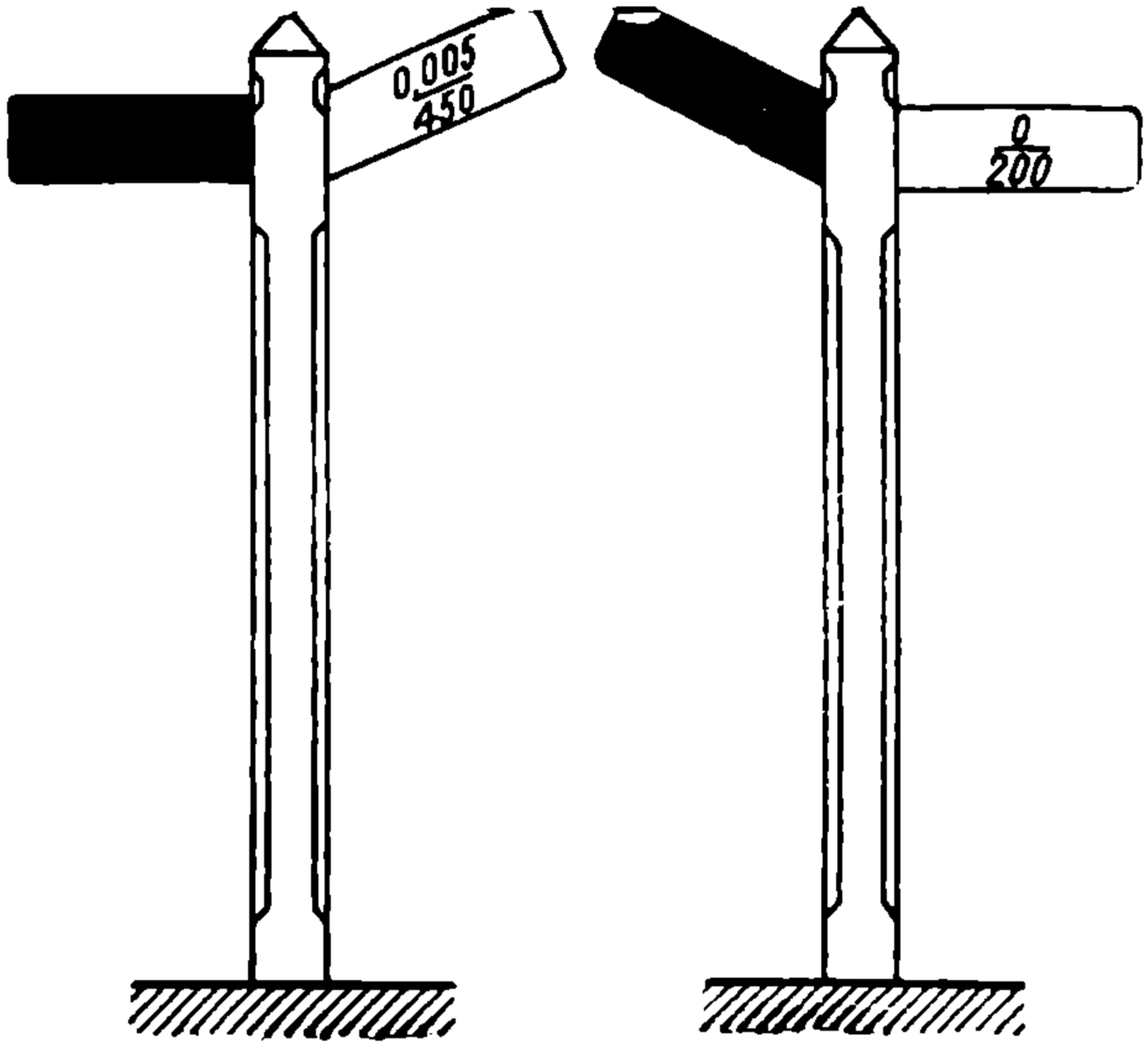
НВ УДУГТ (ДІІТ)

Под'емы и уклоны по своей крутизне бывают различны: одни более крутые — тяжелые под'емы, другие менее крутые—легкие под'емы. Крутизна под'емов и уклонов определяется отношением разности высот начальной и конечной точки под'ема или уклона к его длине и измеряется в тысячных долях их длины. Например, на 257 *км.* (фиг. 1; показан под'ем 0,008 длиною 1 000 *м.* Это значит, что на каждом метре длины путь поднимается на 0,008 *м* выше, а на 1 000 *м* поднимается на 8 *м*. Таким образом разность высот начальной и конечной точек под'ема будет 8 *м* при длине 1 000 *м*. Следовательно, крутизна данного под'ема будет 8 : 1 000 = 0,008.



Фиг. 1. Профиль пути.

Для того чтобы плавно вести поезд как пассажирский, так и в особенности товарный машинисту приходится управлять не только паровозом, но и ходом поезда. По уклонам паровоз не везет поезда, а поезд сам двигаясь, толкает вперед себя паровоз, может развить громадную скорость, выйдя за пределы



Фиг. 2. Профильные знаки.

безопасности движения. Поэтому, руководствуясь профилем пути, машинист в некоторых местах управляет паровозом, заставляя его работать

НБ УГУНТ (ДІТ)

с той или иной нагрузкой и везти поезд, а в некоторых местах управляет поездом, сдерживая его ход и заставляя двигаться с требующейся скоростью.

Для того чтобы машинист имел возможность руководствоваться профилем пути, управляя паровозом и поездом, т. е. знать, где начинается уклон и кончается под'ем или наоборот, на каждом переломе профиля установлены специальные профильные знаки (фиг. 2). Правое крыло знака показывает, в какую сторону изменяется путь впереди. Если крыло имеет наклон книзу,— значит, начинается уклон. Если крыло поднимается кверху,— значит, начинается под'ем. Крыло стоит горизонтально — показывает площадку. Верхняя цифра на крыле показывает крутизну под'ема или уклона, нижняя — длину его. Левое крыло показывает профиль уже пройденного участка и поэтому закрашено в черный цвет без всяких обозначений.

2. Силы, действующие на поезд

Когда поезд двигается по рельсам с какой бы то ни было скоростью, то он находится под действием целого ряда сил, подчиненных законам механики. Все силы, действующие на движущийся поезд, можно разделить на две основные группы: 1) силы, способствующие движению или направленные в сторону движения поезда и 2) силы, противодействующие движению или направленные в сторону, противоположную движению.

Силы, способствующие движению поезда, суть: 1) сила тяги локомотива) как внешняя сила, т. е. то усилие, которое развивает локомотив на упряжном крюке тендера, когда тянет поезд и 2) живая сила движущегося поезда, скрытая в самом поезде.

Силы, противодействующие движению поезда, суть: 1) сопротивление движению поезда — естественное, скрытое в самом поезде и 2) тормозная сила поезда как внешняя сила — сопротивление искусственное, направленное волей человека.

3. Сила тяги паровоза

Если между тендером и первым вагоном поезда вместо стяжки на оба крюка набросить специальные пружинные или гидравлические весы, то во время трогания с места и движения поезда паровоз будет растягивать весы и они своей стрелкой покажут ту силу, которую развивает паровоз, затрачивая ее на передвижение поезда. Эта сила называется силой тяги паровоза. Сила тяги паровоза измеряется в килограммах и у нашего мощного товарного паровоза сер. $Э_у$ равна 16 200 *кг*, у сверхмощного паровоза сер. ФД — 25 000 *кг*, а в Америке есть паровозы с силою тяги до 35 000 *кг*. Сила тяги является своеобразной формой определения мощности паровоза в отличие от других двигателей и машин.

4. Живая сила поезда

Когда машинист, следуя с поездом, закроет регулятор и паровоз прекратит свою полезную работу, то поезд сразу не остановится, а еще сравнительно долгое время и довольно на далекое расстояние будет про-

---

[1]) Под словом «Локомотив» следует подразумевать все виды движущего подвижного состава: паровоз, электровоз, тепловоз, турбовоз, мотовоз и т. п.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

должать двигаться под действием живых сил. Таким образом получается, что с момента закрытия регулятора уже не паровоз ведет поезд, а поезд движется сам по себе за счет живых сил, толкая впереди себя паровоз.

Живые силы поезда слагаются из двух факторов: 1) живой силы кузова и скатов всех вагонов поезда в их поступательном движении и 2) живой силы скатов в их вращательном движении.

Первая часть живых сил определяется из выражения

$$\frac{M\ V^2}{2},$$

где M — масса поезда, равная его весу Q, деленному на ускорение q силы тяжести, или ускорение свободно падающего тела весом в 1 *кг*, когда на него действует сила 1 *кг*. В этих случаях при падении тела скорость его будет возрастать на 9,81 *м/сек* за каждую секунду. Например, если начальная скорость падающего тела была равна нулю, то в конце первой секунды падения она будет 9,81 *м/сек*, в конце второй секунды — 9,81 + 9,81, в конце третьей секунды — 9,81 + 9,81 + 9,81, и т. д.

V есть скорость движения поезда.

Вторая часть живой силы зависит от конструкции колес, разного вида подвижного состава и ряда других факторов. Подсчет указывает, что эта часть живой силы колеблется в пределах от 4 до 11% от величины живой силы кузова и скатов в их поступательном движении. Обычно для средних условий при вычислении живой силы поезда к живой силе кузова и скатов прибавляется 7% в качестве поправки, учитывающей влияние вращения скатов. При этом условии формула определения живой силы будет:

Масса поезда $M \times 1{,}07 \times$ скорость (в квадрате) или вес поезда Q (в *кг*) $\times 1{,}07 \times$ скорость V^2 (в метрах в секунду).

Пример. Определить живую силу товарного поезда весом $Q = 1\ 500\ т$ при скорости $V = 50$ *км/час*.

Решение. 1) Прежде всего необходимо иметь в виду, что все определение производится в килограммо-метрах в секунду. Поэтому тонны веса поезда следует превратить в килограммы, скорость километров в час превратить в метры в секунду. Тогда масса поезда будет:

$$1)\qquad M = \frac{1\,000\,Q}{q} = \frac{1\,500 \cdot 1\,000}{9{,}81} = 15\ 2900\ кг/м/сек^2;$$

$$2)\ \text{Скорость}\ V\ км/час = \frac{50 \cdot 1\,000}{60 \quad 60} = 14\ м\ сек;$$

3) Живая сила поезда будет: $\frac{MV^2}{2} = \frac{152\,900 \cdot 1{,}07 \quad 14^2}{2} =$

$= 16{,}033100\ кг/м.$

Упрощенное решение:

$$\frac{M \cdot V^2}{2} = \frac{1500 \cdot 1000 \cdot 1{,}17}{q \quad 2} \left(\frac{V \quad 1000}{60 \cdot 60}\right)^2 = \frac{1\,500 \quad 1000 \quad 1{,}07 \quad 50^2}{9 \quad 81 \quad 2 \quad 2 \cdot 3^2} =$$

$= 16{,}033100\ кг/м.$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Несмотря на такое громадное количество живых сил, скрытых в движущемся поезде, скорость движения его на прямом горизонтальном пути после закрытия регулятора все же постепенно замедляется и через некоторое, хотя довольно длинное, расстояние поезд останавливается. Это говорит о том, что живые силы поезда постепенно расходуются или, как говорят, погашаются другой силой, направленной в сторону, противоположную движению,— силой сопротивления движению.

5. Сопротивление движению поезда (естественное).

Сопротивление движению поезда слагается из целого ряда естественных явлений или сил, препятствующих движению поезда, т. е. таких сил, действие которых направлено в сторону, противоположную движению. Эти силы можно разложить на две группы: 1) основные силы сопротивления, или основное сопротивление, скрытое в самом составе поезда, эти силы возникают всегд и при всех условиях и 2) дополнительные силы сопротивления, или дополнительное сопротивление, исходящие от внешних условий, эти силы возникают только при движении поезда с некоторой скоростью выше нуля.

Основное сопротивление слагается из следующих явлений: 1) сопротивление трения осевых шеек о подшипники в буксах; 2) сопротивление перекатывания бандажей колес по рельсам; 3) сопротивление скольжения между бандажами и рельсом; 4) сопротивление от ударов на стыках и 5) сопротивление воздушной среды.

Сопротивление трения осевых шеек вполне понятное явление и разяснять его много не приходится, следует только указать, что чем больше нагрузка на шейку и больше скорость движения, тем больше сопротивление трения.

Сопротивление перекатывания бандажей колес по рельсам об'ясняется тем, что колесо, перекатываясь, слегка вдавливается в рельс и соприкасается с рельсом не в одной точке и не по одной линии, а по некоторой площади, причем у точек касания рельс и бандаж несколько растягиваются и несколько сжимаются,— возникает упругое взаимодействие между бандажом и рельсом, мешающим свободному перекатыванию колеса.

Сопротивление скольжения между бандажом и рельсом возникает благодаря коничности катящейся поверхности бандажей и вследствие постоянного виляния вагонов Постоянное повиливание вагонов заставляет бандажи колес менять свое положение на рельсах и соприкасаться то большей, то меньшей окружностью. Например при отклонении вагона в правую сторону (по ходу) левые бандажи пойдут по рельсам меньшей окружностью, а правые — большей. Левый бандаж за один оборот пройдет меньший путь и будет стремиться отстать, а правый пройдет больший путь и будет стремиться обогнать. Но так как ни отстать, ни обогнать ни тот, ни другой не может, то один из них или оба будут на некоторую величину проскальзывать.

Сопротивление от ударов на стыках возникает вследствие того, что каждое колесо, подходя к концу рельса, слегка продавливает его, в то время как впередилежащий остается на своем месте и оказывается несколько выше, образуя своим концом небольшой упор, в который и ударяется бандаж.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Сопротивление воздушной среды вполне понятное явление и особых пояснений не требует.

Все эти явления в общей их сложности называются удельным сопротивлением, так как они находятся в прямой зависимости от веса состава поезда, прямопропорциональны весу и измеряются в килограммах на 1 *т* веса.

Удельное сопротивление принято обозначать буквой W_0. Для определения его величины при различных скоростях имеется ряд формул, построенных на основании специальных опытов. Для определения удельного сопротивления двухосных товарных вагонов пользуются наиболее простой формулой:

$$W_0 = 1{,}5 + \frac{V}{20},$$

где V — скорость движения.

Например при скорости $V = 50$ *км/час* удельное сопротивление товарных вагонов будет:

$$W_0 = 1{,}5 + \frac{50}{20} = 4 \text{ } кг \text{ на } 1 \text{ } м.$$

При следовании поезда по под'ему сопротивление движению его увеличивается по вполне понятным физическим причинам, как движение всякого предмета в гору. Чем больше крутизна под'ема, тем больше увеличивается сопротивление движению поезда, тем тяжелее становится паровозу тянуть этот поезд на под'ем. Как видно, сопротивление движения поезда увеличивается по мере увеличения под'ема и увеличивается вполне закономерно по 1 *кг* на тонну веса за каждую тысячную под'ема в дополнение к основному удельному сопротивлению. Сопротивление движению поезд от под'ема принято обозначать буквой *Wi*.

Пример. При следовании товарного поезда со скоростью $V=50$ *км/час* на под'ем + 0,008 сопротивление состава будет

$$W_0 + W_i = \left(1{,}5 + \frac{50}{20}\right) + 8 = 4 + 8 = 12 \text{ } кг \text{ на } 1 \text{ } м.$$

При следовании поезда по уклону сопротивление движению его наоборот уменьшается в той же закономерности, т. е. по 1 *кг* на тонну веса поезда за каждую тысячную уклона, следовательно, уменьшается основное удельное сопротивление движению поезда.

Пример. При следовании товарного поезда со скоростью 50 *км/час* по уклону — 0,008 сопротивление состава будет:

$$W_0 + (-W_i) = \left(1{,}5 + \frac{50}{20}\right) + (-8) = 4 + (-8) = -4 \text{ } кг \text{ на } 1 \text{ } м.$$

Сопротивление движению поезда в данном случае получается со знаком минус, следовательно, это будет уже не сопротивление, как отрицательная работа или сила, направленная в сторону, противоположную движению, а положительная работа — сила, направленная в сторону движения поезда и способствующая его движению. Таким образом поезд на уклоне сам уже не останавливается, а будет продолжать движение с рав-

НТБ УДУЕТ (ДІІТ)

номерной или возрастающей скоростью в зависимости от крутизны уклона и до тех пор, пока не кончится уклон.

При следовании поезда по кривой (закрутлению пути) сопротивление движению его увеличивается в зависимости от крутизны поворота, т. е. от радиуса кривой. Чем круче поворот, чем меньше радиус кривой, тем больше увеличивается сопротивление движению поезда в дополнение к основному. Природа возникновения этого сопротивления скрыта в том, что при проходе поезда по кривому пути колеса вагонов и паровоза размещаются по рельсам различными местами своих катящихся поверхностей и благодаря конечности бандажей получается разность в соприкасающихся с рельсами окружностях. Это вызывает проскальзывание, или, как говорят, перебуксовывание колес и дополнительное сопротивление движению. Сопротивление по кривой обозначается буквой с значком W_r и величина его определяется по очень простой формуле

$$W_r = \frac{760}{R} \text{ кг на тонну веса поезда,}$$

где R — радиус кривой в метрах.

Пример. При следовании поезда по кривой радиусом $R = 380$ м сопротивление движению состава будет:

$$W_r = \frac{760}{380} = 2 \text{ кг на тонну.}$$

Общее сопротивление поезда, складываемое 1) из удельного сопротивления, 2) сопротивления от под'ема и сопротивления от кривой, можно обозначать простой формулой:

$$W = (W_0 + W_i + W_r) \quad Q,$$

где W — общее сопротивление состава, Q — вес поезда, остальные обозначения понятны из текста.

Пример 1. Определить общее сопротивление состава поезда весом $Q = 1\,500$ т при скорости $V = 20$ км/час на под'еме 0,006 и кривой радиусом $R = 380$ м.

$$W = (W_0 + W_i + W_r) \cdot Q = \left[\left(1{,}5 + \frac{20}{20}\right) + 6 + \frac{760}{380}\right] \cdot 1\,500 = 15\,050 \text{ кг}$$

Пример 2. Определить общее сопротивление состава поезда весом $Q = 1\,500$ т при скорости $V = 50$ км/час на прямом горизонтальном пути.

$$W = W_0 \cdot Q = \left(1{,}5 + \frac{50}{20}\right) = 1\,500 = 6\,000 \text{ кг.}$$

Сопротивление движению поезда есть вредное явление, когда паровоз тянет поезд, так как оно в общей сложности противодействует движению поезда, мешает или затрудняет работу паровоза; когда же нужно остановить поезд, машинист закроет регулятор и паровоз прекратит свою полезную работу, сопротивление движению, погашая живую силу поезда,

НБ УДУЕТ (ДИТ)

помогает машинисту остановить поезд, следовательно, рассуждая по-бытовому, делает некоторую полезную работу.

Живая сила поезда является той силой, которая продолжает движение поезда, когда машинист закроет регулятор и прекратит полезную работу паровоза. Эта сила измеряется в килограммо-метрах и направлена в сторону движения поезда.

Сопротивление поезда есть сумма сил или общая сила, направленная в сторону, противоположную движению, т. е. противодействующая движению поезда. Эта сила, измеряемая в килограммах, погашает живую силу на полное количество килограммов своего значения за каждый метр пути. Таким образом, зная величину живых сил поезда или имея возможность определить эту величину, можно узнать, на каком расстоянии она будет погашена естественным сопротивлением поезда, говоря иными словами, можно узнать, на каком расстоянии остановится поезд, после того как машинист закроет регулятор и прекратит полезную работу паровоза. Для этого вычисленную величину живых сил поезда в килограммо-метрах следует разделить на величину общего сопротивления поезда в килограммах и получим расстояние в метрах. Или же можно узнать, какое количество килограммов сопротивления необходимо иметь в составе поезда для того, чтобы остановить его на заданном расстоянии. Для этого вычисленную величину живых сил поезда в килограммо-метрах следует разделить на метры заданного расстояния и получим килограммы требующегося сопротивления.

Пример 1. Определить, на каком расстоянии может остановиться состав поезда весом $Q = 1\,500$ *т* на прямом горизонтальном пути при скорости $V = 50$ *км/час* после того как машинист закроет регулятор

Решение. 1) Живая сила поезда:

$$\frac{M\ V^2}{2} = \frac{Q \cdot 1000 \cdot 1{,}07}{9{,}81 \cdot 2}\left(V\ \frac{1000}{60 \cdot 60}\right)^2 = 16\,033\,100\ кг/м.$$

2) Сопротивление поезда:

$$W = W_0 \cdot Q = \left(1{,}5 + \frac{V}{20}\right) Q = \left(1{,}5 + \frac{50}{20}\right) = 1\,500 = 6\,000\ кг.$$

3) Пройденное расстояние после закрытия регулятора:

$$16\,033\,100 : 6\,000 = 2\,670\ м.$$

Пример 2. Определить, на каком расстоянии остановится тот же состав поезда $Q = 1\,500$ *т* и при той же скорости $V =$ *км/час* на под'еме 0,004 и кривом пути радиусом $R = 380$ *м.*

Решение: 1) Живая сила поезда та же, что и в примере 1, т. е. 16 033 100 *кг/м.*

2) Сопротивление поезда:

$$W = (W_0 + W_i + W_r) \cdot Q = \left(1{,}5 + \frac{50}{20}\right) + 4\frac{760}{380} = 1\,500 = 15\,000\ кг.$$

3) Пройденное расстояние после закрытия регулятора:

$$16\,033\,100 : 15\,000 = 1\,000\ м$$ или около 1 *км.*

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Пример 3. Определить, на каком расстоянии остановится состав поезда весом $Q = 1\,500$ *т* при скорости $V = 50$ *км/час* на уклоне 0,004 прямого пути.

Решение: 1) Живая сила поезда та же, что и в примере 1.

2) Сопротивление поезда:

$$W \quad [W_0 + (-W_i)] \quad Q = \left[\left(1{,}5 + \frac{50}{20}\right) - 4 \right] \cdot 1\,500 = 0.$$

Следовательно, поезд по уклону в 0,004 пойдет без всякого сопротивления, будет двигаться с одинаковой скоростью на протяжении всего уклона и не остановится до тех пор, пока не дойдет до площадки или под'ема.

Из приведенных примеров видно, что в первом случае на прямом горизонтальном пути, после того как машинист закроет регулятор и паровоз прекратит свою полезную работу, поезд будет продолжать движение еще 2,67 *км*. Во втором случае на под'ем и кривой все же будет продолжать движение еще 1 *км*. В третьем случае на уклоне 0,004 поезд вообще не может сам остановиться, потому что естественное сопротивление в этом случае поглощается уклоном и равно нулю. Если же уклон был бы круче 0,004, то поезд, наоборот, еще увеличивал бы скорость до известного предела. Для того чтобы остановить поезд в последнем случае, надо добавить к естественному сопротивлению еще искусственное.

При таких условиях управлять поездом, т. е. останавливать его там, где нужно, и следовать по уклонам с такой скоростью, которая в полной мере гарантировала бы безопасность движения, было бы не только чрезвычайно трудно, но и совершенно невозможно. Для того, чтобы иметь возможность управлять поездом, машинсту необходимы средства или приспособления, с помощью которых он мог бы остановить поезд там, где это требуется и на сравнительно коротком расстоянии и регулировать скорость следования по уклонам в требуемых пределах.

Таким средством является искусственное сопротивление движению поезда, т. е. такая сила, которая, будучи направлена в сторону, противоположную движению, подчиняется воле человека, в данном случае воле машиниста. и может быть применена в любой момент по мере надобности,—это есть сила торможения или тормозная сила.

6. Торможение и тормозная сила

Торможение заключается в том, что к вращающимся колесам паровоза или вагона прижимаются чугунные колодки, укрепленные на подвесках к раме вагона. Между колесами и тормозными колодками образуется трение и возникает сопротивление вращению колес, или усилие, направленное в обратную сторону их вращения. Сопротивление вращению колес передается от колес на рельсы; колеса, замедляя свое вращение и зацепляясь за рельсы, сдерживают движение поезда.

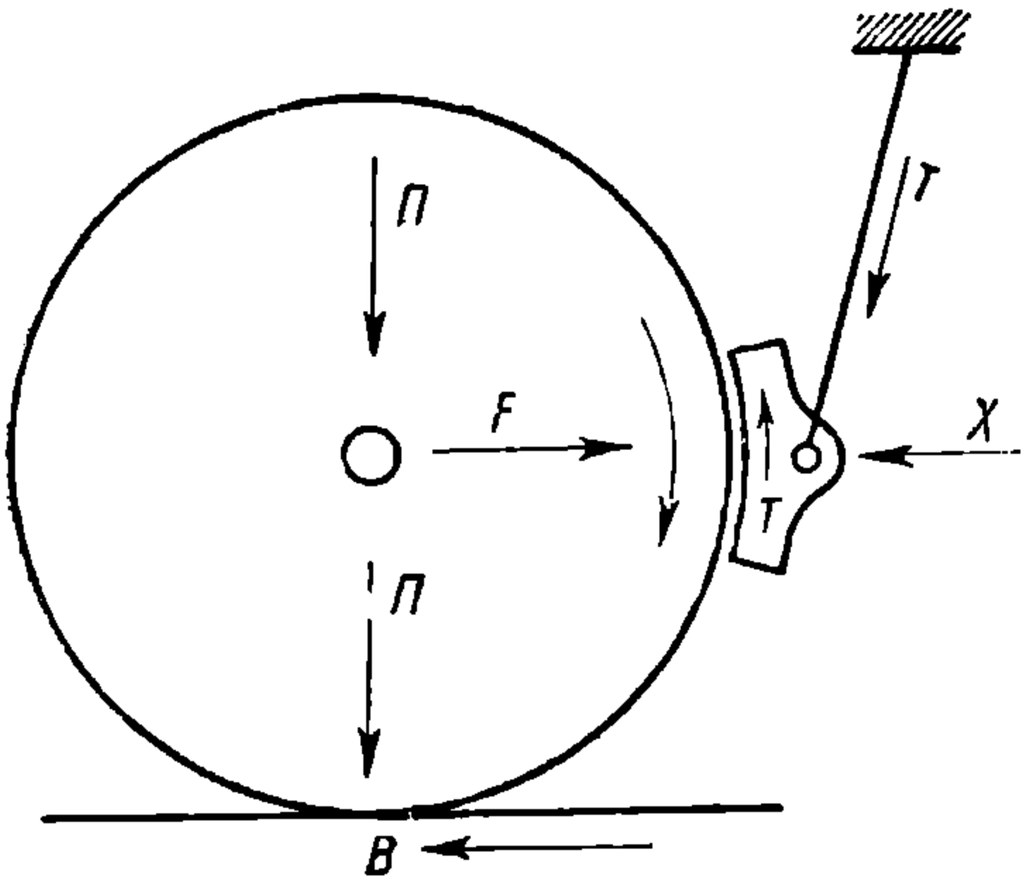
Сущность явлений, происходящих при торможении, заключается в следующем.

При движении вагона сила тяги F (фиг. 3), приложенная к раме его чрез буксовые направляющие и осевые подшипники, или вообще движущая сила, скрытая в массе его, передается также и осям колес, кото-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

рые участвуют в общем поступательном движении вагона. Если бы колеса вагона были слегка приподняты и не касались рельсов, то при движении вагона вращение их не происходило бы. Но как только колеса на ходу будут опущены и коснутся рельсов, происходит немедленное их зацепление и они начнут вращаться. Это значит, что между колесами и рельсами возникает другая сила — сила сцепления, направленная в сторону, противоположную движению вагона или паровоза. Эту силу мы обозначаем буквой *B*.

Сила *B*, направленная в сторону, противоположную движению, входит как одно из слагаемых в общую величину естественных сопротивлений движению поезда. Эта та часть естественных сопротивлений движению, которую мы назвали «сопротивление от перекатывания колес» (см. сопротивление движению естественное, стр. 9). При более внимательном рассмотрении расположения сил по фиг. 3 становится вполне очевидным, что эту составную часть естественных сопротивлений можно увеличить искусственным путем. Для этого следует каким-либо образом затруднить вращение колес вагона, т. е. сделать это вращение возможным при большей силе *B*, чем в естественных условиях, и этим будем искусственно увеличено сопротивление движению самого вагона.



Фиг. 3. Распределение сил на колесе вагона

Для того чтобы затруднить или создать искусственно дополнительное сопротивление вращению колес вагона на ходу, к ним прижимаются неподвижные чугунные бруски—тормозные колодки.

При прижатии тормозной колодки к вращающемуся колесу с некоторой силой *X* возникает трение между колодкой и колесом, в результате которого появляется новая сила трения *T*, действующая по касательной к окружности в направлении, противоположном вращению колес.

Величина силы *T* равняется силе *X* нажатия тормозной колодки, умноженной на коэфициент трения колодки о колесо.

По мере увеличения силы *T*, стремящейся приостановить вращение колеса, должна увеличиваться и горизонтальная составляющая реакцию рельса, вращающая колесо в прямом направлении, т. е. сила *B* зацепления колеса с рельсом, которая должна быть равна силе *T* и уравновешивать ее. В противном случае не могло бы продолжаться вращение колеса: колесо стало бы просто скользить по рельсу.

Таким образом при торможении сопротивление движению вагона возникает от трения тормозных колодок о бандажи колес и передается на сцепление колес с рельсами.

Это и есть тормозное усилие или тормозная сила вагона, обозначаемая обычно той же буквой *B*, и равная силе нажатия тормозных колодок

НБ УДУНТ (ДІІТ)

X, помноженной на коэфициент трения $\Phi_к$, что выражается такой формулой:

$$B = X \cdot \varphi_к.$$

Коэфициент трения $\varphi_к$ в данном случае является величиной переменной, зависящей от целого ряда факторов, из которых основным считается скорость вращения колес, или просто скорость движения поезда. При состоянии покоя во время стоянки вагонов коэфициент трения между колодками и бандажами в заторможенном состоянии будет наибольший, при движении он будет меньше и уменьшается по мере увеличения скорости.

Для определения величины коэфициента трения существует ряд формул, из которых наиболее простой является формула, построенная НКПС на основе опытных данных в 1929 г. По этой формуле

$$\Phi_к = 0{,}24 - 0{,}0018\ V.$$

Пример 1. Определить тормозную силу одного двухосного вагона весом в порожнем состоянии 10 *т* при скорости 50 *км/час.*

Решение. 1) Нажатие тормозных колодок будет

$$X = 10 \cdot 0{,}8\ m.$$

2) Коэфициент трения $\varphi_к = 0{,}24 - 0{,}0018 \cdot 50 = 50{,}15.$

3) Тормозная сила

$$B = 8 \cdot 0{,}15 = 1\,200\ кг.$$

Пример 2. Опредлить тормозную силу B поезда, в составе которого имеется 10 тормозных вагонов, из них 5 вагонов четырехосных с нажатием тормозных колодок по 15 000 *кг* каждый, и 5 вагонов двухосных с нажатием тормозных колодок по 6 000 *кг* каждый. Скорость следования 50 *км/час.*

Решение. 1) Общее нажатие тормозных колодок:

$$X = (15\,000 \cdot 5) + (6\,000 \cdot 5) = 105\,000\ кг.$$

2) $\Phi_к = 24 - 0{,}0018 \cdot 50 = 0.15.$

3) $B = X \cdot \Phi_к = 105\,000 \cdot 0{,}15 = 15\,750\ кг.$

7. Предел нажатия тормозных колодок

Тормозное усилие B каждого вагона прямопропорционально силе нажатия тормозных колодок X. Из этого можно сделать такой вывод, что увеличивая по произволу силу X нажатия тормозных колодок, мы могли бы довести до любой величины тормозное усилие B, но это было бы ошибкой. Необходимо совершенно ясно представить себе, что не сила трения тормозных колодок о бандажи колес тормозит вагон, а появляющаяся в результате этого трения горизонтальная реакция рельсов или сила зацепления бандажей с рельсами.

Ранее было сказано, что сила трения тормозных колодок равна силе сцепления колес с рельсами или уравновешивается ею. Поэтому казалось бы, увеличивая нажатие тормозных колодок, а вместе с тем и силу трения, мы увличиваем и силу зацепления колес с рельсами, т. е. тормозную силу. Это верно только до известного предела. Так как зацепление колес с рель-

РЕПОЗИТОРИЙ БНТУ (ДИТ)

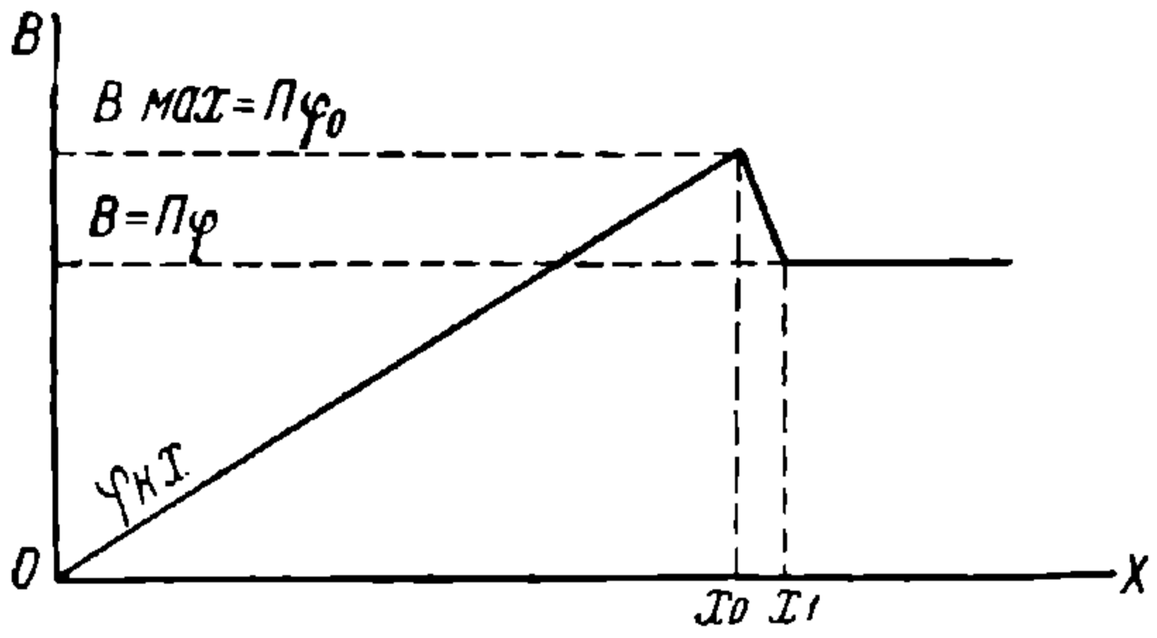
сами возникает в результате трения между бандажами и рельсом, то сила зацепления будет равна нажатию колеса или его давлению на рельс, помноженному на некоторый коэфициент трения φ_0 в состоянии покоя. Коэфициент трения φ_0 для данного случая принимается в состоянии покоя (как величина наибольшего значения), потому что при перекатывании колеса по рельсу соприкасающиеся точки их в каждый момент не перемещаются одна по отношению к другой, а сцепляются именно как в состоянии покоя.

Таким образом величина тормозного усилия ограничивается вертикальной нагрузкой на колеса вагона, иначе говоря, весом вагона. Обозначая вертикальную нагрузку на ось через $П$, можем выразить это ограничение следующей формулой:

$$B_{max} = П\varphi_0.$$

Коэфициент трения φ_0 для данного случая принимается равным 0,25. Следовательно, вес вагона в килограммах, помноженный на 0,25, и будет пределом его тормозного усилия.

Если еще увеличивать нажатие тормозных колодок после того как сила трения их о бандажи сравнялась с силой трения бандажей о рельсы или с силой сцепления бандажей с рельсами, то, очевидно, вращение колес должно прекратиться, колеса заклинятся и поползут «юзом».



Фиг. 4. Диаграмма изменения тормозного усилия.

Такая остановка или заклинивание колес всемерно избегается по двум причинам: 1) скольжение колес вызывает выбоины на бандажах, что считается серьезным повреждением вагона, влекущим за собою отцепку вагона от поезда и 2) при скольжении колес значительно уменьшается тормозная сила, так как коэфициент трения φ_0 в состоянии покоя, как наибольший, переходит в коэфициент скользящего трения φ_c, величина которого значительно меньше и зависит от скорости. Поэтому тормозная сила, пониженная на некоторую величину после остановки колес, будет постоянно равной $П\varphi_c$ сколько бы не увеличивалось дальше нажатие тормозных колодок, как это показано на диаграмме фиг. 4.

По горизонтальной линии, называемой осью абсцисс, на диаграмме отложена величина X нажатия тормозных колодок, по вертикальной линии, называемой осью ординат, отложена тормозная сила B. Сплошной линией, расположенной наклонно, показана зависимость сил X и B. По наклонной линии мы видим, как при увеличении силы X нажатия колодок до известного предела обозначенного X_0, увеличивается и тормозная сила B до величины $B_{max} = П\varphi_0$. Достаточно было увеличить очень немного нажатие (от X_0 до X_1), как получилось заклинивание колес и быстрое уменьшение тормозной силы до величины $B = П\varphi_c$ (φ_c есть

НБ УДУНТ (ДІІТ)

коэфициент сцепления при скольжении) и после этого, сколько бы ни увеличивалось нажатие тормозных колодок, тормозная сила B сохраняет свое постоянное значение, равное $П\varphi$.

Остановка или заклинивание колес происходит в тот момент, когда сила трения колодок о бандажи T становится равной или несколько больше силы $П\varphi_0$ сцепления колес с рельсами. Сила T определяется по формуле $T = X\varphi_k$.

Поэтому условно для заклинивания колес может быть выражено уравнением:

$$X\ \varphi_k = П\varphi_0.$$

Делением обеих частей этого уравнения на коэфициент при неизвестном X получаем формулу:

$$X = П\frac{\varphi_0}{\varphi_k}$$

Это будет формула для нахождения величины наибольшего допустимого нажатия тормозных колодок. Таким образом величина наибольшего допустимого нажатия тормозных колодок должна быть равна весу вагона, умноженному на отношение коэфициента трения бандажей о рельсы в состоянии покоя к коэфициенту скользящего трения колодок о бандажи.

Опытным путем установлено, что для данного случая можно считать $\varphi_0 = 0{,}25$ и $\varphi_k = 0{.}30$, причем φ_0 берется наименьшее, а φ_k наибольшее для того, чтобы был некоторый запас, предохраняющий от возможности заклинивания колес в сырую погоду, когда сцепление их с рельсами уменьшается.

При этих значениях отношение $\frac{\varphi_0}{\varphi_k}$ становится равным $\frac{0{,}25}{0{,}30} = 0{,}83$.

Обыкновенно эта цифра еще округляется для безопасности заклинивания в сырую погоду в сторону меньшую — до 0,80.

Тогда формула для определения наибольшего допустимого нажатия колодок принимает следующий вид:

$$X_0 = 0{,}8\,П,$$

иначе говоря, нажатие тормозных колодок должно быть не более 0,80 от веса вагона.

Расчет тормозов
(элементарный)

Теперь нам известны три силы, действующие на поезд во время его движения при закрытом регуляторе на паровозе:

1) Живые силы поезда, скрытые в самой массе его, постоянно действующие и направленные в сторону движения, т. е. способствующие или продолжающие его движение. Величина этих сил зависит от массы поезда и скорости и выражается в *килограммометрах*.

2) Естественное сопротивление движению поезда, скрытое в самом составе и направленное в сторону противоположную движению, т. е. противодействующее движению. Эти силы, постоянно действующие и не-

НБ ХДУНТ (ДНТ)

подчиняющиеся воле машиниста или неподдающиеся управлению, выражаются в *килограммах*.

3) Искусственное сопротивление движению, или тормозная сила поезда, направлено также в сторону, противоположную движению. Эта сила подчиняется воле машиниста или вполне управляемая сила, которая применяется по мере надобности и выражается в *килограммах*.

Таким образом одной силе, движущей поезд, — силе энерции, выраженной в килограммо-метрах, и противопоставляются две силы: естественное сопротивление и тормозная сила, обе выраженные в килограммах. Известные нам (элементарные) методы определния величины каждой из этих трех сил дают возможность, хотя не совсем точно, решать тормозные задачи, т. е. по двум заданным величинам определять третью искомую величину, или 1) определять количество тормозов в поезде для того, чтобы обеспечить машинисту возможность остановить поезд на вполне определенном расстоянии при заданной скорости и уклоне и 2) определять расстояние или тормозной путь, на котором должен быть остановлен поезд при заданном количестве тормозов, скорости и уклоне.

Количество тормозов, или искомая тормозная сила поезда, определяется путем деления количества живых сил на заданный тормозной путь *S*. Из полученного частного вычитается естественное сопротивление, остаток будет тормозная сила *B* в килограммах.

Тормозной путь определяется путем деления количества живых сил на подсчитанное количество естественных сопротивлений плюс заданное количество тормозной силы.

Пример 1. Определить, сколько потребуется нормальных тормозных вагонов (без учета паровоза) для остановки поезда весом 1 500 *т* при скорости 50 *км/час* на прямом горизонтальном пути в 400 *м*.

Решение. 1) Живая сила поезда (из предыдущих примеров) равна 16 033 100 *кг/м*.

2) Общее сопротивление $W + B$ для остановки поезда на заданном расстоянии требуется:

$$16\,033\,100 \quad 400 = 40\,083 \ кг.$$

3) Полное естественное сопротивление при заданных условиях будет:

$$W = W_0 \cdot Q = \left(1{,}5 + \frac{50}{20}\right) \quad 1\,500 = 6\,000 \ кг.$$

4) Тормозная сила *B* требуется

$$40\,083 - 6\,000 = 34\,083 \ кг.$$

5) Нажатие тормозных колодок должно быть

$$X = \frac{B}{\varphi_k} \ кг,$$

где

$$\varphi_k = 0{,}24 - 0{,}0018 = 0{,}24 - (0{,}0018 \cdot 50) = 0{,}15$$

следовательно

$$X = \frac{B}{\varphi_k} = \frac{3\,408\,300}{0{,}15} = 227\,223 \ кг.$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

6) Принимая во внимание полное нажатие тормозных колодок нормального двухосного вагона равным 6 000 *кг*, получаем

$$240\,520 \quad 6\,000 = 40$$ тормозных нормальных вагонов.

Пример 2. Определить, на каком расстоянии машинист может остановить поезд весом 1 500 *т* при скорости 40 *км/час* на уклоне 0,006, имея в составе 30 тормозных нормальных вагонов и тормоз паровоза, равный по силе 19 тормозным осям, или 9,5 нормальным тормозным вагонам.

Решение. 1) Живая сила поезда равна 16 033 100 *кг/м.*

2) Полное естественное сопротивление будет:

$$W = (W_0 - W_i) \cdot Q = \left[\left(1{,}5 + \frac{40}{20}\right) - 6\right] \cdot 1\,500 = -3\,750 \text{ кг.}$$

3) Тормозная сила B будет:

$$B = X \cdot \varphi_k = (30 + 9{,}5) \cdot 6\,000 \cdot \varphi_k,$$

где

$$\varphi_k = 0{,}24 - 0{,}0018 \cdot 40 = 0{,}168,$$

следовательно

$$B = X \quad \varphi_k = 30 + 9{,}5 \quad 6\,000 \cdot 0{,}168 = 39\,814 \text{ кг.}$$

4) Общее сопротивление $W + B$ будет:

$$(-3\,750) + 39\,814 = 36\,064 \text{ кг.}$$

5) Тормозной путь S будет:

$$S = 16\,033\,100 : 36\,064 = 444 \text{ м.}$$

9. Способы нажатия тормозных колодок

Существует два способа нажатия тормозных колодок на бандажи: 1) ручной, или ручное торможение, 2) с помощью сжатого воздуха, или автоматическое торможение. В старину применялись в виде опыта или частичного применения способы нажатия колодок: механический с приводом от вагонной оси и паровой, но эти способы оказались непригодными и дальнейшего распространения не получили.

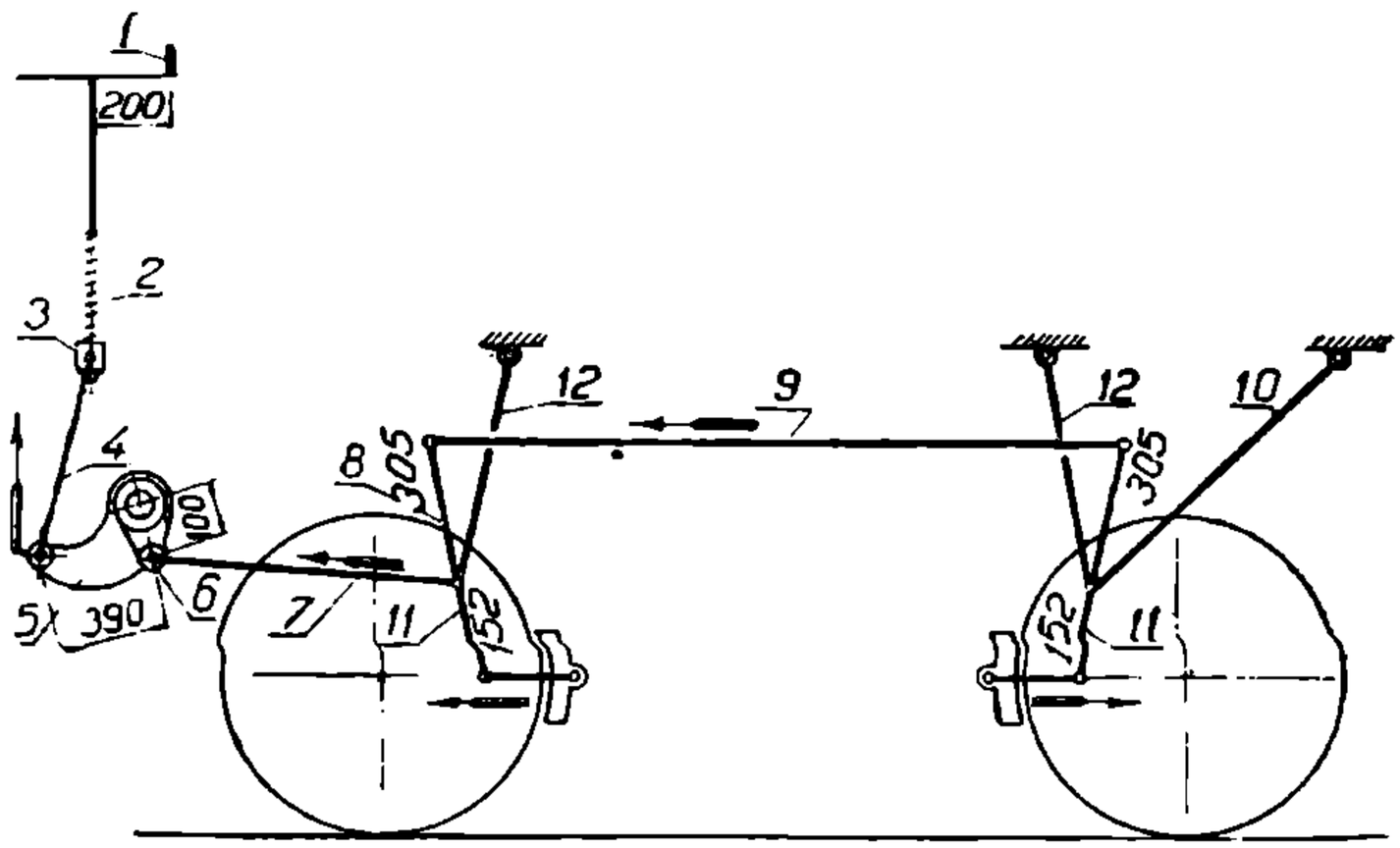
При ручном торможении каждый тормозной вагон имеет на конце площадку, на которой во время движения поезда помещается кондуктор-тормозильщик. На эту площадку выведен винт тормозной передачи с ручкой. По сигналу машиниста с паровоза — три свистка — кондуктор-тормозильщик, закручивая ручку тормозного винта, прижимает тормозные колодки к бандажам (тормозит) и по сигналу машиниста же—два свистка — кондуктор обратным движением раскручивает ручку тормозного винта и этим отводит тормозные колодки от бандажей (оттормаживает).

Сила, приложенная кондуктором на ручке тормозного винта, исчисляется приблизительно в 30—40 *кг*, тогда как нажатие тормозных колодок на колеса у нормального двухосного ватона получается от 4 до 6 тыс. *кг*, т. е. почти в 150 раз больше, чем нажатие кондуктора на ручку винта. У более тяжелых ватонов, как например у четырехосных товарных общее

НБ УДУНТ (ДІТ)

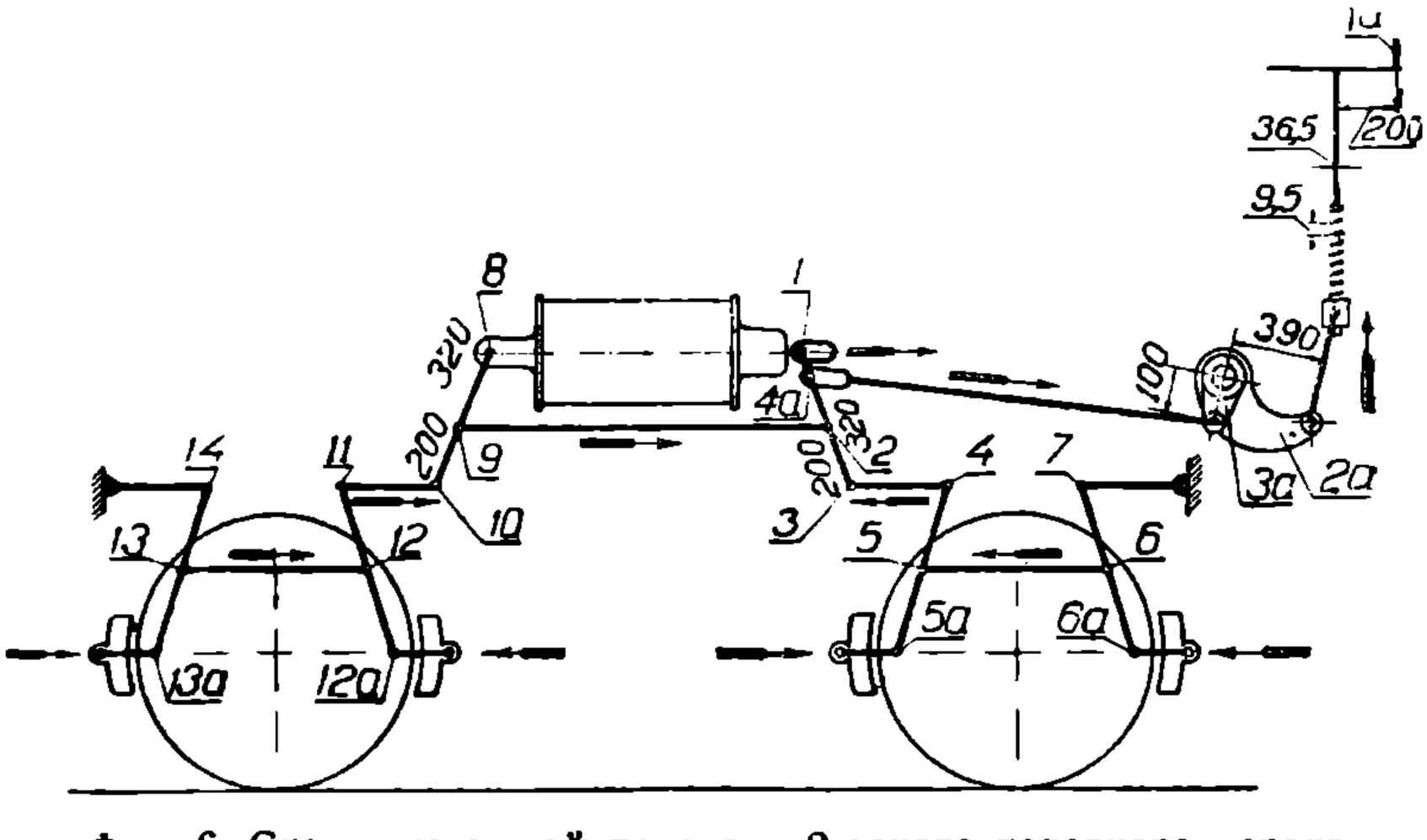
нажатие тормозных колодок достигает 10 — 15 тыс. *кг* при том же усилии кондуктора, т. е. в 400 раз больше, чем нажимает кондуктор на ручку тормозного винта.

При автоматическом торможении под каждым тормозным вагоном наряду с другими приборами тормозного оборудования имеется тормозной цилиндр. При торможении сжатый воздух пускается в тормозной цилиндр



Фиг. 5. Схема рычажной передачи нормального 2-осного вагона с односторонним торможением.

и давит на поршень, заставляя последний перемещаться в сторону поршневого штока. Поршневой шток связан с передаточным механизмом, поэтому при перемещении поршня происходят перемещения в передаточном



Фиг. 6. Схема рычажной передачи 2-осного товарного вагона с двухсторонним торможением.

механизме, с помощью которого тормозные колодки прижимаются к колесам.

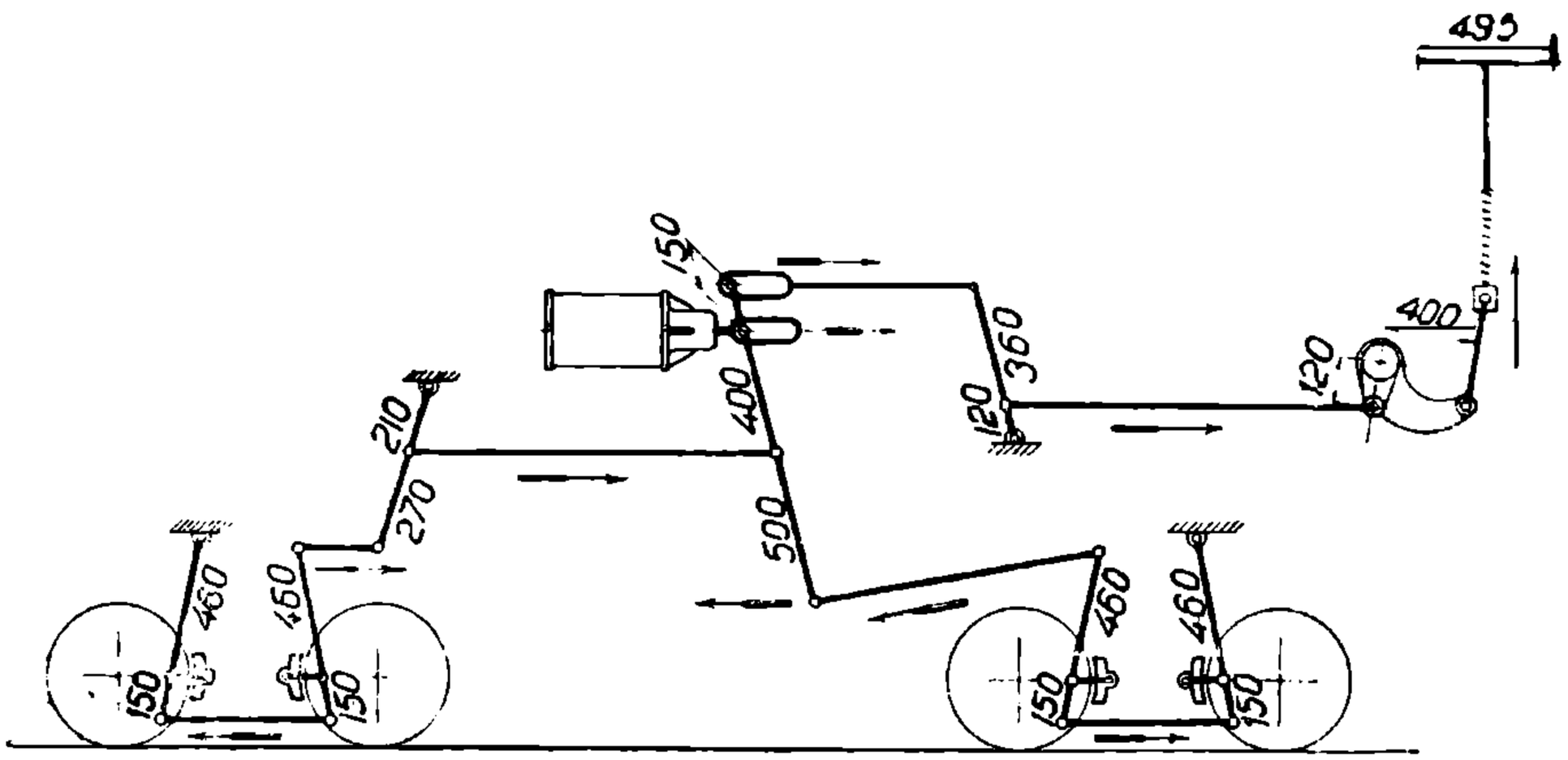
Тормозные цилиндры для вагонов делаются внутренним диаметром: 200 *мм* (8″), 250 *мм* (10″), 300 *мм* (12″), 350 *мм* (14″); для паровозов

НВ УДУНТ (ДІІТ)

обычно применяется тормозной цилиндр 325 *мм* (13″). Наибольшее давление на поршень в тормозном цилиндре допускается 3,5 *кг* на 1 *см*². Таким образом усилие на поршень или сила, исходящая от тормозного цилиндра, будет:

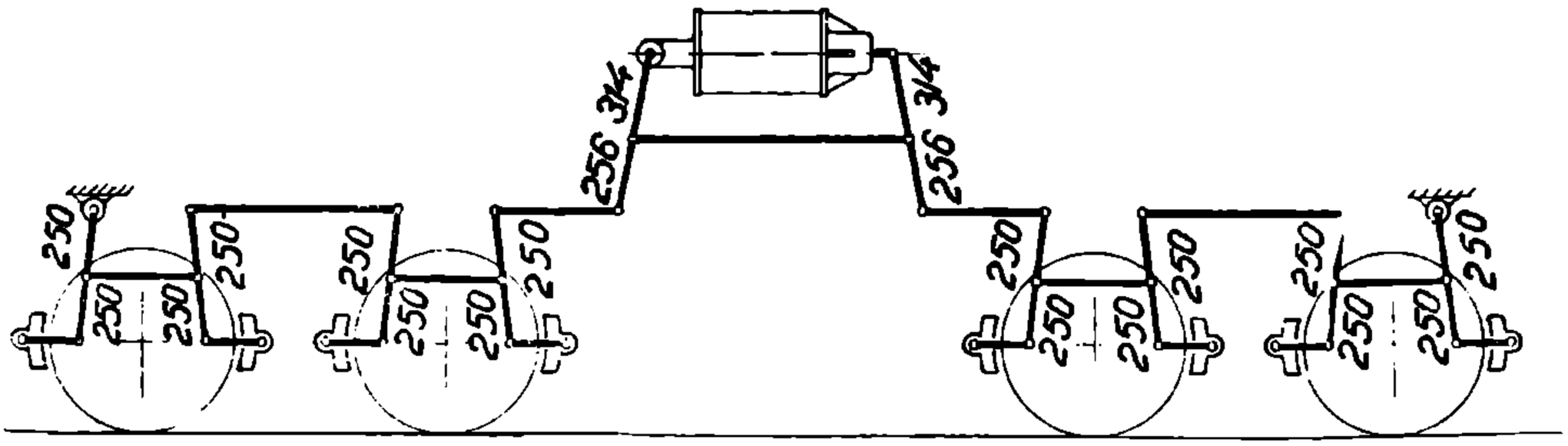
$$\frac{20^2 \cdot 3{,}14 \cdot 3{,}5}{4} \cong 1\,100 \text{ кг} \quad \text{до} \quad \frac{40^2 \cdot 3{,}14 \cdot 35}{4} \cong 4{,}400 \text{ кг}.$$

тогда как нажатие тормозных колодок в данном случае доводится до еще большей величины, чем при ручном торможении, т. е. от 6 тыс. *кг* для нормального товарного вагона, и до 15 — 22 тыс. *кг* для большегрузных и пассажирских вагонов.



Фиг. 7. Схема рычажной передачи 4-осного товарного вагона.

Такое увеличение силы кондуктора-тормозильщика при ручном торможении и силы, действующей на поршень тормозного цилиндра в передаче к тормозным колодкам, происходит за счет устройства передаточного механизма, или, как принято называть, рычажной передачи тормоза.



Фиг. 8. Схема рычажной передачи пассажирского 4 осного вагона.

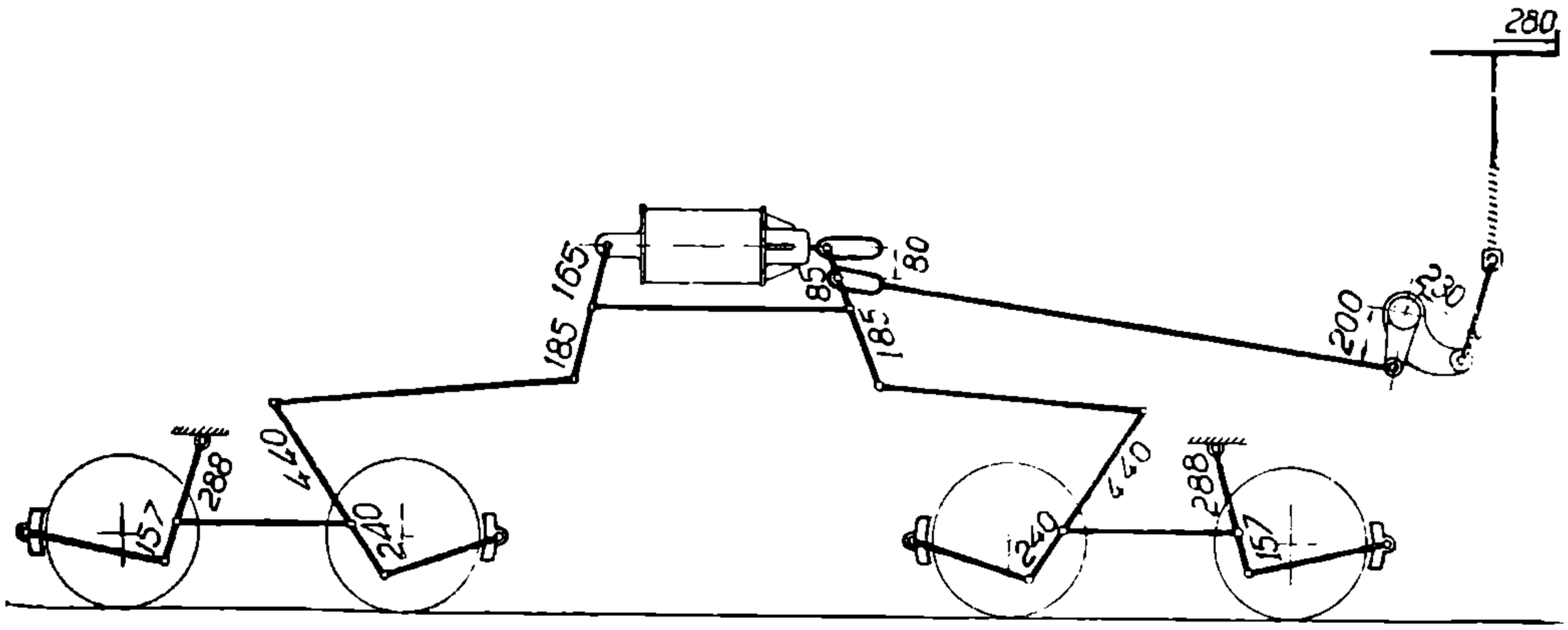
Нажатие тормозных колодок непосредственно на колеса разделяется на два вида или способа: 1) одностороннее нажатие или одностороннее торможение и 2) двухстороннее нажатие или двухсторонее торможение.

Односторонним торможением называется в том случае, когда тормозные колодки прижимаются к колесам только с одной стороны (фиг. 5, 7 и 9),

НВ УДУНТ (ДІІТ)

на каждое колесо нажимается по одной колодке или две колодки на каждую пару колес.

Двухсторонним торможением называется в том случае, когда колодки прижимаются к колесам с двух сторон, по две колодки на каждое колесо иил четыре колодки на каждую пару колес (фиг. 6 и 8).



Фиг. 9. Схема рычажной передачи 4-осного тендера.

Одностороннее торможение имеет весьма существенный недостаток, заключающийся в том, что каждая тормозная колодка, нажимая с силой в два раза большей, чем при двухстороннем торможении, стремится сместить колесо из его нормального положения и вывернуть шейку оси из подшипника. Благодаря этому при длительных торможениях происходит нагрев подшипников и наблюдаются случаи расплавления.

10. Схема рычажных передач и расчет нажатия тормозных колодок

Сила, приложенная кондуктором на ручке тормозного винта, и сила сжатого воздуха на площади поршня в тормозном цилиндре в передаче к тормозным колодкам увеличваются в несколько раз. Кратное число увеличения силы, или то число, во сколько раз увеличивается та или другая сила в передаче, называется передаточным числом.

Для того чтобы знать величину силы нажатия тормозных колодок, необходимо сначала при ручном торможении определить передаточное число и затем путем умножения начальной силы P на передаточное число N и коэфициент полезного действия рычажной передачи η определяется сила нажатия колодок.

На фиг. 5 изображена схема рычажной передачи ручного тормоза нормального двухосного товарного вагона с односторонним торможением. По стрелкам на схеме видно, как перемещаются тормозные тяги и рычаги во время торможения.

При закручивании тормоза кондуктор ручкой винта описывает радиус величиною 210 *мм*. Силы, приложенная к ручке, передается на стержень винта, диаметр которого в среднем 36,5 *мм*. Следовательно, стер-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

жень винта своими внешними точками описывает то же некоторый радиус, равный 36,5 2 = 18,25 *мм*.

Таким образом получается первый рычаг в передаче *т-1*, плечи которого: *а* = 210 *мм*, *б* = 18,25 *мм*. Плечом *а* будем называть ведущее плечо, а *б* — ведомое плечо и сила кондуктора, приложенная к ручке на стержне, увеличится во столько раз, во сколько ведущее плечо *а* больше ведомого плеча *б*, или 210 : 18,25 = 11,5 раза.

На самом винте при вращении его сила увеличивается еще в несколько раз. Это будет своего рода второй рычаг *т-2*, увеличение силы здесь определяется с учетом сопротивления от трения в нарезке по следующей довольно простой формуле:

$$m - 2 = \frac{\pi d \ \varphi h}{h + \pi d \varphi}$$

где $\pi = 3{,}14$ (определяет окружности);

d — средний диаметр винта = 36,5 *мм;*

h — шаг винта = 9,5;

φ — коэфициент трения = 0,15.

Подставляя числовое значение в формулу получаем:

$$\frac{(3{,}14 \quad 36.5) - (0{,}15 \cdot 9{,}5)}{9.5 + (3{,}1+ \cdot 36{,}5 \cdot 0{,}15} = 4{,}25.$$

Таким образом сила кондуктора, приложенная к ручке винта, увеличивается еще в 4,25 раза в самом винте.

Дальше следует третий рычаг *т-3*, так называемый на практике кривой рычаг *5, 6*, ведущее плечо которого 390 *мм*, ведомое 100 *мм*. Следовательно, здесь сила еще раз увеличивается во столько раз, во сколько больше ведущее плечо ведомого, или 390 : 100 = 3,9 раза.

Общее увеличение силы всеми тремя рычагами в данном случае и будет передаточное число, равное 11,5 · 4,5 · 3,9 = 201.8.

Таким образом сила нажатия тормозных колодок нормального двухосного товарного вагона может быть 32 201,8 = 6 457,6 *кг*.

На фиг. 6 изображена схема рычажной передачи с двухсторонним торможением двухосного товарного вагона для автоматического и ручного тормоза. Расчет усилия ручного торможения в данном случае производится так же, как и в предыдущем случае. Расчет усилий автоматического торможения ведется от тормозного цилиндра.

При торможении автоматическим тормозом поршень в тормозном цилиндре под действием сжатого воздуха перемещается в сторону поршневого штока и перемещает связанную со штоком передачу. Перемещение передачи показано на схеме стрелками, причем рычаги *1, 2, 3* и *8, 9, 10* расположены под вагоном горизонтально.

Первой смещается точка *1*, точку *2* временно предположим точкой опоры, тогда ведущее плечо будет *1—2*, а ведомое *2—3*. Сила сжатого воздуха, приложенная на поршень тормозного цилиндра в передаче к точке *3*, будет увеличена во столько раз, во сколько ведущее плечо больше ведомого,— в данном случае 320 : 200 = 1,6 раза.

От точки *3* сила передается к точке *4* вертикального рычага *4, 5, 5а*. Предположив точку 5 временно точкой опоры, получим ведущее пле-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

чо *4—5*, а ведомое *5—5а*, но так как эти плечи по величине равны, то сила, приложенная в точке *4*, останется без изменения в точке *5а* и прижмет тормозную колодку к бандажу.

Когда колодка будет плотно прижата, точка *5а* станет точкой опоры, а точка *5* получит перемещение и будет увлекать точку *6*. Рычаг *4, 5, 5а* меняется по роду. Ведущее плечо становится *4—5а*, а ведомое *4 — 5* вдвое меньше ведущего. Поэтому сила, приложенная к точке *5* и *6*, будет вдвое больше. Второй вертикальный рычаг *7—6—6а* с точкой опоры 7 имеет ведущее плечо *7—6*, а ведомое *7—6а* в два раза больше ведущего. Поэтому сила, приложенная в точке *6а*, будет в два раза меньше силы в точке *6*. Следовательно, силы, приложенные в точках *5а* и *6а*, т. е. на каждой тормозной колодке, или, вернее, на каждой паре тормозных колодок первой оси, будут равны; в каждом будет в 1,6 раза больше усилий на поршень в тормозном цилиндре, что в сумме даст увеличение в 3,2 раза.

Переходя ко второй оси, предположим, что тормозные колодки первой оси уже прижаты плотно к бандажам и точка *3* горизонтального рычага стоит мертво, являясь точкой опоры. Тогда рычат *1—2—3* будет иметь ведущее плечо *1—3*, а ведомое *2—3*. Сила, приложенная в точке *1*, увеличится к точке *2* во столько раз, во сколько ведущее плечо будет больше ведомого, т. е.

$$\frac{320 + 200}{200} = 2{,}6 \text{ раза.}$$

Перемещение передается на второй горизонтальный рычаг *8—9—10*, у которого точкой опоры является мертвая точка *8* на крышке тормозного цилиндра. Ведущее плечо этого рычага будет *8 — 9* меньше, а ведомое *8—10* больше, поэтому сила, приложенная в точках *2* и *9*, будет во столько раз меньше, во сколько раз меньше ведущее плечо ведомого, т. е.

$$\frac{320 + 200}{320} = 1{,}6 \text{ раза.}$$

В первом случае, т. е. в точке *2*, сила была увеличена в 2,6 раза, а во втором случае, т. е. в точке *10*, *уменьшена* в 1,6 раза. Следовательно, результат будет $2{,}6 : 1{,}6 = 1{,}6$ раза сила в точке *10 будет увеличена*. Дальше на вертикальных рычагах вследствие того что они оба равноплечные, сила останется без изменения, т. е. на каждом рычаге останется увеличение в 1,6 раза, и также в сумме на все колодки даст увеличение в 3,2 раза. Таким образом общее увеличение усилий, приложенных на поршень тормозного цилиндра в передаче к тормозным колодкам, будет $3{,}2 + 3{,}2 = 6{,}2$ раза. Это будет передаточное число от поршня тормозного цилиндра к тормозным колодкам.

Весь расчет передаточного числа в данном случае можно сформулировать или уложить в простой арифметический расчет:

$$\left(\frac{320}{200} \quad \frac{520 \cdot 320}{200 \cdot 520}\right) \quad 2 = 6{,}4$$

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Пример. При диаметре тормозного цилиндра 203 *мм* (8″) площадь поршня будет равна:

$$\frac{3{,}14 \cdot 203^2}{4} = 315 \ м^2.$$

При давлении сжатого воздуха в 3,5 *ат* усилие на поршень будет $315 \cdot 3{,}5 = 11\,000$ *кг*.

Общее нажатие тормозных колодок при коэфициенте полезного действия 0,9 будет $1\,100 \cdot 6{,}4 \cdot 0{,}9 = 6\,336$ *кг*.

11. Задачи и примеры

1. Определить живую силу поезда весом $Q + P$ (состав плюс паровоз) $= 1\,750$ *т* при скорости $V = 40$ *км/час*.

2. Определить сопротивление поезда весом $Q + P = 1\,600$ *т* при скорости $V = 50$ *км/час* на прямом горизонтальном пути.

3. Определить, на каком расстоянии с момента закрытия регулятора остановится товарный поезд весом $Q + P = 1\,500$ *т* на прямом горизонтальном пути, если машинист закрыл регулятор при скорости $V = 40$ *км/час*.

4. Товарный поезд весом $Q + P = 1\,800$ *т* идет по уклону $i = 0{,}006$ со скоростью $V = 30$ *км/час*. На паровозе регулятор закрыт. Подсчитать сопротивление движению поезда.

5. Товарный поезд весом $Q + P = 1\,400$ *т* идет по уклону $i = 0{,}003$ и кривой радиусом $R = 220$ *м* со скоростью $V = 20$ *км/час*. На паровозе регулятор закрыт. Подсчитать сопротивление движению поезда.

6. Товарный вагон с ручным тормозом имеет вес тары 12 *т*. Какое предельное нажатие тормозных колодок в килограммах можно допустить в нем, чтобы не остановить вращения колес на ходу?

7. Какая сила будет действовать на поршень в тормозном цилиндре диаметром 200 *мм*, если давление сжатого воздуха в нем 3,5 *ат*?

8. Определить величину нажатия тормозных колодок двухосного вагона по фиг. 6 с двухсторонним торможением при автоматическом торможении, принимая в расчет диаметр тормозного цилиндра 254 *мм*, давление воздуха 3,5 *ат*.

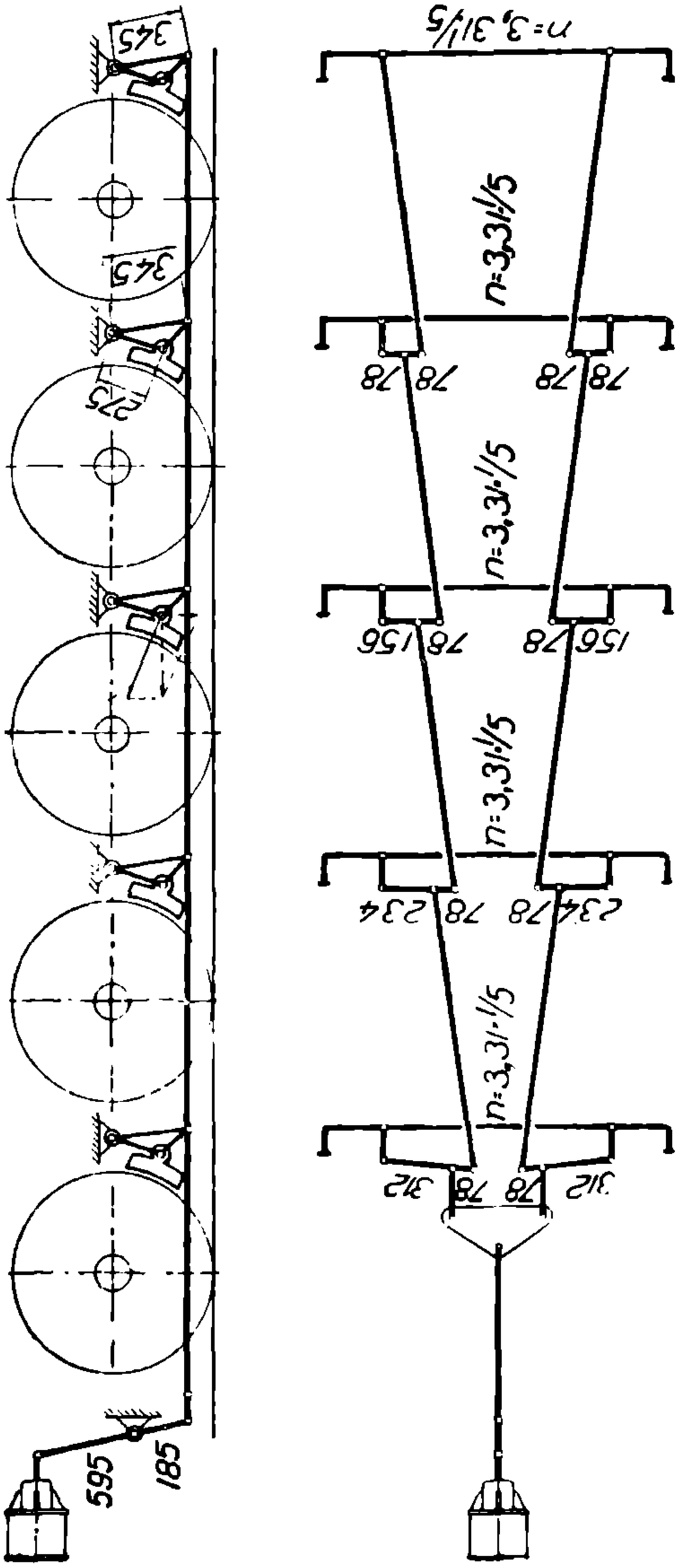
9. Чему равно передаточное число, или во сколько раз увеличивается сила, приложенная на поршневом штоке тормозного цилиндра четырехосного товарного вагона по фиг. 7?

10. Пассажирский вагон имеет рычажную передачу по схеме фиг. 8, тормозной цилиндр воздушного тормоза диаметром 304 *мм*. Определить величину нажатия тормозных колодок при давлении воздуха в цилиндре 3,5 *ат*.

11. Подсчитать передаточное число рычажной передачи четырехосного тендера по фиг. 9 от ручки тормозного винта до тормозных колодок и величину нажатия тормозных колодок на бандажи при усилии на ручке винта 30 *кг*.

НБ УДЛИТ (ДІІТ)

12. Подсчитать нажатие тормозных колодок на сцепленные колеса паровоза серии Э (фиг. 10) при давлении в тормозном цилиндре 3,5 *кг*



Фиг. 10. Схема рычажной передачи паровоза сер «Э»

при диаметре его в 13″ Коэфициент полезного действия передачи принять равным 0,85.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ГЛАВА II

РУЧНОЙ ТОРМОЗ, РЫЧАЖНАЯ ПЕРЕДАЧА И ПЕРЕХОД НА АВТОМАТИЧЕСКОЕ ТОРМОЖЕНИЕ

1. Ручной тормоз

Ручной тормоз был введен с самого начала существования железных дорог и применяется еще до сих пор в товарных поездах. За долгие годы своего существования ручной тормоз изменился и усовершенствовался в своем устройстве очень мало и остался почти в том же виде, в каком он был сотню лет назад, за исключением того, что вместо деревянных тормозных колодок мы применяем чугунные.

Схема старого устройства ручного тормоза показана на фиг. 5. Современное устройство ручного тормоза с автоматическим показано на фиг. 6 и 7. Конструкция самого привода ручного тормоза показана на фиг. 11.

Привод ручного тормоза помещается на тормозной площадке и состоит из следующих частей (фиг. 11 и 12): а) тормозной винт *30* с ручкой *37*, б) тормозная гайка *31*, в) подтяжек *32*, г) подпятник *33*, д) кривой рычаг *34*, е) кронштейн тормозного вала *35*, ж) малый рычаг *19* и з) продольная тяга *20*. Остальные части рычажной передачи составляют общую систему ручного и автоматического тормоза, поэтому описание их будет ниже.

Тормозной винт имеет полукруглую нарезку на нижней части по длине 330 *мм* наружным диаметром 41,3 *мм*. Нижним концом винт упирается в углубление подпятника *33*, а в верхней части проходит в отверстие поддержки *38*. Для того чтобы винт не мог смещаться в вертикальном направлении (вверх), ниже поддержки на стержне его насажено упорное кольцо *39*. На верхнем конце стержня тормозного винта имеется квадрат, на котором насажена ручка *37*. На нарезке винта навернута тормозная гайка *31*. Ниже тормозной гайки на конце нарезки винта имеется заплечик *41*, сделанный для того, чтобы гайка не могла свертываться с винта вниз.

Ручка *37* тормозного винта укреплена на квадрате гайкой *40*, имеет один конец прямой, длиною от центра винта 225 *мм*, другой конец загнут и длина его 210 *мм*.

Тормозная гайка *32* имеет два ушка, на которые насажены две подтяжки *32*, связанные с кривым рычагом *34*.

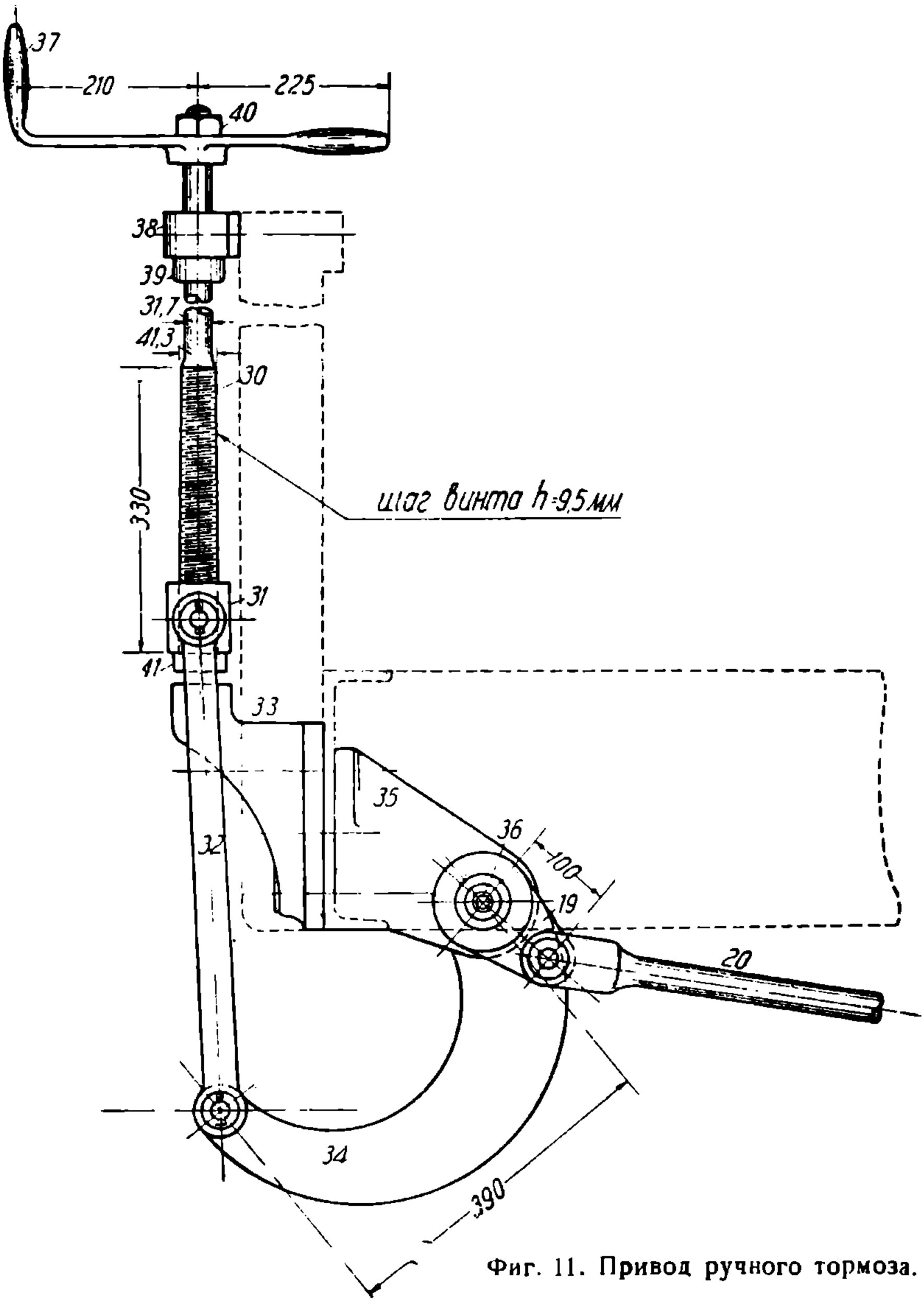
Кривой рычаг *34* насажен на квадрат тормозного вала *36*. На другом конце тормозного вала, также на квадрат, насажен малый рычаг *19*, связанный с продольной или главной тормозной тягой ручного тормоза *20*. Дальше, в зависимости от общего устройства ручного или смешанного ручного и автоматического тормоза, главная тормозная тяга соединяется с вертикальным или горизонтальным рычагом.

Действие ручного тормоза показано стрелками на схеме фиг. 5, 6 и

При закручивании ручки тормозного винта винт, упираясь в подпят-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ник *33*, ввертывается в гайку и поднимает ее вверх. Тормозная гайка тянет подтяжками кривой рычаг *34*, поворачивая его, а вместе с ним и малый рычаг *19* вокруг оси тормозного вала. Малый рычаг тянет по



Фиг. 11. Привод ручного тормоза.

направлению стрелки главную тормозную тягу *20*, последняя перемещает рычаги и прижимает колодки к бандажам.

В нашем товарном парке ручными тормозами оборудовано ограниченное количество вагонов — всего около 20% от общего количества

НБ УДУНТ (ДІІТ)

товарных вагонов на сети. При наличии товарных вагонов на сети около 500 000 из них оборудовано ручными тормозами около 100 000.

Пассажирские вагоны, будучи оборудованы автоматическим тормозом Вестингауза, имеют в обязательном порядке привод ручного тормоза. Это делается в целях большего обеспечения безопасности движения, чтобы в случае внезапной порчи автоматических тормозов можно было пользоваться ручными.

При ручном торможении в товарных поездах на каждый поезд назначается определенное и ограниченное количество кондукторов-тормозильщиков. Каждый кондуктор-тормозильщик обслуживает один тормозной вагон, находясь во время движения на его площадке. Таким образом количество действующих тормозов в поезде ограничивается количеством кондукторов-тормозильщиков и определяется по весу состава в зависимости от профиля пути, или, вернее, от крутизны уклонов на каждом участке линии и от скорости следования. Средняя норма действующих ручных тормозов на нашей сети для товарных поездов установлена около 2,5 тормозных осей на каждые 100 *т* веса поезда. Исключением являются Закавказские ж. д., где на перевальных участках при уклонах свыше 0,025 норма действующих ручных тормозов установлена около 5 тормозных осей на каждые 100 *т* веса поезда.

При упомянутом расчетном количестве действующих тормозов на предельном уклоне и заданной скорости остановить поезд можно на расстоянии не менее 1 200 *м*. Такой дилны тормозной путь при ручном торможении далеко не обеспечивает в должной мере безопасности следования товарных поездов. Поэтому вполне естественным и своевременным является вопрос об оборудовании товарного парка автоматическими тормозами и о переходе с ручного торможения в товарных поездах на автоматическое.

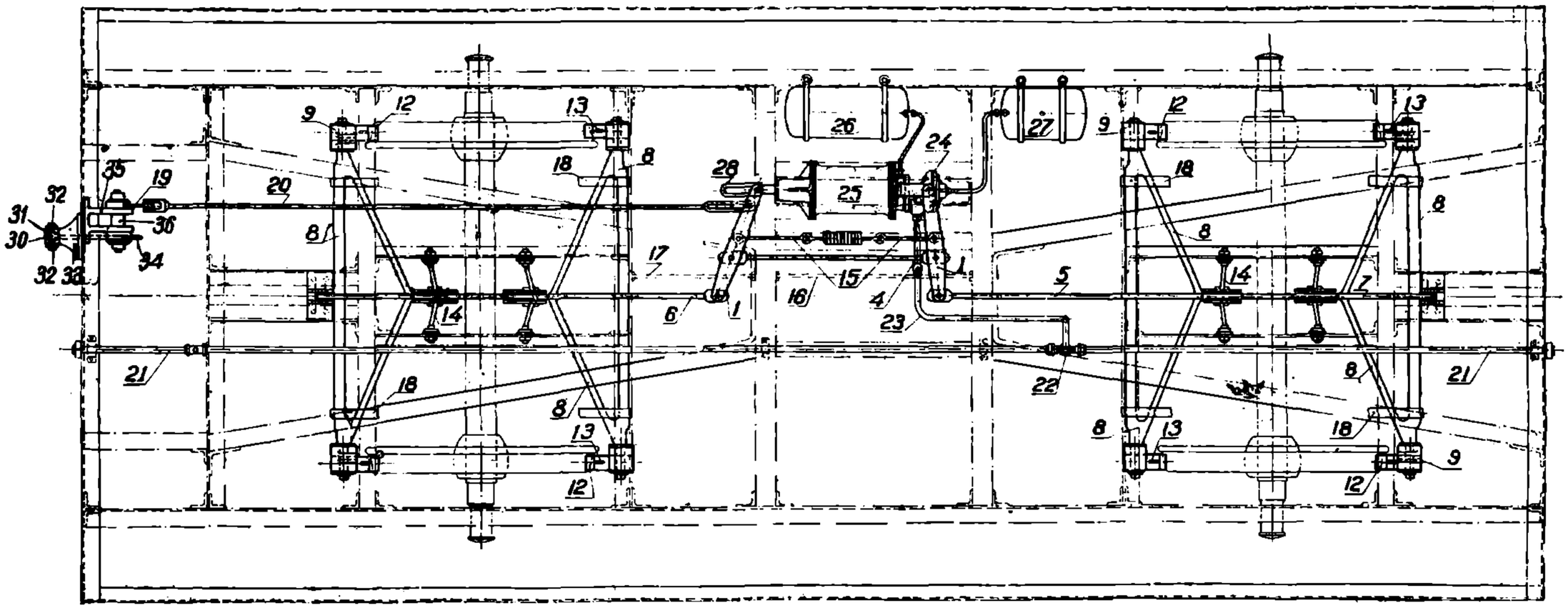
2. Устройство общей рычажной передачи ручного и автоматического тормоза

На фиг. 12 в плане, а на фиг. 13 в продольном разрезе показано устройство общей рычажной передачи ручного и автоматического тормоза. Главная или продольная тяга *20* ручного тормоза соединяется с горизонгальным рычагом *1*. С одного конца главной тяги имеется нормальная головка с проушиной и отверстием для валика. Этой головкой она соединяется с коротким рычагом, или, вернее, с плечом тормозного вала. С другого конца главной тяги имеется головка с длинным прорезом. Этой головкой тяга сцепляется с горизонтальным рычагом *1*. Длина прореза делается не менее 200 *мм* для того, чтобы при торможении автоматическим тормозом, когда рычажную передачу перемещает поршень тормозного цилиндра, главная тяга ручного тормоза могла оставаться неподвижной, а по прорезу скользил только валик сцепления.

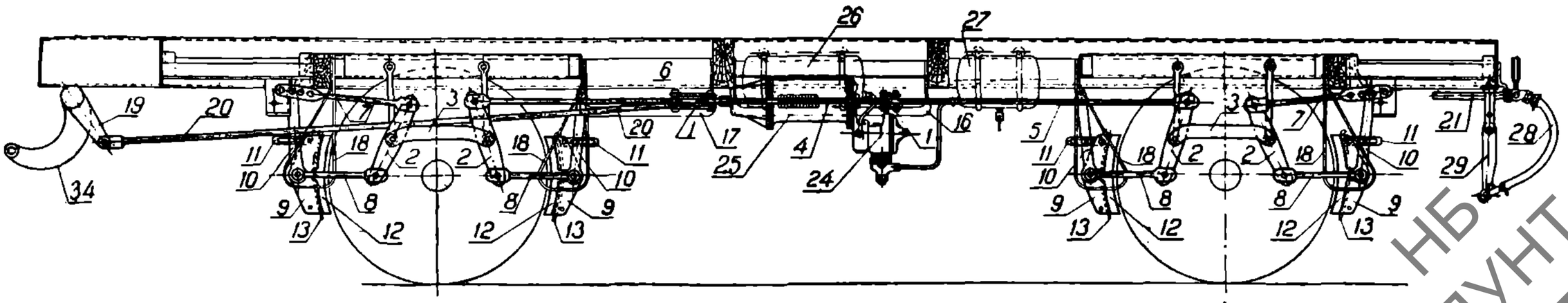
В этом случае делается с длинным прорезом и головка прошневого штока, как показно на фиг. 12. Когда тормоз приводится в действие ручным приводом, то главная тяга перемещает горизонталыный рычаг *1*, а поршень тормозного цилиндра, сцепленный с этим же концом рычага, остается неподвижным благодаря длинному прорезу в головке его штока.

Горизонтальный рычаг *1* связан своей срединой (приблизительно)

НБ УДУНТ (ДІТ)



Фиг. 12. Устройство рычажной передачи тормоза двухосного товарного вагона (вид в плане).



Фиг. 13. Устройство рычажной передачи тормоза двухосного товарного вагона (боковой вид).

НБ УДУНТ (ДІІТ)

с другим горизонтальным рычагом *1* затяжкой *4*. Другой горизонтальный рычаг имеет точку опоры или мертвую точку на крыше цилиндра, или же на раме вагона в зависимости от конструкции передачи. Оба горизонтальные рычаги одинаковы по устройству и по длине плеч. Длину плеч образует затяжка *4*. Противоположные концы рычагов соединены с продольными тягами *5* и *6*. Между затяжкой *4* и тормозным цилиндром горизонтальные рычаги связаны двумя поводками *15* с пружиной. Пружина называется оттягивающей и ее назначение — оттягивать рычаги в первоначальное или нормальное положение отпуска после торможения.

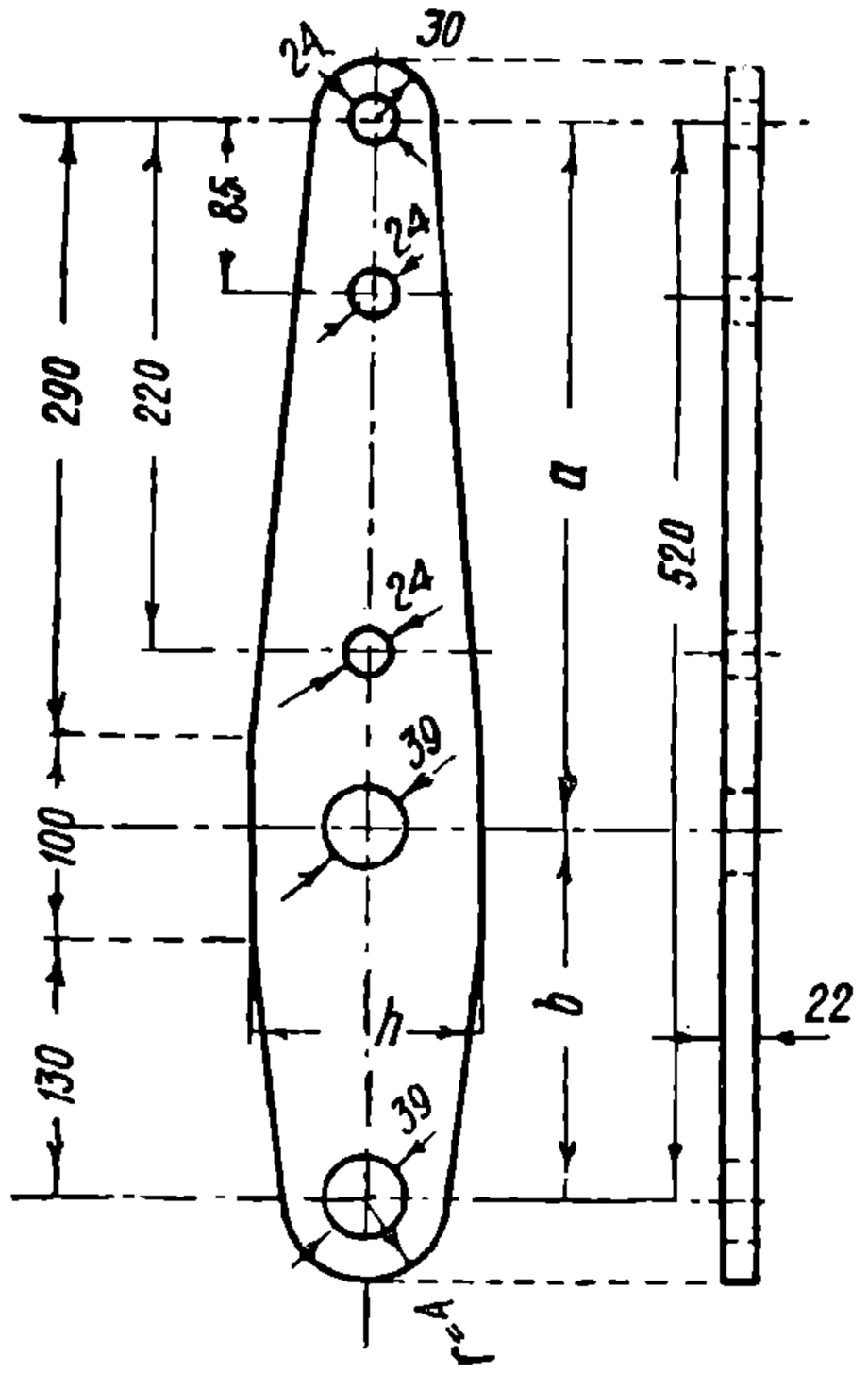
Горизонтальные рычаги *1—1* лежат на поддержках *16—17*, укрепленных к раме вагона. Поддержки обеспечивают обоим рычагам действительно горизонтальное положение в любом состоянии тормоза и предохраняют их от падения на путь в случае излома или утери валика.

Продольные тяги *5—6* соединены с верхними концами вертикальных рычагов *2,2* (фиг. 13). На каждую пару колес при двухстороннем торможении и на две пары при одностороннем торможении должно быть два вертикальных рычага.

Каждая пара вертикальных рычагов *2—2* в средней своей части соединена затяжками *3* и *3*, причем крайний вертикальный рычаг своим верхним концом соединяется концевой тягой *7* с точкой опоры или мертвой точкой на раме.

Как горизонтальные, так и вертикальные рычаги изготовляются двух видов: однощечные и двухщечные.

Однощечные рычаги делаются из одной полосы железа (фиг. 14) толщиною от 19 до 25,4 *мм*. В этом случае все тормозные тяги, соединяющиеся с рычагом, должны иметь вилкообразную головку, как показано на фиг. 15.



Фиг. 14. Однощечный тормозной рычаг.

Двухщечные рычаги делаются по той же форме, но из двух полос-железа, сложенных параллельно, как это показано на фиг. 12 и 13.

В этом случае тормозные тяги, соединяющие с рычагом, имеют обыкновенную плоскую головку, как показано на фиг. 16.

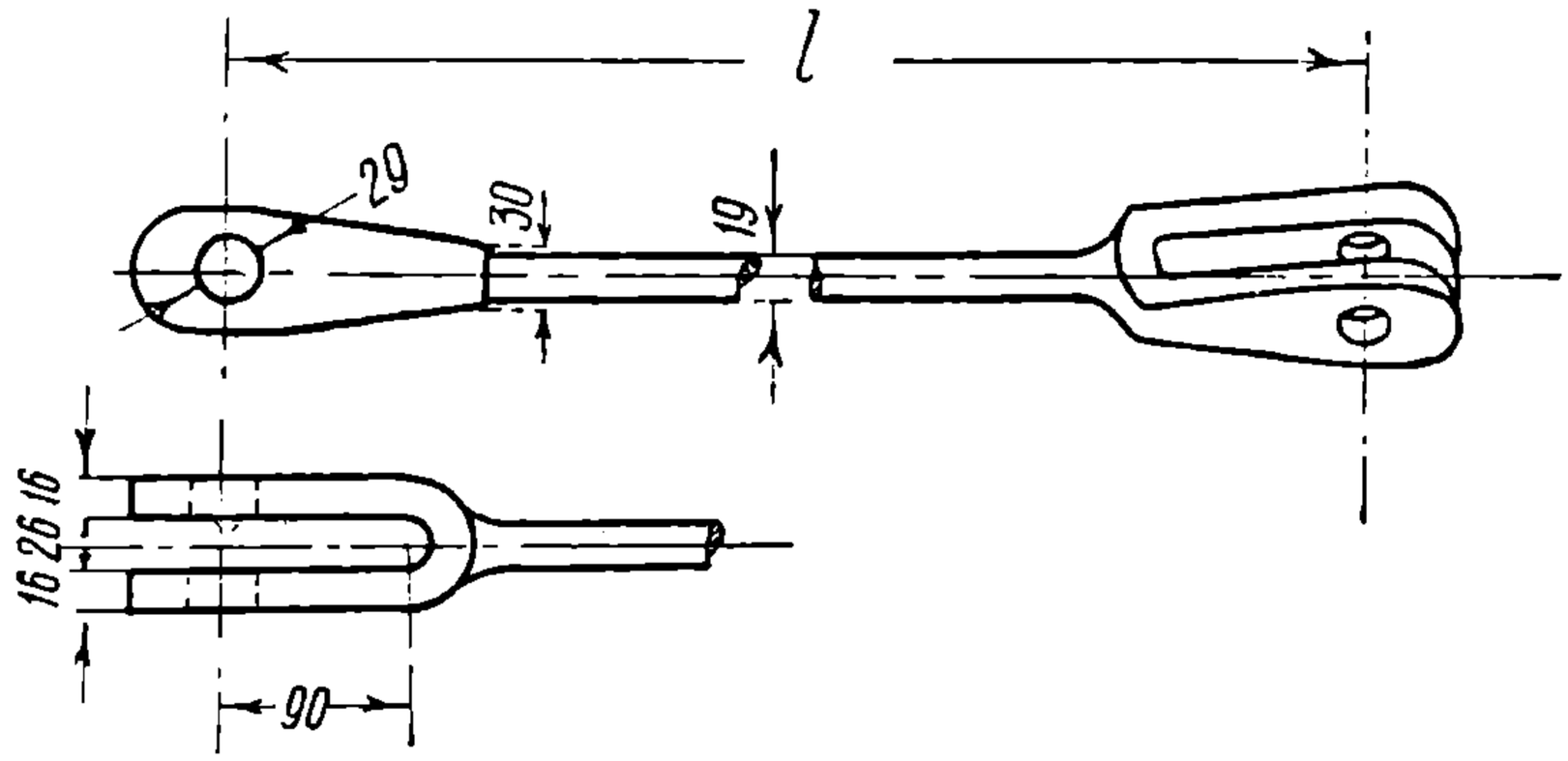
Вертикальные рычаги своим нижним концом соединяются с тормозными треугольниками *8* (фиг. 12), или так называемыми «триангелями».

Рычаги соединяются с тормозными тягами и триангелями с помощью стальных валиков с шайбами и шплинтами. Каждое соединение представляет подвижный шарнир рычажной передачи.

На фиг. 17 показан образец изготовления валиков. Размеры валиков по диаметру рабочей части делаются различными — от 22 до 40 *мм*.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

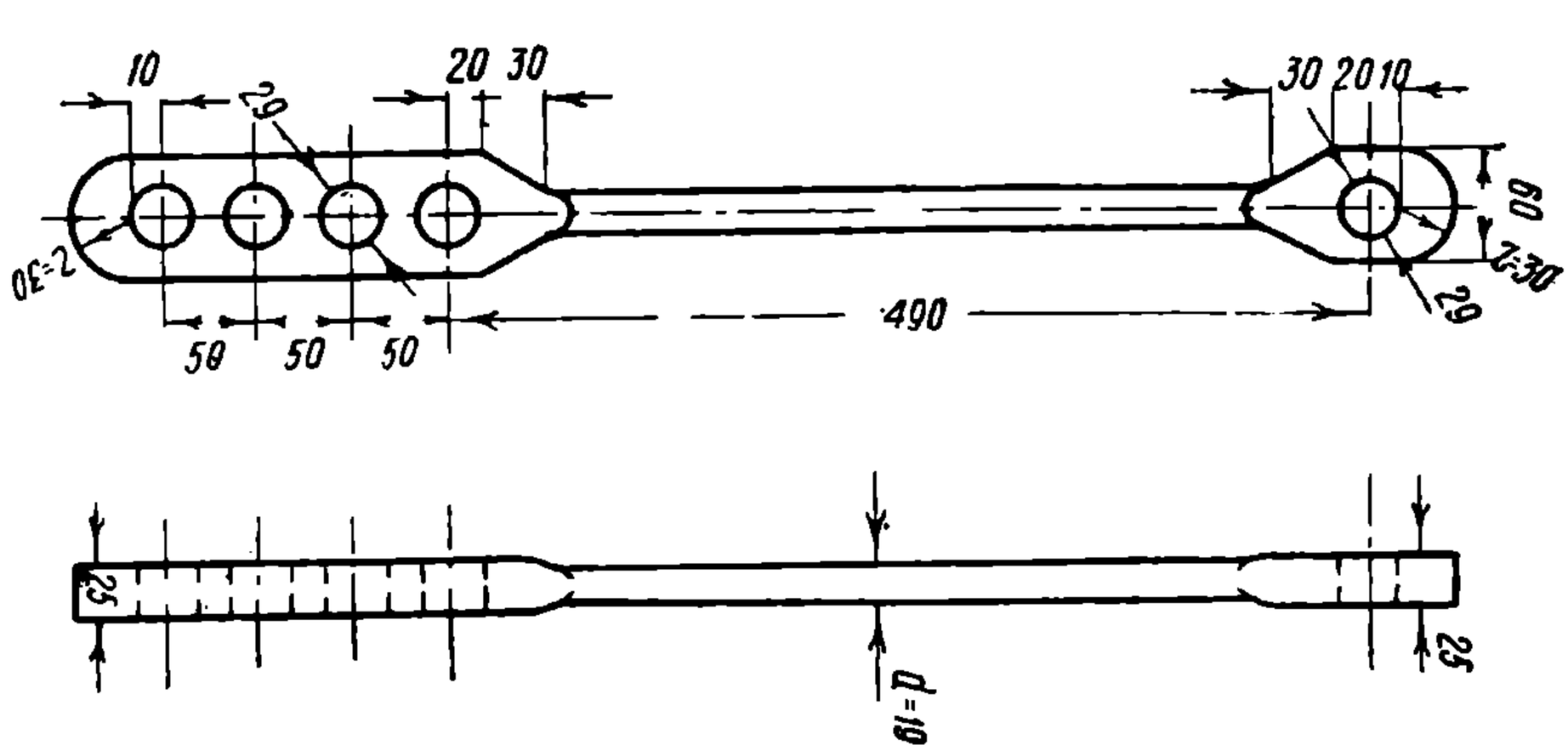
Триангель отдельно показан на фиг. 18; он представляет действительно треугольник, на вершине которого имеется головка с отверстием для валика, образующего шарнирное соединение триангеля с нижним кон-



Фиг. 15. Тормозная тяга с вилкообразными головками.

цом вертикального рычага *2*. Два другие угла имеют отростки или концы для посадки башмаков тормозных колодок *9* (фиг. 11 и 12).

На фиг. 18 показан триангель наиболее распространенный на вагонах товарного парка. Этот триагель устанавливается, начиная с 1929 г., на всех товарных вагонах.



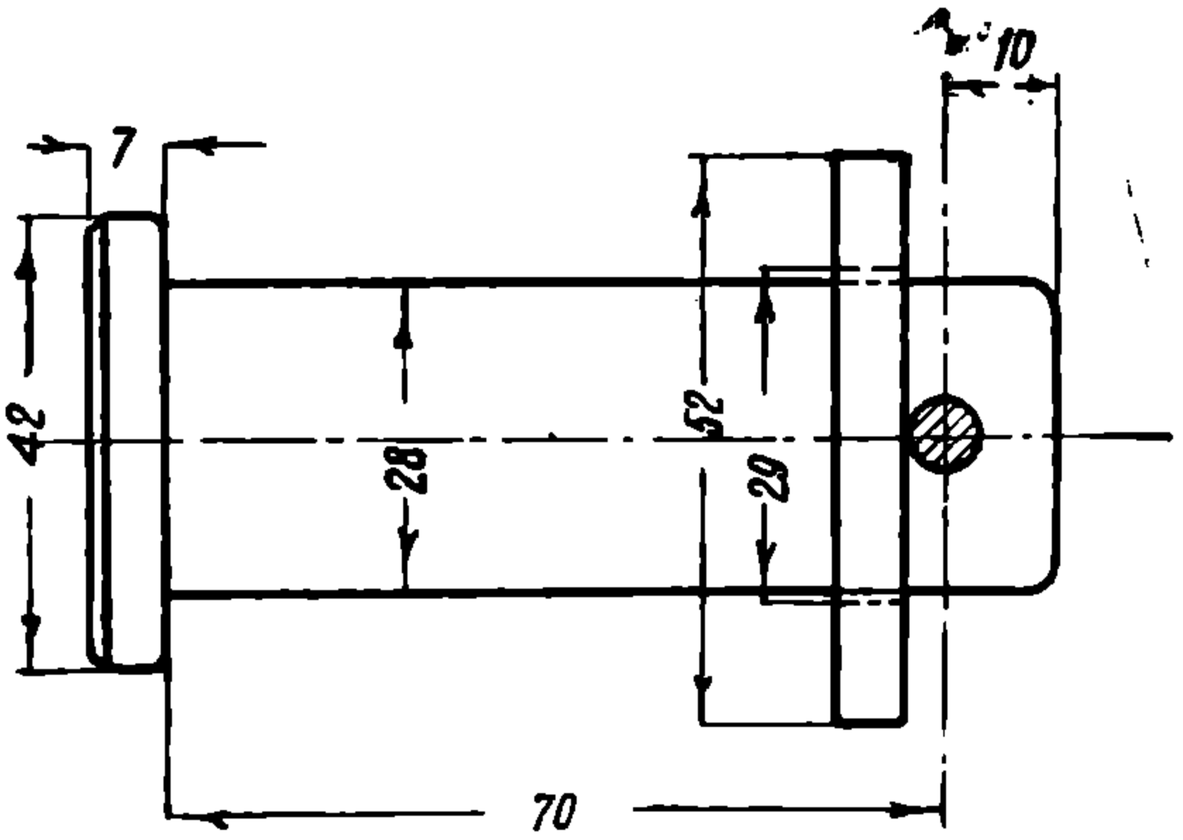
Фиг. 16. Тормозная тяга с плоскими головками.

На фиг. 19 показан башмак для тормозных колодок, который своим отверстием надевается на конец триангеля и подвешивается особыми подвесками *10* (фиг. 13) к раме вагона. К башмаку с помощью особой чеки *3* прикрепляется тормозная колодка.

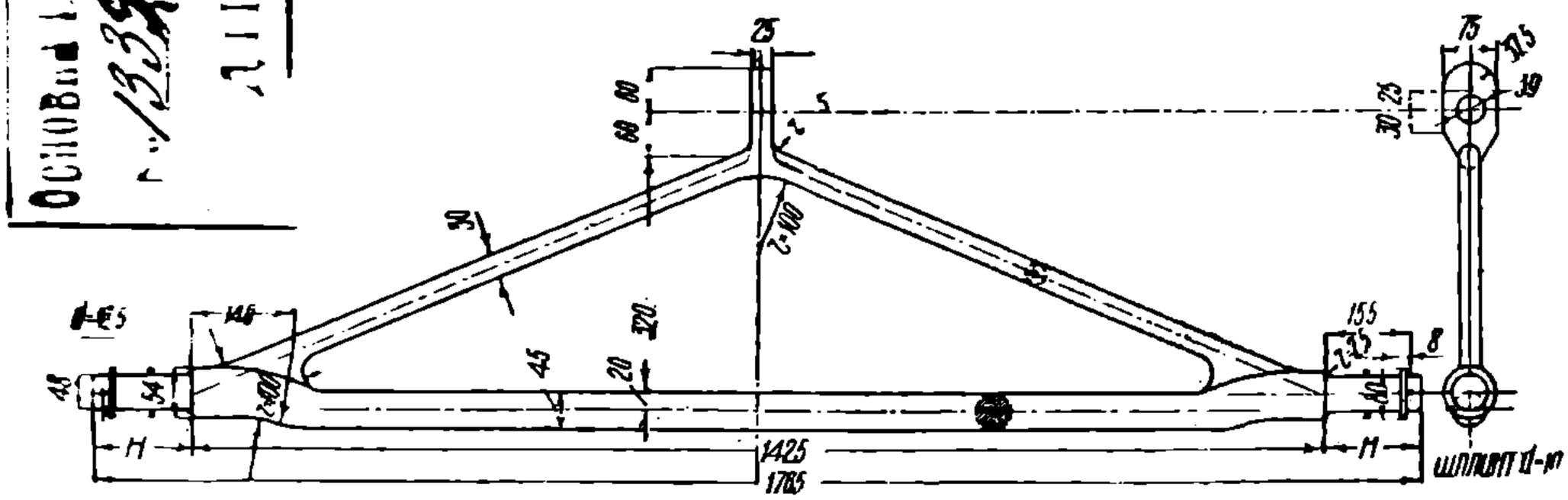
Указанный на фиг. 19 способ укрепления тормозной колодки с помощью чеки принят как стандартный и является простейшим способом. Раньше (и до сих пор еще на пассажирских вагонах) колодки укрепля-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

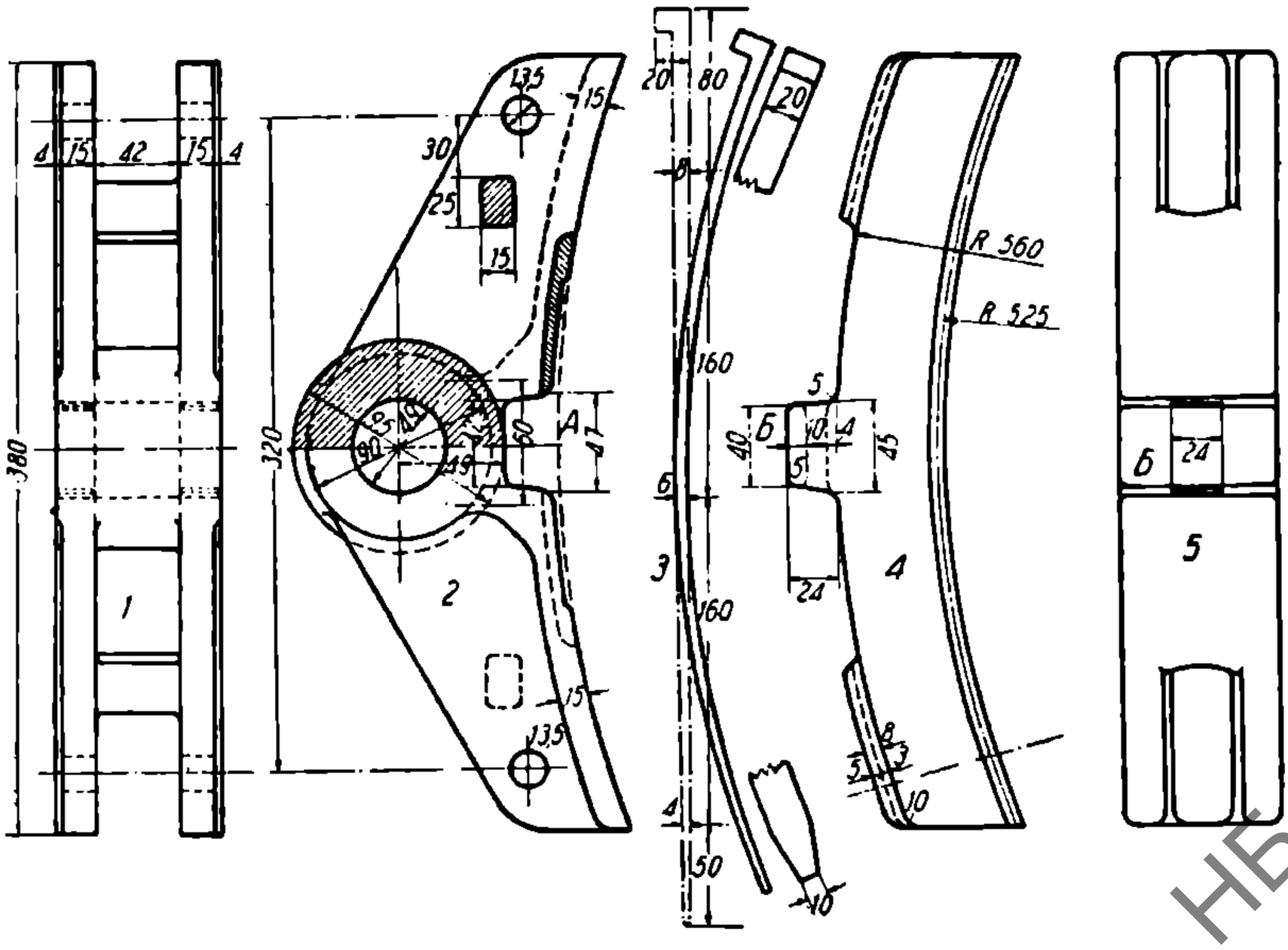
лись к башмаку с помощью двух болтов, но этот способ более сложный и менее прочный, так как при болтовом укрупнении гайки на болтах часто отвертываются, головки болтов стираются и самый болт теряется. Вследствие этого колодка теряет свое направление, вывертывается, а иногда и совсем выпадает из башмака. При таком способе укрепления этого не может быть.



Фиг. 17. Валик тормозной рычажной передачи.



Фиг. 18. Триангель.



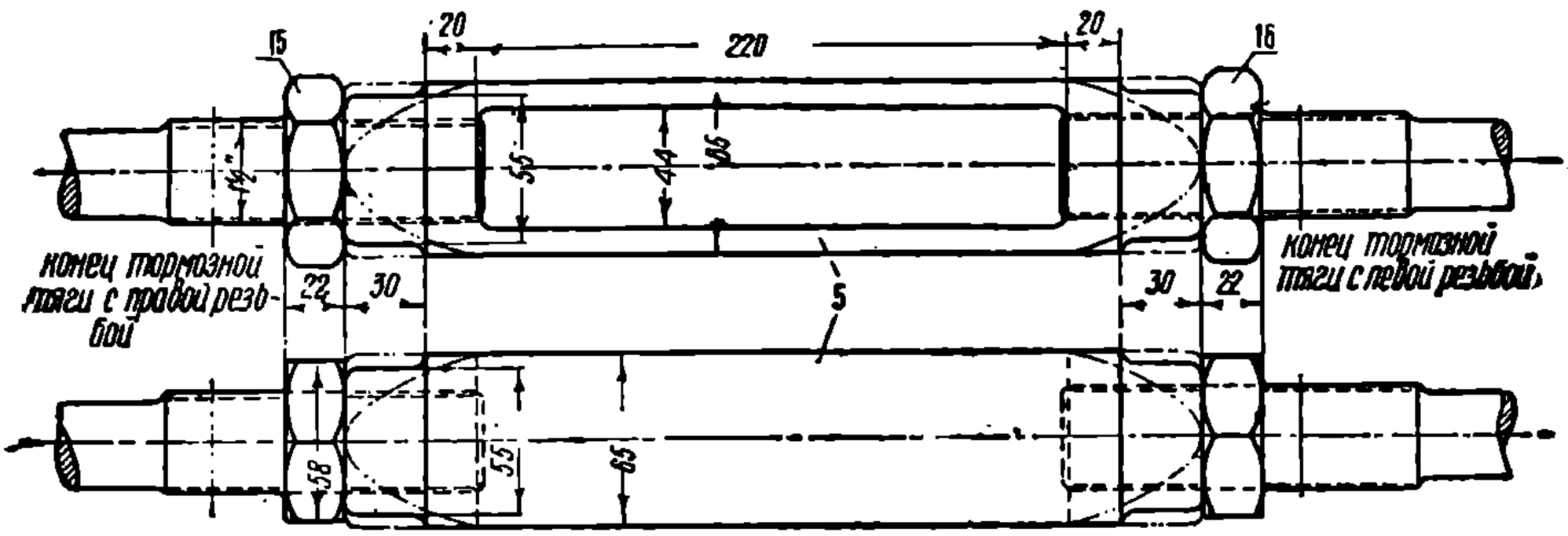
Фиг. 19. *1—2* башмак тормозных колодок, *3*—чека, *4—5* тормозная колодка.

НБ УДУНТ (ДНТ)

Для того чтобы триангель вместе с тормозными колодками не мог упасть на путь в случае излома или утери валика тормозных подвесок или обрыва самой подвески, сделаны предохранительные скобы или поддержки *18 (фиг. 13)*. Поддержки должны быть расположены так, чтобы в случае обрыва подвески или утери, валик не должен падать или опускаться ниже допущенного габаритом. Для этого расстояние от триангеля до поддержки вниз должно быть не более 25 *мм*.

3. Способы регулировки тормозной рычажной передачи

Во сколько раз увеличивается сила, приложенная на ручке тормозного винта или на поршне тормозного цилиндра в передаче к тормозным колодкам, во столько же раз уменьшается величина перемещения тормозных колодок в сравнении с величиной перемещения ручки винта или поршня в тормозном цилиндре. Например, если передаточное число от тормозного цилиндра до колодок 10, то при перемещении поршня в тормозном цилиндре на величину 100 *мм* тормозные колодки переместятся только на 10 *мм*, т. е. в 10 раз меньше.



Фиг. 20. Стяжная муфта для регулировки рычажных передач паровозного тормоза.

Толщина тормозных колодок делается от 60 до 80 *мм*. При торможении они быстро изнашиваются и, когда толщина колодки достигнет 15—20 *мм*, их заменяют новым. Таким образом износ колодки должен быть от 40 до 60 *мм*.

Если новые колодки поставить плотно к бандажам, то при передаточном числе 10 полный износ их на 40 *мм* вызовет увеличение хода поршня от 0 до 400 *мм*, тогда как предельная допускаемая величина хода поршня в тормозном цилиндре всего лишь 200 *мм*, следовательно, одного приема в увеличении хода поршня на полный износ колодок недостаточно,— приходится делать какую-либо перестановку или регулировку рычажных передач.

Кроме того новые тормозные колодки ставить плотно к бандажам нельзя, так как трение их вызовет добавочное сопротивление движению поезда, и паровоз не сможет вести полного состава. Поэтому колодки ставятся таким образом, чтобы расстояние между ними и бандажом было не менее 5 *мм* и ход поршня в тормозном цилиндре был не менее 100 *мм*, допуская некоторую величину на упругое смещение в рычажной передаче.

Таким образом предел увеличения хода поршня ограничен от 100

НТБ УДУЗТ (ДІІТ)

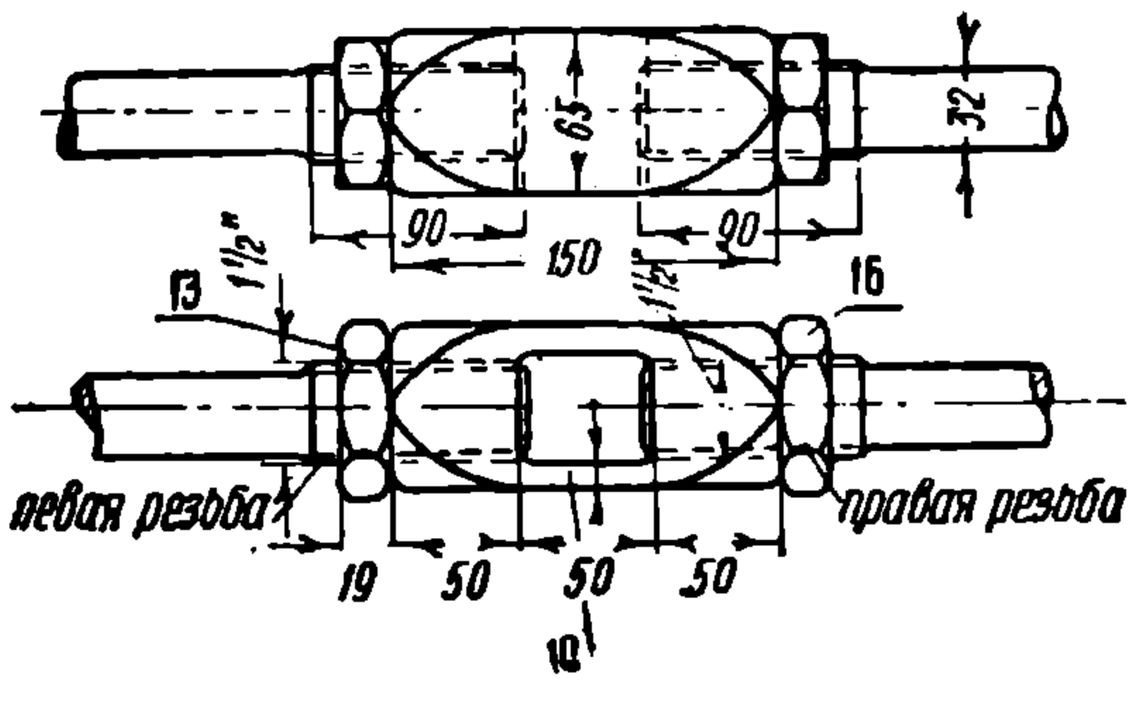
до 200 *мм* и этот предел наступает после того как получится износ тормозных колодок 10 *мм*. Следовательно, за полный износ тормозных колодок от 40 до 60 *мм* регулировку рычажных передач или подтягивание тормоза приходится делать от 4 до 6 раз.

На нашем подвижном составе имеются два способа подтягивания тормоза: 1) путем перестановки на соответствующие отверстия тормозных тяг. как показно на фиг. 12 и 13 и 2) стягивание передачи стяжными муфтами (фиг. 20 и 20а).

При первом способе каждая пара тормозных триангелей имеет одну из тормозных тяг с несколькими отверстиями в головке (3—5 отверстий), как показано на фиг. 13 и 16. В большинстве случаев такой тягой является концевая тяга (фиг. 13).

В этом случае подтягивание тормоза производится следующим образом. Валик концевой тяги выбивается из отверстий шарнира, затем тормозные колодки вручную непосредственным нажатием на триангель или, лучше, особым приспособлением прижимают плотно к бандажам. Тормозные тяги освобождаются, их за концевую тягу следует подтянуть к точке опоры или мертвой точке и вставить валик в то отверстие тяги, которое совпадет с отверстием в точке опоры.

При втором способе между каждой парой триангелей или между триангелем и вертикальным рычагом тормозная тяга состоит из двух частей, конец одной части нарезан правой резьбой, а другой части—левой резьбой. Оба конца соединены стяжной муфтой (фиг. 20 и 20а), имеющей правую и левую резьбу, и закреплены контргайками для того, чтобы муфта не могла произвольно развертываться.



Фиг. 20а. Стяжная муфта для регулировки рычажных передач тендерного тормоза.

В этом случае подтягивание тормоза производится значительно проще. Контргайка на обоих концах муфты развертывается. Муфта закручивается вправо, благодаря чему концы тормозной тяги ввертываются в нее и стягивают тормозные колодки.

Для того чтобы колодки не могли быть притянуты к бандажам слишком туто, и не могли тормозить вагон, пока не сработаются, следует при подтягивании тормоза подкручивать на 8 — 10 ниток винт ручной передачи, а после того как тормоз будет подтянут, винт распустить. Благодаря этому колодки, подтянутые к бандажам вплотную, отойдут на 3—5 *мм*.

Оба описанные способа регулировки рычажной передачи тормоза требуют постоянного наблюдения и регулярного подтягивания. Если вовремя не подтянуть тормоз под паровозом, тендером или вагоном, когда благодаря большому износу колодок ход поршня в тормозном цилиндре дошел до предела, то при дальнейшем износе тормозных колодок, помимо

НБ УДУЭТ (ДІТ)

того, что тормоз будет слабо тормозить, может быть выбита передняя крышка тормозного цилиндра. Поэтому не только весьма целесообразно, но и совершенно необходимо установить способ автоматической регулировки рычажных передач тормоза, т. е. такой способ, при котором по мере износа тормозных колодок, тормоз сам автоматически подтягивался бы, регулируя тормозные тяги так, чтобы тормозные колодки в отпущенном состоянии тормоза были всегда на одном расстоянии от бандажей.

Автоматическая регулировка рычажных передач широко применяется за границей. Есть очень хорошие способы, например германский, который можно видеть на приходящих к нам германских вагонах, шведский способ автоматической регулировки, о котором говорилось в наших технических журналах, и ряд других. Но все эти способы патентованы за границей и слишком дороги, поэтому наша пролетарская изобретательская мысль должна быть мобилизована на изыскание нового способа автоматической регулировки.

4. Основные правила сборки и ремонта рычажных передач

Рычажная передача тормоза в тормозные колодки по своему расположению является свешивающимися частями паровоза, тендера или вагона. Неисправность или повреждение некоторых частей рычажной передачи и подвешивания тормозных колодок в виде обрыва тормозных тяг, ослабления гаек, утери шплинта, шайбы, шарнирного валика и т. п. ведет к тому, что поврежденная или раз'единенная часть может упасть на путь, это вызовет повреждение пути и может послужить причиной схода с рельсов подвижного состава, а в худшем случае может быть причиной большой катастрофы, что довольно часто и наблюдается.

Поэтому сборку рычажных передач необходимо производить самым тщательным образом, руководствуясь следующими основными правилами.

1. Вся система передаточного механизма должна быть так подвешена, чтобы имелась полная возможность свободного движения перемещающихся частей тормоза в работе.

2. Шарнирные соединения тормозных тяг и рычагов должны быть плотны и в то же время легко перемещаться в установленных для них пределах.

3. Тормозные тяги и рычаги должны быть нормальных размеров, удовлетворяющих по прочности максимальному тормозному усилию в двухкратном размере.

4. Шарнирные валики должны быть соответствующих размеров по отверстиям и по длине. Слабина валика в отверстии головки тяги и рычагов допускается: при диаметре до 30 *мм* не более 1,5 *мм*, при диаметре сверх 30 *мм* — не более 2 *мм*.

5. Каждый валик, поставленный на место, должен иметь шайбу и шплинт соответствующих размеров. Разность диаметров валика и отверстия шайбы допускается не более 2 *мм*. По своей толщине шайба должна быть прижата шплинтом к головке тяги; слабина ее допускается не более 1,5 *мм*. Шплинт должен выходить из отверстия разведенным концом не менее 10 *мм*, и разводиться под углом 90° к своей оси. Замена валика болтом с гайкой или даже с двумя гайками не допускается.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

6. При постановке валиков в горизонтальные рычаги, когда сам валик ставится вертикально, головка его должна быть вверху, а шайба и шплинт—внизу. Это необходимо для того, чтобы в случае утери шплинта валик не мог выскочить из отверстия.

7. При постановке валиков в вертикальные рычаги и подвески, когда сам валик ставится в горизонтальном положении, то головка его должна быть с внутренней стороны, а шайба и шплинт с наружной стороны. Это необходимо для того, чтобы шайба и шплинт, как наиболее слабое место шарнирных соединений в передаче, всегда были на виду и при утере их можно было бы легко и своевременно обнаружить.

8. Тормозные тяги, рычаги и тормозные колодки должны быть так подвешены, чтобы нижние свешивающиеся концы их не выходили из пределов габарита, т. е. были не ниже 150 *мм* от головки рельсов.

9. Горизонтальные рычаги, триангели и продольные тормозные тяги должны быть защищены от падения на путь предохранительными скобами. При этом предохранительные скобы должны быть расположены так, чтобы в случае утери валика и раз'единения шарниров, отпавшие части тормоза оставались на предохранительной скобе и в пределах габарита, т. е. на высоте не менее 150 *мм* от головки рельсов. Поэтому все предохранительные скобы должны быть поставлены ниже поддерживаемой или предохранительной ими части не более как на 25 *мм*.

10. Все тормозные тяги и рычаги должны быть так расположены и подвешены, чтобы во время работы тормоза не было трения их о другие части паровоза, тендера или вагона и не должно быть тряски и стука во время движения. Трение вызывает дополнительное сопротивление перемещению передачи, понижает силу торможения и ведет к преждевременному износу. Тряска и стук тяг и рычагов о другие части вызывает излом тех и других.

11. Тормозные колодки должны быть прочно укреплены в башмаках. При болтовом укреплении каждый болт должен иметь отверстие со шплинтом сверх гайки или закреплен двумя гайками.

12. Стяжные муфты для регулировки передачи должны иметь с обоих концов контргайки и кроме того еще предохранительную скобу, чтобы в случае ослабления контргаек муфта все же не могла развернуться и раз'единить тормозные тяги.

5. Переход с ручного торможения в товарных поездах на автоматическое

Вопрос о переходе с ручного торможения в товарных поездах на автоматическое поднимался еще в дореволюционное время и в 1903 г. были даже попытки приступить к оборудованию товарных вагонов автоматическим тормозом Вестингауза, но капиталистическое правительство того времени не могло справиться с этой задачей, потому что большинство железных дорог принадлежало частным владельцам и акционерным обществам.

Оборудование товарного парка автоматическими тормозами требовало и требует больших затрат (капиталовложений), а частные владельцы-капиталисты не особенно охотно шли на это и эксплоатировали железные дороги и железнодорожников, стремясь лишь к тому, чтобы извлечь

НБ УДУНТ (ДІТ)

наибольшую выгоду и скорее нажить капитал, а дорогу хотя бы в разваленном виде сдать в казну за большой выкуп. Только с переходом власти в руки рабочего класса вопрос оборудования товарного парка автоматическими тормозами и перехода с ручного торможения в товарных поездах на автоматическое пододвинулся вплотную к его реальному осуществлению.

Тормоз Вестингауза в том виде, в каком он применяется у нас, по своим качеством непригоден для применения в товарных поездах. Это было вполне очевидно для рабочего-железнодорожника раньше и особенно стало ясно после Октябрьской революции, когда он стал хозяином положения, и появились первые контуры или очертания развития народного хозяйства страны, в том числе и развития транспорта.

Поэтому в первые же годы после Октябрьской революции появился ряд предложений от рабочих-изобретателей новых систем тормоза для товарных поездов. Первым из получивших практическое осуществление был тормоз Казанцева, затем Матросова и в настоящее время разрабатывается еще новый тормоз Шавгулидзе. Первые два тормоза (Казанцева и Матросова) и положили начало оборудованию товарного парка автоматическими тормозами.

Оборудование товарного парка автоматическими тормозами началось с 1927 г. и по первому пятилетнему плану к 1933 г. 44% товарных вагонов должно быть оборудовано автотормозами, остальные — пролетными трубами. Таким образом к концу первой пятилетки жел.-дорожный транспорт должен был перейти полностью на автоматическое торможение в товарных поездах, но некоторая отсталость транспорта в общем развитии народного хозяйства страны помешала осуществить полностью пятилетний план. Эта работа будет закончена в первые годы второй пятилетки.

Пятилетний план перехода с ручного торможения в товарных поездах на автоматическое предусматривает в первую очередь оборудование большегрузных четырехосных вагонов и затем во вторую очередь остальные двухосные вагоны. Такой порядок введения автотормозов в товарных поездах позволяет использовать тормоз каждого вагона в переходный период путем постановки его в голову поезда и применения смешанного торможения. При том незначительном проценте ручных тормозов, который предусмотрен существующими правилами, каждый лишний тормозной вагон с автоматическим тормозом, поставленный в голову поезда к паровозу, уже в значительной степени повышает безопасность следования и дает возможность повысить скорость.

Переход с ручного торможения в товарных поездах на автоматическое является одним из основных мероприятий по коренной реконструкции жел.-дорожного транспорта. При ручном торможении было бы совершенно невозможно осуществление ряда других мероприятий, как например введение мощных и сверхмощных паровозов, увеличение составов, повышение скорости движения и т. д.

Поэтому введение автоматического торможения в товарных поездах является крайней необходимостью в дальнейшем развитии жел.-дорожного транспорта при полной целесообразности по экономическим соображениям. Автоматическое торможение позволяет в значительной степени

НБ УДУНТ (ДІІТ)

повысить техническую скорость движения товарных поездов и этим увеличить пропускную способность железных дорог. Кроме того с введением автоматического торможения представляется возможным избежать применение тяжелого труда тормозильщиков, особенно в зимнее время, и этим снизить расходы по перевозкам.

По точным подсчетам расходов на оборудование автоматическими тормозами товарных вагонов и тех прибылей или экономического эффекта, который дает их применение, расходы по оборудованию погашаются выгодами их эксплоатации в течение первых десяти лет.

НБ
УДУНТ
(ДІІТ)

ГЛАВА III

АВТОМАТИЧЕСКИЕ ТОРМОЗА

Общая часть

1. Принцип устройства и действия автоматических тормозов

Одним из основных требований, пред'являемых к автоматическому тормозу, является такое, чтобы всякий автоматический тормоз любой системы мог работать совместно с автоматическими тормозами других систем, будучи помещен в одном поезде.

Это требование пред'явлено к автоматическим тормозам в международном масштабе, и таким образом все автоматические тормоза, которые могут быть предложены в дальнейшем для применения на жел.-дорожном транспорте, особенно в товарных поездах, должны быть также пригодны к совместной работе с тормозами других систем.

Все ныне существующие и применяемые на жел.-дорожном транспорте автоматические тормоза, как например: Вестингауза, Кунце-Кнорр, Божич, Казанцева и Матросова [1] удовлетворяют этому требованию. Если поместить в одном поезде вагоны, оборудованные тормозами различных, из числа перечисленных выше систем, то все тормоза будут действовать исправно, различно будет лишь качество их действия.

Совместное действие автоматических тормозов всех существующих в настоящее время систем достигается тем, что все они построены на одном общем принципе. Отличие одной системы от другой заключается в устройстве и конструкции отдельных приборов и главным образом основной части тормоза, так называемого распределителя.

Основной принцип действия автоматических тормозов существующих ныне систем заключается в следующем.

1. Должна быть сначала произведена зарядка тормоза сжатым воздухом, иначе говоря, после того как паровоз будет прицеплен к поезду, машинист должен зарядить тормоз, наполнив тормозную сеть воздухопроводов и тормозные приборы под паровозом и под вагонами состава сжатым воздухом давлением не менее 5 *ат* (нормальное рабочее давление). Только в этом случае тормоз может считаться действующим и будет готов в любой момент затормозить все включенные в действие вагоны.

2. Торможение происходит при всяком намеренном или случайном понижении давления в главном воздухопроводе. Когда машинист тормозит поезд, управляя тормозом с паровоза, то он намеренно понижает давление в главном воздухопроводе, выпуская воздух из него наружу через особый

---

[1] Тормоза Казанцева и Матросова по своим конструктивным и эксплоатационным свойствам значительно превосходят заграничные системы.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

кран. Когда кондуктору нужно затормозить поезд из вагона для того, чтобы остановить в случаях крайней необходимости, он также намеренно понижает давление в главном воздухопроводе, выпуская воздух из него через особый стоп-кран, имеющийся в каждом пассажирском вагоне. Когда произойдет обрыв поезда или сход с рельсов вагона с неизбежным повреждением главного воздухопровода, то получится случайное и внезапное понижение давления в нем и тормоза всех вагонов в поезде и на паровозе затормозятся сами автоматически.

3. Оттормаживание или отпуск тормоза производится повышением давления до нормального (5 *am*). В этом случае машинист вновь наполняет главный воздухопровод сжатым воздухом и все заторможенные тормоза отпускаются.

В соответствии с общим основным принципом действия все автоматические тормоза существующих систем имеют общие принципы устройства, заключающиеся в следующем:

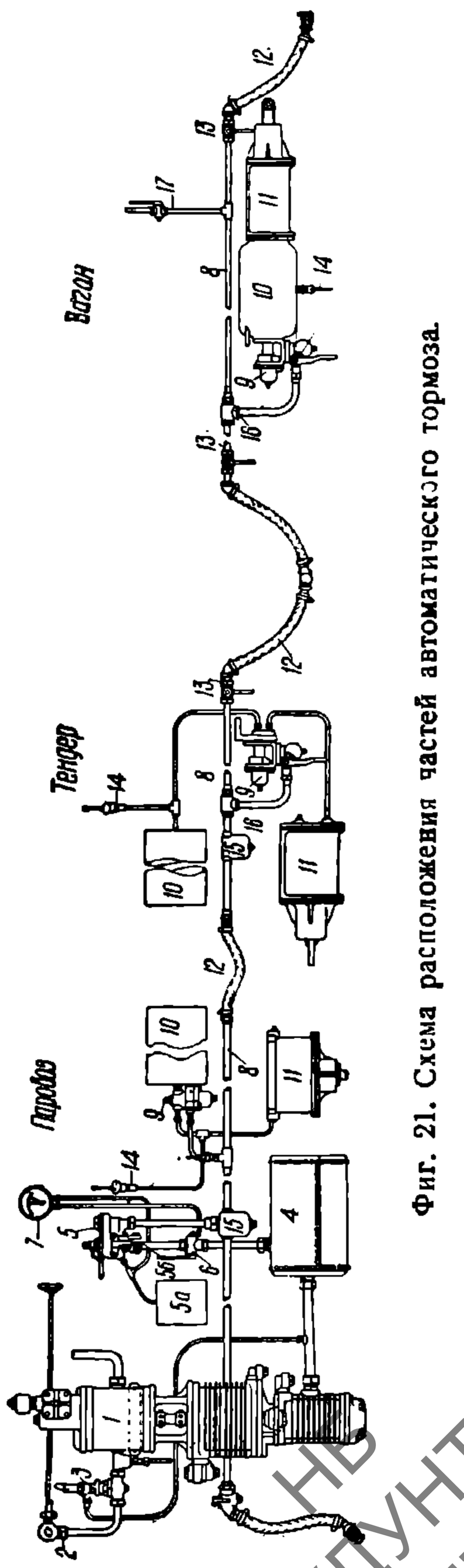
1) Все автоматические тормоза, действующие сжатым воздухом, имеют одинаковые по назначению, по названию, а в некоторых случаях и по конструкции приборы и части.

2) Все приборы и части, входящие в систему автоматических тормозов, кроме главного воздухопровода, делятся на три группы: а) приборы питания сжатым воздухом всей тормозной установки, б) приборы управления тормозом и 3) приборы рабочие, производящие нажатие тормозных колодок. Главный воздухопровод служит как для питания, так и для управления, поэтому его можно отнести к той и другой группе. Расположение и связь приборов между собою показаны на схеме фиг. 21.

К приборам и частям первой группы относятся:

1) Паро-воздушный насос, установленный на паровозе, приводится в действие паром из парового котла и накачивает воздух в главный резервуар и тормозную сеть паровоза и поезда.

2) Паровой вентиль, с помощью которого открывается или прекращается доступ пара из парового котла к паро-воздушному насосу, вентиль помещается на



Фиг. 21. Схема расположения частей автоматического тормоза.

НВ УДУНТ (ДІІТ)

котле в будке машиниста или на сухопарном колпаке, но с обязательным приводом в будку.

3) Регулятор хода паровоздушного насоса, автоматически регулируя приток пара из котла к насосу, управляет работой насоса, заставляет его накачивать в главный резервуар полное рабочее давление (не менее 6,5 *ат*) и поддерживать это давление постоянным. Регулятор хода насоса устанавливается на пароподводящей трубе возле самого насоса.

4) Главный воздушный резервуар, емкостью около 0,5 $м^3$, а на товарных паровозах последнего выпуска — два резервуара по 0,5 $м^3$, содержит в себе постоянный запас сжатого воздуха давлением не менее 6,5 *ат*.

К приборам и частям второй группы относятся:

5) Кран машиниста — помещается в будке паровоза с правой стороны; имеет два отростка — одним соединяется с главным резервуаром, другим — с главным воздухопроводом. Кран машиниста служит для управления тормозом как самого паровоза, так и всего поезда, т. е. торможения, поддерживания состава в заторможенном состоянии, отпуска тормоза и поддерживания тормоза в спокойном или отпущенном состоянии с разностью давления воздуха между главным резрвуаром и главным воздухопроводом не менее как на 1,5 *ат*. При кране машиниста системы Вестингауза имеется дополнительный резервуар 5*а*; при кране машиниста системы Казанцева дополнительного резервуара не требуется.

6) Кран двойной тяги устанавливается возле крана машиниста на воздухопроводной трубе от главного резервуара, служит для того, чтобы разобщать главный резервуар и паровоздушный насос от главного воздухопровода, что требуется делать на одном из паровозов при следовании двойной тягой. Этим исключается возможность управлять тормозом одновременно с обоих паровозов.

7) Комбинированный манометр с двумя стрелками: одна из них — красная — показывает давление воздуха в главном резервуаре, другая — черная — показывает давление в главном воздухопроводе.

При тормозах Казанцева и Матросова, а также при оборудовании паровоза дополнительным прямодействующим тормозом устанавливается второй (простой) манометр, показывающий давление в тормозном цилиндре.

8) Главный воздухопровод берет свое начало от крана машиниста, идет под паровозом и тендером, а также под каждым включенным в тормозную сеть вагоном. Главный воздухопровод состоит из железной трубы, а между паровозом и тендером, между тендером и вагоном и между вагонами соединяется гибкими резиновыми рукавами и таким образом идет вдоль всего поезда.

К приборам третьей группы относятся:

9) Распределители или тройные клапаны (по Вестингаузу) — установлены под паровозом, тендером и каждым тормозным вагоном. Распределитель имеет три присоединения,— соединяется: 1) с главным воздухопроводом, 2) с запасным резервуаром и 3) тормозным цилиндром; в зависимости от состояния тормоза, автоматически действуя, направляет или распределяет сжатый воздух: а) из главного воздухопровода в запасный резервуар при зарядке, отпуске и в спокойном состоянии заряженного

НБ УДУЭТ (ДИТ)

тормоза, б) из запасного резервуара в тормозной цилиндр при торможении и в) из тормозного цилиндра в атмосферу при отпуске.

10) Запасный резервуар устанавливается там, где имеется распределитель и тормозной цилиндр, т. е. под паровозом, тендером и каждым тормозным вагоном. Он содержит в себе запас сжатого воздуха для торможения. Об'ем запасного резервуара делается приблизительно в пять раз больше об'ема тормозного цилиндра при средней величине хода поршня

При тормозах Казанцева с распределителем сер. К, и при тормозах Матросова, помимо запасного резервуара, имеется еще дополнительный резервуар, назначение которого—дополнить или увеличивать об'ем камеры постоянного давления в тормозах Казанцева и регулирующей, или рабочей камеры в тормозах Матросова.

11) Тормозной цилиндр устанавливается под каждой тормозной единицей подвижного состава, также как распределитель и запасный резервуар. При торможении сжатый воздух поступает из запасного резервуара в тормозной цилиндр, давит на его поршень и, перемещая поршень в цилиндре, прижимает тормозные колодки к бандажам.

Распределитель, запасный резервуар и тормозной цилиндр вместе представляют тормозной аппарат и на старых вагонах иногда устанавливались соединенными в одно целое.

Кроме перечисленных основных частей тормоза каждой системы, имеются еще мелкие части, составляющие арматуру тормоза, как например: 12) соединительные рукава, 13) концевые краны, 14) отпускные клапаны, 15) конденсаторы, 16) пылеловки, 17) кондукторские стоп-краны, и т. д. Назначение этих частей будет указано в описании главного воздухопровода.

2. Действие автоматических тормозов

а) Зарядка тормоза

При любой системе тормоза, будь то Вестингауза, Казанцева, или Матросова, сначала должна быть произведена зарядка его, т. е. наполнение сжатым воздухом тормозной сети и всех перечисленных выше приборов, кроме тормозных цилиндров.

Приведенный в действие паровоздушный насос накачивает воздух в главный резервуар до давления 6,5 *ат,* из главного резервуара сжатый воздух идет по трубе через кран машиниста в главный воздухопровод. Краном машиниста, как это сделано у тормоза Казанцева, или особым прибором при нем — золотниковым питательным клапаном, как это сделано у тормоза Вестингауза, давление в главном воздухопроводе устанавливается ровно 5 *ат,* т. е. на 1,5 *ат* ниже, чем в главном резервуаре.

Из главного воздухопровода сжатый воздух через пылеловки и отводы поступает в распределители и дальше через соответствующие каналы в них, запасные резервуары, где давление устанавливается то же 5 *ат.* После этого можно считать, что тормоз заряжен полностью и готов к действию.

б) Торможение

Торможение также при любой системе тормозов производится понижением давления в главном воздухопроводе. В нормальных условиях

НБ УДУНТ (ДІІТ)

это делается машинистом путем перемещения ручки крана в тормозное положение, при котором сжатый воздух из главного воздухопровода выпускается в атмосферу. Понижением давления в главном воздухопроводе вызывается автоматическое действие всех включенных в тормозную сеть распределителей, которые сообщают запасные резервуары с тормозными цилиндрами, сжатый воздух из запасных резервуаров поступает в тормозные цилиндры, перемещает их поршни и через посредство рычажной передачи прижимает тормозные колодки к бандажам.

При автоматическом тормозе сила нажатия тормозных колодок, или степени тормозных усилий, определяется величиной давления в тормозных цилиндрах, а величина давления в тормозных цилиндрах зависит от степени понижения давления в главном воздухопроводе. Таким образом машинист, управляя тормозом с паровоза и регулируя степень понижения давления в главном воздухопроводе, достигает желаемой силы торможения всего поезда.

Постепенное повышение тормозной силы путем снижения давления в главном воздухопроводе ступенями называется ступенчатым торможением. Это свойство ступенчатого торможения или регулирование степени торможения в сторону повышения тормозной силы имеется у всех автоматических тормозов, в том числе и у тормоза Вестингауза.

Торможение может быть произведено не только машинистом с паровоза, но и из любого пассажирского вагона или с тормозной площадки товарного вагона, где имеется стоп-кран. Кроме того при всяком случайном понижении давления в главном воздухопроводе, как например от повреждений его при разрыве поезда, при сходе вагона с рельсов и т. п., произойдет обязательное торможение всего поезда независимо от воли машиниста.

в) Оттормаживание

Оттормаживание или отпуск тормозов производится повышением давления в главном воздухопроводе в пределах до нормального рабочего. Это делается с помощью только крана машиниста, которым главный воздухопровод соединяется с главным резервуаром. В главном резервуаре имеется постоянный запас сжатого воздуха давлением 6,5 *ат* или не менее чем на 1,5 *ат* выше нормального давления в главном воздухопроводе. Сжатый воздух из главного резервуара через кран машиниста переходит в главный воздухопровод и быстро повышает давление в нем за счет запасов.

Повышение давления в главном воздухопроводе вызывает обратное действие распределителей и они автоматически сообщают тормозной цилиндр с атмосферой, а запасный резервуар — с главным воздухопроводом. Воздух из тормозных цилиндров начинает выходить в атмосферу, поршни их под действием возвращающих пружин отодвигаются в первоначальное положение и отводят тормозные колодки от колес. Одновременно с выходом воздуха из тормозных цилиндров происходит пополнение запасных резервуаров из главного воздухопровода.

3. Главный воздушный резервуар

Паровоздушный насос, являющийся производителем сжатого воздуха на паровозе, нагнетает (накачивает) воздух в главный воздушный резервуар, помещенный также на паровозе.

НБ УДУЕТ (ДІІТ)

Главный воздушный резервуар имеет цилиндрическую форму с двумя сферическими (полукруглыми) днищами; изготовляется из листового железа. Прежде главные резервуары делались клепаными, т. е. кромки их листов скреплялись на заклепках. В настоящее время при наличии широкого применения электросварки главные резервуары делаются исключительно сварными. Такой способ изготовления в значительной степени упрощает производство, уменьшает стоимость и не уступает в прочности прежнему.

Главный резервуар является аккумулятором сжатого воздуха на паровозе, он содержит в себе постоянный запас его, необходимый для исправного действия тормозов.

При торможении машинист понижает давление в главном воздухопроводе, выпуская сжатый воздух из главного воздухопровода через кран машиниста наружу (в атмосферу). Таким образом при каждом торможении расходуется некоторое,— и довольно значительное,— количество воздуха из главного воздухопровода.

Кроме того при каждом торможении довольно значительное количество сжатого воздуха перепускается также из запасных резервуаров в тормозные цилиндры. При отпуске этот воздух из тормозных цилиндров выпускается тоже наружу (в атмосферу). Таким образом при каждом торможении производится расход сжатого воздуха из двух источников: из главного воздухопровода и из всех запасных резервуаров поезда.

При оттормаживании машинист быстро повышает давление в главном воздухопроводе до нормального рабочего (до 5 *ат*), т. е. пополняет тот расход воздуха, который был им произведен при торможении. Одновременно с пополнением главного воздухопровода идет пополнение всех запасных резервуаров. Главный воздухопровод и запасные резервуары при отпуске поглощают настолько значительное количество сжатого воздуха, что паровоздушный насос пополнить их так быстро, как это требуется для отпуска тормоза без главного резервуара, не мог бы. Поэтому именно и установлен на паровозе главный резервуар соответствующих размеров.

При полном торможении автоматическим тормозом машинист понижает давление в главном воздухопроводе на 1,5 *ат* (с 5 до 3,5 *ат*). Для быстрого и равномерного отпуска он должен иметь запас воздуха 1,5 *ат*, по об'ему равный об'ему главного воздухопровода и запасных резервуаров всего поезда. Поэтому об'ем главного резервуара на наших современных паровозах обычно делается 0,5 $м^3$ или 500 литров, что приблизительно соответствует об'ему главного воздухопровода и запасных резервуаров 15 тормозных пассажирских вагонов или нормального состава пассажирского поезда. Давление в главном резервуаре устанавливается не менее 6,5 *ат*, т. е. на 1,5 *ат* больше, чем в главном воздухопроводе. Этим и обеспечивается машинисту запас сжатого воздуха для равномерного, быстрого и плавного отпуска всех тормозов в поезде.

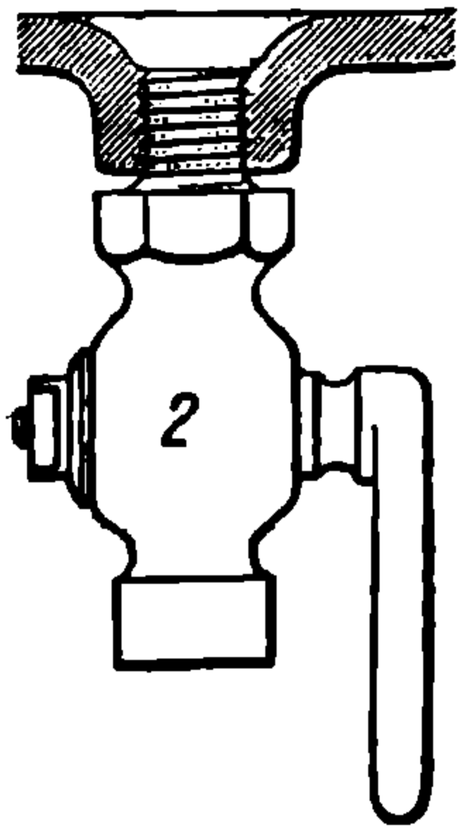
Для товарных поездов с большим количеством тормозных вагонов и при значительно большой длине состава и главного воздухопровода запас сжатого воздуха требуется соответственно больше. Поэтому с введением автоматических тормозов в товарных поездах, примерно с 1928 г., на всех товарных паровозах при постройке их и ременте на заводах стали устанавливать два главных резервуара по 0,5 $м^3$ каждый, всего 1 $м^3$, или

НТБ УДУЧТ (ДІІТ)

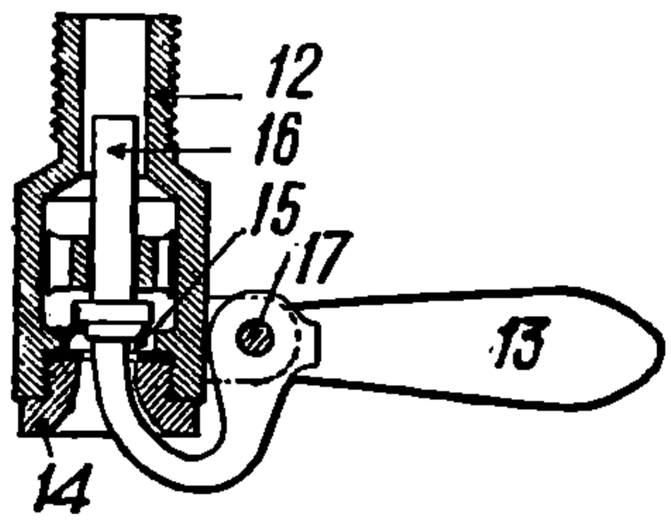
000 литров. Давление в них устанавливается в зависимости от длины оезда от 6,5 до 8 *ат*.

Паровоздушный насос всасывает наружный воздух, особенно сырую погоду, густо насыщенный влагой, и этот воздух нагнетается главный резервуар. В главном резервуаре влага выделяется и садится на но, постепенно заполняя и уменьшая об'ем резервуара, что ведет к ухудлению работы тормоза. Поэтому в нижней части главного резервуара станавливается спускной кран (фиг. 22), который необходимо открывать ля спуска воды после каждой поездки при постановке паровоза в депо.

Для облегчения работы паровозной бригады на нижней части глав-



Фиг. 22 Спускной кран гл вного резервуара.



Фиг. 23. Автоматический спускной клапан главного резервуара.

ого резервуара в некоторых случаях устанавливается спускной автомаический клапан (фиг. 23), который при понижении давления в главном езервуаре ниже 1 *ат* открывается сам и выпускает воду. Устройство втоматического клапана заключается в следующем: рычаг *13*, укрепленый на шарнире *17*, своим коротким плечом подпирает снизу клапан *16* и свободном состоянии держит клапан в приподнятом положении. Когда главном резервуаре образуется давление, то действуя на верхнюю плоцадь клапана *16*, это давление прижимает клапан к своему гнезду и акрывает выход воздуха. При понижении давления клапан вновь открыается.

4. Главный воздухопровод и арматура

При любой системе воздушного автоматического тормоза под паровозом и под каждым вагоном имеется труба внутренним диаметром в свету) 25,4 *мм* (1 дюйм). От этой трубы идут отводы к тормозным триборам. Между паровозом и тендером, а по прицепке паровоза к поезу—между тендером и паровозом, а также между всеми вагонами в составе поезда тормозная труба соединяется гибкими резиновыми трубками, образуя одну сквозную трубу вдоль всего поезда. Эта труба называется главным воздухопроводом автоматического тормоза. В некоторых случаях главный воздухопровод называется магистралью или поездной трубой; то

НБ УДУНТ (ДІІТ)

и другое название правильно, поэтому в дальнейшем описании тормоза в настоящей книге применяются оба названия.

Назначение главного воздухопровода заключается в следующем.

1. Он служит для питания сжатым воздухом тормозной сети и приборов всего поезда в спокойном состоянии тормоза.

2. Он является проводом, по которому машинист, будучи на паровозе, отдает приказания тормозным приборам, расположенным под вагонами всего поезда, тормозить, оттормаживать или поддерживать в заторможенном состоянии весь состав. Иными словами, с помощью главного воздухопровода машинист с паровоза управляет тормозами всего поезда, заставляя их тормозить, оттормаживать или поддерживать в заторможенном состоянии.

3. Главный воздухопровод сигнализирует о повреждении тормоза, вагонов, о сходе с рельсов, о разрыве состава и т. п. Так как сцепление его рукавов устроено таким образом, что при повреждении вагона с опасностью для его дальнейшего движения, например, при изломе оси или при сходе с рельсов самого вагона, а так же и при разрыве состава, рукава, обязательно раз'единяются и происходит выпуск воздуха из главного воздухопровода и обязательное торможение всего поезда.

Из этого видно, что главный воздухопровод выполняет ответственнейшую задачу в работе автоматического тормоза. Кроме того значение главного воздухопровода в самом процессе действия тормоза весьма существенно и важно. От того, насколько правильно уложен под вагонами главный воздухопровод и от качества сборки его, в значительной степени зависит качество работы тормоза. Поэтому изучить главный воздухопровод со всей его арматурой является совершенно необходимым.

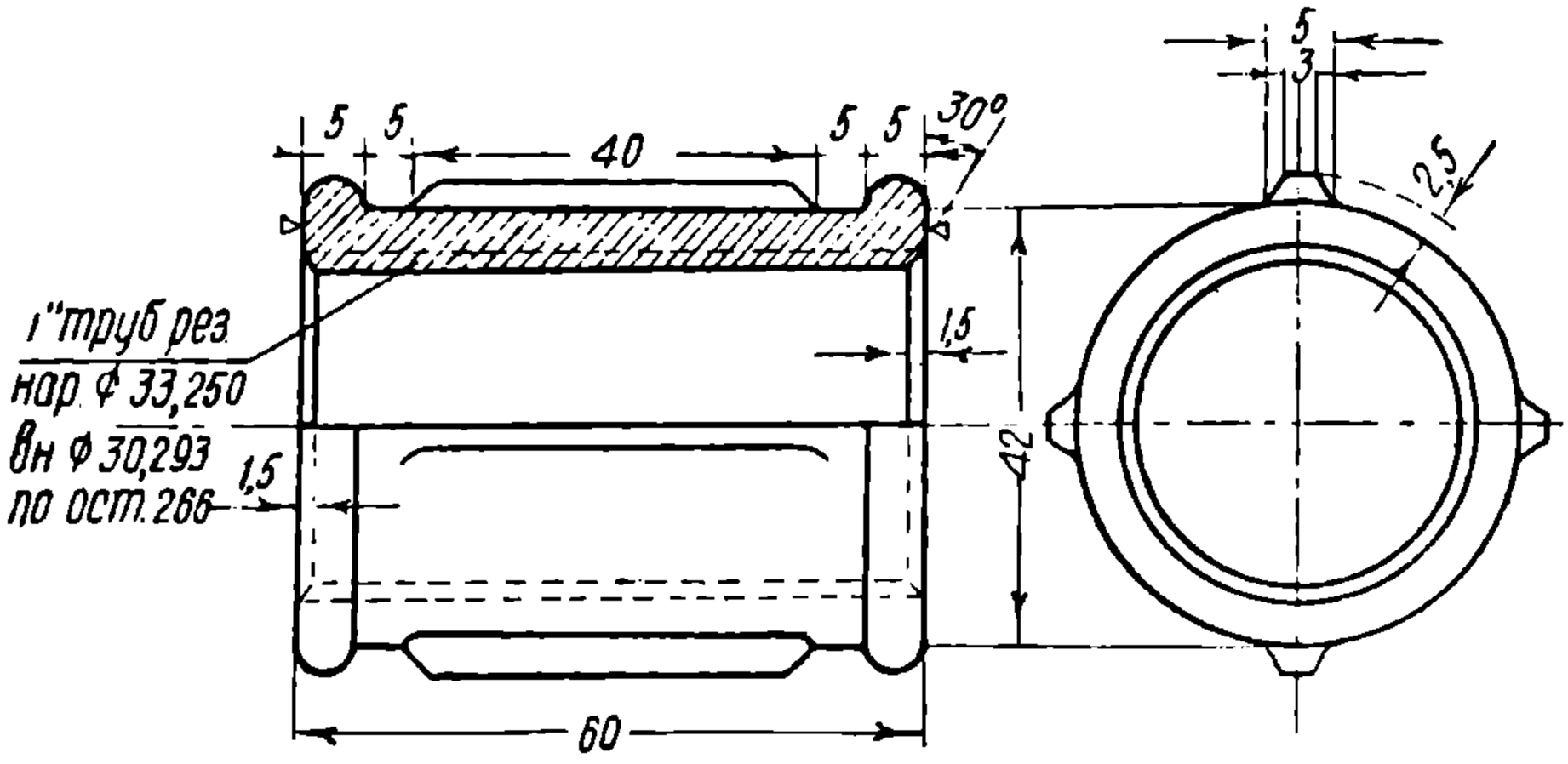
Главный воздухопровод берет свое начало от крана машиниста на паровозе, идет в оба конца к переднему буферному брусу паровоза и к заднему брусу тендера. При укладке главного воздухопровода на паровозе и тендере необходимо иметь в виду, что размещать трубы следует таким образом, чтобы они были легко доступны для осмотра, ремонта, а в зимнее время для отогревания, так как при сильных морозах происходит замерзание скопившейся в трубах воды, что ведет к прекращению действия тормоза, поэтому трубы главного воздухопровода на паровозе и тендере должны укладываться на открытом месте по площадке паровоза или по боковому швеллеру тендера.

Главный воздухопровод составляется из дюймовых газовых труб, которые изготовляются на трубопрокатных заводах. Длина каждой отдельной трубы в заводском изготовлении около 5 *м*. Поэтому под паровозом и под каждым вагоном, длина которых значительно больше 5 *м*, главный воздухопровод приходится составлять из двух или нескольких труб. В качестве соединительных частей между отдельными трубами при сборке главного воздухопровода употребляются муфты с контргайками (фиг. 24, 25, 26 и 27) или американские соединения (фиг. 28).

В тех местах под паровозом или вагоном, где укладка главного воздухопровода легко доступна, трубы соединяются муфтой на прямую (фиг. 27). В этом случае на обоих соединяемых концах нарезается резьба в длину 42 — 45 *мм*. Сначала навертываются на оба конца контргайки, затем на один из концов навертывается муфта и в муфту ввертывается

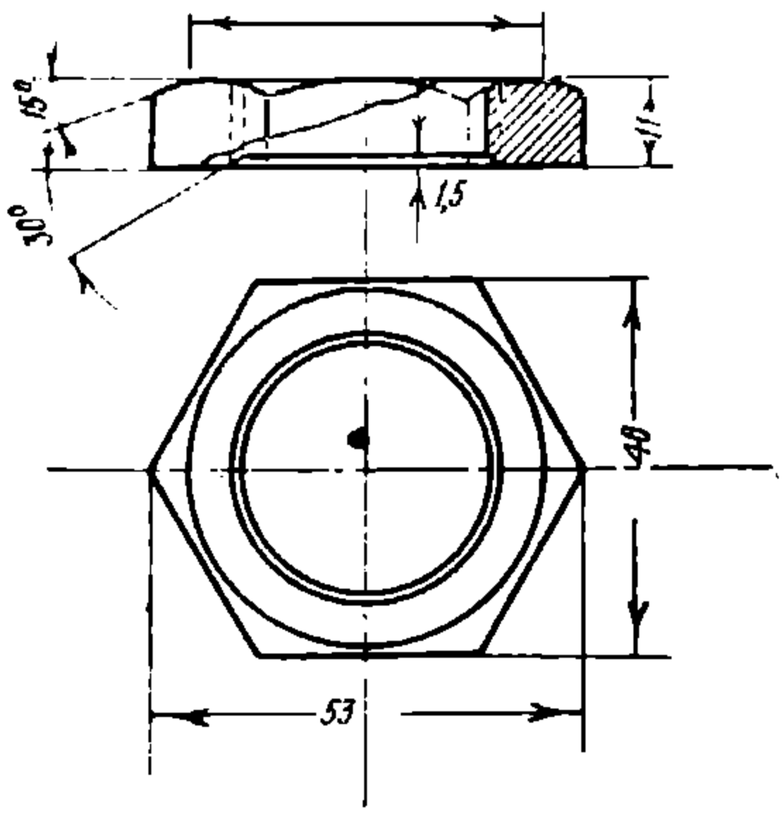
НБ УДУНТ (ДІІТ)

второй конец, после чего под контргайками делается легкая подмотка пеньки с суриком или белилами, и обе контргайки крепко подвертываются к муфте, как показано на фиг. 27. Для уплотнения подмоткой с суриком или белилами в контргайке и муфте делается небольшая фаска (легкий подрез на конце резьбы), как показано на фиг. 24 и 25.

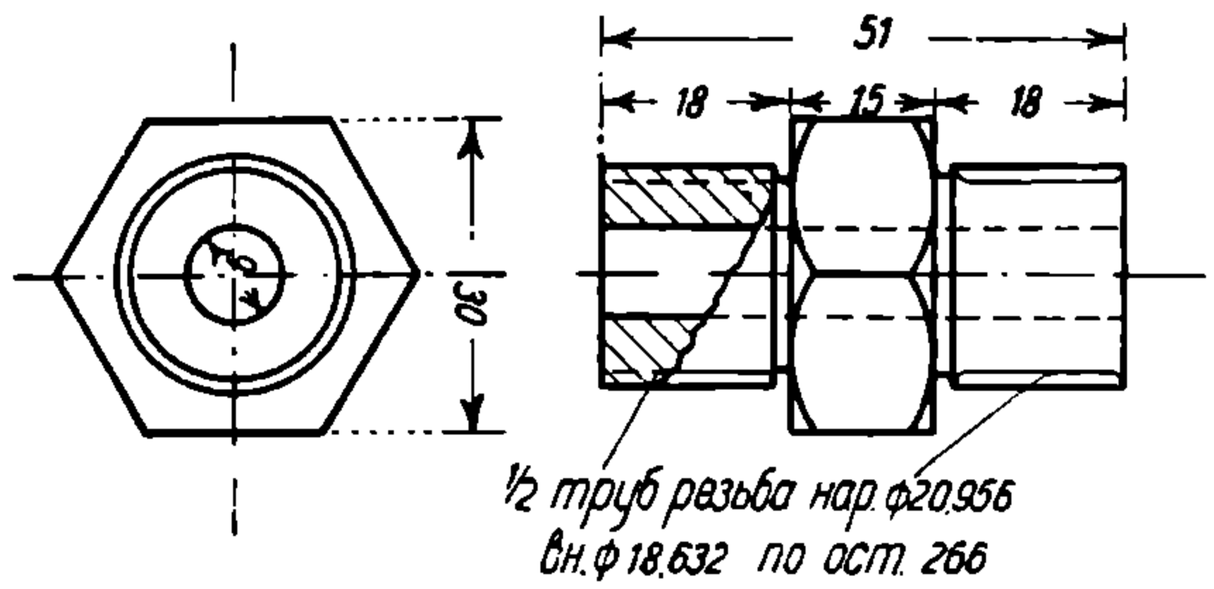


Фиг. 24. Соединительная муфта главного воздухопровода.

В тех местах, где по месту расположения главного воздухопровода и по его изгибам ввертывать в муфту второй конец трубы не представляется возможным, соединение делается на сгон (фиг. 26) или по-американски (фиг. 28).



Фиг. 25. Контргайка.

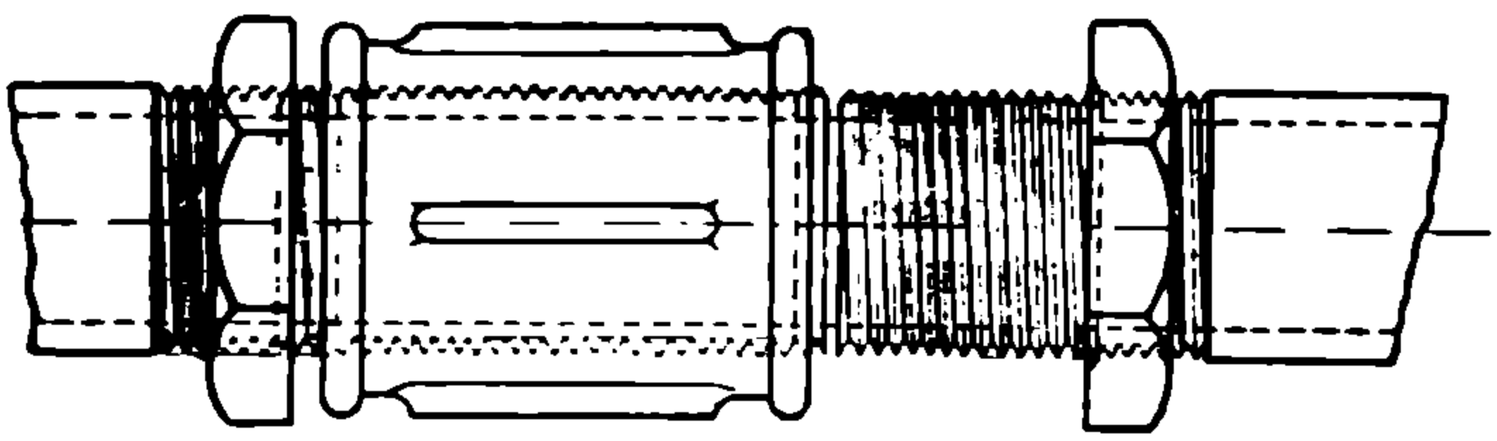


Фиг. 25а. Штуцер ½".

При соединении на сгон один из соединяемых концов нарезается по длине, равной длине всей муфты 60 *мм* и контргайки 11 *мм*, всего на 71 — 75 *мм*. Второй конец нарезается нормально на длину 42 — 45 *мм*. Сначала навертываются на оба конца контргайки, затем на конец с длинной нарезкой навертывается муфта полностью на всю резьбу, как показано на фиг. 26. После этого оба конца соединяются, муфта с одного кон-

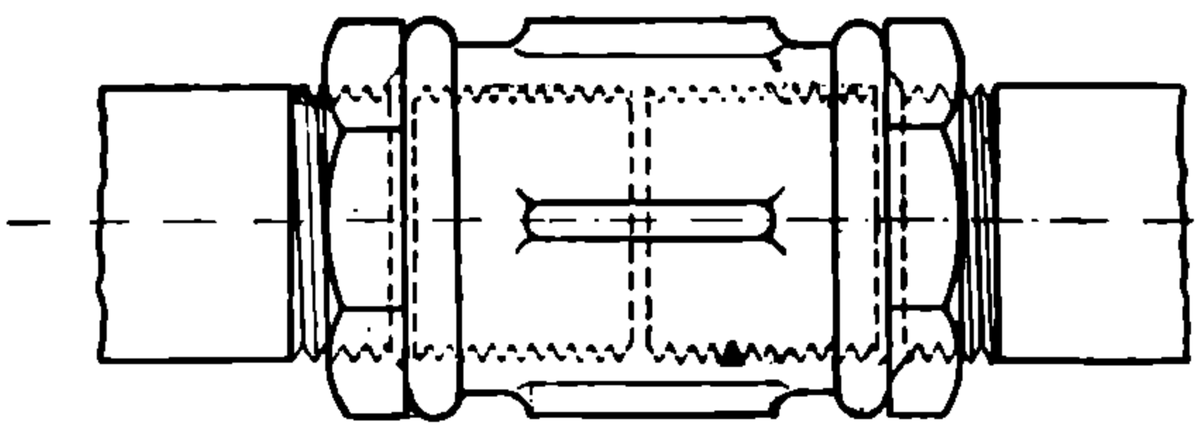
НВ УДУНТ (ДІІТ)

ца сгоняется на другой до половины своей длины и с обоих концов закрепляется контргайками с подмоткой пенькой с белилами или суриком.



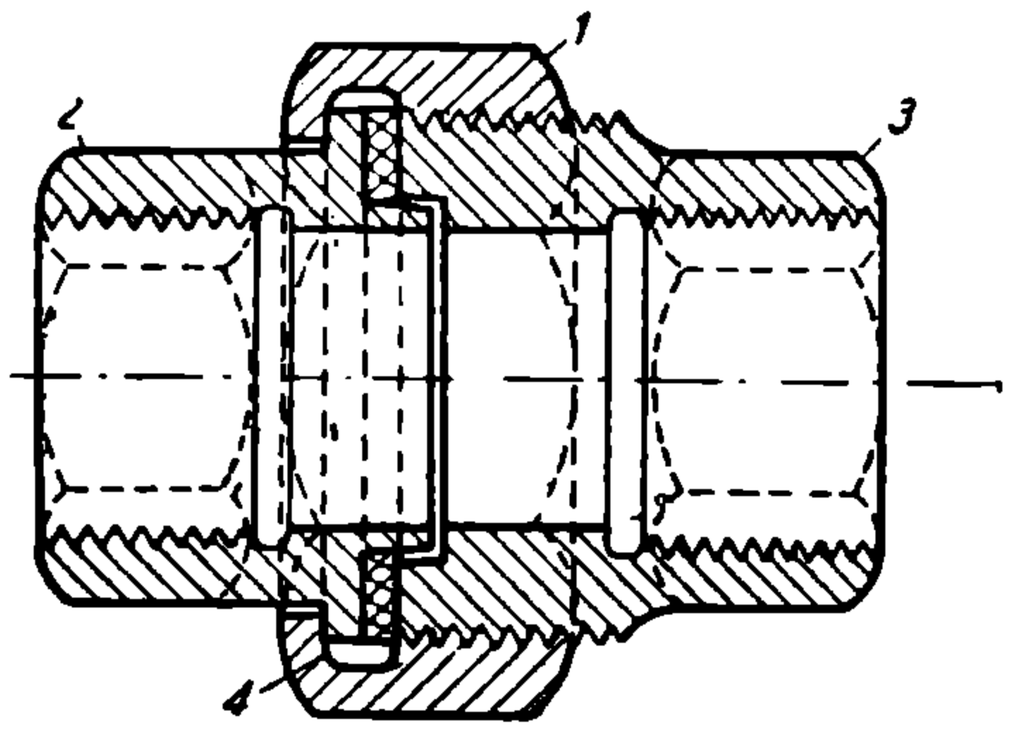
Фиг. 26. Соединение муфтой на сгон.

Американское соединение (фиг. 28) состоит из трех частей: гайки *1*, муфты с буртиком *2* и ниппеля *3*. Муфта и ниппель имеют внутреннюю нарезку и навертываются на конец трубы. Между муфтой и ниппелем



Фиг. 27. Прямое соединение муфтой.

ставится кожаная прокладка *4*. Американское соединение является наиболее удобным при сборке и ремонте, но дорого стоит в изготовлении и непрочно в работе. Кожаная прокладка между муфтой и ниппелем высыхает и начинает пропускать воздух. Поэтому на нашем подвижном составе для соединения главного воздухопровода употребляются преимущественно муфты с контргайками.



Фиг. 28. Американское соединение.

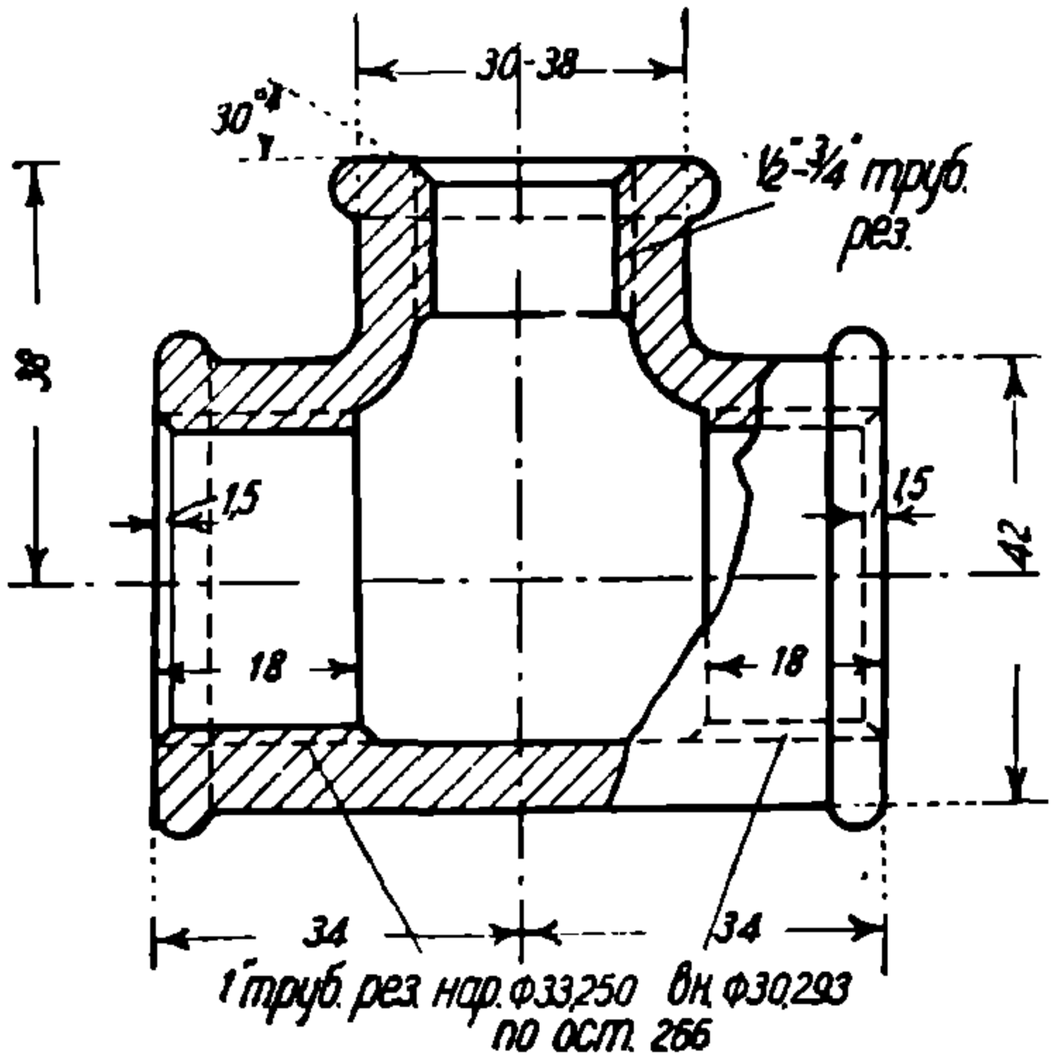
Под каждым вагоном от главного воздухопровода имеются отводы к стоп-крану и к распределителю. Отводы к стоп-крану делаются с помощью переходного тройника (фиг. 29). Отводы к распределителю делаются через пыеловку (фиг. 30 и 30а).

На тормозных площадках товарных и пассажирских вагонов стоп-кран делается размером $^3/_4$ дюйма; в соответствии с этим и переходной тройник отвода к стоп-крану устанавливается на товарных и пассажирских вагонах в 1 или $^3/_4$" Соединение труб при тройнике производится таким же образом, как и при муфте с контргайками.

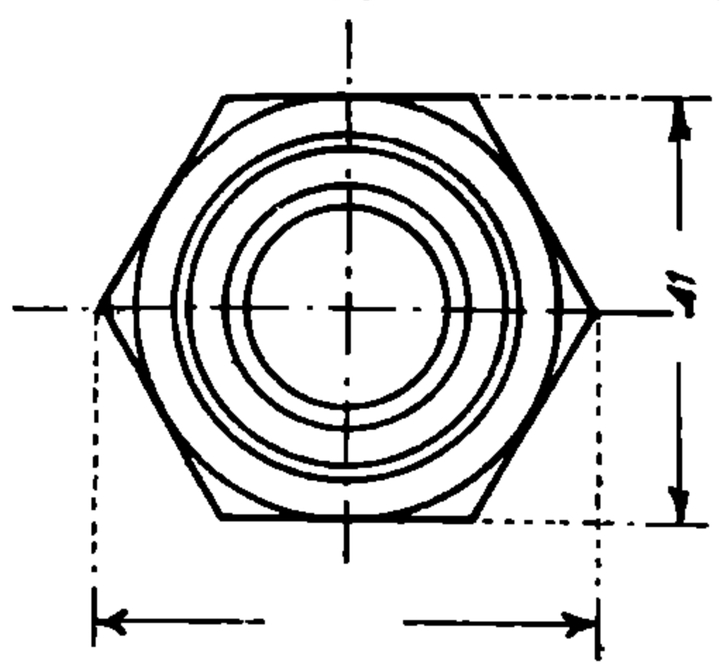
НБ УДУНТ (ДІІТ)

Отвод от главного воздухопровода к распределителям во всех случаях делается через пылеловку. Назначение пылеловки заключается в том, чтобы улавливать пыль, грязь и всякие твердые частицы, которые могут оказываться в воздухопроводе вместе с сжатым воздухом; в противном случае эти частицы могли бы попасть в распределитель и вызвать порчу или повреждение его внутренних перемещающихся органов.

Пылеловка (фиг. 30) имеет внутри сетку *4*, навертывается своей внутренней резьбой *5* на конец трубы главного воздухопровода и ставится отводом вниз. На другом конце пылеловки имеется наружная резьба. Перед тем как соединить пылеловку с другой трубой, на ту другую трубу навертывается наконечник *1* с буртиком и гайкой *2*. Труба с помощью наконечника привертывается к пылеловке. Между наконечником и пылеловкой ставится кожаная прокладка *3*.



Фиг. 29 Переходной тройник отвода к стоп-крану.



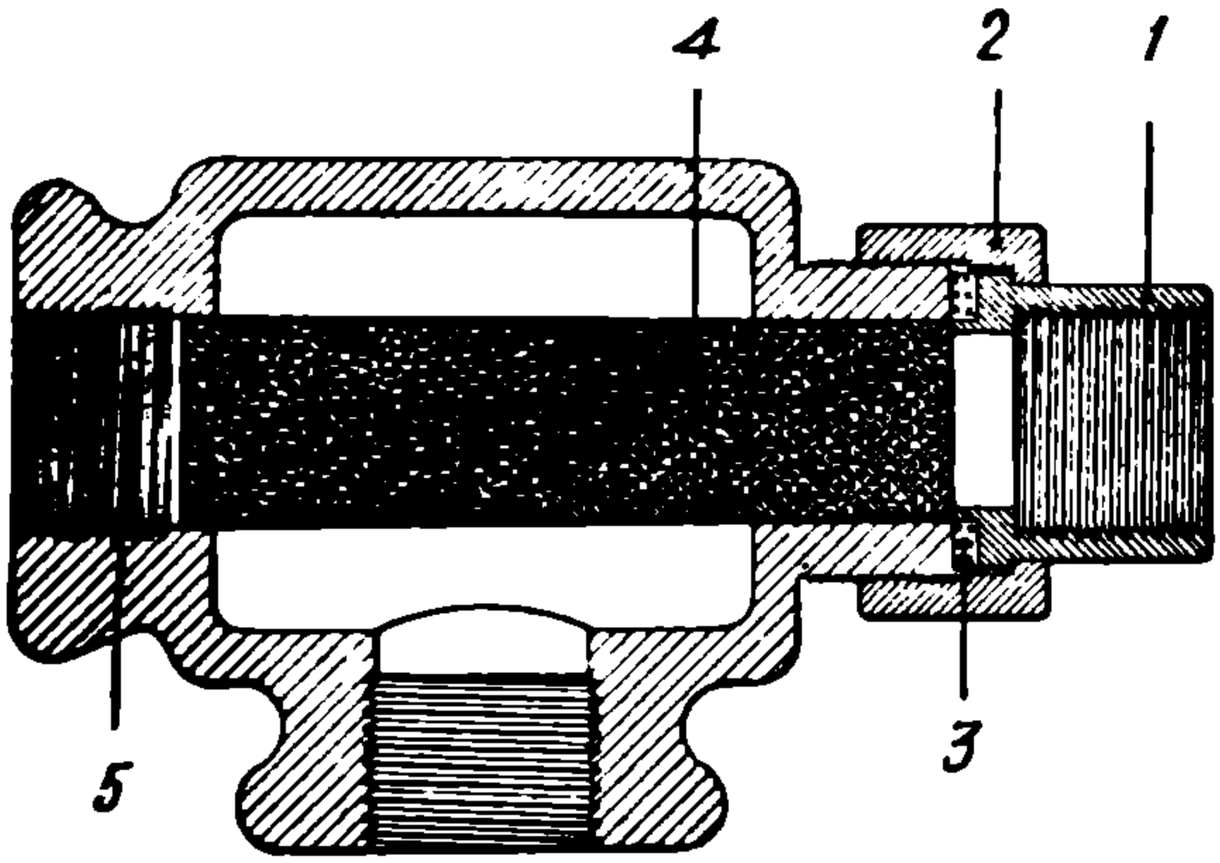
Фиг 29а Футорка.

Пылеловка с сеткой считается устаревшей конструкцией, применяется только на пассажирских вагонах и имеет весьма существенные недостатки. Сетка ее очень часто засаривается, затрудняет или совсем прекращает доступ воздуха к распределителю, и тормоз перестает действовать. Поэтому требуется частый осмотр, особенно в зимнее время, когда внутри труб образуется иней и забивает сетку. Поэтому последнее время стали применять пылеловку без сетки (фиг. 30а).

Пылеловка без сетки имеет также с одного конца внутреннюю, а с другого наружную резьбу, но устанавливается отводом обязательно вверх. В этом именно и заключается смысл ее устройства. Пыль и другие твердые частицы при течении воздуха по трубам в силу своего удельного веса находятся в нижнем слое и поэтому не могут попасть через отвод в распределитель.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

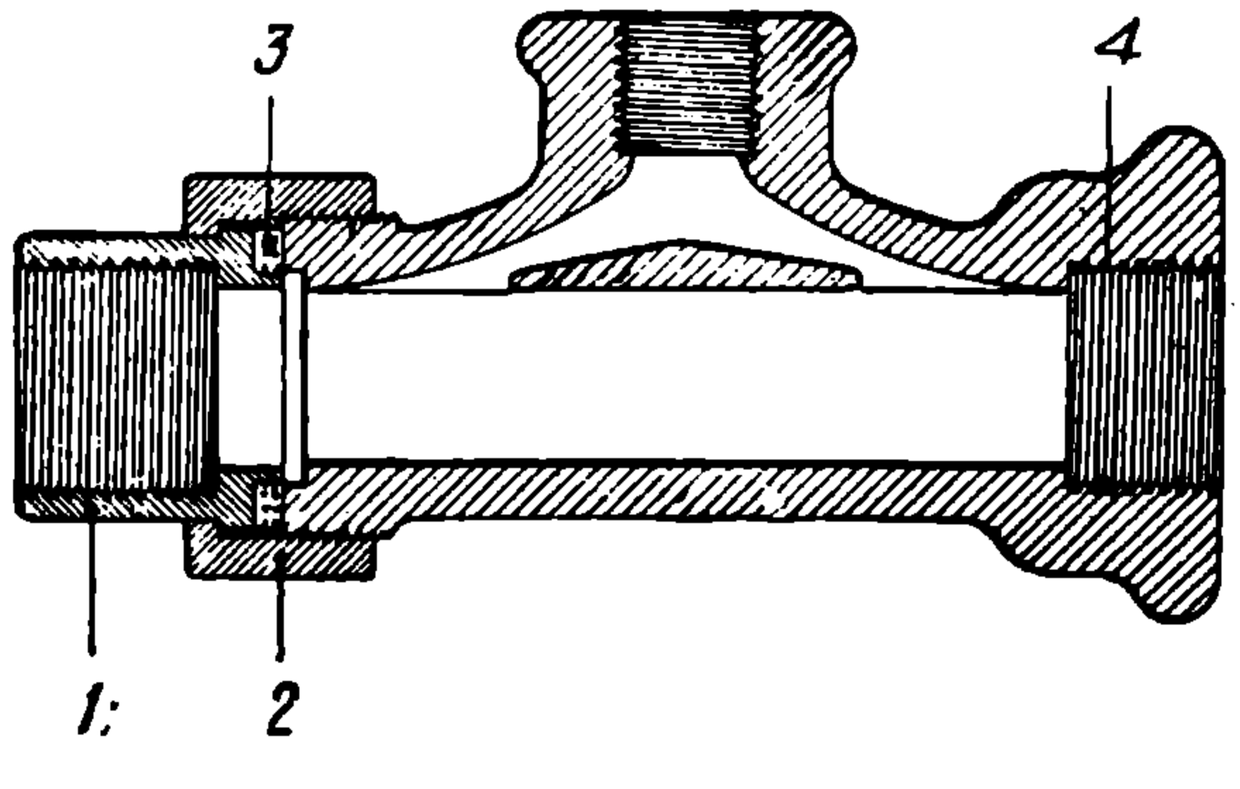
На фиг. 31 показаны схемы соединения воздухопроводов при распределителях Казанцева и тройных клапанах Вестингауза с различными тормозными цилиндрами. Следует иметь в виду, что при каждом типе рас



Фиг. 30. Пылеловка с сеткой.

пределителя и тройного клапана требуются свои соединительные части. Способы соединения и виды требующихся соединительных частей указаны на схеме фиг. 31.

Из схемы видно, что только к скородействующему тройному клапану отвод от главного воздухопровода делается из труб диаметром 1″, к остальным распределителям отводы делаются из полдюймовых труб.



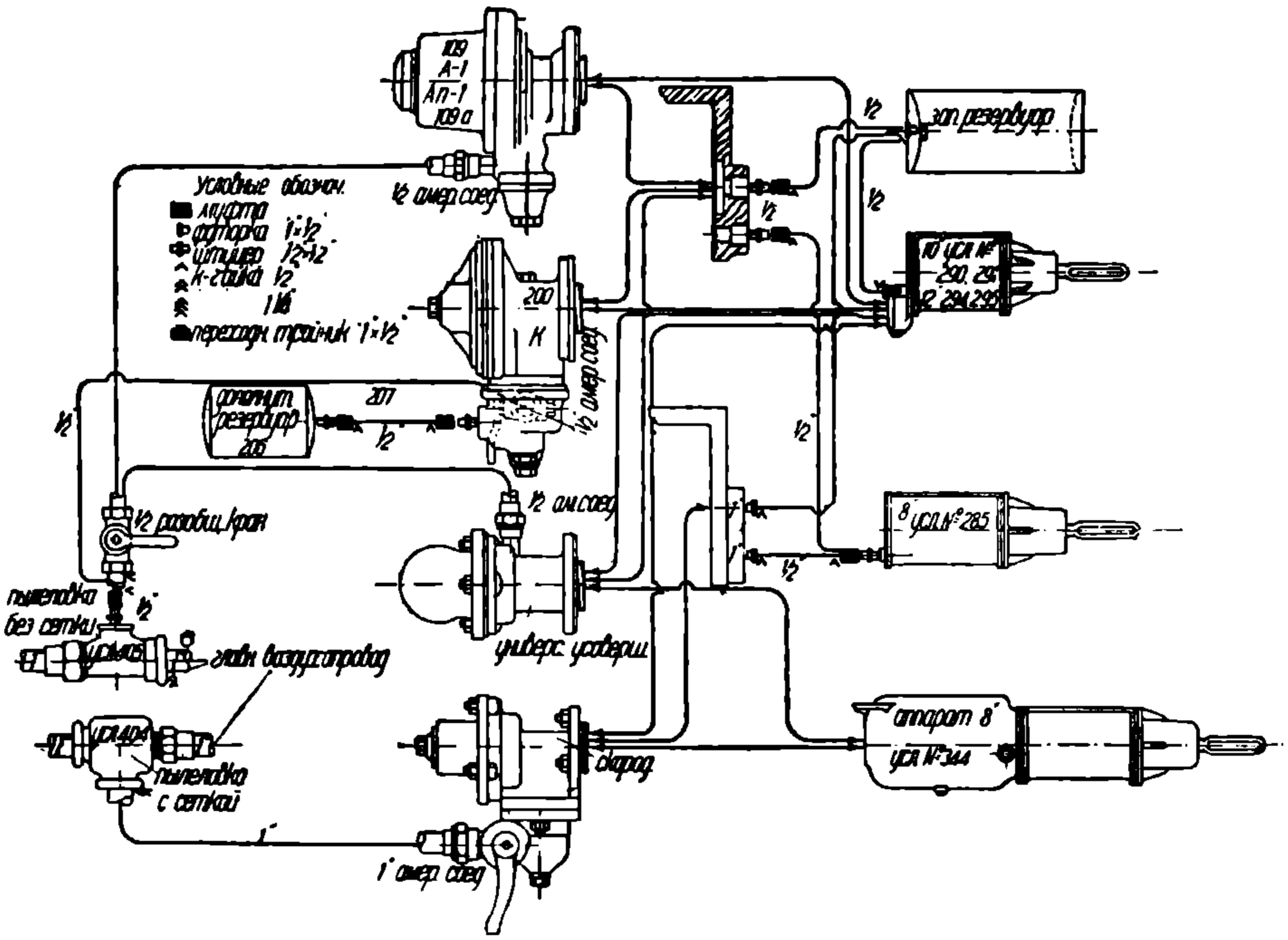
Фиг. 30а. Пылеловка без сетки.

Некоторые соединительные части и способы их установки, как например муфты, контргайки, тройники, описаны выше. Здесь из схемы мы видим, еще ряд соединительных частей широко применяемых в установке воздухопроводов.

Чаще всего встречается двухконечный штуцер ½″ × ½″ (фиг. 25а). Это самый распространенный и самый удобный способ соединения, дающий возможность лучшего уплотнения при наибольшей продолжительно-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

сти службы. Двухконечный штуцер особенно полезно ставить в тех местах, где трубки часто приходится развертывать.


Условные обозначен.
½ разобщ. кран
½ соед. труб
½ угольник
½ тройник
½ концевой кран
½ муфта
½ переходн. тройник
½ американка
½ заглушка
½ пробка
½ переходн. ниппель
½ ниппель
½ футорка
½ штуцер
½ контргайка
½ колено
½ переходн. колено
½ переходн. муфта
½ переходн. штуцер
½ американка с конусом
½ американка с шаровым клапаном
½ американка с обратным клапаном
½ американка с предохранительным клапаном
½ американка с разобщительным краном
½ американка с концевым краном
½ американка с переходным штуцером
½ американка с переходным ниппелем
½ американка с переходным колпаком
½ американка с переходным муфтой

Довольно распространенным видом соединения является футорка (фиг. 29а), дающая переход с больших диаметров нарезки на малые. В данном случае футорка (фиг. 29а) дает переход с 1″ на ½″. Наружная резьба ее нижнего конца «газовая» 1″, а внутренняя ½″. Место постановки футорки указано на фиг. 31.

5. Концевые краны главного воздухопровода

Вагоны, имеющие полное тормозное оборудование, называются тормозными вагонами. У таких вагонов, так же, как и у паровозов, на обоих концах главного воздухопровода имеются запорные или так называемые концевые краны. Вагоны, не имеющие тормозного оборудования, а имеющие только трубу главного воздухопровода, называются пролетными вагонами и самая труба называется пролетной трубой. У пролетных вагонов или на пролетных трубах концевых кранов не устанавливается. Схема соединения и укладки пролетных труб показана на фиг. 31а.

Концевые краны имеются двух типов: прямые (фиг. 32) и изогнутые (фит. 33). Оба крана устанавливаются на главном воздухопроводе таким образом, чтобы ось их пробки была расположена в горизонтальном положении. Ручка концевых кранов в открытом положении должна стоять вдоль трубы, а в закрытом положении — вверх и у всех кранов совершенно одинаково. Это делается для того, чтобы предупредить возможность случайного перекрытия пробки крана во время стоянки поезда на промежуточных станциях или во время движения.

У всех систем автоматических тормозов, кроме тормоза Казанцева с распределителем серии АП 1 при очень медленном понижении давления в главном воздухопроводе торможения не получается, а происходит постепенная разрядка тормоза. Поэтому, если перекрыть какой-либо концевой кран в поезде, то хвостовая часть поезда сзади перекрытого крана будет изолирована от машиниста, этим он прежде всего лишается возможности управлять тормозом изолированной части. Самый тормоз всех вагонов хвостовой части, разобщенный от источника питания его сжатым воздухом, постепенно разрядится вследствие утечек воздуха через неплотности воздухопроводов. Злоумышленные или случайные перекрытия концевого крана (внезапные для машиниста) очень часто являлись причиной больших катастроф.

Во избежание тяжелых последствий при случайном или умышленном перекрытии пробок концевых кранов как в пробке, так и в корпусе крана сделаны предохранительные отверстия. Эти отверстия расположены таким образом, что при закрытом положении крана воздух из главного воздухопровода со стороны рукава выходит через них наружу. Давление в главном воздухопроводе одной части поезда быстро понижается и происходит торможение всех вагонов этой части.

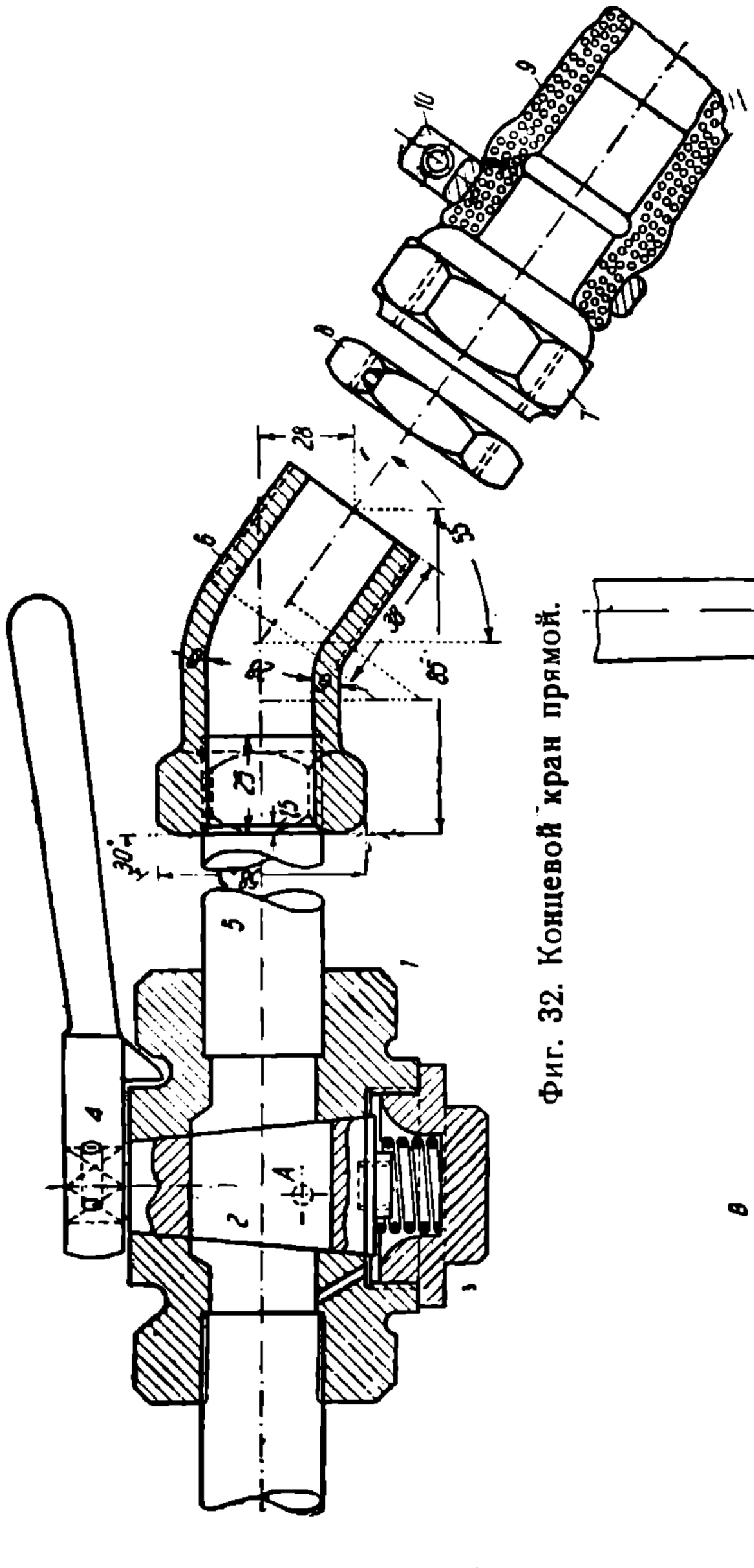
На фит. 34 схематически показано положение пробок двух смежных концевых кранов. Предположим, что влево будет головная часть поезда с паровозом, а вправо хвостовая.

В положении *I* оба крана открыты нормально, предохранительные отверстия в пробках расположены в противоположную сторону от предохранительных отверстий в корпусе кранов и не нарушают нормальной работы главного воздухопровода.

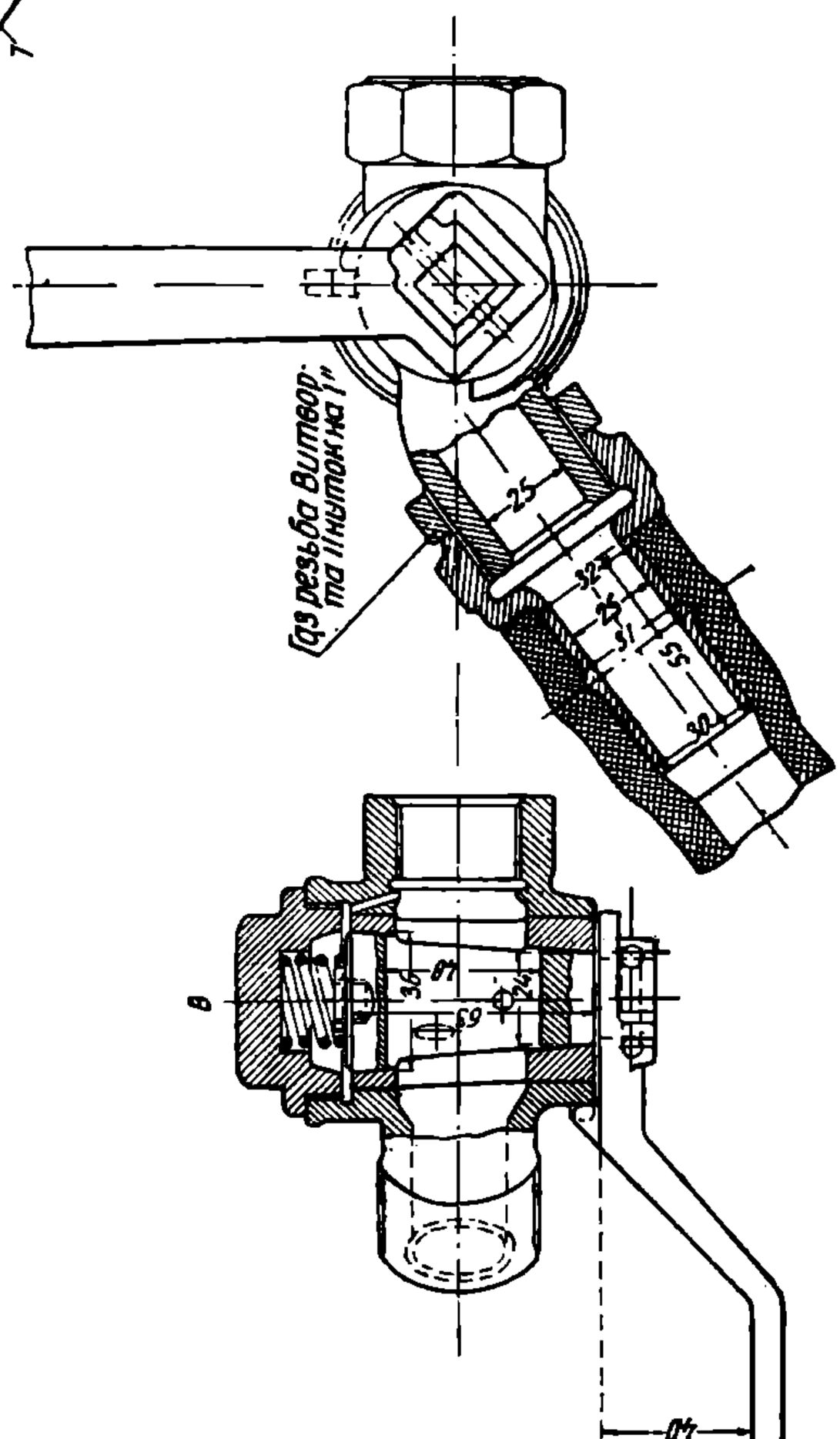
НБ УДЛИТ (ДИТ)

В положении *II* закрыт задний кран одного из вагонов. В этом случае происходит выпуск воздуха из хвостовой части поезда сзади перекрытой пробки и получается торможение всех вагонов этой части.

В положении *III* закрыт передний кран одного из вагонов. В этом случае происходит выпуск воздуха из передней части поезда и торможение вагонов в этой части. Но так



Фиг. 32. Концевой кран прямой.

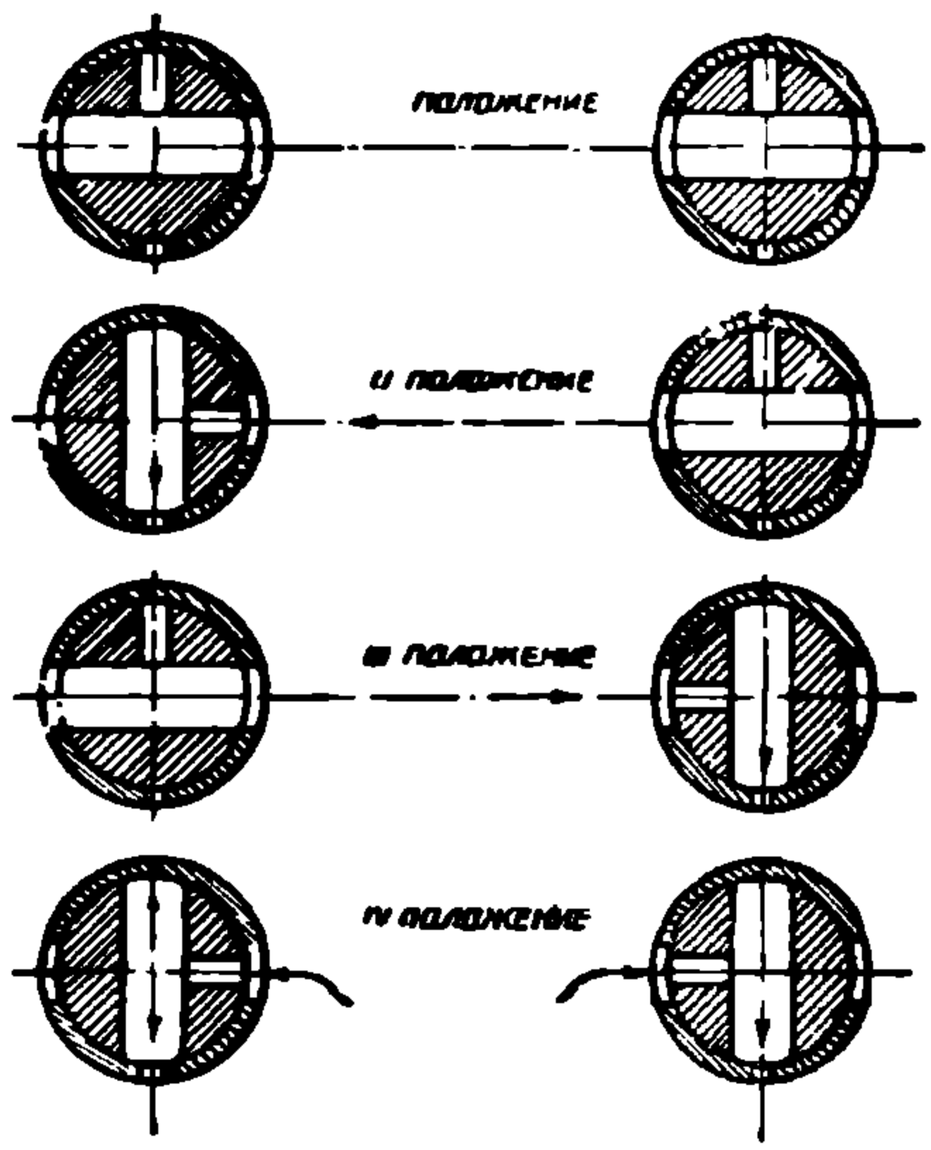


Фиг. 33. Концевой кран изогнутый (стандарт)

как в данном случае будет происходить пополнение главного воздухопровода через кран машиниста с паровоза, что вызовет расход воздуха из главного резервуара и понижение давления, то машинист немедленно обнаружит закрытие пробки по красной стрелке манометра, которая будет отклоняться в сторону понижения.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

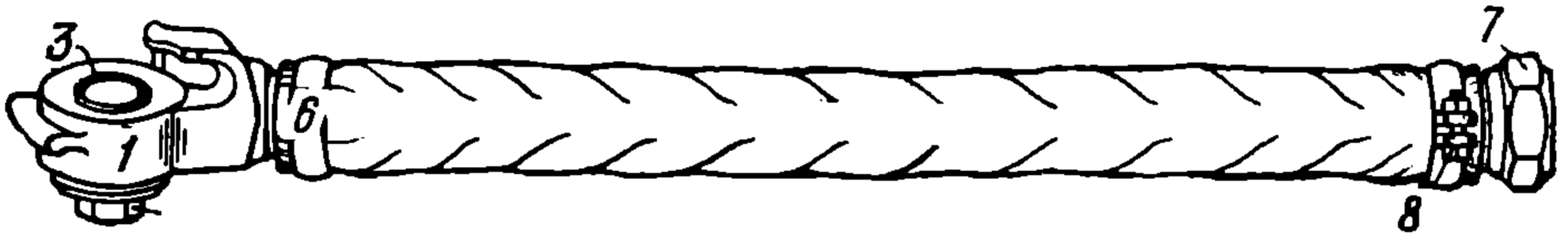
В положении *IV* перекрыты пробки обоих смежных кранов. В этом случае происходит выпуск воздуха только из соединительных рукавов, а в главном воздухопроводе обеих разобщенных частей давление будет понижаться постепенно за счет естественных утечек, и торможения хвостовой части может не получиться. Таким образом при одновременном закрытии обеих пробок предохранительные отверстия только улучшают условия расцепки соединительных рукавов. Без них приходилось расцеплять рукава при полном рабочем давлении в них *5 ат*, что часто служило причиной несчастных случаев повреждения глаз автоматчика Одновременное закрытие обеих пробок возможно лишь в спокойной обстановке на стоянке поезда, на ходу же не представляется возможным, а поэтому и не представляет никакой опасности.



Фиг. 34. Схема расположения предохранительных отверстий в концевых кранах.

6. Междувагонные соединения главного воздухопровода

Между отдельными единицами подвижного состава в поезде главный воздухопровод соединяется двумя гибкими резиновыми рукавами. Каждый рукав (фиг. 35) представляет резиновую трубку длиной 700 *мм* с внутренним диаметром 25 *мм*. С одного конца трубки имеется головка *1*, а с другого — наконечник *7*. Головка и наконечник вставлены в трубки и закрепляются хомутиком *6* с зажимным болтом *8*.



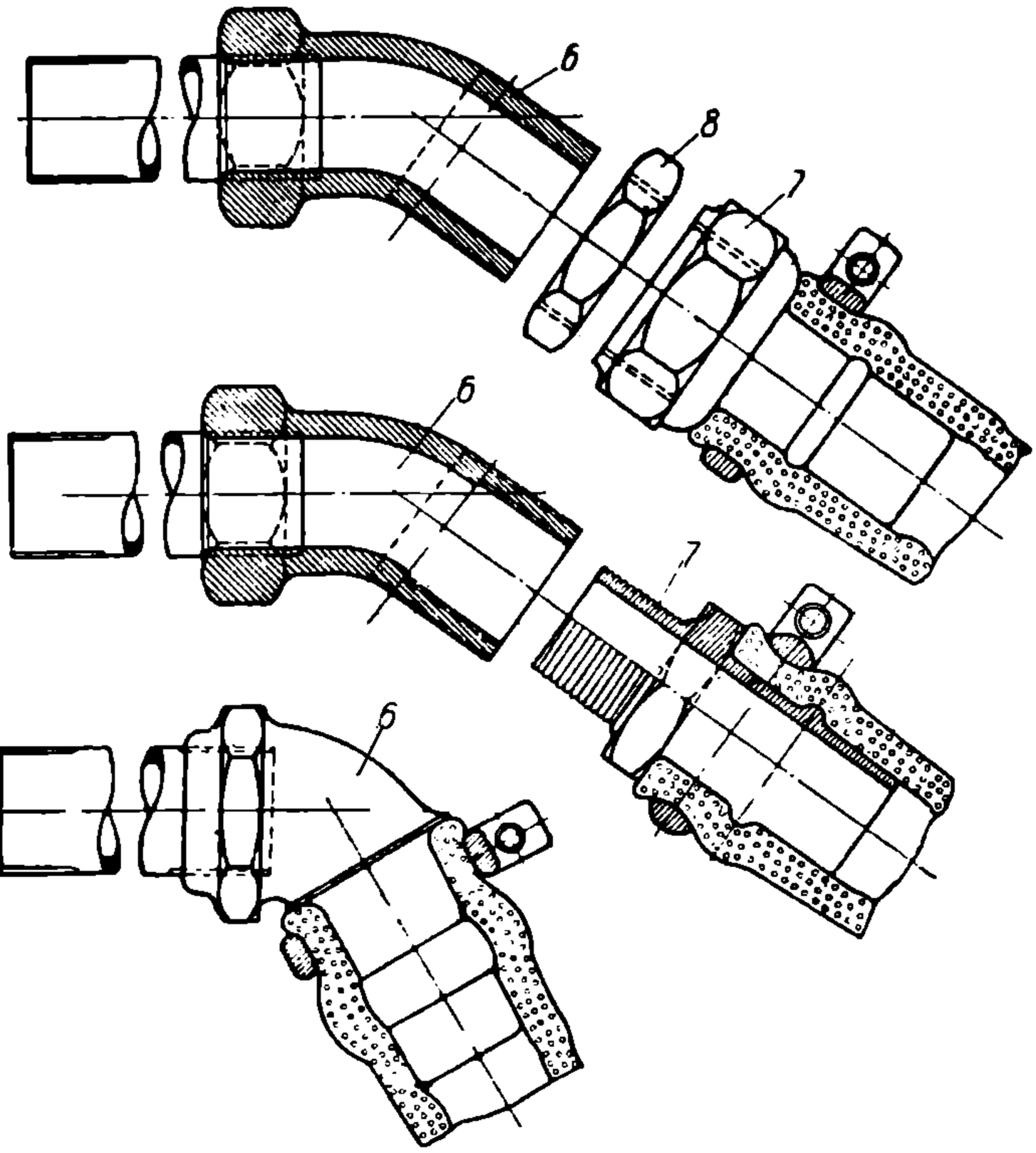
Фиг. 35. Соединительный междувагонный рукав.

Наконечники соединительных рукавов имеются трех типов: прямой, изогнутый и стандартный. При стандартном наконечнике и стандартном концевом кране рукав навертывается непосредственно на концевой кран с контргайкой, как показано на фиг. 33. Порядок соединения рукава с стандартным наконечником с прямым концевым краном показан на фиг. 32. В этом случае в край ввертывается ниппель *5*, на ниппель навертывается концевой угольник *6* и на угольник навертывается наконечник рукава *7* контргайкой *8*.

Порядок соединения рукава с пролетной трубой при всех трех наконечниках показан на фиг. 36. Рукав с стандартным наконечником навер-

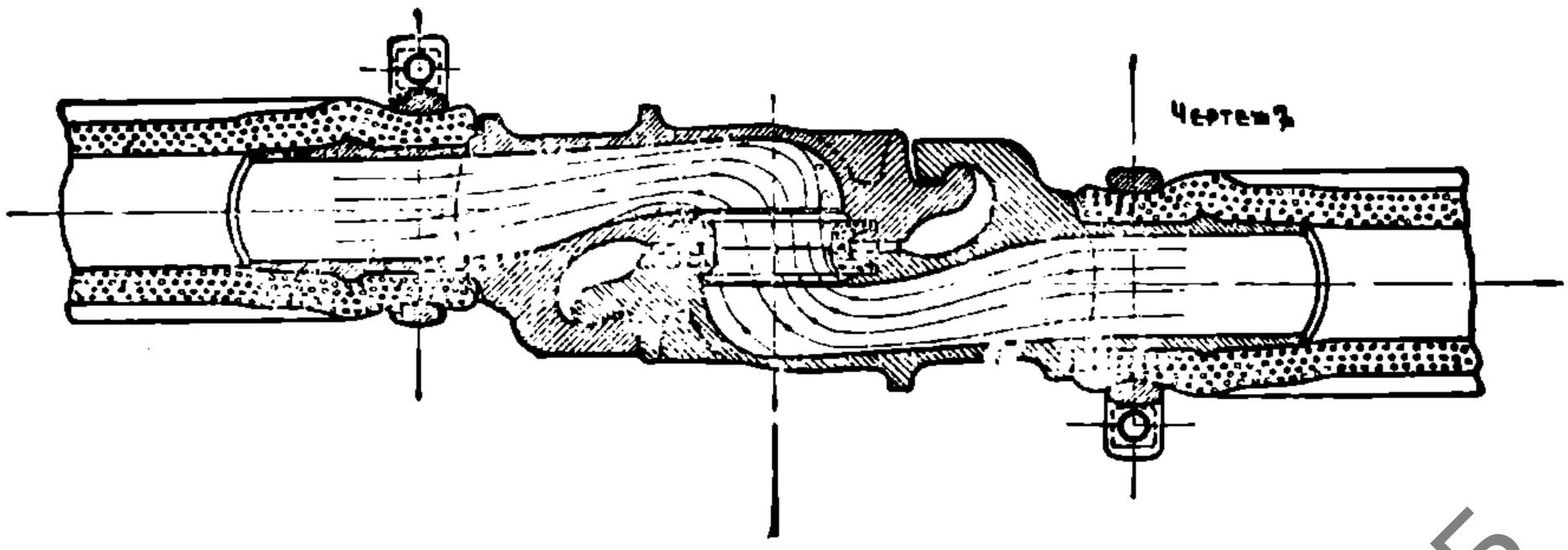
НБ УДУНТ (ДІІТ)

тывается на концевой угольник, как и при прямом кране. Рукав с прямым наконечником ввертывается в такой же концевой угольник, но только с внутренней резьбой. Рукав с изогнутым наконечником навертывается непосредственно на конец трубы главного воздухопровода.



Фиг. 36. Порядок постановки рукавов на пролетные трубы.

Соединение головок рукавов показано на фиг. 37, причем соединение устроено таким образом, что при обрыве поезда головки рукавов сами



Фиг. 37. Соединение головок резиновых рукавов.

расцепляются без всякого повреждения рукава. Для уплотнения между головками рукавов вставляются резиновые прокладочные кольца *3* (фиг. 35).

НБ УДУНТ (ДІІТ)

7. Правила укладки главного воздухопровода

Главный воздухопровод является проводом, посредством которого машинист управляет тормозным прибором, находящимся под паровозом и под вагонами всего состава поезда. Эти управления должны выполняться четко, быстро без всякой задержки. Незначительные изменения давления воздуха в главном воздухопроводе, производимые машинистом с паровоза, должны передаваться точно и быстро по всему составу, чтобы обеспечить по возможности одновременное и одинаковое действие всех тормозных приборов. Всякая задержка в распространении действия тормоза вдоль состава, особенно в длинных составах товарных поездов, на ходу вызывает обязательные сильные толчки и оттяжки, что ведет к разрыву упряжных приборов и разрыву самого состава поезда. Поэтому главный воздухопровод должен быть свободен от всяких препятствий, затрудняющих проход воздуха и создающих лишние сопротивления. Для этого при укладке главного воздухопровода необходимо соблюдение следующих правил.

1. Трубы главного воздухопорвода под паровозом и под вагоном должны быть уложены по возможности на открытом месте с легкой доступностью для осмотра и ремонта их.

2. Трубы и рукава не должны иметь крутых перегибов. В крутых перегибах образуется подпор воздушной волны и вихревые потоки, создающие лишнее сопротивление течению воздуха.

3. На трубах не должно быть забоин, заминов и других повреждений, стесняющих проход воздуха.

4. В самих трубах и во всех соединительных частях внутреннее отверстие для прохода воздуха должно быть не менее 25 *мм* по диаметру или не менее 4 *см* в проходе.

5. Трубы должны быть прочно укреплены к раме вагона хомутами таким образом, чтобы не могло быть тряски их на ходу и стука о другие части. Тряска и стук расстраивают соединения и вызывают утечку воздуха.

6. Укладка труб главного воздухопровода должна производиться таким образом, чтобы не получалось провисов их в отдельных местах и не образовались мешки, где могла бы скопляться вода, что в зимнее время ведет к обязательному замораживанию тормоза.

7. Все соединения труб главного воздухопровода должны быть плотно и прочно закреплены, не должны пропускать воздуха и не расстраиваться в работе. Утечка воздуха, происходящая главным образом через неплотности в воздухопроводе,— злейший враг тормоза: а) она затрудняет управление тормозом, б) замедляет распространение воздушной волны при отпуске, в) вызывает самоторможение отдельных тормозных приборов в поезде на ходу и вынуждает машиниста к остановке поезда в пути, г) увеличивает расход воздуха, а этим увеличивает расход пара и топлива на паровоздушный насос.

8. Главный воздухопровод должен регулярно подвергаться периодическому осмотру и очистке от грязи и ржавчины путем продувки его сжатым воздухом под давлением 6 — 7 *ат* с предварительным обстукиванием труб молотком для того, чтобы осевшая на них с внутренней стороны ржавчина могла отлететь.

РЕПОЗИТОРИЙ УДУНТ (ДИТ)

9. После окончательной укладки и сборки весь воздухопровод подвергается испытанно на давление 6,5 *ат* путем обмыливания труб и их соединений мыльным раствором. При наличии хотя бы незначительного пропуска в этом месте мыльный раствор будет давать пузыри.

При вполне исправном состоянии главного воздухопровода и правильной укладке его распространение воздушной волны вдоль поезда происходит со скоростью 90 — 100 *м* в секунду.

При длине товарного поезда в полном составе около 900 *м* всякое приказание машиниста с паровоза передается к последнему вагону только через 900 90 = 10 сек. Следовательно, если машинист тормозит поезд, понижая давление в главном воздухопроводе, то сначала затормозится паровоз, а потом по очереди один за других начинают тормозиться вагоны, и последний вагон затормозится только через 10 сек. Это называется распространением действия тормоза вдоль поезда, или распространением тормозной волны. То же самое происходит и при отпуске тормоза. Повшение давления в главном воздухопроводе начинается также от паровоза и распространяется к последнему вагону. Следовательно, и отпускает тормоз сначала на паровозе, а потом поочередно один за другим вагоны от переднего к заднему.

Для ускорения распространения тормозной волны вдоль поезда в новейших системах тормозов в самом распределителе предусматривается устройство дополнительной разрядки главного воздухопровода путем забора воздуха из него при торможении в тормозные цилиндры или выпуска наружу под каждым вагоном.

При наличии устройства для дополнительной разрядки главного воздухопровода или ускорителя скорость распространения тормозной волны значительно увеличивается. При некоторых системах тормозов скорость доходит до 160 — 170 *м* сек.

Скорость распространения тормозной волны определяет плавность торможения, а поэтому является одним из основных элементов, определяющих качество системы тормоза. Что же касается отпуска, то в части ускорения рспространения воздушной волны или ускорения действия отпуска тормозная техника пока еще ничего не придумала, и это стоит очередной задачей по изобретательству в тормозном деле, хотя электропневматичский тормоз эти вопросы разрешил более полно и скоро.

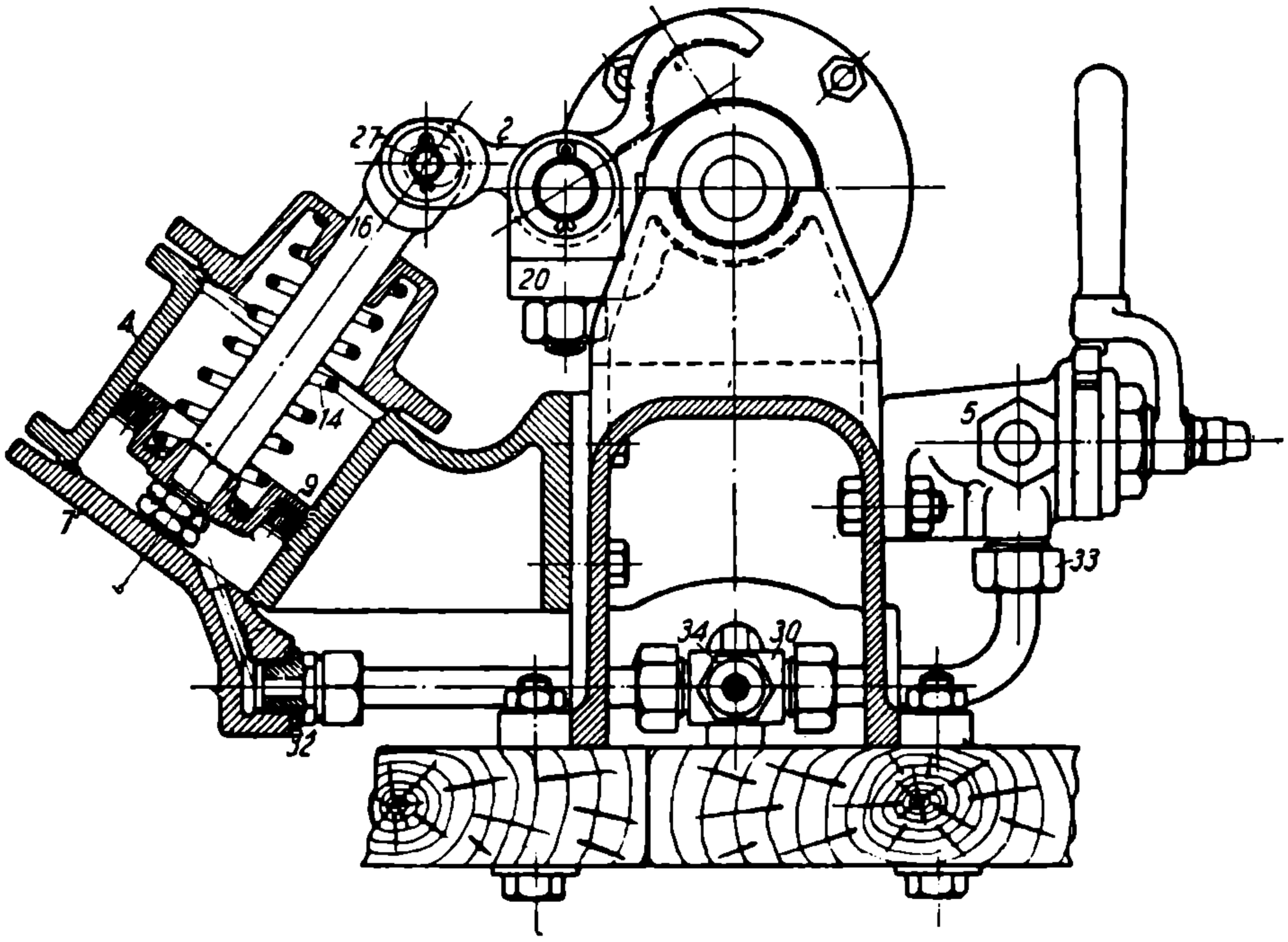
8. Ремонт и насадка соединительных рукавов

В работе соединительные рукава подвергаются износу. Изнашивается главным образом резиновая трубка. Больше всего способствуют износу попадающие на рукав смазочные материалы — мазут и нефть, которые разлагают резину. Раньше резиновые трубки рукава покрывались брезентовыми чехлами. Но оказалось, что брезентовый чехол, увеличивая значительно стоимость рукава, мало предохраняет его от износа, а наоборот служит еще некоторым затруднением в эксплоатации. Под брезентовым чехлом трудно было обнаружить повреждение рукава во время стоянки поезда на станции. Очень часто поврежденный рукав, не обнаруженный на станции, обрывался окнчательно в пути и вызывал остановку и задержку поезда, поэтому применение брезентовых чехлов отменено.

НБ УДУЕТ (ДІІТ)

При нормальной работе соединительных рукавов резиновые трубки могут служить три года, после чего они приходят в негодность. Остальные части рукава — головка, наконечник, хомуты и болты — износу почти не подвергаются, но в то же время представляют большую ценность. Стоимость резиновой трубки по ценам 1933 г. 3 р. 50 к., остальных частей рукава 4 руб., при общей стоимости рукава в собранном виде в 16 р. 23 к. В целях использования для дальнейшей работы исправных металлических частей рукава делается пересадка или замена изношенной резиновой трубки новой.

Общее количество товарных и пассажирских вагонов на сети к концу 1933 г. составит около 600 тыс. Весь товарный парк должен быть



Фиг. 39. Станок для пересадки рукавов (поперечный разрез).

оборудован автоматическими тормозами. Часть вагонов (21%) будут тормозными, а остальные пролетными и на каждом вагоне должно быть два соединительных рукава. Общее количество рукавов, находящихся в эксплоатации, составит 1 200 тыс. При средней продолжительности службы резиновой трубки три года, каждый год потребуется сменить приблизительно 373 тыс. соединительных рукавов и сделать пересадку резиновых трубок.

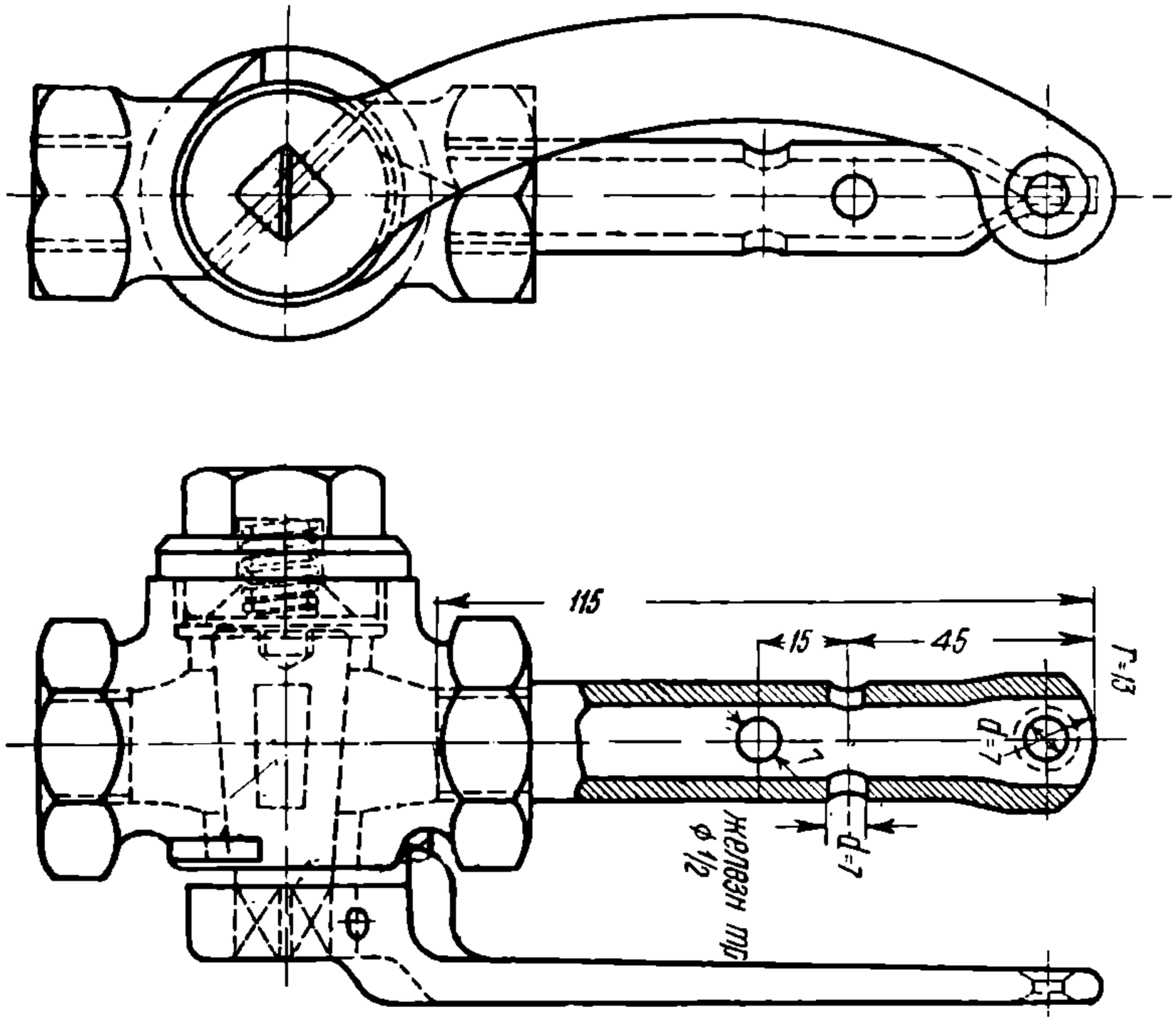
При таком массовом потреблении рукавов является совершенно необходимым наладить массовое производство или пересадку их на контрольных пунктах осмотра тормозов.

На фиг. 38 (см. вклейку в конце книги) и 39 показан специальный станок для массовой пересадки соединительных рукавов. Станок для пере-

НБ УДУНТ (ДІТ)

садки рукавов приводится в действие сжатым воздухом и состоит из станины с зажимом *2*, трех цилиндров *3* и *4* и четырехходового крана *5*.

Работа станка производится следующим образом. Резиновая трубка *24* с предварительно надетыми хомутами кладется на станину в специальное место. Головка рукава *19* закладывается в особую державку *22*. Наконечник рукава *23* навертывается на стержень *21*. После этого ручка крана *5* переводится в крайнее правое положение. Одновременно во все три цилиндра поступает сжатый воздух и перемещает их поршни. Прошень среднего цилиндра *4* особой передачей связан с зажимом и при перемещении зажимает резиновую трубку. Одновременно с этим поршни



Фиг. 40. Кран остановки (стоп-кран).

обоих крайних цилиндров вводят в трубку головку и наконечник. Когда головка и наконечник войдут в резиновую трубку до заплечиков, хомуты на рукаве затягиваются болтами и рукав готовым снимается со станка. После этого ручка крана *5* перемещается в крайнее левое положение, при котором все три цилиндра сообщаются с атмосферой. Сжатый воздух из них уходит наружу и поршни под действием пружин *13* и *14* возвращаются в первоначальное положение. Операции быстро повторяются и таким образом на пересадку каждого рукава требуется 5 мин. с разборкой старого.

При пересадке паровозных рукавов или рукавов с наконечником другой формы меняется державка *22* или стержень *21*.

НВ УДУНТ (ДІІТ)

9. Кран остановки или стоп-кран

В каждом пассажирском вагоне и на тормозных площадках товарных вагонов установлены специальные краны (фиг. 40) для остановки поезда в случаях крайней необходимости. Кран кондукторский, или иначе он называется стоп-кран (фиг. 40), представляет собою обыкновенный кран с пробкой и ручкой. Размеры его для вагонов делаются $^3/_4$″. Кран навертывается на конец трубы, идущей от главного воздухопровода внутрь пассажирского вагона, или на площадку товарного вагона и устанавливается на высоте человеческого роста около 1 500 *мм* от пола на видном месте. В другом конце крана ввертывается труба со смятым концом и с мелкими отверстиями для того, чтобы воздух при выходе из крана распылялся в разные стороны и производил меньше шума.

Ручка крана имеет на конце отверстие, а на стене вагона в том месте, где установлен кран, делается специальное ушко. В отверстие ручки и в ушко продевается тонкая бечевка и ставится пломба. Бечевка должна быть такой толщины, чтобы ее можно было легко оборвать усилием руки. Пломбы проверяются на каждом пункте осмотра наравне с осмотром тормозов, и в случае утери немедленно заменяются другими.

В некоторых пассажирских вагонах, в частности в мягких. стоп-кран устанавливается под вагоном. а в купе вагона выходит поводок с ручкой, на которую тоже ставится пломба.

Стоп-кран является весьма ответственным прибором в системе тормоза и подвергается регулярно периодическому осмотру и испытанию через каждые три месяца.

10. Выпускные клапаны

При отцепке паровоза от поезда тормоз остается заряженным, иногда сам произвольно тормозится и затрудняет производство маневров с составом. Чтобы избежать затруднений, необходимо тормоз разрядить. Для этого сначала выпускают постепенно весь воздух из главного воздухопровода через концевой кран, а затем необходимо выпустить воздух из всех запасных резервуаров и тормозных цилиндров, которые успели затормозиться.

Для выпуска воздуха из запасных резервуаров и тормозных цилиндров, а при тормозах Казанцева и Матросова из камеры постоянного давления или из регулирующей камеры, под каждым тормозным вагоном устанавливается выпускной клапан (фиг. 41, 42, 43 и 44).

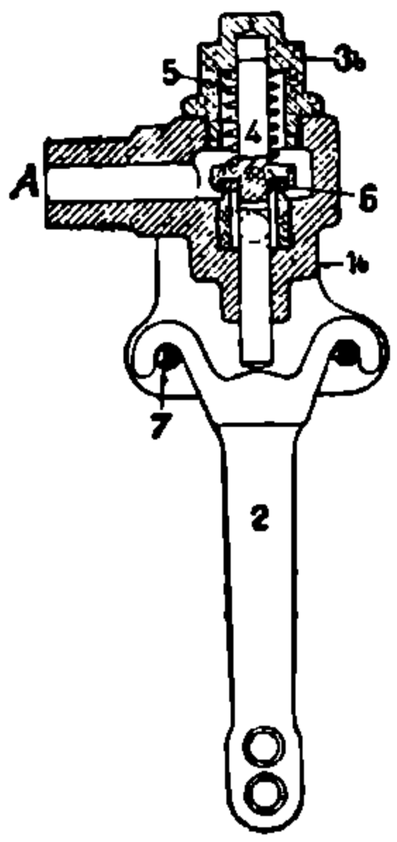
Выпускные клапаны всех четырех разновидностей должны устанавливается вертикально. Ручка их должна быть опущена вниз.

Клапан с горизонтальным наконечником (фиг. 41) устанавливается в большинстве случаев на задней крышке тормозного цилиндра.

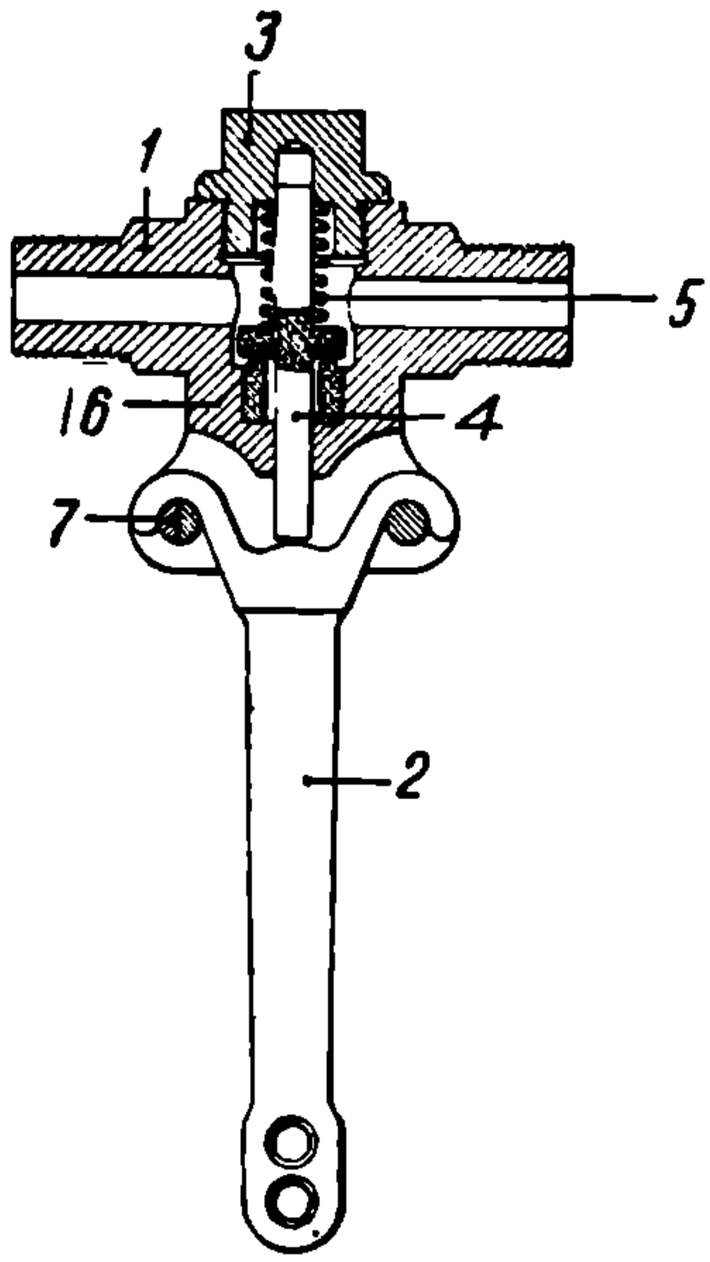
Клапан с двумя горизонтальными наконечниками (фиг. 42) устанавливается или на задней крышке тормозного цилиндра, или в средине трубки, соединяющей тройной клапан с тормозным цилиндром (при раздельной постановке) или с запасным резервуаром. При установке этого клапана на крышке тормозного цилиндра ко второму наконечнику его присоединяется трубка тройного клапана.

НВ УДУИТ (ДІІТ)

Клапан по фиг. 43 устанавливается непосредственно на запасном резервуаре в нижней части его или на трубке, соединяющей запасный резервуар с тройным клапаном.

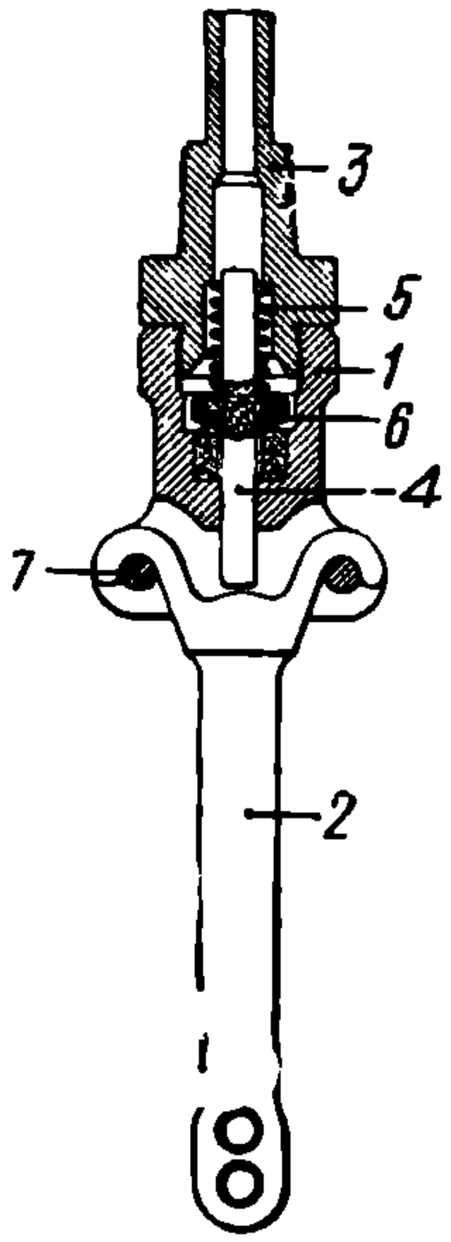


Фиг. 41. Выпускной клапан с горизонтальным наконечником.

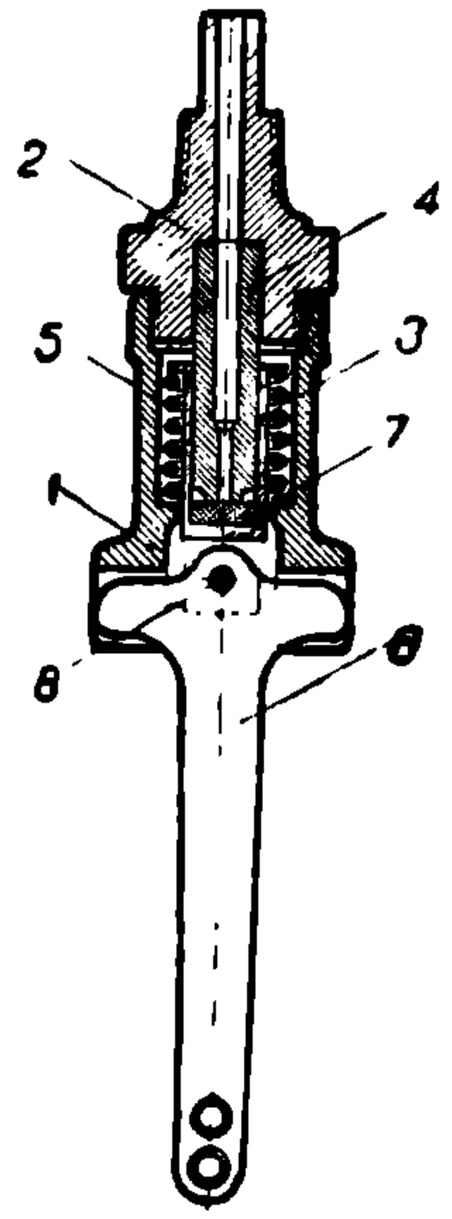


Фиг. 42. Выпускной клапан с двумя горизонтальными наконечниками.

Устройство первых трех клапанов почти одинаково, разница только в наконечниках. В корпусе клапана *1* помещается гнездо. Клапан *4* вставляется сверху и прижимается к гнезду пружиной *5*. Пружина *5* верхним концом упирается в крышку *3*. На уплотняющей поверхности клапана *4*



Фиг 43. Выпускной клапан с вертикальным наконечником.



Фиг. 44. Выпускной клапан новой конструкции

НБ УДУНТ (ДІІТ)

поставлена кожаная прокладка *6*. Нижним направляющим концом клапан *4* упирается в середину торцовой части ручки *2*. Ручка имеет на обе стороны отводы или рожки, которыми лежит на двух шпильках *7*. Нормальное положение клапана — закрытое. В рабочем состоянии на клапан сверху в дополнение к нажатию пружины давит еще сжатый воздух, прижимая его к гнезду с большой силой.

Если потянуть за ручку *2* клапана вправо или влево, то один из отводов ручки останется на месте, имея точку опоры на шпильке. Второй отвод будет подниматься вверх. Ручка образует рычаг, средняя часть которого, упираясь в стержень клапана, поднимает его вверх и откроет выход воздуха из трубки наружу.

Клапан по фиг. 44 по своему устройству значительно отличается от первых трех. Здесь клапан *3* прижат к гнезду более сильной пружиной, действующей снизу вверх. Самый клапан имеет цилиндрическую форму с глухим дном на одном конце и с буртиками на другом конце. Внутрь клапана *3* вставляется кожаная прокладка *7*. Клапан вместе с пружиной *5* вставляется в гильзу *1* сверху, после чего в эту же гильзу ввертывается корпус *2* вместе с гнездом *4*. Гнездо *4* упирается в кожаную прокладку клапана *3*, опускает клапан вниз и натягивает пружину *5*. В нижней части клапана имеется ушко, к которому с помощью шпильки *8* присоединяется ручка *6*. Если потянуть ручку вправо или влево, то ручка *6*, упираясь своими отростками в выступы гильзы, будет оттаскивать клапаны от гнезда, сжимая еще больше пружину *5*.

Такое устройство выпускного клапана дает большую гарантию в плотности замыкания, чем в первых трех случаях. Поэтому он приспособлен для более ответственной работы на дополнительных резервуарах тормозов Казанцева и Матросова.

11. Тормозные цилиндры

Устройство цилиндров

Тормозной цилиндр, запасный резервуар и распределитель в совокупности представляют собою тормозной аппарат, распюложенный под каждой тормозной единицей подвижного состава. Каждый из упомянутых приборов представляет только часть одного целого — часть тормозного аппарата. Тормозной цилиндр в тормозном аппарате является той частью, в которой реализуется сила сжатого воздуха на поршне, передается на тормозные колодки и производит торможение.

Систему тормоза определяет основная часть тормозного аппарата— распределитель, а тормозной цилиндр в своей конструкции считается частью нормального типа и применяется при любой системе тормозов.

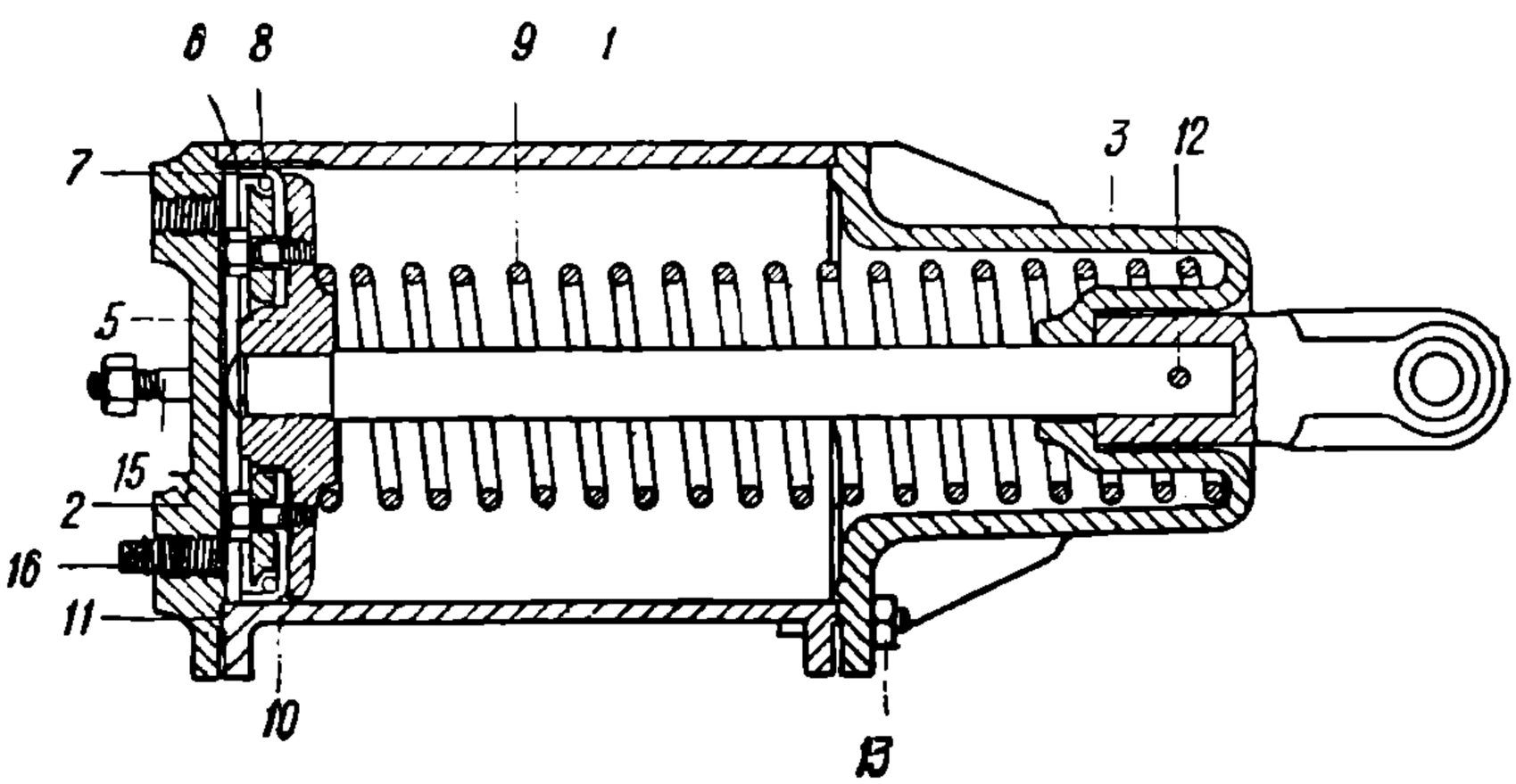
Единственным исключением в этом роде является тормоз Кунце-Кнорр, у которого имеется своеобразный тормозной цилиндр. Распределитель Кунце-Кнорр не может работать с нормальным общепринятым тормозным цилиндром, так же как и все распределители других систем тормозов, работающие с нормальным общепринятым цилиндром, не могут работать с тормозным цилиндром Кунце-Кнорр.

Тормозной цилиндр (фиг. 45) состоит из корпуса, двух крышек — задней *2* и передней *3*. Внутри цилиндра имеется поршень и возвратно действующая пружина. Поршень в тормозном цилиндре должен очень плот-

УДУНТ НБ (ДГТ)

но прилегать к трущейся поверхности стенок, так как при малейшей неплотности сжатый воздух будет перетекать из рабочей части цилиндра в нерабочую и даже наружу, ослаблять тем нажатие колодок на колеса и может привести к полному истощению или разрядке тормоза.

Для уплотнения поршня применяется хорошо прожированный кожаный воротник *7* (фиг. 45), который прижимается к поршневому диску *5* фасонной шайбой *6* с помощью шпилек *10*. Для того чтобы воротник *7* плотнее прилегал к стенкам цилинра, между ним и фасонной шайбой *6* имеется пружинящее стальное кольцо *8*, которое равномерно прижимает воротник к стенкам цилиндра.



Фиг. 45. Тормозной цилиндр с нормальным ходом поршня.

Края кожаного воротника заворочены на величину 30—35 *мм* и обращены в сторону рабочей части цилиндра. Таким образом сжатый воздух, поступая в рабочую часть цилиндра, еще больше прижимает края воротника к стенкам, и этим создается полная непроницаемость.

Воротник поршня тормозного цилиндра делается из хорошей подошвенной кожи толщиною не менее 2,5 *мм* с предварительной обработкой. Кожа по своей природе имеет одну сторону гладкую, блестящую, другую — шероховатую. На шероховатой поверхности имеются неровности, которые при обработке воротника удаляются особым фрезером. При постановке воротника на место необходимо следить, чтобы трущейся поверхностью была гладкая сторона кожи. При этих условиях воротник дает лучшую непроницаемость и меньше изнашивается.

Нормальное положение поршня в спокойном состоянии тормоза (отпущенном) должно быть возле задней крышки *2*, к которой его прижимает возвратно действующая пружина

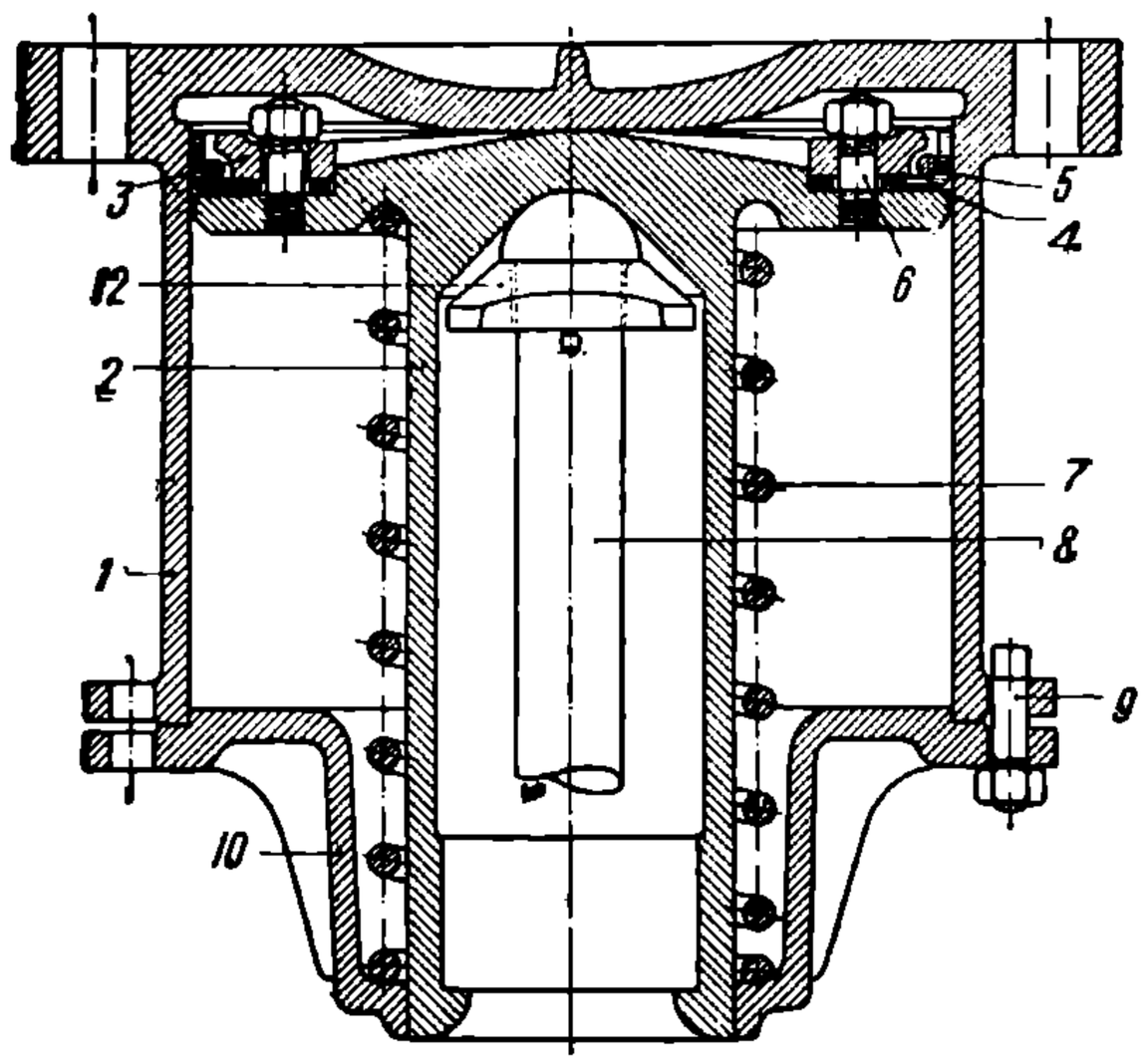
При торможении сжатый воздух поступает в рабочую часть цилиндра в пространство между задней крышкой *2* и поршнем, перемещает поршень в сторону передней крышки *3*, сжимая возвратно действующую пружину. На сжатие пружины затрачивается некоторое усилие в среднем около 160 *кг* (за счет давления сжатого воздуха на рабочую площадь поршня).

НБ УДУНТ (ДІІТ)

При отпуске тормоза воздух выпускается из тормозного цилиндра наружу. Возвратно действующая пружина *9* отжимает или возвращает поршень в его первоначальное нормальное положение к задней крышке *2*.

На внутренней поверхности цилиндра, возле задней крышки, имеется продольная канавка глубиною 2 *мм* и шириной 4 *мм* и в длину 56 *мм*. В некоторых цилиндрах канавка расположена вверху, а в некоторых внизу. Правильное расположение следует считать вверху, так как канавка, расположенная внизу, загрязняется смазкой и утрачивает свое назначение. Назначение канавки сводится к тому, чтобы предупредить возможность самоторможения в случаях незначительного пропуска золотников распределителя. Небольшое количество воздуха, которое вследствие пропуска может попадать в рабочую часть цилиндра, будет уходить через канавку под воротник поршня в нерабочую часть, не производя давления на поршень.

По длине самого цилиндра и по величине хода поршня в нем цилиндры имеются с нормальным ходом поршня и с укороченным ходом.



Фиг. 46. Вертикальный тормозной цилиндр с укороченным ходом.

Под всеми вагонами, пассажирскими и товарными, устанавливаются тормозные цилиндры с нормальным ходом поршня (фиг. 45). Длина этих цилиндров от задней до передней крышки 362 *мм*. При наличии толщины поршневого диска 62 *мм* максимальная длина хода поршня будет 300 *мм*, но фактически в работе более 225 *мм* величину хода поршня допускать не следует, так как при ходе поршня более 200 *мм* тормоз уже начинает слабо действовать. Таким образом пределы хода поршня в тормозном цилиндре должны быть не менее 100 *мм* и не более 200 *мм* при среднем 150 *мм*.

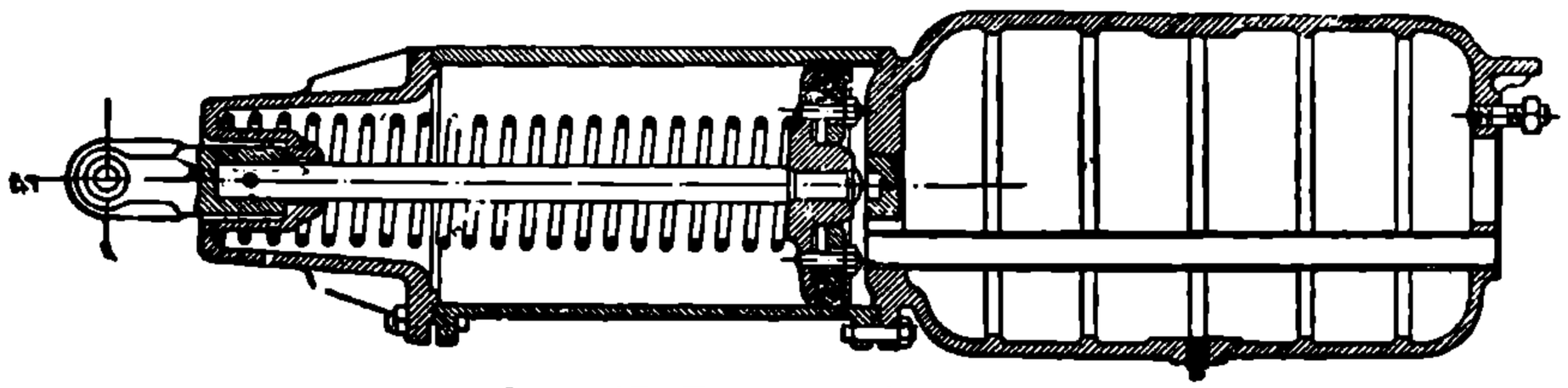
Тормозные цилиндры с укороченным ходом поршня (фиг. 46) применяются исключительно на паровозах. Эти цилиндры имеют некоторое отличие в своей конструкции по устройству как самого цилиндра, так и поршня. В то время как цилиндры с нормальным ходом поршня устанавливаются исключительно в горизонтальном положении, цилиндры с укороченным ходом поршня устанавливаются и в горизонтальном и в вертикальном положениях (фиг. 46). При установке в вертикальном положении привалочной плоскостью и укреплением для них служит задняя крышка, которая отливается заодно с корпусом цилиндра.

Длина тормозного цилиндра с укороченным ходом поршня 232 *мм* от задней до передней крышки. Длина хода поршня максимальная 170 *мм*, но фактически в работе можно допускать только 150 *мм*. Та-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ким образом пределы хода поршня в тормозном цилиндре должны быть от 75 до 170 *мм* при среднем 120 *мм*.

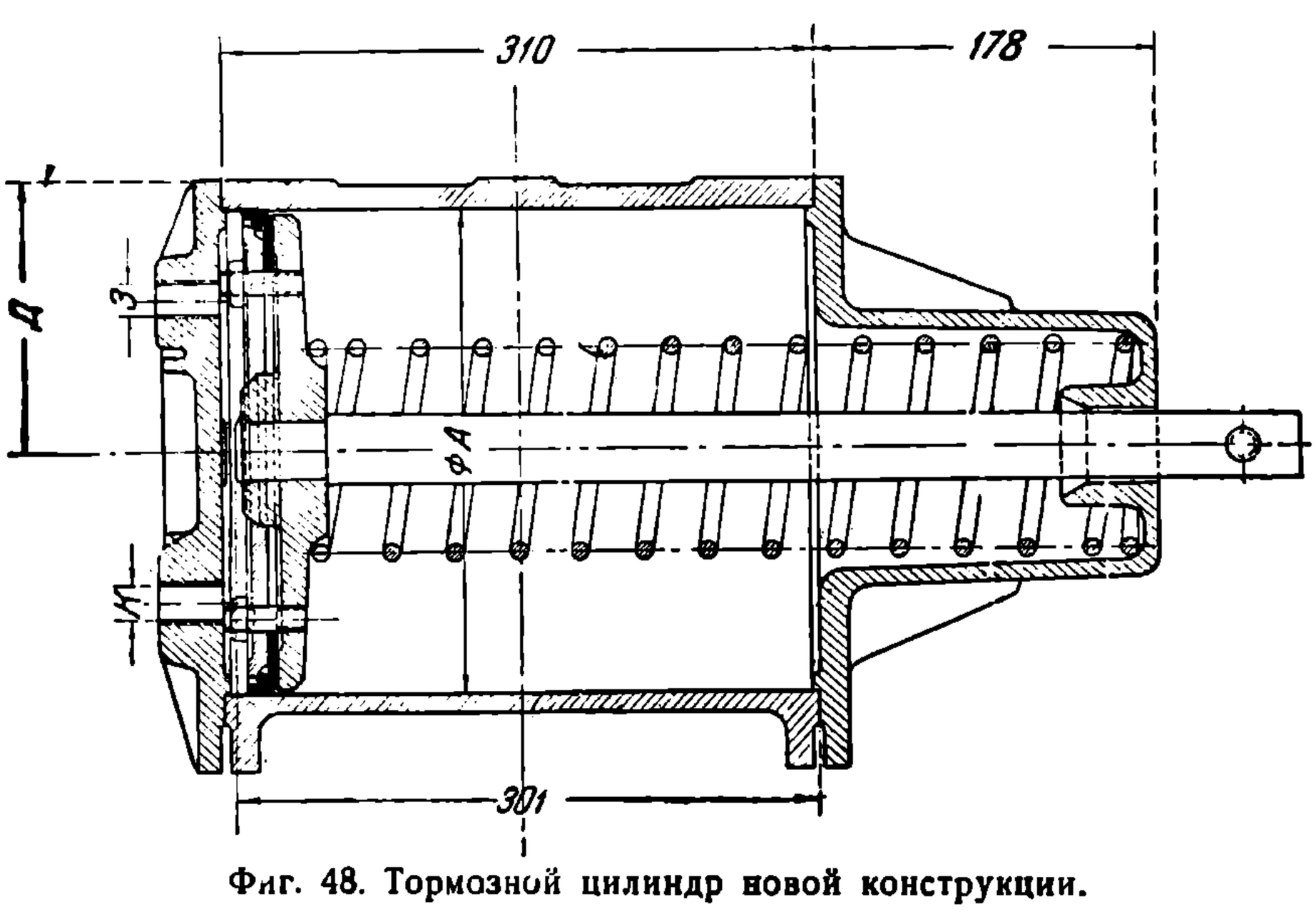
Тормозной цилиндр, запасный резервуар и распределитель представляют собою тормозной аппарат. Такой тормозной аппарат изображен на фиг. 47. В данном случае тормозной цилиндр с запасным резервуаром представляют одно целое, а распределитель укрепляется к задней части чугунного запасного резервуара. Тормозные аппараты по фиг. 47 явля-



Фиг. 47. Тормозной аппарат.

ются уж устаревшим типом, в настоящее время не изготовляются, имеются в применении только на двухосных пассажирских вагонах бывших четвертого класса.

В конце 1931 г. тормозной цилиндр нормальным ходом поршня подвергся некоторому изменению. Запроектирован и изготовляется, начиная с 1932 г., новый стандартный тормозной цилиндр (фиг. 48 и 49). Отличие

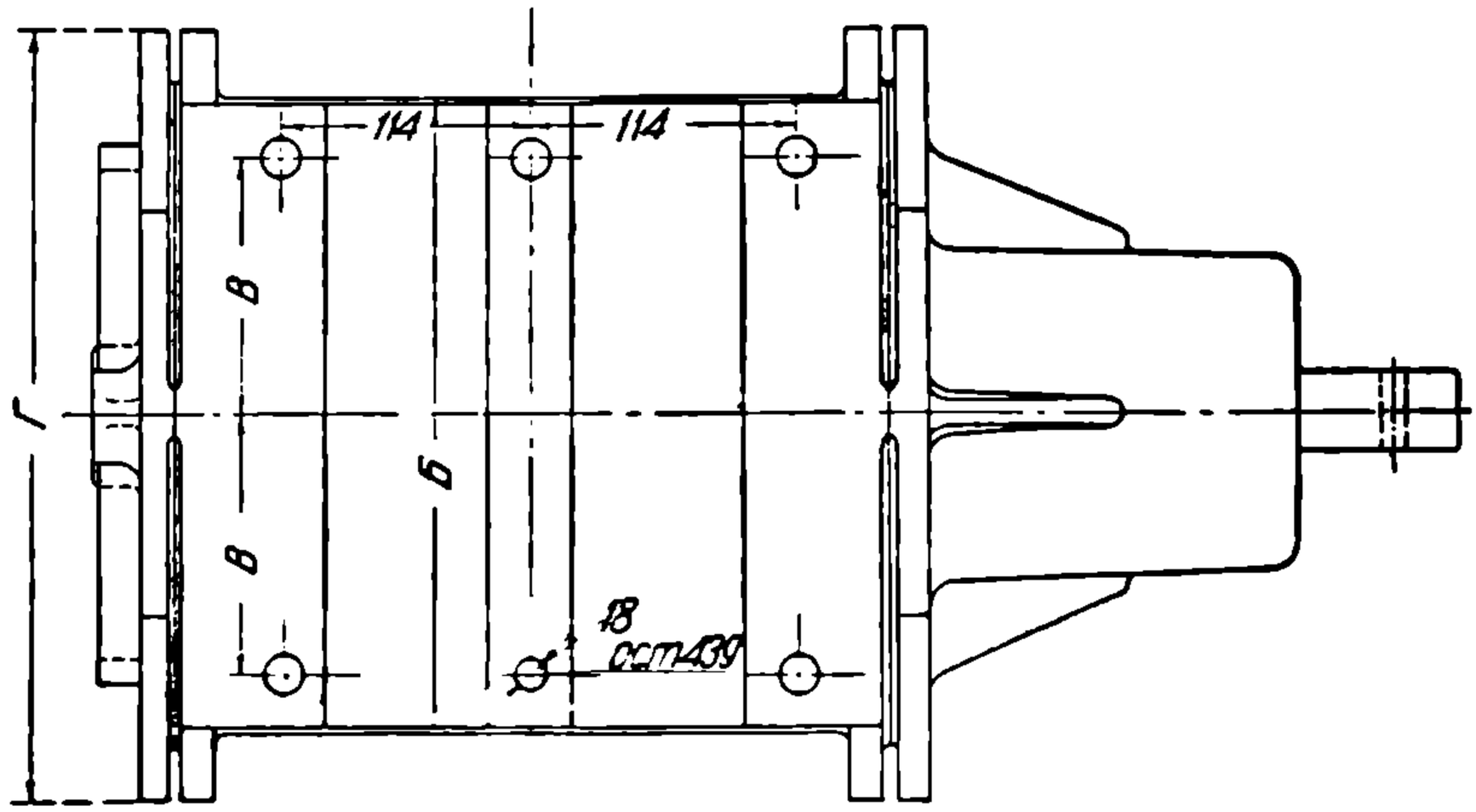


Фиг. 48. Тормозной цилиндр новой конструкции.

нового стандартного тормозного цилиндра от старого заключается в его длине. Новый цилиндр имеет длину между крышками 310 *мм*, т. е. на 52 *мм* короче, но пределы рабочего хода поршня остались те же — от 100 до 200 *мм*. Размеры стандартных тормозных цилиндров показаны в табл. 2.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Степень нажатия тормозных колодок находится в прямой зависимости от нагрузки на ось. Чем больше нагрузка на ось, тем больше должна быть сила нажатия колодок. Нагрузка на ось определяется весом



Фиг. 49. Тормозной цилиндр новой конструкции (вид проволочной плоскости).

самой единицы подвижного состава и количеством осей. Следовательно, чем больше вес единицы подвижного состава — паровоза или вагона, — тем больше требуется сила нажатия тормозных колодок. Источником силы нажатия тормозных колодок является тормозной цилиндр.

Сила в тормозном цилиндре, образующаяся от давления сжатого воздуха на поршень, передается через поршневой шток и рычажную передачу на тормозные колодки. В передаче к тормозным колодкам сила тормозного цилиндра увеличивается в несколько раз в зависимости от конструкции рычажной передачи. Это увеличение называется коэфициентом передачи или передаточным числом и бывает от 4 до 10.

Передаточное число больше 10 делать нецелесообразно, а до 10 оно не удовлетворяет полностью необходимости увеличивать силу нажатия тормозных колодок, поэтому сила нажатия колодок, помимо передаточного числа, устанавливается еще подбором соответствующего размера тормозного цилиндра, что видно из табл. 1.

Таблица 1

Диаметр цилиндра		Площадь поршня (в *см*)	Вес вагонов (в *т*)	Передаточное число	% нажатия колодок от веса	Размер запасных резервуаров (в люймах)		Примечание
дюйм.	*мм*					диам.	длина	
8	203	364	до 15	около 8	75	10	24	То же относится к тендерам
10	254	504	» 23	»	75	12	26	
12	304	728	» 24	» 9	75	12	36	
14	356	986	» 46	» 10	75	12	47	

Примечание. На паровозах устанавливается тормозной цилиндр с укороченным ходом поршня, диаметром 13 дюймов.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

12. Ремонт тормозных цилиндров

Тормозной цилиндр является весьма ответственной частью автоматического тормоза и должен быть обеспечен исправным состоянием. Поэтому ему делается регулярно через каждые шесть месяцев ревизия с осмотром поршня, прожировкой кожаного воротника и испытанием его действия.

Периодический осмотр, ремонт и испытание тормозных цилиндров производятся на месте без отвалки их. Для этого отнимается задняя или передняя крышка, в зависимости от того, которую удобнее отнять по расположению самого цилиндра.

Если отнимается передняя крышка, то головку поршневого штока следует только раз'единить с горизонтальным рычагом, вынув один валик. В этом случае крышка снимается вместе с поршнем.

Если приходится отнимать заднюю крышку, то, раз'единив головку поршневого штока с горизонтальным рычагом, приходится снимать и самую головку со штока. Для этого у цилиндров старой конструкции приходится сначала отнимать заднюю крышку и с помощью лома нажимать поршень в сторону передней крышки для того, чтобы выбить шпильку, удерживающую головку на штоке, так как эта шпилька уходит внутрь крышки (см. фиг. 45 и 47).

У стандартных тормозных цилиндров шпилька поршневого штока и головки в отпущенном состоянии поршня остается открытой. Поэтому выемка поршня с отвалкой задней крышки у новых цилиндров несколько проще.

В то время как выбивается шпилька из головки и поршневого штока, самый поршень в том и другом типе цилиндров следует поддерживать ломом. Иначе, после того как будет выбита шпилька, поршень под действием пружины с большой силой вылетит из цилиндра и может причинить повреждения работающим. В этом случае требуется большая осторожность.

Из сказанного следует сделать вывод, что выемку поршня из тормозного цилиндра надо производить с отвалкой передней крышки и вместе с крышкой. Это значительно лучше, проще, требует меньше труда и не представляет никакого риска, так как пружина остается в сжатом состоянии между поршнем и крышкой и задерживается в этом состоянии головкой штока. Выемку поршня с отвалкой задней крышки следует делать только в случаях крайней необходимости, когда через переднюю вынуть нельзя.

После выемки поршня стенки цилиндра очищаются от грязи, промываются и смазываются жировым составом, при этом следует обратить внимание на предохранительную канавку, и в случае загрязнения ее тщательно прочистить. В нерабочей части цилиндра возле передней крышки или в самой постановке крышки полезно сделать небольшое отверстие наружу для стека воды, которая попадает в цилиндр вместе с воздухом и в спокойном состоянии тормоза проникает из рабочей части в нерабочую.

Поршень подвергается тщательному осмотру. Если толщина кожаного воротника в местах трения меньше 2,5 *мм*, то воротник заменяется новым. Пружинящее кольцо обязательно вынимается и наклепывается для того, чтобы оно более плотно прижимало воротник к стенкам цилиндра.

НТБ УДУНТ (ДІІТ)

Исправный кожаный воротник разминяется на месте и хорошо смазывается тем же жировым составом, который идет для прожировки.

Возвращающая пружина подвергается осмотру, очищается от ржавчины и закрашивается лаковой краской или специальным лаком. При наличии неисправности в виде глубоких выедин на витках, неравномерной посадки витков пружина заменяется новой.

Испытание тормозных цилиндров производится вместе с запасным резервуаром и распределителем при общем испытании тормоза под вагоном или под паровозом. Для этого на заднюю крышку цилиндра ставится манометр и при полной зарядке тормоза, испытав предварительно плотность воздухопроводов от распределителя к цилиндру и к запасному резервуару, следует сделать полную разрядку главного воздухопровода, выпустив воздух через концевой кран. Произойдет полное торможение и давление в цилиндре должно быть не менее 3,5 *ат*. После этого следует по манометру в течение 10 мин. наблюдать за понижением давления в цилиндре. Понижение должно быть при тройном клапане Вестингауза не более 0,2 *ат* за 5 мин., при распределителях Казанцева и Матросова — не более 0,1 *ат* за 5 мин.

Для прожировки кожаных воротников рекомендуется следующий состав: 2 части говяжьего сала, 1 часть воску и 1 часть парафина. Этот состав разогревается до 50—60° Ц и воротники опускаются в него на 20—30 мин.

Таблица 2

Размеры стандартных тормозных цилиндров.

Условные номера	Наименование	А	Б	В	Г	Д	З	К
420—421	8″ гор. торм. цилин.	203	240	98,5	273	114	1/2″ газ	1/2″ газ
425—426	10″ » » »	254	273	114	336	143	1/2″ газ	1/2″ газ
430—431	12″ » » »	305	305	127	397	168	1/2″ газ	1/2″ газ
435—436	14″ » »	356	356	152,5	451	193	1/2″ газ	1/2″ газ

13. Запасные резервуары

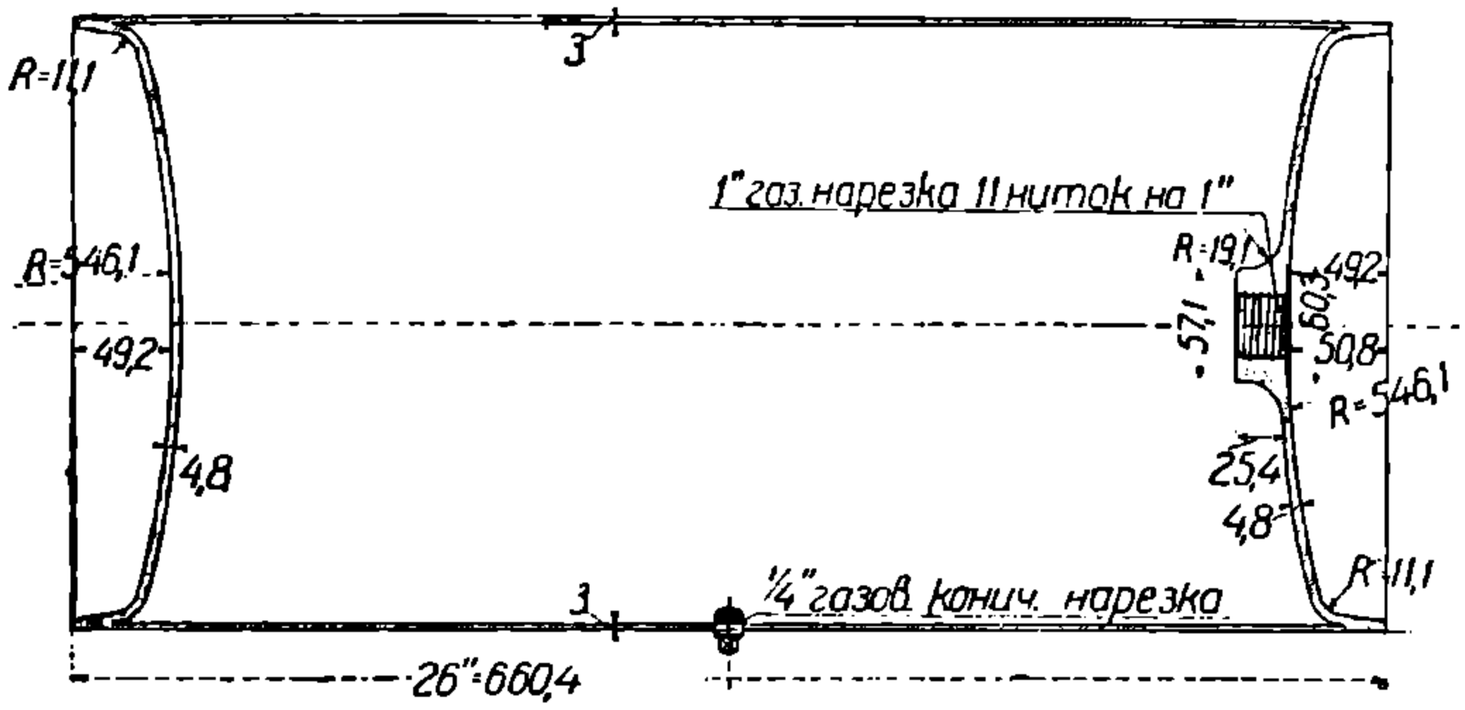
Запасный резервуар содержит в себе запас сжатого воздуха, необходимый для торможения. При понижении давления в главном воздухопроводе распределитель под каждым вагоном, действуя автоматически, соединяет запасный резервуар с тормозным цилиндром. Сжатый воздух из запасного резервуара перетекает в тормозной цилиндр и производит торможение. Таким образом основное назначение запасного резервуара сводится к тому, чтобы питать тормозной цилиндр сжатым воздухом во время торможения.

Помимо запасных резервуаров при распределителе серии К тормоза Казанцева, распределителе серии М тормоза Матросова имеются еще дополнительные резервуары, но назначение последних будет совершенно

НБ УДУЕТ (ДІІТ)

другое. Дополнительный резервуар у перечисленных распределителей дополняет об'ем регулирующих камер.

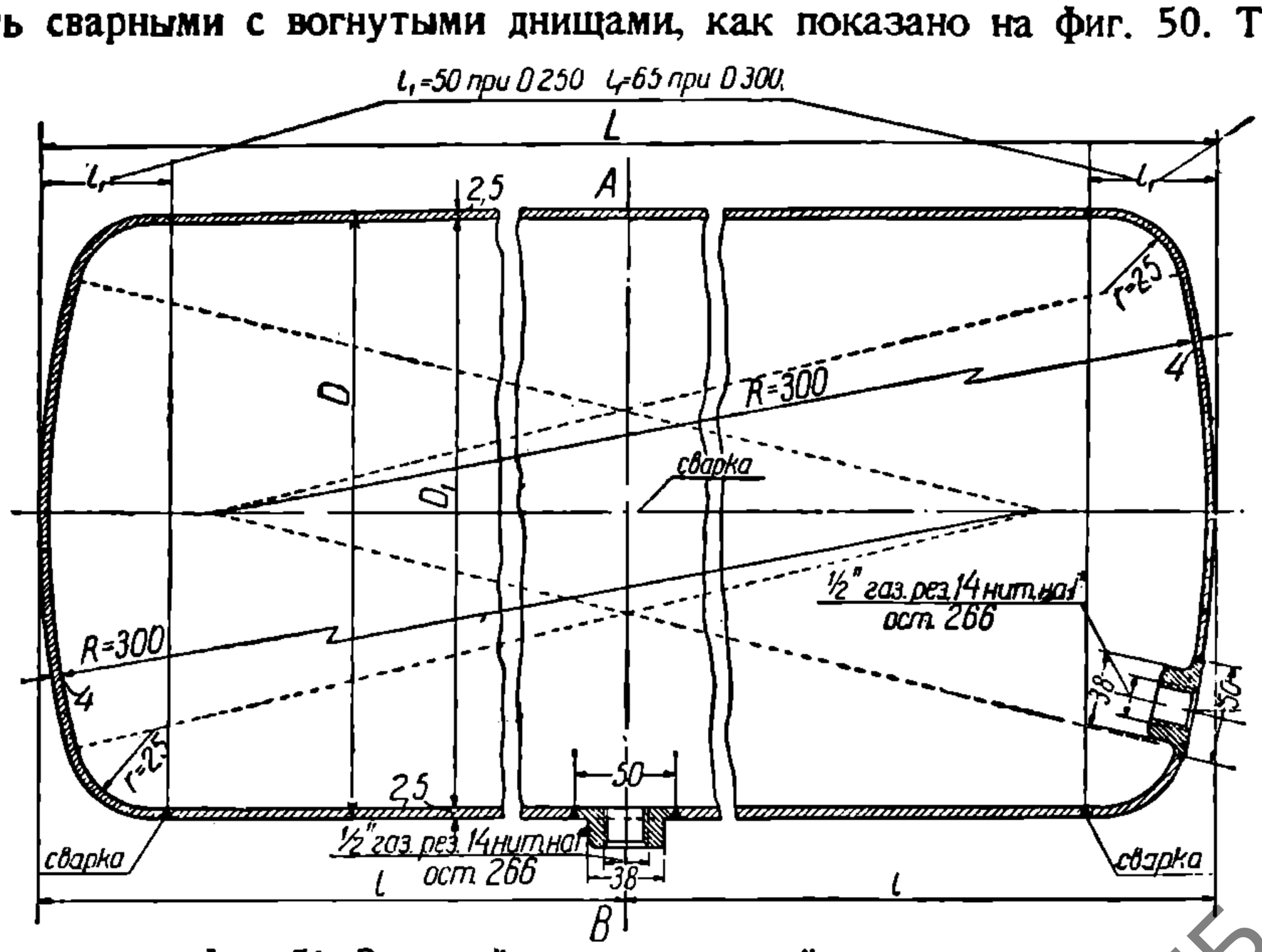
Для того чтобы давление в тормозных цилиндрах при торможении не зависело от их размеров, по всему поезду было по возможности одинаково и при полном торможении равно 3,5 — 3,75 *ат*, об'ем запасных резервуаров должен строго соответствовать размерам тормозных цилинд-



Фиг. 50. Запасный резервуар старой конструкции.

ров. Каждому размеру тормозного цилиндра предназначен свой об'ем запасного резервуара приблизительно в пять раз больше об'ема рабочего пространства самого тормозного цилиндра при среднем ходе поршня.

Раньше запасные резервуары делались клепаными, поздней стали делать сварными с вогнутыми днищами, как показано на фиг. 50. Такой



Фиг. 51. Запасной резервуар новой конструкции.

способ изготовления весьма неэкономичен, поэтому последнее время, начиная с 1931 г., способ изготовления и сама форма запасных резервуаров

НБ УДУНТ (ДІІТ)

изменены. Вместо вогнутых днищ внутрь стали делать резервуары с выгнутыми днищами наружу, как показано на фиг. 51. Размеры и об'емы запасных резервуаров для различных тормозных цилиндров указаны в таблицах 3 и 4.

Таблица 3

Размеры и об'емы запасных резервуаров с вогнутыми днищами (фиг. 50 для разных тормозных цилиндров при тормозе Вестингауза

Наружные размеры (в дюймах)		Об'ем (в л)	Назначение резервуара
Диаметр	Длина		
10	11	8,20	Для кранов машиниста для цилиндров (в дюймах)
			Горизон. | Вертик.
10	15	12,75	6 | 8
10	24	24,50	8 | 10
12	26	38.25	10 | 13
12	43	64.00	— | 16
12	47	78.00	14 | 18
15	38	98,40	16 | —

Таблица 4

Размеры и об'емы запасных резервуаров с выгнутыми днищами (фиг. 51) для разных тормозных цилиндров при всех системах тормозов

Для тормозных цилиндров	*L*	*D*	*D*	*l*	Емкость (в л)	Условный номер	Примечание
8″ гор. торм. цил.	450	250	245	225	20	805А	Для тормозов Вестингауза резервуары изготовляются по тем же размерам, за исключением длины, которая должна быть соответственно:
10″ » »	470	300	395	235	30	805Б	
12″ » » »	700	300	295	350	44	805В	
14″ » »	860	300	295	430	55	705Г	
13″ » »	470	300	295	235	30	805Д	
Дополнительный резервуар для распредел. серии К.	400	250	245	200	17	805Е	
Дополнительный резервуар для распредел. серии М	250	250	245	125	9,5	805Ж	

Для торм. цил.	Длина *Z*	Емкость
8″ горизонт.	550	24
10″ »	590	28
12″ »	860	55
14″ »	1210	78
13″ вертик.	500	38

НБ УДУХТ (ДІТ)

14. Задачи и примеры

1. Определить, какое количество свободного воздуха помещается в главном резервуаре об'емом 500 *л* при давлении 6,5 *ат*?

2. Определить об'ем главного воздухопровода одного товарного двухосного вагона длиной 9 *м* с соединительными рукавами без отводов.

3. Определить об'ем тормозной сети воздухопроводов в составе товарного поезда длиной 100 вагонов (900 *м*) без паровоза при наличии отводов к стоп-кранам диаметром $^3/_4''$, длиною 35 *м* и отводов к распределителям диаметром $^1/_2''$ и длиною 50 *м*.

4. Состав пассажирского поезда 16 четырехосных тормозных вагонов с тормозными цилиндрами 12″. Длина состава 350 *м*, длина отводов к стоп-кранам 70 *м*, диаметром $^3/_4''$. Клина отводов к распределителям 20 *м*, диаметром 25,4 *мм*. Определить, какое количество свободного воздуха потребуется на зарядку тормоза до нормального рабочего давления. Об'ем каждого распределителя 1 *л*, об'ем запасных резервуаров соответствует размерам цилиндров.

5. Состав товарного поезда 100 вагонов общей длиною с паровозом 920 *м*. Тормозных имеется 35 вагонов с тормозными цилиндрами 8″, остальные пролетные. Длина отводов 75 *м*, диаметром $^1/_2''$. Тормоза системы Казанцева с распределителями сер. К и дополнительными резервуарами. Определить, какое количество свободного воздуха требуется на зарядку тормоза до нормального рабочего давления.

6. Машинист затормозил поезд, понизив давление в главном воздухопроводе на 1,5 *ат*. Определить, какое количество свободного воздуха израсходовано из главного воздухопровода при длине состава с паровозом 380 *м*. Длина отводов к стоп-кранам 60 *м*, диаметром $^3/_4''$ и длина отводов к распределителям 20 *м*, диаметром 1″.

7. В составе товарного поезда длиной 750 *м* при 30 тормозных единицах с тормозными цилиндрами 8″ при нормальном рабочем давлении были закрыты с обоих концов концевые краны для того, чтобы определить степень утечки воздуха через неплотности главного воздухопровода. Через 15 мин. давление в тормозной сети и запасных резервуарах понизилось с 5 до 3,5 *ат*. Определить, какое количество свободного воздуха утекало в минуту?

8. Диаметр тормозного цилиндра 12″, давление 3,5 *ат*. Определить усилия на поршневом штоке при сопротивлении пружины в 150 *кг*.

9. Тормозной цилиндр с нормальным ходом поршня имеет диаметр 10″. Определить об'ем его рабочей камеры при среднем ходе поршня.

10. Тормозной цилиндр с нормальным ходом поршня, диаметром 12″ имеет рабочий ход поршня 180 *мм*. Определить, какое количество свободного воздуха требуется, чтобы затормозить тормоз давлением до 3,5 *ат*?

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ГЛАВА IV

ПАРО-ВОЗДУШНЫЕ НАСОСЫ

1 Классификация насосов

При любой системе автоматических тормозов на паровозе должен быть источник, снабжающий тормозную сеть сжатым воздухом. Таким источником является паровоздушный насос, представляющий собою сочетание паровой машины с компрессором (воздушным насосом).

В своем историческом развитии паровоздушный насос подвергался серьезным изменениям в своем устройстве и особенно в последние годы в связи с введением автоматических тормозов в товарных поездах в СССР и в ряде других государств. С каждым изменением насоса конструкция его в той или иной мере улучшилась и продолжает улучшаться.

Улучшение конструкции насоса идет по двум направлениям: 1) по линии увеличения мощности насоса или увеличении производительности за единицу времени и 2) по линии экономии расходов топлива на насос за счет увеличения продуктивности производства, т. е. увеличения производства сжатого воздуха на единицу расходуемого пара. По этим двум путям должна итти изобретательская мысль рабочего автоматчика в дальнейшем усовершенствовании насоса.

Особенности устройства механизма насоса, постоянная почти непрерывная, напряженная работа его и ответственность той роли, которую выполняет насос в действии автоматических тормозов, требуют умелого обращения с ним, особо тщательного надзора и высококачественного его ремонта, а все это в совокупности требует, чтобы автоматчик и паровозный машинист хорошо знали устройство и действие насосов всех существующих систем.

Всякий паровоздушный насос состоит из двух основных частей: паровой части, представляющей собою в данном случае тип двигателя без кривошипов, и воздушной части, являющейся поршневым компрессором, приводимым в действие паровым двигателем, непосредственно связанным с ним с помощью поршневых штоков.

По устройству паровой части паровоздушные насосы делятся на два вида: а) насосы простого действия с одним и двумя паровыми цилиндрами, работающими без расширения пара, и б) насосы-компануд только с двумя цилиндрами, — один высокого давления, другой — низкого давления,— работающие с расширением пара в цилиндре низкого давления.

По устройству паровой и воздушной части все паровоздушные насосы делятся на следующие четыре основные группы.

1. Простые насосы, работающие без расширения пара и с однократным сжатием воздуха; обычно они имеют два цилиндра — паровой и воздушный, расположенные по одной вертикальной оси.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

По типу этой группы построен простой насос Вестингауза. Изготовление насосов этого типа, как устаревших для паровозов, прекращено еще в 1926 г. приказом Центрального управления жел.-дорожного транспорта за № 8766 от 26 июля.

Имеющиеся на паровозах простые насосы постепенно заменяются тандем-насосом более мощного типа.

2. Тандем-насосы, работающие без расширения пара, но с двукратным сжатием воздуха; они имеют три цилиндра — один паровой и два воздушных, последние различного диаметра; все три цилиндра располагаются по одной вертикальной оси, а их поршни связаны на одном общем штоке.

Тандем-насос в настоящее время является типовым для нашего паровозного парка и установлен почти на всех пассажирских и товарных паровозах. По своей мощности также подходит к пределу, и в товарных поездах с большим количеством тормозных вагонов уже полностью не удовлетворяет потребности сжатого воздуха; поэтому приступлено к изготовлению более мощного насоса.

3. Дуплекс-насосы, или сдвоенные насосы, также без расширения пара, но с двукратным сжатием воздуха; они имеют четыре цилиндра: два паровых, работающих свежим паром, и два воздушных, последние — различного диаметра; цилиндры расположены попарно, — один паровой и один воздушный, — каждая пара — по своей вертикальной оси и параллельно одна другой.

Дуплекс-насосы в свою очередь делятся на два вида: а) насосы периодического действия и б) насосы непрерывного действия. Насосы периодического действия устроены таким образом, что когда одна пара поршней движется, другая неподвижна, и наоборот. У насосов непрерывного действия работают обе пары поршней одновременно; когда одна пара движется вверх, другая в то же время движется вниз.

Насосы периодического действия всасывают атмосферный воздух в оба цилиндра, затем поршень большого цилиндра сжимает первоначальным сжатием воздух, заполнивший этот цилиндр, и нагнетает его в малый цилиндр, после чего поршень малого цилиндра производит вторичное сжатие и нагнетает это количество воздуха в главный резервуар. Об'емная производительность насосов периодического действия за один ход обеих пар поршней определяется об'емом обоих воздушных цилиндров.

Насосы непрерывного действия всасывают атмосферный воздух только в один большой цилиндр, где этот воздух поршнем большого цилиндра сжимается первоначальным сжатием и нагнетается в малый цилиндр. Поршнем малого цилиндра производится вторичное сжатие и нагнетание в главный резервуар. Об'емная производительность насосов непрерывного действия за один ход обоих поршней определяется об'емом только одного большого цилиндра, следовательно, об'емная производительность насосов периодического действия при равенстве всех прочих условий будет больше, чем у насосов непрерывного действия.

По типу этой группы построен дуплекс-насос периодического действия системы Нью-Йорк, но изготовление насосов Нью-Йорк в России было прекращено еще в 1909 г. после судебного процесса с фирмой Вестингауз

4. Дуплекс-компаунд-насосы, работающие с расширением пара и двукратным сжатием воздуха; они имеют четыре цилиндра: два паровых разного диаметра, из которых один высокого давления, работает свежим

РБ УГАЗУЕТ (ДПТ)

паром, второй, низкого давления, работает мятым паром, и два воздушных цилиндра — также различного диаметра. Цилиндры расположены так же как у дуплекс-насосов, попарно и паралелльно.

Дуплекс-насосы могут быть только непрерывного действия и делятся также на два вида: а) насосы, у которых большой воздушный цилиндр обслуживается малым паровым цилиндром, а малый воздушный — большим паровым, т. е. всасывание и первоначальное сжатие производятся с помощью свежего пара высокого давления, а окончательное, или вторичное сжатие, производится с помощью мятого пара низкого давления и б) насосы, у которых большой воздушный цилиндр обслуживается большим же паровым цилиндром, а малый воздушный — малым паровым, т. е. всасывание и первоначальное сжатие производятся с помощью мятого пара, а окончательное сжатие — с помощью свежего пара.

По типу Дуплекс-компаунд построен немецкий насос Нилебок-Кнорр, имеющийся у нас на сети всего лишь в количестве 5 экземпляров, полученных из Германии в 1929 г. для испытания.

По этому же типу построен американский насос Вестингауза, так называемый Гросс-компаунд. Гросс-компаунд установлен на прибывших к нам американских паровозах сер. ТА и ТБ.

По этому же типу запроектированы, уже построены и испытаны первые пробные экземпляры паровоздушного Дуплекс-компаунд насоса Московского государственного тормозного завода. Для краткости будем дальше называть МГТЗ.

Из сказанного видно, что тип дуплекс-компануд насоса становится основным типом и, очевидно, в скором времени он заменит тандем-насос.

Последнее время в связи с предложением электропневматических тормозов и необходимостью электрифицировать освещение паровозов Институтом реконструкции тяги НКПС приступлено к проектированию турбо-динамо-компрессора. В данном случае паровая турбина на паровозе будет приводить в действие динаму и компрессор. Динамо будет давать электрический ток для освещения и приведения в действие электро-пневматических тормозов, а компрессор будет питать тормозную сеть сжатым воздухом.

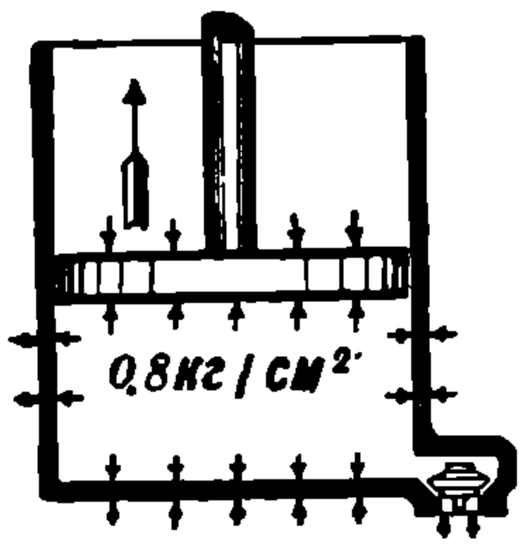
2. Теория рабочего процесса воздушной части насоса

а) Всасывание. Паровой и воздушный поршни насоса укреплены на одном общем поршневом штоке, поэтому во время работы насоса всегда движутся вместе. Паровой поршень, приводимый в действие паром, движется в паровом цилиндре из одного крайнего положения в другое и заставляет двигаться воздушный поршень в воздушном цилиндре.

Поршень в воздушном цилиндре разделяет внутреннее пространство его на две части—нижнюю и верхнюю. При каждом перемещении поршня от одного крайнего положения в другое об'ем обоих пространств изменяется. При движении поршня вверх об'ем нижнего пространства в цилиндре увеличивается, а верхнего уменьшается и, наоборот, при движении поршня вниз, об'ем верхнего пространства увеличивается, а нижнего — уменьшается. Из этого видно, что по ходу поршня пространство сзади его всегда увеличивается, спереди уменьшается.

НБ УДУТ (ДІТ)

По мере удаления поршня от своего крайнего положения, увеличения пространства в цилиндре происходит разрежение воздуха в этом пространстве, т. е. давление воздуха в цилиндре становится ниже атмосферного наружного, или давления окружающей среды. Получается перевес давления наружного воздуха на всасывающий клапан (фиг. 52). Вследствие этого клапан открывается и наружный воздух заполняет пространство цилиндра сзади движущего поршня, или, как принято говорить, всасывается поршнем в воздушный цилиндр.



Фиг 52. Процесс всасывания воздуха в цилиндр паро-воздушного насоса.

Давление в воздушном цилиндре при всасывании за всю длину хода поршня будет несколько ниже атмосферного, примерно на величину удельного веса всасывающего клапана, т. е. веса клапана, приходящегося на 1 *см²* его наружной площади. Например всасывающий клапан весит 0,4 *кг* (400 *г*), наружная площадь 4 *см²*, тогда давление в цилиндре при всасывании на протяжении всего хода поршня будет:

$$1 - \frac{04}{4} = 0{,}9 \ ат \ абс.$$

б) Изотермическое сжатие. Когда поршень в воздушном цилиндре движется вверх, нижнее пространство цилиндра сзади поршня увеличивается и в нем происходят разрежение и всасывание, в это время верхнее пространство цилиндра впереди поршня уменьшается. Воздух, находящийся в верхнем пространстве, сжимается, увеличивая упругость, сжатие происходит до тех пор, пока не откроется нагнетательный клапан или пока давление в воздушном цилиндре не будет несколько выше давления в главном резервуаре. После этого воздух из цилиндра вытесняется поршнем в главный резервуар при постоянном давлении.

Таким образом в воздушном цилиндре происходит работа одновременно по обе стороны поршня. С одной стороны поршня происходит разрежение и всасывание атмосферного воздуха, а с другой стороны происходит сжатие и нагнетание сжатого воздуха в главный резервуар.

На фиг. 53 изображена диаграмма теоретического процесса сжатия (линия *a-d)* в предположении, что температура сжимаемого воздуха остается постоянной, равной температуре внешнего воздуха Поршень движется слева направо — от точки *a* к точке *d;* длина его хода разделена на 10 равных частей. Для упрощения вычислений полный об'ем цилиндра условимся обозначать буквой V, давление в нем — буквой P и в данном случае величину начального давления принимаем за 1 *ат абс.* Когда поршень пройдет 0,1 своего хода, об'ем цилиндра будет меньше, получится новый об'ем V_1, на 0,1 меньше первоначального. Следовательно, и давление будет другое — P_1 — больше первоначального.

При сжатии воздух имеет свойство, по которому об'ем данного количества его обратнопропорционален давлению, или давление данного количества воздуха обратнопропорционально об'ему, если температура воздуха остается постоянной. Иначе говоря, во сколько раз увеличивается об'ем данного количества воздуха, во столько раз уменьшается его дав-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ление, и, наоборот, во сколько раз уменьшается об'ем данного количества воздуха, во столько раз увеличивается его давление. Это свойство сжатого воздуха названо по имени ученых, открывших его, законов Бойля-Мариотта.

Таким образом в данном случае, по закону Бойля-Мариотта, по мере уменьшения об'ема в воздушном цилиндре давление в нем увеличивается во столько раз, во сколько раз уменьшается об'ем. Если мы примем условно первоначальное давление в цилиндре 1 *ат абс* и полный об'ем внутреннего пространства самого цилиндра за единицу, то в то время, когда поршень пройдет 0,1 своего хода и новый об'ем будет уже только 0,9. Поэтому давление в этом новом об'еме будет во столько раз больше, во сколько раз меньше 0,9 единицы. Следовательно

$$P_1 = P \times \frac{V}{V_1} = 1 \times \frac{1}{0,9} = 1,11 \ ат \ абс.$$

Это значит, что когда поршень пройдет 0,1 своего хода, давление в цилиндре увеличится только на 0,11 или на 1/9 *ат*.

Когда поршень пройдет 0,2 своего хода, получится новый об'ем V_2, следовательно, будет и давление другое — P_2, во столько раз больше первоначального, во сколько раз меньше стал об'ем.

$$P_2 = P \times \frac{V}{V_2} = 1 \times \frac{1}{0,8} = 1,25 \ ат \ абс.$$

Таким образом за 0,2 хода поршня давление увеличится только на 0,25, или на ¼ *ат*.

Когда поршень пройдет 0,3 своего хода, получается новый об'ем $V_3 = 0,7$, давление соответственно увеличивается и будет:

$$P_3 = P \times \frac{V}{V} = 1 \times \frac{1}{0,7} = 1,43 \ ат \ абс.$$

Когда поршень пройдет половину своего хода, то об'ем цилиндра уменьшится в два раза, следовательно, давление в нем увеличится также в два раза и будет равно 2 *ат абс*, или 1 *ат* по манометру. Дальше, как видно из диаграммы (фиг. 53), сжатие происходит более интенсивно и это вполне понятно, так как соотношение об'емов меняется более резко, чем в начале. Например, когда поршень пройдет 0,7 своего хода, то новый об'ем V_7 будет равен 0,3 и давление будет:

$$P_7 = P \times \frac{V}{V_7} = 1 \times \frac{1}{0,3} = 3,33 \ ат \ абс.$$

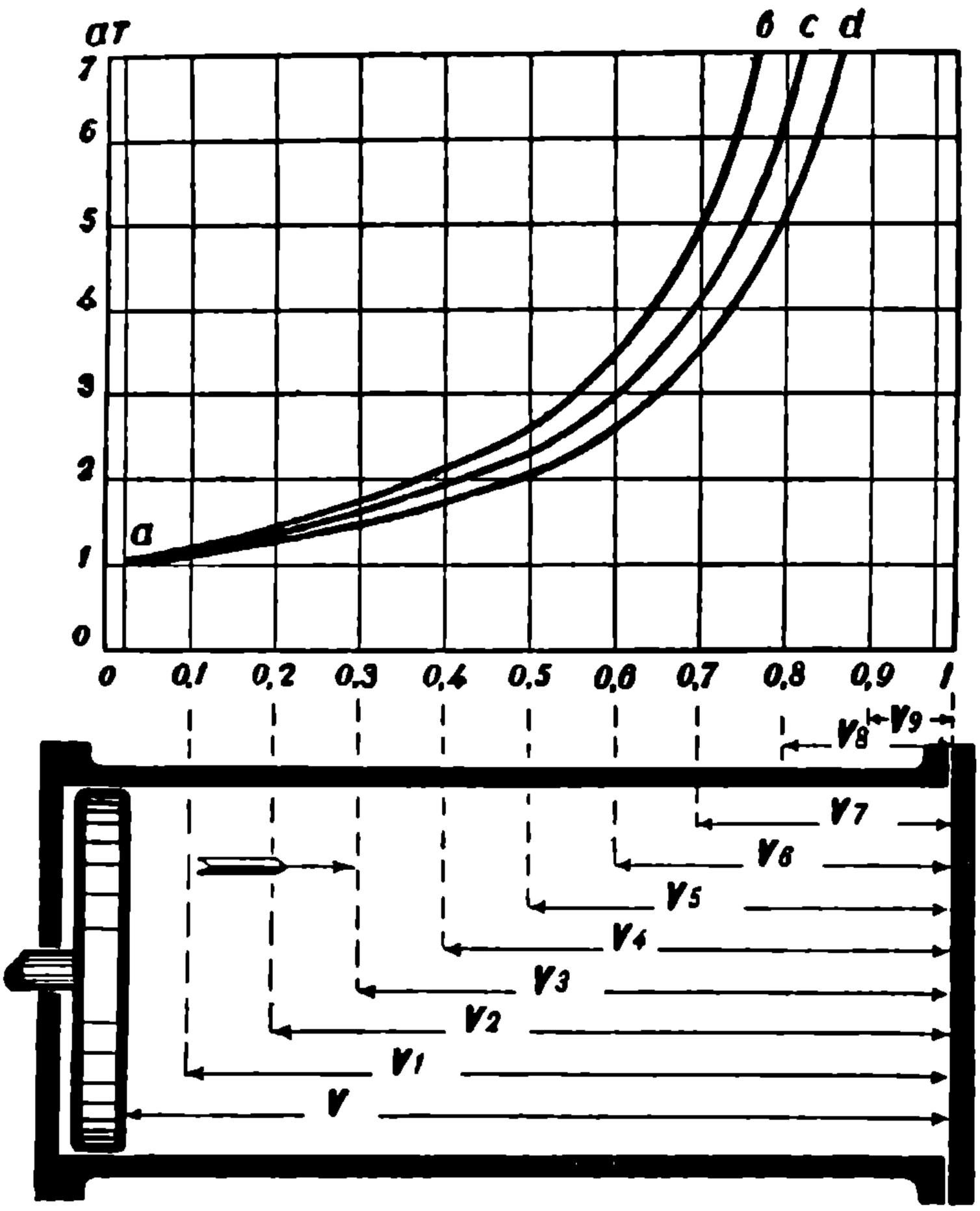
а при ходе поршня 0,8 давление будет:

$$P_8 = P \times \frac{V}{V_8} = 1 \times \frac{1}{0,2} = 5 \ ат \ абс.$$

Таким образом при давлении в главном резервуаре свыше 6 *ат* на протяжении большей части хода поршня происходит только сжатие и на протяжении незначительной части хода около 0,15 идет нагнетание сжатого воздуха в главный резервуар.

НТБ УДУНТ (ДІІТ)

Процесс сжатия, когда температура сжимаемого воздуха остается постоянной,— равной температуре внешнего или всасываемого воздуха, в термодинамике называется изотермическим сжатием. Мы его здесь разобрали как наиболее простой процесс, легче поддающийся теоретическому анализу. В паровоздушном насосе процесс сжатия происходит несколько иначе.



Фиг. 53. Диаграмма сжатия воздуха насосом.

в) **Адиабатическое сжатие.** При сжатии воздуха в любых условиях происходит обязательное выделение теплоты в количестве 636 кал. на лошадиную силу в час, и самый воздух нагревается. Имея свойство расширяться от нагревания, сжатый воздух в данном случае не может расширяться, так как об'ем цилиндра не позволяет, поэтому происходит некоторое увеличение упругости или давления в цилиндре в момент сжатия, что вызывает лишнее сопротивление и лишнюю потерю в работе. Для того чтобы сжать 1 $м^3$ свободного (атмосферного) воздуха в 1 мин. до давления в 7 ат при условии, чтобы температура его оставалась во время сжатия постоянной, потребовалось бы теоретически 4,7 л. с. Для того же сжатия, но с нагреванием воздуха его естественно выделяемой теплотой

НБ УДУНТ (ДІТ)

в 636 кал. на л. с./час. без потерь тепла требуется теоретически 6,5 л. с., т. е. на 38% более.

Конечно этот дополнительный, или излишний, расход энергии при сжатии не представлял бы собою потери, если бы нагретый при сжатии воздух сохранял свою теплоту, а следовательно, и упругость постоянными. Но дело в том, что воздух довольно быстро, даже более быстро, чем некоторые другие газы, отдает свою теплоту стенкам резервуара, в котором он заключен, или стенкам воздухопровода, по которму направляется после сжатия в резервуар. С потерей тепла он теряет и соответствующую часть упругости. В приведенном выше примере достаточно 1 $м^3$ поверхности воздухопровода от насоса к резервуару для того, чтобы отнять у воздуха всю теплоту, произведенную одной лошадиной силой.

В самом цилиндре паровоздушного насоса нагревание воздуха происходит по мере его сжатия и при определенном темпе работы насоса каждому давлению соответствует известная температура. В табл. 5 приводятся температуры сжимаемого воздуха при условии, что начальное давление 1 *ат абс* и температура наружного воздуха 20° Ц.

Таблица 5

Давление (в *ат*)	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Температура в °Ц	85	124	160	190	214,2	235	254	271	285

Если воздух нагревается или охлаждается при постоянном давлении, то об'ем его увеличивается или уменьшается в постоянном соотношении с температурой на величину $^1/_{273}$ за каждый градус.

Если воздух нагревается или охлаждается в постоянном об'еме, то давление его увеличивается или уменьшается, в том же соотношении с температурой, т. е. на $^1/_{273}$ за каждый градус.

Это свойство воздуха названо по имени ученого, открывшего его, законом Гей-Люссака.

Таким образом по закону Гей-Люссака вследствие нагревания воздуха при сжатии давление в воздушном цилиндре насоса за каждую десятую часть хода поршня будет несколько больше, чем мы считали в предположении изотермического сжатия. На диаграмме фиг. 53 линией *аб* показано именно такое сжатие с нагреванием воздуха — это называется *адиабатическим сжатием.*

г) Политропическое сжатие. Часть теплоты, приобретаемой воздухом при сжатии паровоздушным насосом, отдается стенкам насоса, которые с внешней стороны постоянно охлаждаются атмосферным воздухом. Таким образом при медленном сжатии выделяемая теплота может быть поглощена стенками цилиндра почти полностью через соприкосновение сжимаемого воздуха, и самое сжатие могло бы быть близким к изотермическому. Но при быстром сжатии или при быстром темпе работы насоса стенки цилиндра не успевают остывать от охлаждения их наружным воздухом и нагреваются, почти переставая поглощать внутреннюю теплоту.

Для более интенсивного охлаждения у паровоздушных насосов последних конструкций наружная поверхность воздушных цилиндров покрыта

НБ УДУиТ (ДГТ)

ребрами, благодаря которым значительно увеличивается площадь излучения тепла и увеличивается теплоотдача.

Такое постоянное и довольно интенсивное охлаждение стенок воздушного цилиндра дает им возможность поглощать теплоту воздуха, приобретаемую им при сжатии. Поэтому расширение, или, вернее, увеличение давления при сжатии получается меньше. На диаграмме фиг. 53 процесс такого сжатия показан линией *ас;* он называется *политропическим сжатием.* Как видно из диаграммы, линия политропического сжатия занимает среднее положение между изотермическим и адиабатическим. Это и есть тот процесс, который происходит в паровоздушном насосе.

д) Вредные пространства По устройству движущего и парораспределительного механизмов паровоздушного насоса чрезвычайно трудно или почти невозможно сделать так, чтобы паровой и воздушный поршни подходили плотно к крышкам цилиндра в их крайних положениях. Всегда в крайних положениях между поршнем и крышкой остается некоторый запс пространства, которое называется *вредным пространством.* Это пространство в известных пределах величины совершенно необходимо: для парового поршня в нем образуется паровая подушка и для воздушного поршня в последнем образуется воздушная подушка. Та и другая вместе своей упругостью не допускают ударов поршня о крышки. Благодаря упругости паровой и воздушной подушек насос работает плавно, без стука. Но самое название вредного пространства, вполне справедливое по существу, определяет его значение в работе насоса. Это пространство, несмотря на некоторое его положительное значение, в действительности является вредным, что видно будет из следующего.

Когда поршень в воздушном цилиндре доходит до своего крайнего положения и вытесняет сжатый им воздух в главный резервуар, то во вредном пространстве остается некоторое количество сжатого воздуха, равное об'ему вредного пространства, помноженному на конечное давление сжатия.

Нам известно, что сжатый воздух имеет свойство расширения, поэтому при обратном ходе поршня оставшийся во вредном пространстве сжатый воздух расширяется, заполняя пространство сзади поршня. Расширение происходит до тех пор, пока давление не понизится до предела всасывания, т. е. ниже атмосферного. Если конечное давление при сжатии было 7 *ат*, то при обратном ходе поршня оставшийся во вредном пространстве сжатый воздух займет об'ем в 7 раз больше об'ема самого вредного пространства, мешая этим всасыванию атмосферного воздуха.

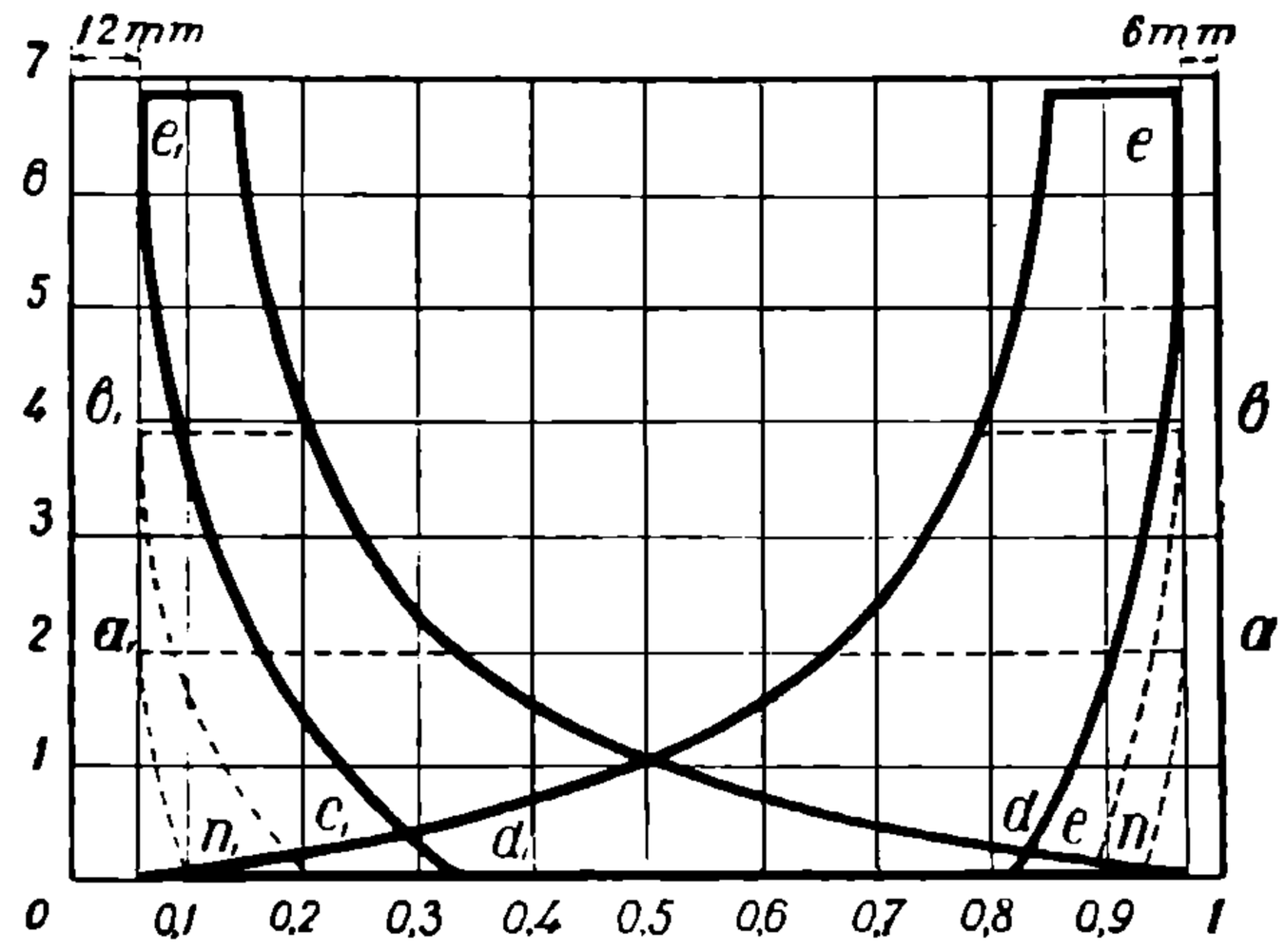
На фиг. 54 изображена диаграмма, показывающая значение вредного пространства в работе насоса при различном конечном давлении сжатия.

Первая сторона диаграммы построена в предположении, что вредное пространство равно 0,025 или $^1/_{40}$ длины хода поршня, что для тандем-насоса составит около 6 *мм*. По линии *ал* видно, что после сжатия до 2 *ат* при обратном ходе поршня происходит расширение оставшегося во вредном пространстве сжатого воздуха на протяжении $^1/_{26}$ хода и что, только пройдя эту часть, поршень начинает всасывать атмосферный воздух. Та часть хода, которую поршень проходит с расширением оставшегося во вредном пространстве сжатого воздуха, называется холостым или мертвым ходом поршня.

НВ УДУНТ (ДІІТ)

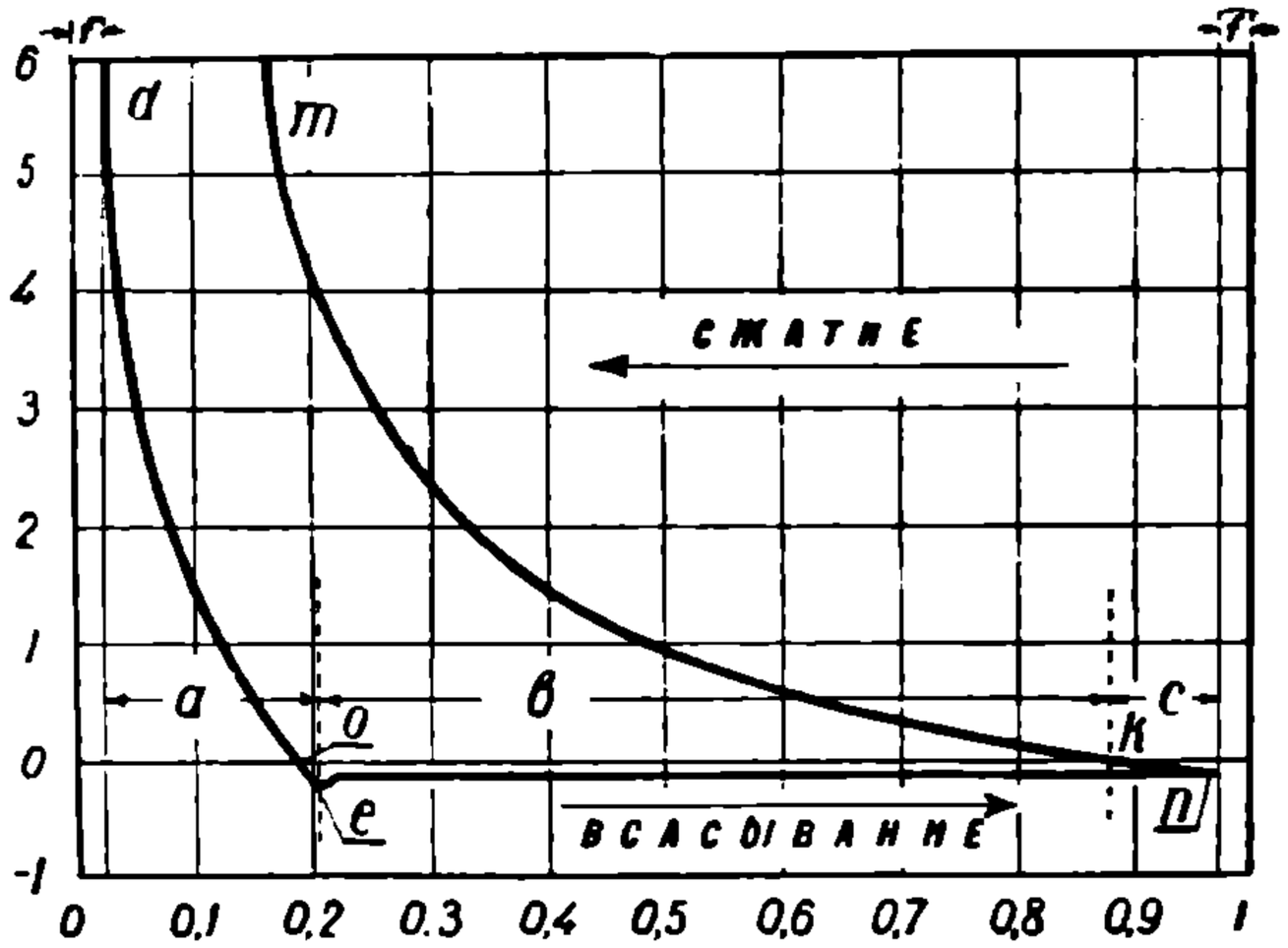
По линии *бс* той же правой части диаграммы видно, что при конечном давлении сжатия до 4 *ат* мертвый ход поршня увеличивается до 0,1 его полного хода, а при конечном давлении сжатия до 7 *ат*, мертвый ход поршня доходит почти до 0,2 своего полного хода. Из этого следует вывод, что с увеличением конечного давления сжатия увеличивается мертвый ход поршня.

Левая сторона диаграммы построена в предположении, что вредное пространство равно 0,05, или $^1/_{20}$ полной длины хода поршня, что для того же тандем-насоса будет равно приблизительно около 13 *мм*.



Фиг. 54. Диаграмма влияния вредных пространств на работу паровоздушного насоса.

По линии a_1 n_1 мы видим, что после сжатия до 2 *ат* при обратном ходе поршня происходит расширение оставшегося во вредном пространстве сжатого воздуха на протяжении уже 0,1 хода поршня; при сжатии до 4 *ат* мертвый ход поршня увеличивается до 0,2 и наконец при сжатии до 7 *ат* он возрастает до 0,33, или до $^1/_3$ полного хода. Из этого следует второй вывод, что с увеличением вредного пространства прямо пропорционально увеличивается холостой или мертвый ход поршня, т. е., если увеличить вредные пространства вдвое, то мертвый ход поршня увеличится тоже вдвое против первоначального.



Фиг. 55 Диаграмма наполнения воздушного цилиндра.

е) Степень наполнения. Степень наполнения определяет количество атмосферного или, как принято называть в данном случае, свободного воздуха, всасываемого поршнем насоса за один ход его из одного крайнего положения в другое.

На фиг. 55 изображена диаграмма, показывающая процесс всасывания или наполнения атмосферного воздуха поршнем воздушного цилиндра простого насоса с однократным сжатием.

НТБ УДУЭТ (ДІІТ)

Для большей ясности на этой диаграмме в отличие от предыдущих давление показано в манометрическом или избыточном исчислении и нуль абсолютный показан единицей со знаком минус.

Из сказанного нам известно, что при обратном ходе поршня после сжатия сначала происходит расширение сжатого воздуха, оставшегося во вредном пространстве (линия *d* — *o* на диаграмме), затем расширение переходит в разрежение (линия *o* — *e*), так как линия давления пересекает горизонтальную линию нуля, следовательно дальше давление в цилиндре становится ниже нуля, и уже образуется перевес наружного давления на всасывающий клапан. Когда перевес наружного давления достигнет величины, равной удельному весу всасывающего клапана, клапан открывается и начинается всасывание атмосферного воздуха в цилиндр.

Мы видим по диаграмме, что сначала до точки *e* понижение происходит несколько больше. В этот момент открывается всасывающий клапан, после чего давление несколько повышается и потом идет прямой линией до точки *n*. Этот отрезок хода поршня, обозначенный на диаграмме буквами *б* — *с* есть всасывание в цилиндр атмосферного воздуха, но давлением ниже атмосферного, т. е. ниже нуля по манометру. Эта разность между атмосферным давлением и давлением в цилиндре об'ясняется тем, что атмосферный воздух прежде всего должен поднять клапан,— вывести его из состояния покоя при наличии некоторых добавочных сопротивлений в виде липкой смазки и пр., на что требуется несколько больше усилий; это и отмечено точкой *e*. Затем надо поддерживать клапан в открытом состоянии, как говорят, «на весу», при наличии постоянного стремления его в силу собственного веса опуститься вниз и закрыть проход воздуха.

Таким образом разность между давлением атмосферного воздуха и давлением в цилиндре является результатом сопротивления проходу воздуха через всасывающий клапан, причем это сопротивление вызывается не только конструктивным стеснением прохода для воздуха, что может иметь место при усиленном темпе работы насоса, но главным образом весом самого клапана, который как бы регулирует поступление воздуха в цилиндр, поддерживая разность давления постоянной, равной его удельному весу на 1 *см*^{2}. Например, если взять всасывающий клапан весом в 0,5 *кг* с нижней площадью его в 5 *см*, то удельный вес его будет: 0,5 : 5 = 0,1 *кг* на 1 *см*^{2}, следовательно, и разность давления при всасывании будет около 0,1 *ат*.

При обратном ходе поршня после всасывания начинается сжатие воздуха, заполнившего об'ем цилиндра. Но так как давление в цилиндре при всасывании было ниже нуля по манометру, то вследствие этого поршень пройдет некоторое расстояние, по диаграмме — от точки *n* до точки *к*,— пока давление в цилиндре не будет доведено до нуля по манометру, или 1 *абс. ат*. Этот отрезок хода поршня, равный 0,12 его полного хода, обозначен буквой *с*.

Принимая за единицу количества воздуха его об'ем при давлении атмосферном, т. е. 1 *абс ат*, мы по диаграмме видим, что количество заполнившего цилиндр воздуха будет равно об'ему той части цилиндра, которую проходит поршень от начала всасывания до начала сжатия выше нуля (отрезок *б* на диаграмме), или полному об'ему циилндра за вычетом той части его, которую проходит поршень в ту и другую сторону (отрез-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ки *а* и *с*), когда происходит расширение воздуха, оставшегося во вредном пространстве, и сжатие до нуля. Эта часть хода поршня, обозначенная на диаграмме буквой *б*, и есть степень наполнения, или об'емная производительность насоса, зависящая от величины отрезков *а* и *с*, так как последние являются мертвым ходом поршня.

Отрезок *а* — величина переменная; она зависит главным образом от вредного пространства и затем от величины конечного давления при сжатии. С увеличением вредного пространства увеличивается отрезок *а*, с уменьшением вредного пространства он уменьшается. Точно также и с увеличением конечного давления при сжатии отрезок *а* увеличивается и наоборот, при меньшем давлении он меньше.

Отрезок *с* также величина переменная для различных насосов, но постоянная при всех условиях для одного и того же насоса. Эта часть мертвого хода поршня зависит от конструкции всасывающих клапанов, главным образом от их веса, затем от величины по'дема и, наконец, от величины сечения отверстий и каналов, по которым проходит воздух до и после всасывающих клапанов, чем тяжелее всасывающий клапан, тем больше будет отрезок *с*, так как с увеличением веса клапана увеличивается разность давления. Слишком малый под'ем клапана также увеличивает отрезок *с* за счет увеличения сопротивления проходу воздуха, но и слишком большой под'ем клапана тоже может увеличить отрезок *с* вследствие того, что при посадке клапана выбрасывается часть уже сжатого воздуха, а кроме того клапаны с большим под'емом быстро разбиваются. Поэтому величина под'ема всасывающих клапанов и размеры входных отверстий и каналов определяются для каждого типа насосов в соответствии с их мощностью и конструктивными особенностями.

Из сказанного следует вывод, что степень наполнения или об'емная производительность насоса при однократном сжатии является величиной переменной и зависящей от таких же переменных величин, как вредные пространства, и конечное давление при сжатии или давлении в главном резервуаре.

Вредные пространства сами собой в значительной мере понижают об'емную производительность, а с увеличением давления главным резервуаре об'емная производительность понижается еще больше как следствие увеличения мертвого хода поршня.

Кроме того по мере увеличения конечного давления сжатия и увеличения упругости воздушной подушки в цилиндре увеличиваются самые вредные пространства — их об'ем, понижая еще больше производительность насоса.

Поэтому паровоздушные насосы однократного сжатия, как неэкономичные и с малой производительностью, из употребления из'яты. Все своевременные насосы строятся с двукратным или ступенчатым сжатием.

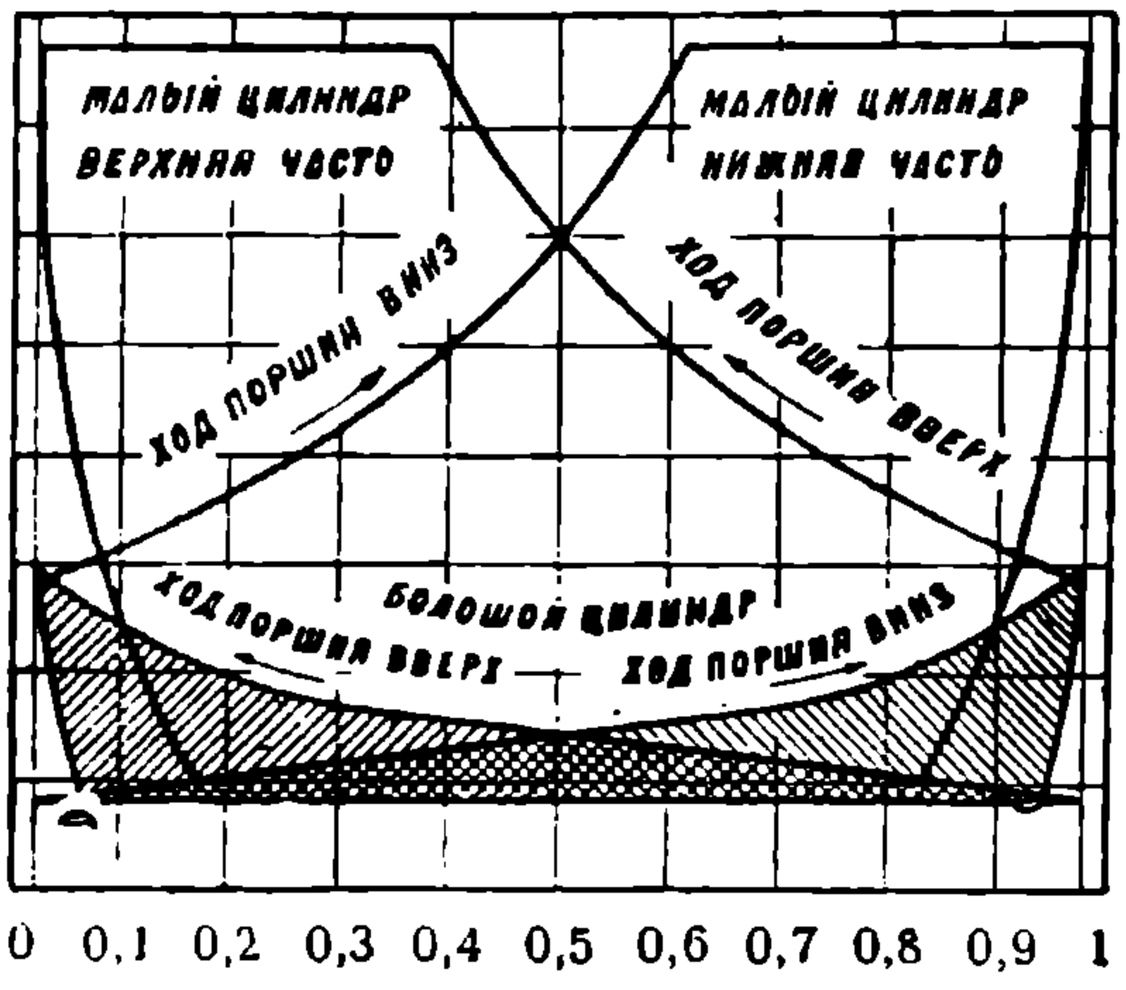
*ж) **Двукратное или ступенчатое сжатие*** осуществляется с помощью двух цилиндров, из которых один большого об'ема — всасывающий и первоначального сжатия, второй малый — вторичного сжатия или нагнетательный.

На фиг. 56 показана диаграмма рабочего процесса воздушных цилиндров насоса двукратного сжатия. Нижняя, заштрихованная часть диаграммы показывает работу большого, воздушного цилиндра — всасывание

НБ УДУНТ (ДІІТ)

и первоначальное сжатие. Всасывание атмосферного воздуха производится только поршнем большого цилиндра,— затем этот воздух за каждый ход поршня нагнетается в малый цилиндр. Об'ем малого цилиндра делается раза в два или три меньше об'ема большого цилиндра. Поэтому первоначально сжатие поршнем большого цилиндра в малый цилиндр будет давлением, равным отношению цилиндров, т. е., если большой цилиндр в три раза больше малого, то и давление первоначального сжатия будет 3 *ат*.

Таким образом работа большого цилиндра протекает при одном постоянном режиме сжатия, как это показано заштрихованной частью диаграммы для нижней и верхней частей цилиндра. Поэтому влияние вредного пространства на степень наполнения или об'емную производительность насосов двукратного сжатия, в отличие от насосов однократного сжатия, значительно меньше и это влияние остается величиной, постоянной, не зависящей от величины конечного давления при сжатии малым поршнем или от величины давления в главном резервуаре.



Фиг. 56. Диаграмма ступенчатого сжатия.

Воздух, сжатый первоначально большим поршнем в малом цилиндре, сжимается вторично малым поршнем до давления, равного давлению в главном резервуаре, и нагнетается в главный резервуар. Процесс сжатия в малом цилиндре показан в верхней части диаграммы. Эта часть диаграммы насосов двукратного сжатия, в отличие от диаграммы однократного сжатия, получается более полной, что показывает более полное использование мощности насоса и более высокую его производительность.

Оставшийся во вредном пространстве малого цилиндра сжатый воздух при обратном ходе поршня расширяется до тех пор, пока не сравняется с давлением встречного воздуха, сжимаемого поршнем большого цилиндра, после чего расширение в малом цилиндре прекращается и начинается вновь сжатие. Таким образом вредное пространство малого воздушного цилиндра на об'емную производительность за один ход поршня при двукратном сжатии влияния не оказывает, лишь несколько отражается на темпе работы насоса в виде замедления скорости движения поршней. Это происходит потому, что за счет оставшегося во вредном пространстве малого цилиндра сжатого воздуха увеличивается конечное давление сжатия в большом цилиндре, следовательно, увеличивается сопротивление движению большого поршня и замедление скорости.

Приведенная диаграмма построена для тандем-насоса, у которого верхняя часть большого цилиндра сообщается с нижней малого, а нижняя— большого с верхней малого. Это сделано потому, что воздушные цилиндры тандем-насоса расположены по одной вертикальной линии и поршни их

УДИТ НБ (ДІТ)

насажены на одном общем штоке. У других насосов, у которых воздушные цилиндры расположены параллельно, имеется прямое соединение, т. е. верхняя часть большого цилиндра соединяется с верхней же малого, а нижняя часть большого — с нижней малого. Поэтому в работе поршней, в направлении их движений и зависимости одного от другого — имеется некоторая разница, но форма самой диаграммы, или, вернее, процесс сжатия и всасывания, совершенно одинакова.

Из приведенной диаграммы видно, что производтельность насосов двукратного сжатия находится вне зависимости от конечного давления нагнетаемого ими воздуха, а зависит исключительно от об'ема большого воздушного цилиндра, помноженного на постоянный коэфициент полезной работы большого воздушного поршня.

3. Простые паро-воздушные насосы

Первым паровоздушным насосом. появившимся вместе с тормозом Вестингауза примерно в 1879 г., был простой паровоздушный насос с вертикальным пароораспределителем. Последняя конструкция этого насоса показана на фиг. 57.

Верхняя часть насоса — паровой цилиндр с поршнем и пароораспределительным механизмом — представляет собою паровую машину. Нижняя часть насоса — воздушный цилиндр с поршнем, всасывающими и нагнетательными клапанами — представляет собою компрессор или воздушный насос.

Особого внимания в устройстве этого насоса заслуживает паро-распределительный механизм, построенный на идее сочетания дифференциального поршня с ходопеременным золотником. Эта историческая идея осталась в устройстве пароораспределительных механизмов всех последующих и современных конструкций и типов паровоздушных насосов. Поэтому для лучшего понимания и усвоения устройства и действия современных мощных и более сложных паровоздушных насосов полезно проследить исторический ход развития идеи пароораспределительного механизма и осуществления его в более совершенные формы.

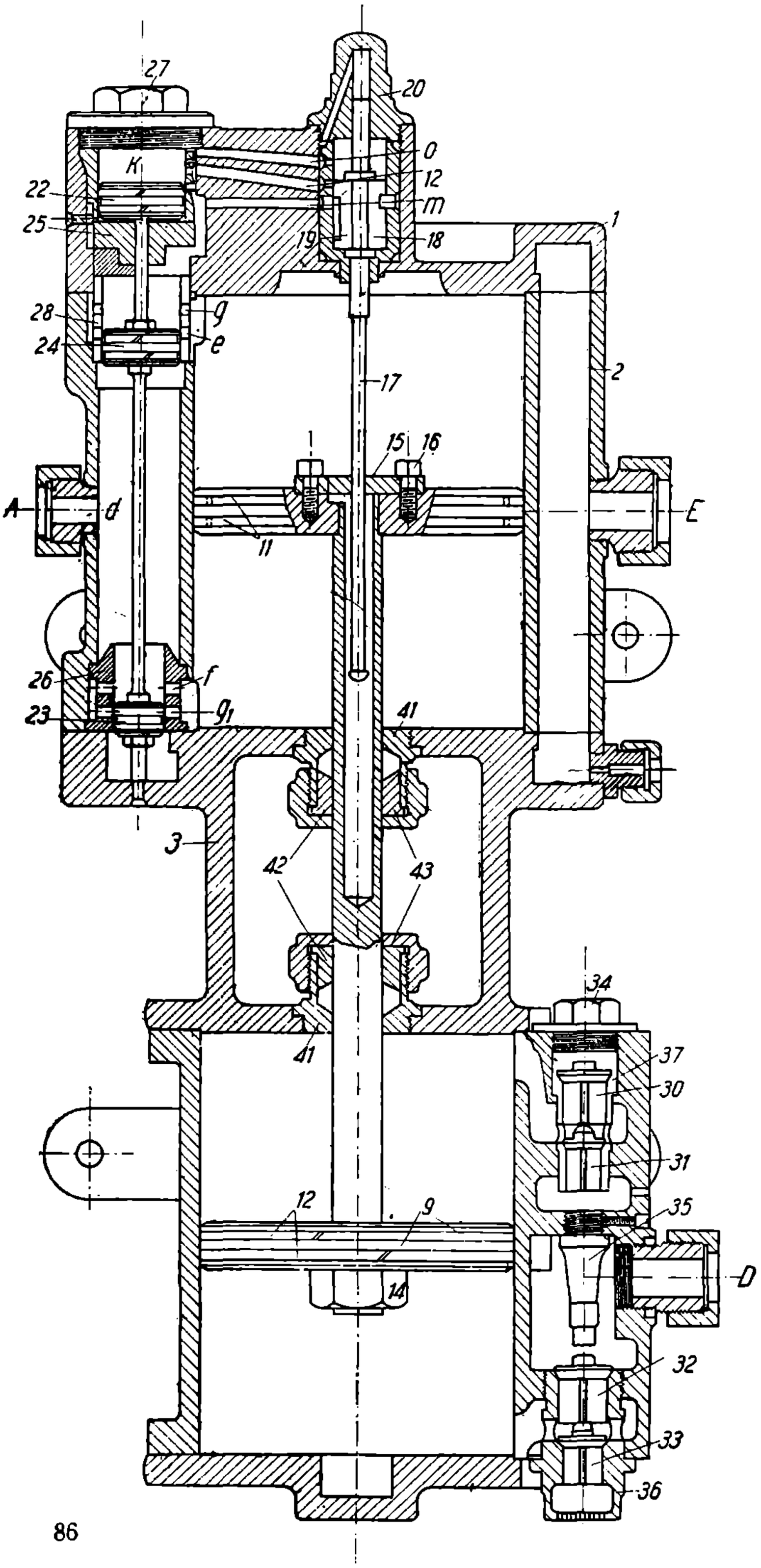
Пароораспределительный механизм первого насоса, так же как и всех последующих до современных включительно, состоял из двух основных частей: 1) дифференциального поршня, который принято называть разнопоршневым распределительным клапаном или просто распределительным клапаном и 2) ходопеременного золотника.

Первая часть, помещающаяся сбоку парового цилиндра, состоит из трех поршней *23, 24* и *24а*, расположенных один над другим по вертикальной линии и связанных на одном общем штоке.

Рабочая площадь двух верхних поршней *24* и *24а* одинакова, рабочая же площадь нижнего поршня *23* в два раза меньше рабочей площади каждого из двух верхних.

Пространство между поршнями — средним *24* и нижним *23* — во время работы насоса всегда заполнено свежим паром, и самые поршни *24* и *23* служат золотниками, попеременно открывая и закрывая окна *g, e, f, g_1* для впуска пара в ту или другую часть парового цилиндра и выпуска его из цилиндра.

НБ УДУНТ (ДІТ)



Фиг. 57. Простой паро-воздушный насос с вертикальным пораспределением.

НБ УДУНТ (ДІТ)

Вторая часть пароораспределительного механизма расположена в верхней крышке парового цилиндра и состоит из ходопеременного золотника *18,* укрепленного на стержне *17.* Золотниковый стержень *17* нижним концом опускается в паровой цилиндр и входит в полость поршневого штока, имея на конце головку.

В 1890 г. конструкция паровоздушного насоса была значительно изменена, главным образом в части пароораспределительного механизма, но идея устройства, основой которой является сочетание диференциального поршня с ходопеременным золотником. осталась та же.

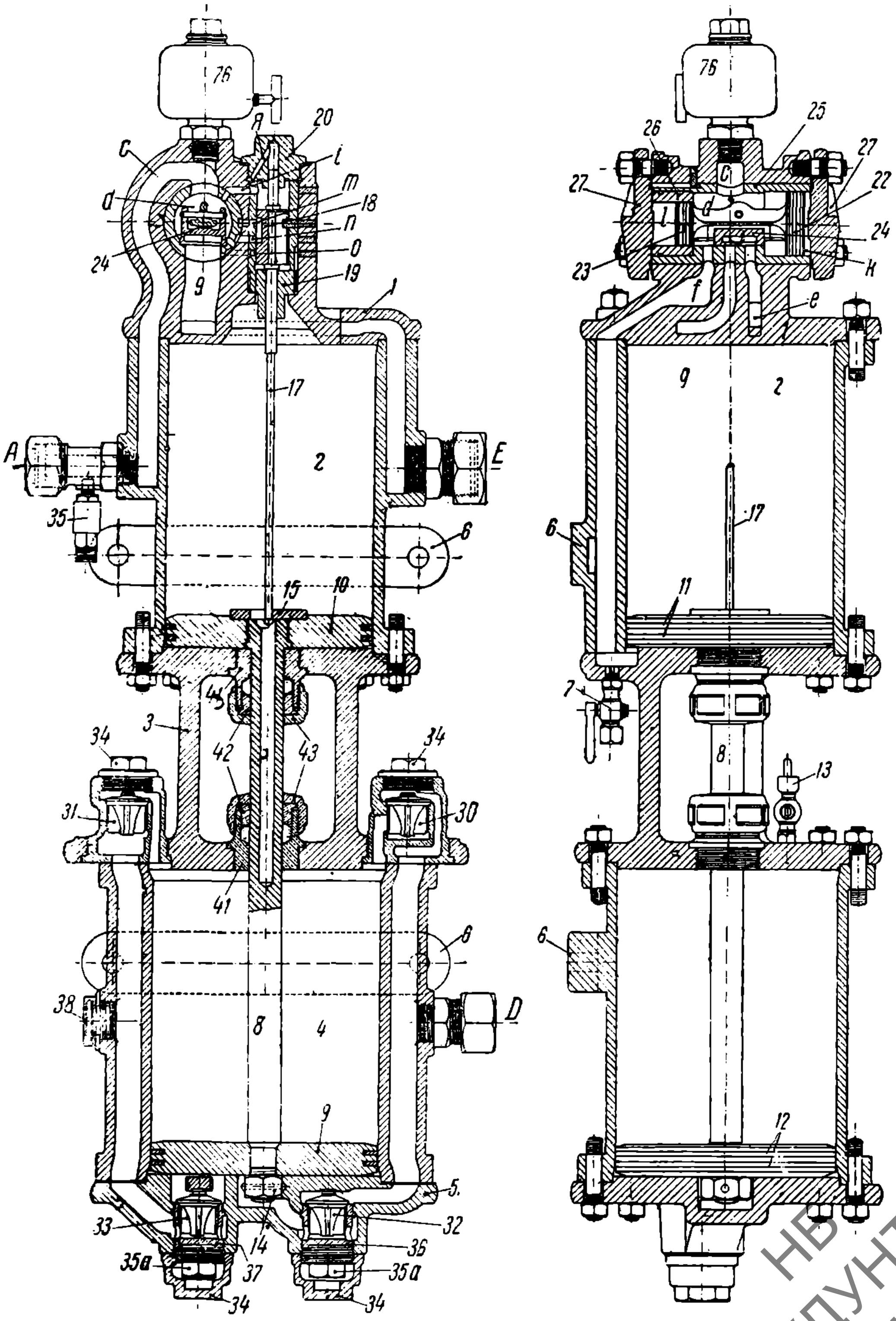
Пароораспределительный механизм следующего типа насосов расположен весь в их верхней крышке парового цилиндра и состоит из тех же частей, т. е. поршневого распределительного клапана и ходопеременного золотника. Но поршневой распределительный клапан этого насоса расположен горизонтально и по устройству своему несколько отличается от рассмотренного нами вертикального (фиг. 58). Этот поршневой клапан состоит только из двух поршней — малого *23* и большого *21,* укрепленных также на одном общем штоке. Между поршнями на том же штоке укреплен распределительный золотник *24.* Рабочая площадь малого поршня *23* в два раза меньше рабочей площади большого поршня *21.* Устройство ходопеременного золотника в обоих типах насосов одинаково, за исключением мелких деталей, о которых будет сказано в последующем.

Пространство *d* между поршнями распределительного клапана во время работы насоса постоянно заполнено свежим паром. Пространство ходопеременного золотника находится в постоянном сообщении с пространством *d* по каналу *i,* и поэтому также постоянно заполнено свежим паром. Пространство *l* по левую сторону малого поршня распределительного клапана постоянно сообщено с атмосферой через атмосферный канал насоса, поэтому давление в этом пространстве всегда атмосферное. Пространство *K* по правую сторону большого поршня распределительного клапана с помощью вертикального золотника попеременно сообщается по каналу *m* с паровым пространством золотника и по каналам *n* и *y* с атмосферой через каналы *g* и *h* насоса. Таким образом поршневой распределительный клапан имеет три рабочие площади: 1) площадь большого поршня с внутренней стороны, 2) площадь большого поршня с наружной стороны и 3) площадь малого поршня с внутренней стороны. Площадь малого поршня с наружной стороны находится постоянно под давлением атмосферы и не является рабочей.

Простые паровоздушные насосы первого и второго типов имеют однократное сжатие с малой производительностью, которая при современных условиях далеко не достаточна. На ряду с малой производительностью простые паровоздушные насосы имеют слишком большой расход пара, следовательно, и топлива на единицу сжатого воздуха, а это последнее обстоятельство имеет весьма существенное значение вообще и в работе каждого паровоза в частности.

Следующим этапом в развитии паровоздушных насосов является тандем-насос, более мощный по производительности и более экономичный по расходам пара и топлива на единицу сжатого воздуха. Простые насосы, как уже было сказано в начале главы, из употребления из'яты. Поэтому дальше углубляться в их рассмотрение и изучение не имеет смысла, тем

НТБ УГАЖТ (ДИТ)



Фиг. 58 Простой паро-воздушный насос с горизонтальным па ораспределением.

НВ УДУНТ (ДІІТ)

более, что работа их паровой части, как основной, тождественна с работой паровой части тандем-насоса, к рассмотрению которого мы и переходим.

4. Тандем-насос

а) Устройство тандем-насоса

Тандем-насос относится к типу более совершенных насосов двукратного или ступенчатого сжатия. Он имеет три цилиндра: один паровой и два воздушных.

Верхний цилиндр, паровой, по своему устройству и по устройству парораспределительного механизма имеет сходство с устройством парового цилиндра простого насоса. Два воздушных цилиндра различного диаметра: средний — большой и нижний — малый по своему об'ему имеют отношение один к другому, как 1 : 3, т. е. об'ем большого цилиндра в три раза больше об'ема малого цилиндра.

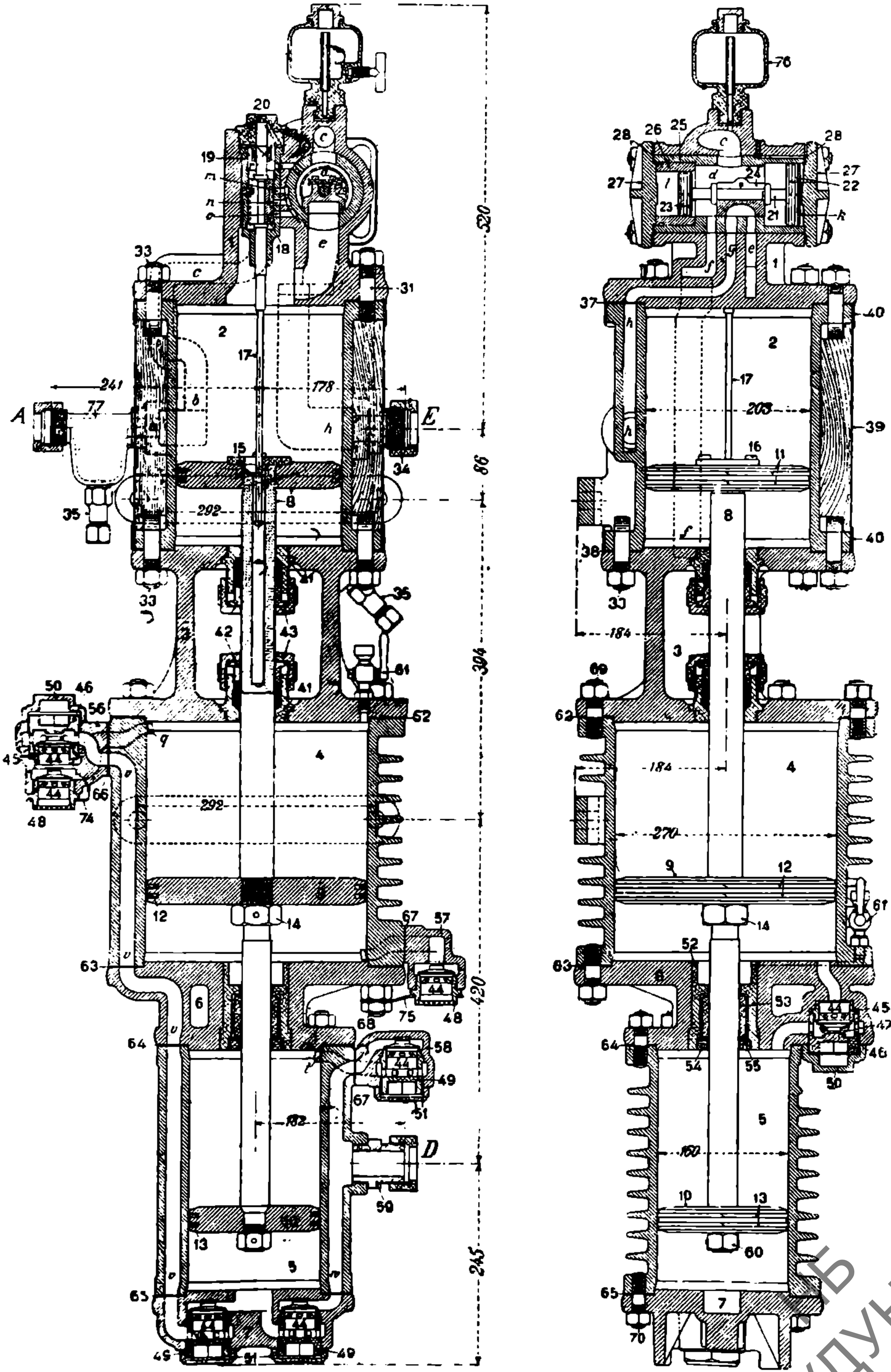
Парораспределительный механизм насоса помещается в верхней крышке парового цилиндра (фиг. 59) и состоит из распределительного поршневого клапана *21* с горизонтальным золотником *24* и вертикального ходопеременного золотника *18* со стержнем *17*. Оба пространства, в которых помещается поршневой распределительный клапан и ходопеременный золотник, находятся в постоянном сообщении между собой с помощью канала *i*

Поршневой распределительный клапан *21* (фиг. 60) состоит из двух поршней разного диаметра, связанных между собою одним общим штоком. Диаметр малого поршня — 54 *мм*, большого поршня — 76 *мм*; каждый поршень имеет по два набивочных кольца (фиг. 61 и 62). Кольца как большого, так и малого поршней изготовляются из хорошего чугуна и обрабатываются эксцентрично для увеличения упругости их во время работы, причем при изготовлении малого кольца на токарном станке внутренний диаметр его делается 51,5 *мм*, наружный 57 *мм*, после чего кольцо разрезается широким разрезом 2,3 *мм* в тонкой части. После разреза кольцо будет иметь диаметр, указанный на чертеже. При изготовлении большого кольца внутренний диаметр делается 70,2 *мм*, наружный 78,6 *мм*. Разрез делается также 2,3 *мм*.

В середине между поршнями на их штоке укреплен горизонтальный парораспределительный золотник *24* (фиг. 64), на лице которого имеется выемка. На зеркале золотника имеются три окна (канала): канал *e*, ведущий в верхнюю часть парового цилиндра, канал *f* — в нижнюю часть цилиндра и канал *g*—в атмосферу. Во время работы насоса золотник своей выемкой попеременно сообщает между собой упомянутые каналы, а третий канал открывает, сообщая паровой цилиндр с пространством *d* между поршнями распределительного клапана.

Пространство *d* между поршнями распределительного клапана во время работы насоса всегда заполнено свежим паром, который действует одинаковым давлением с внутренней стороны как на малый, так и на большой поршни. Пространство *K* сзади большого поршня 22 (между поршнем и крышкой) попеременно сообщается с пространством ходопеременного золотника или с атмосферой по каналам *o*, *n* и *m*, и в соот-

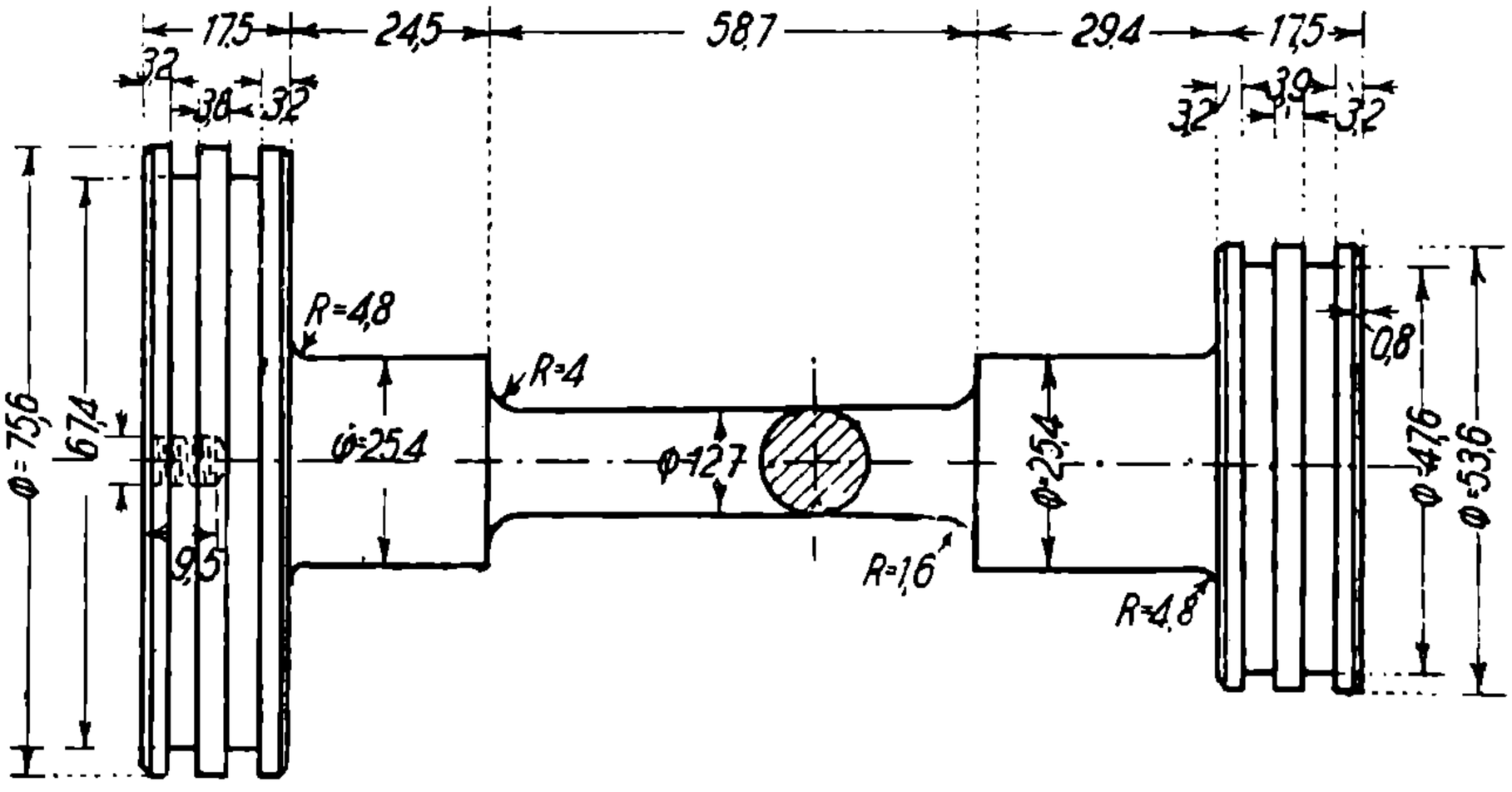
НБ УДУНТ (ДІІТ)



Фиг. 59. Тандем-насос.

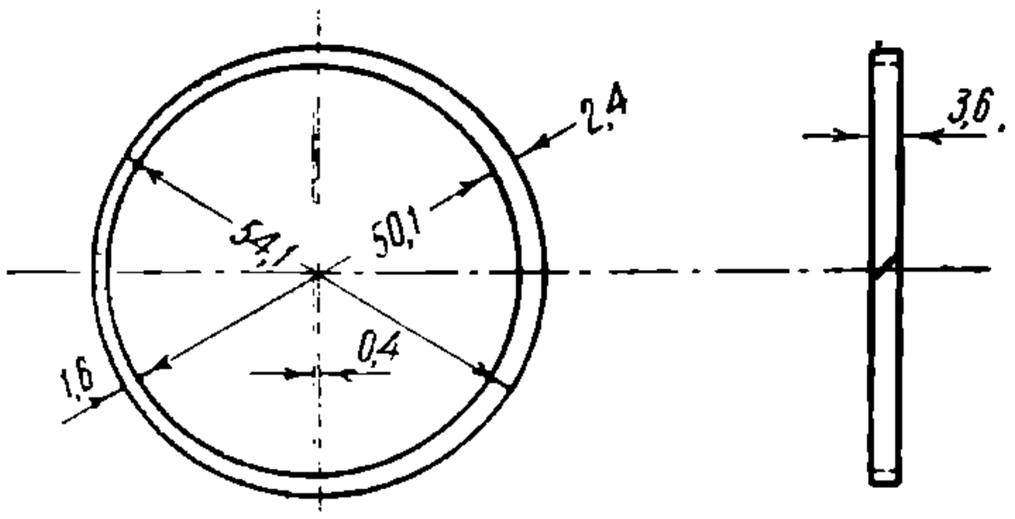
ЦНБ УДУНТ (ДІІТ)

ветствии с этим заполняется свежим паром, или этот пар выпускается в атмосферный канал.

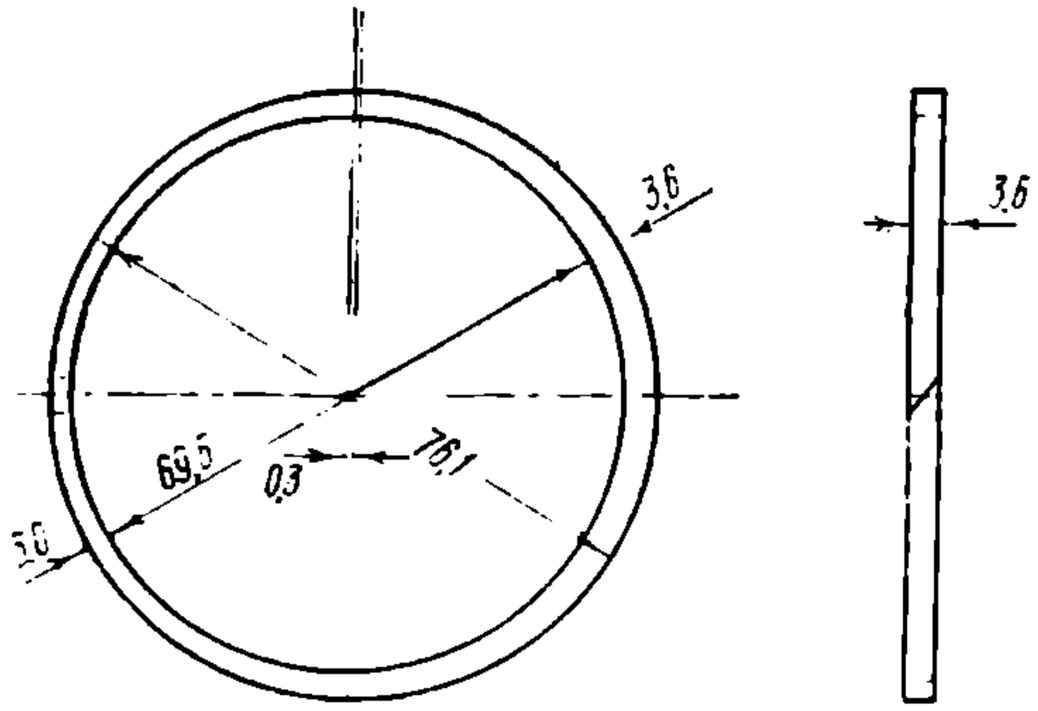


Фиг. 60. Разнопоршневый распределительный клапан тандем-насоса.

Пространство *l* сзади малогопоршня *23* по каналу *h* (фиг. 64) во втулке поршневого клапана постоянно сообщается с пароисходящим ка-



Фиг. 61. Кольцо малого поршня распределительного клапана.



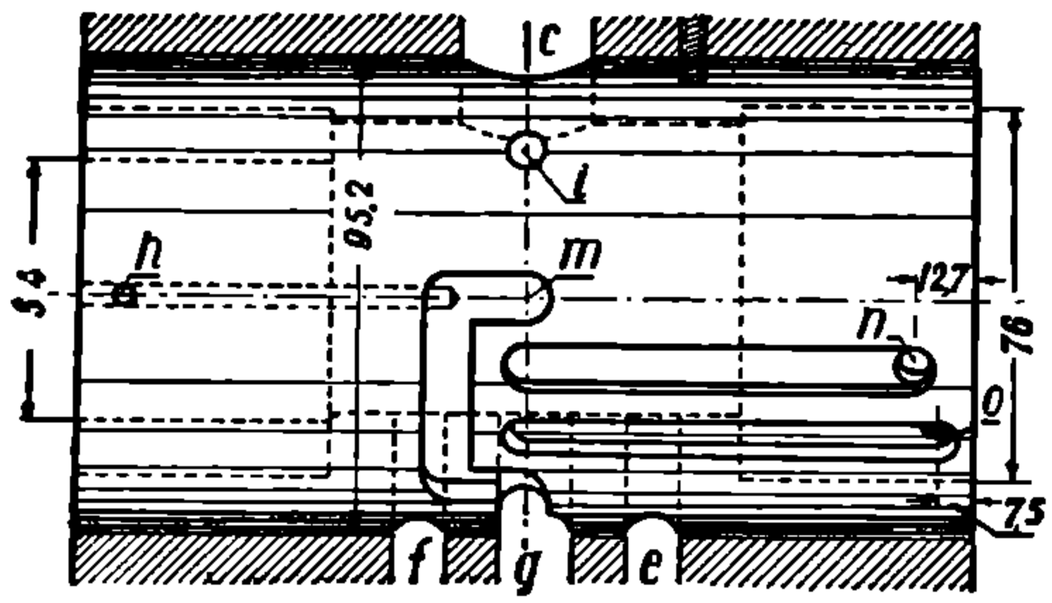
Фиг. 62. Кольцо большого поршня распределительного клапана.

налом *g*. Таким образом поршневой распределительный клапан имеет три рабочие площади: 1) площадь большого поршня с внутренней стороны 45,3 *см*^{2}, 2) площадь малого поршня с внутренней же стороны 22,9 *см*^{2} и 3) площадь большого поршня с наружной стороны 45,3 *см*^{2}. Из этого видно, что площадь малого поршня в два раза меньше каждой из площадей большого поршня.

Втулка поршневого клапана (фиг. 63) делается из чугуна и запрессовывается в крышку со стороны малого поршня. Для того чтобы она не могла изменить своего положения как по горизонтальной оси, так и по окружности, в верхней части ее со стороны большого поршня делается канавка, в которую входит своим концом шуруп, ввернутый в крышку и

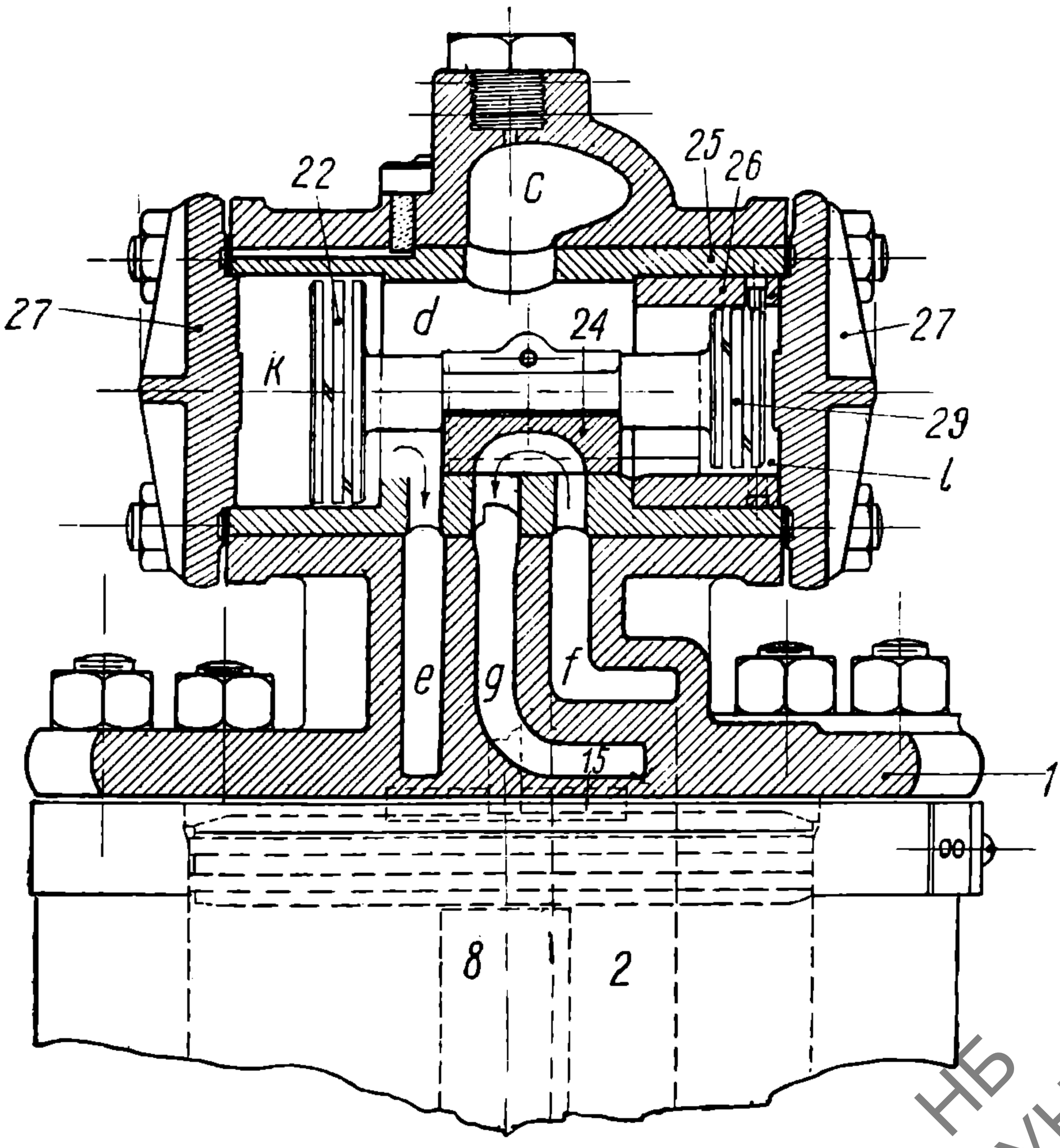
ВБ УДУНТ (ДІІТ)

заменяющий собой в данном случае шпонку. Для малого поршня в большую втулку впрессовывается еще вторая втулка *26* и обе они закрепляются с обоих концов поршневой каме ры крышками *27*.



Фиг. 63. Втулка распределительного клапана.

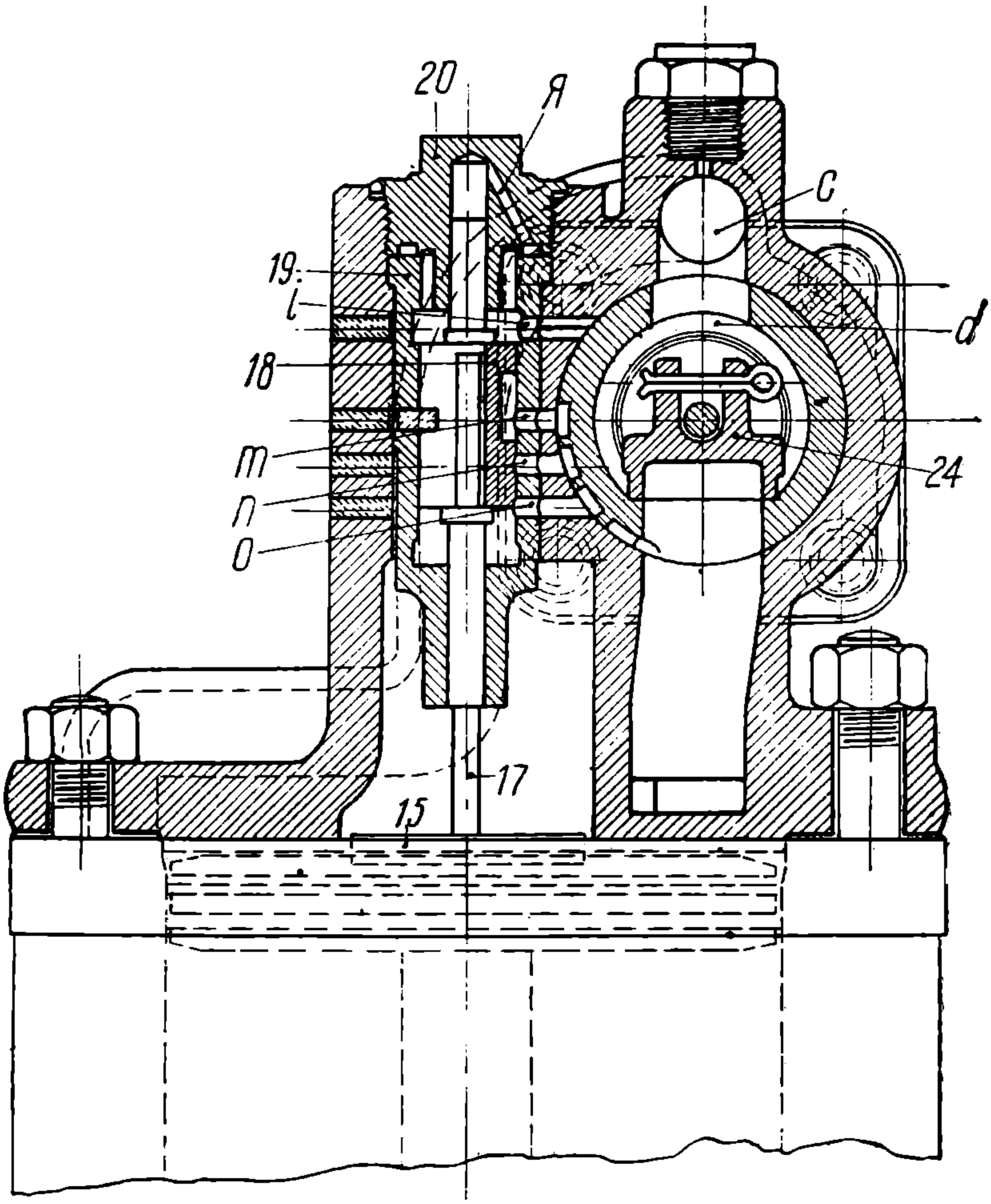
Внутри втулки разнопоршневого клапана имеется плоское зеркало парораспределительного золотника с тремя окнами или каналами: канал *f* ведет в нижнюю часть парового цилиндра. канал *l*—в верхнюю часть парового цилиндра и средний канал *g*—атмосферный. С наружной стороны



Фиг. 64. Горизонтальная часть пароэспределительного механизма.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

втулки имеется три канала: один канал *m* в виде фигурной выемки и два канала в виде продольных выемок *o* и *n*. Выемка *m* сообщает отверстие *m*, во втулке ходопеременного золотника с атмосферным каналом *g*. Продольные выемки *o* и *n* сообщают паровходящее и пароисходящее отверстия *o* и *n* во втулке ходопеременного золотника с пространством *K* сзади большого поршня разнопоршневого клапана.



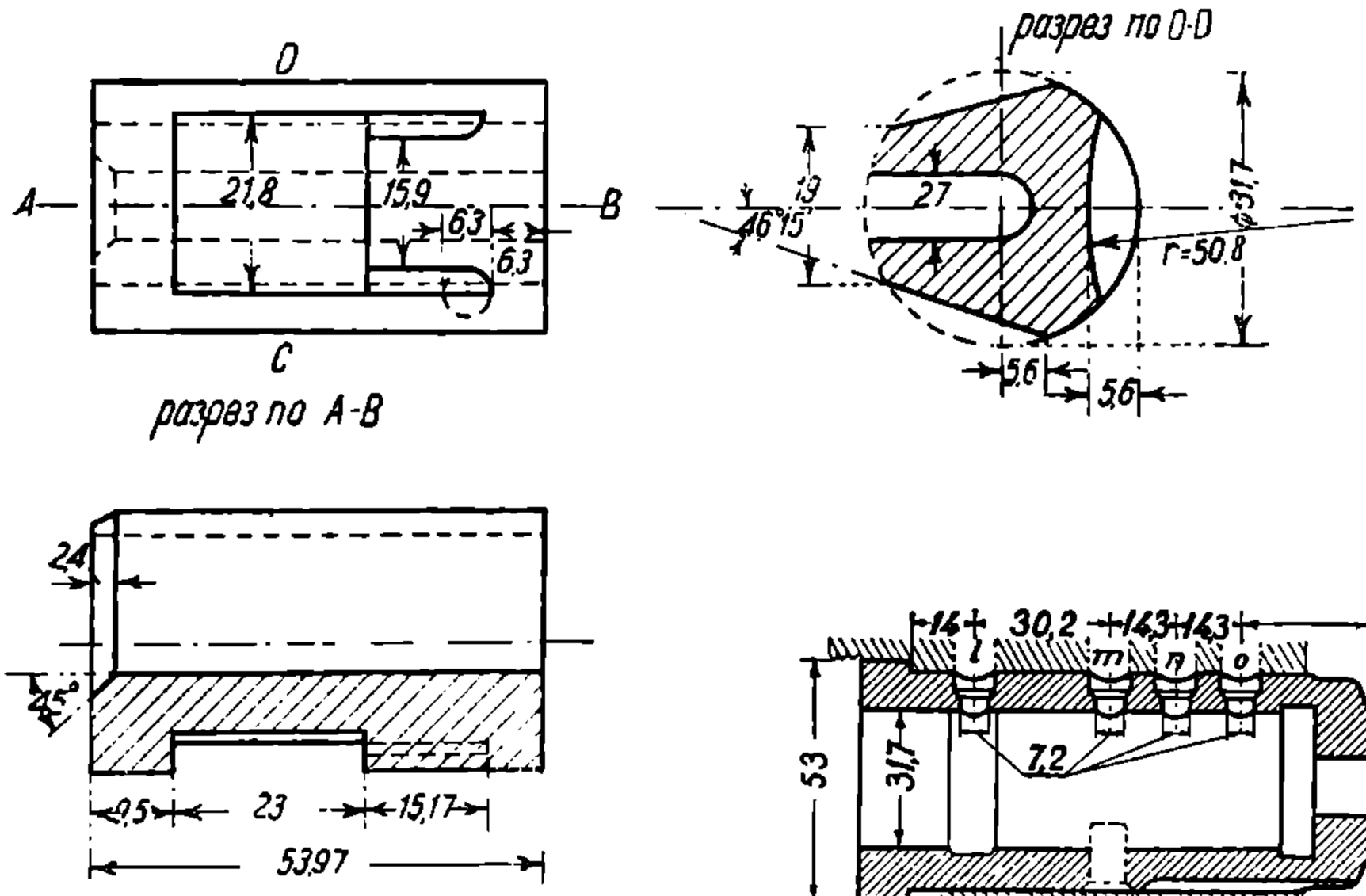
Фиг. 65. **Вертикальная часть** пароораспределительного механизма.

С другого конца втулки разнопоршневого клапана, где помещается малый поршень, имеется малое поперечное отверстие *h*, которое сообщается вторым отверстием, просверленным вдоль стенки втулки, с атмосферной выемкой *m*. Этим отверстием пространство сзади малого поршня разнопоршневого клапана постоянно сообщается с атмосферным каналом и через него с атмосферой.

НТБ УДУНТ (ДІІТ)

Отверстие пароисходящего канала *m* и поперечное отверстие атмосферного канала *h* просверлены на расстоянии 12,7 *мм* от кромки или от края втулки. Это делается для того, чтобы во время работы разнопоршневого клапана он при подходе к тому и другому крайним положениям, перекрывая своим набивочным кольцом отверстия пароисходящего канала с одного конца и атмосферного канала с другого конца втулки, прекращал несколько ранее выход пара и воздуха. Пар или воздух, оставаясь в пространстве между крышками и поршнями по обоим концам, образует упругую подушку, чем предотвращает удары разнопоршневого клапана в обе крышки и способствует выводу его из обоих крайних положений.

Ходопеременный золотник *18* (фиг. 66) помещается во втулке *19* и связан с золотниковым стержнем *17*, который входит в его продольный



Фиг. 66 Ходопеременный золотник.

Фиг. 67. Втулка ходопеременного золотника.

вырез своей частью между заплечиками. На лице золотника имеется выемка и две канавки, или, как их называют, усы. Канавки делаются для того, чтобы улучшить обмен смазки между зеркалом и лицом золотника во время работы и увеличить площадь выемки. В зеркале золотника имеется три канала: *o*, *n* и *m*. Каналы *o* и *n* сообщены с пространством *K* сзади большого поршня распределительного клапана, причем канал *o* является паровходящим, а канал *n* пароисходящим. Третий канал *m* сообщается с атмосферным каналом *g*.

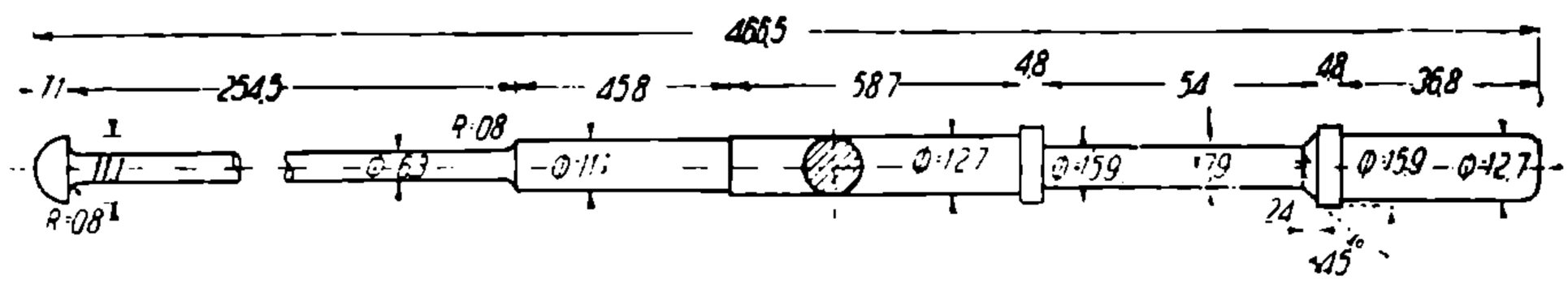
Втулка ходопеременного золотника (фиг. 67) делается также из чугуна, запрессовывается в крышку сверху и кроме того нажимается штуцером *20*. Для того чтобы втулка не могла повернуться в своем гнезде, в затылочной части ее делается канавка, в которую входит своим концом средний глухой шуруп, ввернутый в спинку крышки. Кроме того в затылочную часть втулки ввернут шуруп, который своим концом проходит

НБ УДУНТ (ДІІТ)

внутрь втулки и входит в продольный прорез ходопеременного золотника; являясь как бы направлением для золотника во время работы, предупреждает возможность повертывания его.

Стержень ходопеременного золотника (фиг. 68) делается из стали, имеет на одном конце головку, а другим концом с помощью заплечиков связан с ходопеременным золотником. Нижний конец золотникового стержня проходит через отверстие втулки в верхнее пространство парового цилиндра и входит в полость поршневого штока. Стержневая плитка *15*, укрепленная на верхней стороне парового поршня, закрывает полость поршневого штока, имея вырез для стержня. При движении поршней вниз стержневая плитка *15* захватывает головку стержня, а при движении вверх упирается в его первый заплечик, и таким образом во время работы насоса перемещает стержень, а вместе с ним ходопеременный золотник, вверх и вниз. Благодаря этому открывается тот или иной канал, сообщающий пространство *К* сзади большого поршня распределительного клапана с пространством ходопеременного золотника или с атмосферой.

Размер золотникового стержня в нижней его части.— от головки до первого заплечика.— должен строго соответствовать полному ходу поршней с учетом толщины стержневой плитки и величины перемещения ходо-



Фиг. 68. Стержень ходопеременного золотника.

переменного золотника до момента полного открытия паровходящего канала *О*. При правильной сборке насоса эти размеры должны быть точно проверены по чертежу (фиг. 68): от головки до первого заплечика должно быть точно 254,5 *мм*, от первого заплечика до нижней кромки золотника, или до верхней кромки нижнего золотникового заплечика — 109,3 *мм*. Эти размеры дадут точную работу пораспределительного механизма в том случае, если правильно впрессована втулка ходопеременного золотника и расстояние от нижней плоскости крышки парового цилиндра до центра паровходящего канала *О* будет 111 *мм*, а прокладка под крышкой не более 0,8 *мм*. Всякое отступление от указанных размеров нарушает правильность работы насоса: увеличение размера от головки до первого заплечика свыше 254,5 *мм* неизбежно влечет за собою сильный стук поршней; уменьшение этого размера увеличивает вредные пространства и, как следствие этого, понижается производительность насоса; кроме того создается напряжение в работе стержня, вследствие чего возможны частые обрывы его. Изменение размера от первого заплечика до золотника в ту или другую сторону соответственно смещает пределы хода поршня, вследствие чего получается увеличение вредного пространства, с одной стороны, и удары поршней в крышку насоса,— с другой. Вообще, как следствие нарушения правильности размеров в пораспределительном

НБ УДУИТ (ДІІТ)

механизме, работа насоса становится неспокойной и производительность его понижается.

Верхний конец стержня входит в углубление верхнего штуцера, которое для него служит направлением. Из верхней части углубления штуцера по диагонали просверлен канал *Я*, который через кольцевую выточку соединяется с продольным каналом во втулке. Посредством этих каналов верхняя часть выемки находится в постоянном сообщении с верхней полостью парового цилиндра для того, чтобы во время работы насоса давление на оба конца золотникового стержня было одинаково, иначе стержень под давлением пара на его верхний конец стал бы перемещаться независимо от поршня.

Пространство ходопеременного золотника находится в постоянном сообщении с пространством между поршнями распределительного клапана, и во время работы насоса всегда заполняется свежим паром. Поэтому как верхний конец стержня, входящий в углубление штуцера, так и та часть его, которая проходит через отверстие втулки вниз, должны быть плотно приточены и не пропускать пар. Слабина стержня в указанных местах может служить причиной сильных пропусков пара, что, помимо лишних расходов его, создает затруднения в работе насоса.

Паровой цилиндр насоса имеет диаметр 203 *мм*, общая высота его 294 *мм*, при толщине поршня в 32 *мм*, полезная высота цилиндра остается 262 *мм*, но ход поршня в нем по мере увеличения конечного давления при сжатии воздуха уменьшается и при сжатии до полного давления (6,5 *ат*) ограничивается около 250 *мм* за счет увеличения вредных пространств.

Паровой поршень, или вернее, диск поршня укрепляется на поршневом штоке мертво, сначала завертывается на резьбе и затем расклепывается.

Полезная площадь парового поршня — сверху 322 $см^2$, снизу 309 $см^2$. Уменьшение полезной площади поршня снизу происходит за счет поршневого штока.

Паровой и большой воздушный цилиндры соединены между собою промежуточной частью, верхний фланец которой представляет собою нижнюю крышку парового цилиндра, а нижний фланец служит верхней крышкой для большого воздушного цилиндра. Для уплотнения по штоку поршней в крышках парового и большого воздушного цилиндров имеются сальники, состоящие из гнезда *41*, грундбуксы *42* и нажимной гайки *43*. Сальники набиваются специальной промасленной набивкой.

Большой воздушный цилиндр имеет диаметр 270 *мм;* высота его всего лишь на 1 *мм* меньше парового, что по существу почти никакого значения не имеет. Полный об'ем верхней части — 14,5 *л*, нижней части — 14,6 *л*. Всасывание атмосферного воздуха происходит через всасывающие клапаны в количестве четырех, расположенных попарно в двух клапанных коробках: одна для верхней части, другая для нижней части цилиндра.

Верхняя часть большого воздушного цилиндра сообщена с нижней частью малого цилиндра по продольному каналу *V* через два нагнетательных клапана, расположенных один на верхнем конце канала, другой — на нижнем.

Нижняя часть большого воздушного цилиндра сообщена с верхней

НБ УДУНТ (ДІІТ)

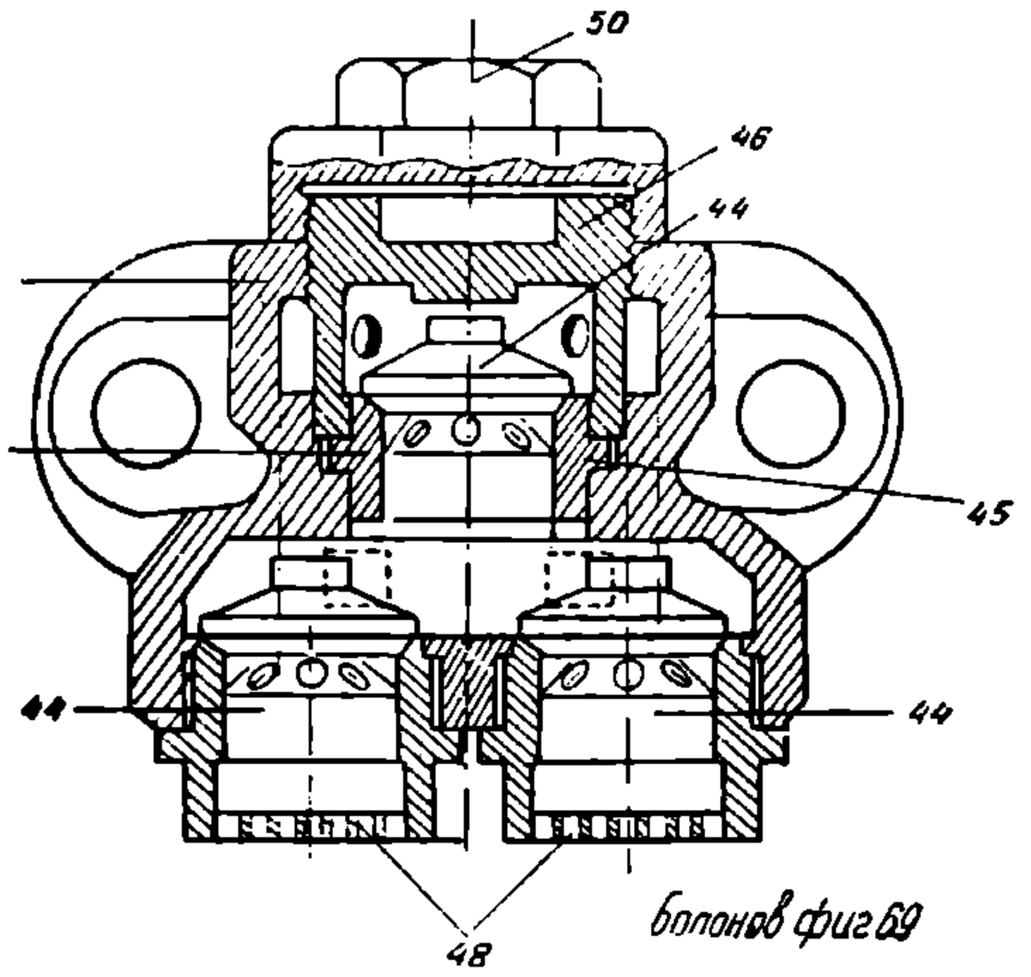
частью малого цилиндра по каналу в промежуточной части через один нагнетательный клапан.

Установка двух нагнетательных клапанов и расположение их по обоим концам продольного канала *V* делается для того, чтобы установить влияние довольно значительного об'ема этого канала, как вредного пространства; в противном случае при наличии одного клапана, расположенного на любом конце канала, один из поршней,— большой или малый,— нагнетающий воздух в этот канал, всасывал бы его обратно при обратных ходах поршня и этим уменьшал бы производительность насоса за каждый ход поршня на величину об'ема канала, умноженную на давление в нем.

Большой воздушный поршень или поршневой диск навертывается на поршневой шток на резбе и укрепляется еще гайкой со шпилькой. Полезная рабочая площадь поршня сверху — 557 *см*², снизу — 561 *см*².

Малый воздушный цилиндр имеет диаметр 160 *мм*, высота его одинакова с большим цилиндром. Полный об'ем верхней части — 4,8 *л*, нижней части — 5,1 *л*. Этот цилиндр имеет только два нагнетательных клапана: один на верхней части и другой на нижней. Таким образом воздушная часть насоса имеет девять клапанов, из которых четыре всасывающих, расположенных попарно, и пять нагнетательных, расположенных по одному отдельно.

Малый воздушный поршень или поршневой диск укрепляется на поршневом штоке на конусе и снизу прижимается гайкой со шпилькой. Эта часть является слабым местом в насосе. Малый поршневой диск очень часто раз'единяется. Полезная рабочая площадь малого поршня сверху — 191 *см*², снизу — 200 *см*².



Фиг. 69. Верхняя клапанная коробка.

Всасывающие и нагнетательные клапаны заключены в специальные клапанные коробки, за исключением двух нижних, заключенных в особые гнезда нижней крышки малого воздушного цилиндра. В верхней клапанной коробке большого цилиндра (фиг. 69) помещено три клапана, из которых два всасывающих и один нагнетательный. В нижней клапанной коробке помещено два клапана — оба всасывающие; во всех остальных — по одному клапану. Таким образом тандем-насос имеет шесть отдельных клапанных коробок, причем устройство каждой из них несколько отличается друг от друга не только по количеству деталей, но и по конструкции.

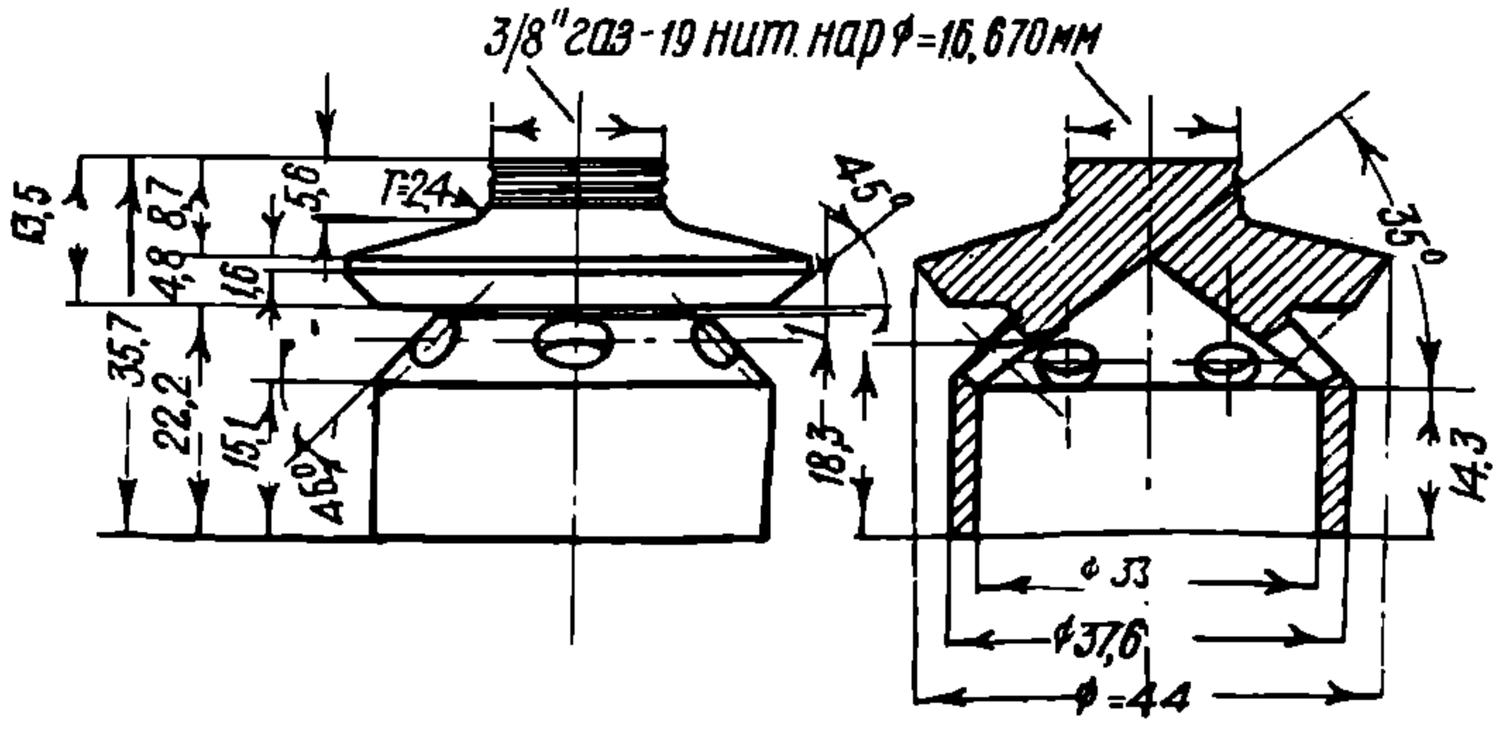
Каждый клапан состоит из самого клапана (фиг. 70) и седла, с которым вместе он вставляется или ввертывается в клапанную коробку. Самый клапан делается из стали, а седло его делается из специальной

НВ УДУНТ (ДІІТ)

бронзы, причем притирка клапана к седлу делается до установки его в клапанную коробку.

Седло нагнетательного клапана верхней клапанной коробки большого цилиндра вставляется сверху и прижимается к выступам гнезда нажимным штуцером, который потом закрывается колпачком, причем колпачок одновременно является контргайкой, предохраняющей от возможности вывернуть нажимной штуцер. С помощью нажимного штуцера устанавливается величина под'ема этого клапана, которая должна быть от 2 до 2,5 *мм*.

Проверка величины под'ема производится до установки на место нижних клапанов этого прибора. Через их отверстия пробуется под'ем верхнего клапана, причем если под'ем его больше указанной величины, то необходимо на токарном станке подрезать нижнюю кромку нажимного штуцера, если же под'ем меньше, то приходится подкладывать на заплечики седла металлическую шайбу, лучше всего бронзовую, соот-



Фиг. 70. Воздушный клапан.

ветствующей толщины. Седла нижних (всасывающих) клапанов ввертываются в коробку снизу, и таким же образом производится проверка их под'ема. Под'ем этих клапанов можно допустить от 2,5 и до 3 *мм*, причем если под'ем клапанов меньше указанной величины, то приходится подкладывать металлическую шайбу соответствующей толщины на буртик седла если же под'ем больше, то следует на токарном станке подрезать буртик. Для уплотнения седла в предупреждение пропуска допускается легкая подмотка, но только с таким расчетом, чтобы она не изменяла величины под'ема клапанов. Лучше всего для уплотнения употреблять густо разведенные белила или сурик.

Нагнетательный клапан из нижней части большого цилиндра, помещенный в промежуточной части, устроен точно так же, как и верхний, с той лишь разницей, что он устанавливается в гнездо снизу направляющей частью, а притирочной плоскостью вверх.

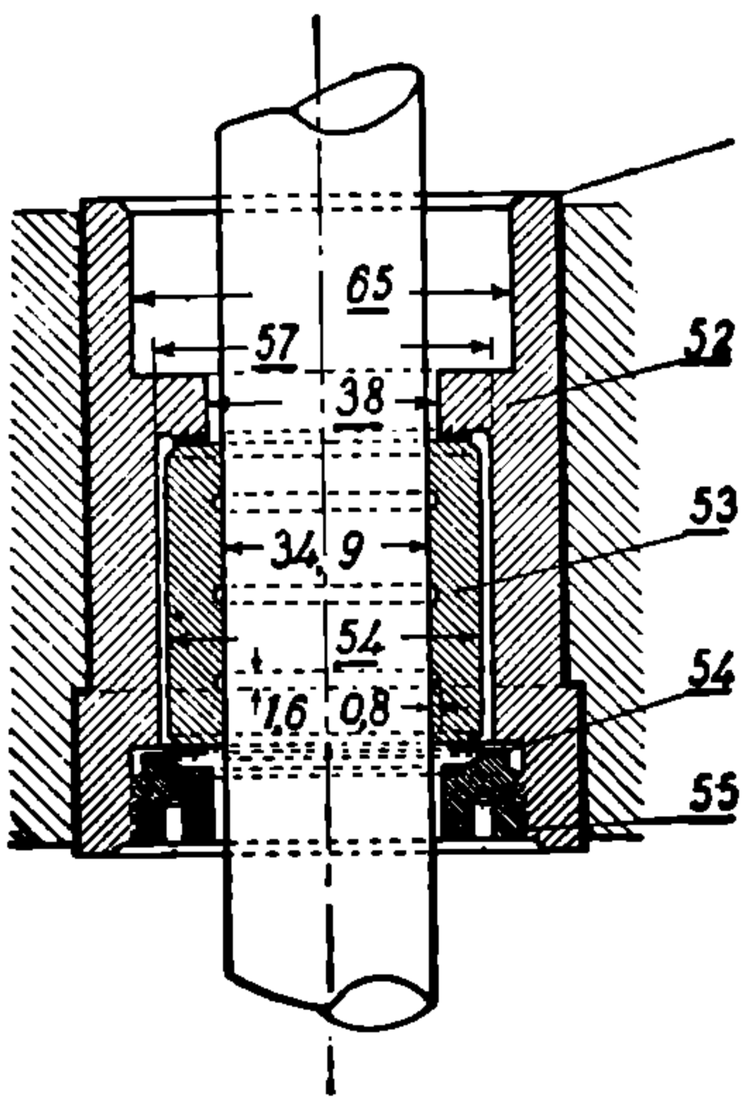
Для того чтобы этот клапан в спокойном состоянии насоса был в закрытом положении, под ним делается спиральная пружина из фосфористой бронзы, толщиною проволоки в 1,63 *мм*. Эта пружина должна быть рассчитана только на то, чтобы поддерживать клапан в закрытом, слегка прижатом положении, и должна быть очень слабой. Размеры ее

НБ УДУНТ (ДІІТ)

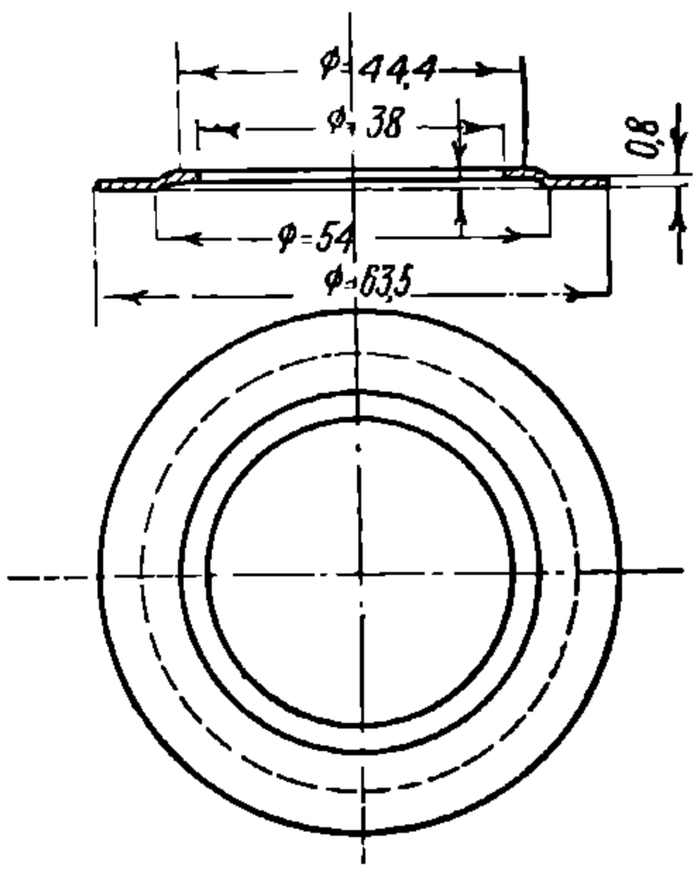
при указанной толщине проволоки должны быть таковы: количество витков — 5,5, высота в свободном состоянии — 20,6 *мм*, наружный диаметр витков — 27 *мм*. Ставить стальную пружину, а тем более пружину большой силы, не рекомендуется, так как это вызывает нарушение правильности работы насоса.

Проверка под'ема этого клапана производится так же, как и верхнего нагнетательного, но до установки его в гнездо. Для этого клапан устанавливается в седло, прижимается нажимным штуцером и снизу пробуется его под'ем; для уменьшения или увеличения под'ема производится та же операция, что и в первом случае.

Проверка под'ема остальных клапанов производится по размерам. Берется размер от нижней кромки до упора клапана в гнезде и размер от буртика седла до верхней кромки головки самого клапана. Разница этих размеров должна быть не более 2 *мм*, т. е. размер от нижней кромки



Фиг. 71. Лабиринтовый сальник.



Фиг. 72. Пружинная шайба лабиринтового сальника.

до упора седла должен быть на 2 *мм* больше размера от буртика седла до головки клапана.

Для регулировки под'ема также или производится подкладка металлической шайбы под буртиком, или срезается самый буртик седла.

Большой и малый воздушные цилиндры соединены между промежуточной частью *б*, верхний фланец которой представляет собою нижнюю крышку большого воздушного цилиндра, а нижний фланец служит верхней крышкой для малого воздушного цилиндра. В предупреждение непроизводительной перегонки воздуха по штоку из нижней части большого цилиндра в верхнюю часть малого и обратно во время работы насоса в промежуточной части устроен металлический, так называемый лабиринтовый сальник *53*.

Лабиринтовый сальник (фиг. 71) состоит из гнезда *52*, втулки *53*, пружиной шайбы *54* и нажимного кольца *55*.

НЕ УДУНТ (ДПТ)

Гнездо 52 лабиринтового сальника (фиг. 71) сделано из специальной бронзы, запрессовывается в промежуточную часть снизу, а сверху расклепывается. Отверстие для поршневого штока делается по диаметру на 3 *мм* больше диаметра самого штока. Втулка *53* плотно притачивается по штоку и свободно входит в гнездо с зазором по 1,5 *мм* на каждую сторону. Верхний конец втулки пришлифовывается к выступу гнезда, а снизу втулка нажимается особым нажимным кольцом *55* на резьбе и через пружинную шайбу *54*. Пружинная шайба (фиг. 72) должна быть изготовлена из фосфористой бронзы или крепкой латуни и иметь хорошую упругость. Втулка должна быть зажата в гнезде не очень туго таким образом, чтобы ей оставалась возможность перемещаться в гнезде в пределах ее зазоров. Зазоры для втулки и перемещение ее необходимы для того, чтобы в случае отклонения поршневого штока от центрального положения втулка имела возможность перемещаться вместе с ним.

Внутри втулки, в той части, где проходит поршневой шток, проточены неглубокие канавки (лабиринт), шириною около 1,5 *мм* и глубиною около *1 мм*, которыми задерживается протекание воздуха и улучшается обмен смазки по штоку.

Лабиринтовый способ уплотнения скользящих поверхностей на практике применяется очень часто и считается одним из лучших. Теория его заключается приблизительно в следующем: струя воздуха, движущаяся по щели между скользящими поверхностями, испытывает некоторое сопротивление от трения об эти поверхности; затем, попадая в лабиринтовую канавку, разбивается вследствие внезапного расширения щели, получаются срывы струек и образуются паразитные вихри в углах лабиринтов, происходит как бы мятие воздуха и некоторый буфер, являющийся сопротивлением течению воздуха. Наконец, завихренный поток воздуха, направляясь в следующие щели, получает сжатие струи в устье щели и встречает новое сопротивление. Из указанных трех препятствий движению воздуха самое существенное последнее — сжатие струи; оно как бы суживает щель примерно на 20%. Таким образом каждый лабиринт дает свои сопротивления и этим в значительной мере уменьшает протекание воздуха через неплотность.

б) Работа паровой части тандем-насоса

В спокойном состоянии насоса (нерабочем) ходопеременный золотник находится в нижнем положении, в которое он перемещается или, вернее, падает после остановки насоса в силу своего собственного веса. Остальные части пароораспределительного механизма остаются в том положении, в каком их застал момент остановки действия насоса. Но независимо от этого при пуске насоса в первый момент поступления пара поршни его начинают двигаться сначала вверх по следующим причинам.

Пар из котла поступает сначала в пространство *d* между поршнями распределительного клапана и давит на внутренние рабочие площади обоих поршней *22* и *23*, но так как рабочая площадь большого поршня *22* в два раза больше рабочей площади малого поршня *23*, то и сила, действующая в сторону большого поршня, также в два раза больше. Поэтому при пуске насоса, как только образуется давление в пространстве *d*, поршневой распределительный клапан, а вместе с ним и золотник *24*,

НТБ УДУЭТ (ДІІТ)

перемещаются в сторону большого поршня и занимают положение, показанное на фиг. 59. При этом положении золотник *24* своей выемкой сообщает каналы *g* и *e* и этим сообщает верхнюю часть цилиндра с атмосферной,— одновременно открывает канал *f*, по которому свежий пар из пространства *d* идет в нижнюю часть цилиндра, заставляя поршень двигаться вверх.

При подходе к крайнему верхнему положению паровой поршень стержневой плиткой упирается в заплечики золотникового стержня *17* и перемещает стержень, а вместе с ним и ходопеременный золотник *18* вверх, как это показано на фиг. 65.

Паровыпускной канал *n* из камеры *K* закрывается, этим камера *K* разобщается с каналом *m* и атмосферой. Одновременно открывается паровпускной канал *O*, по которому свежий пар из золотникового пространства поступает в камеру *K* сзади большого поршня *22*. Вследствие этого давление по обе стороны большого поршня распределительного поршневого клапана выравнивается, выравниваются также и силы, действующие на этот поршень с той и другой стороны. Действие каждой из этих сил на поршень в одну сторону будет равно противодействию другой в противоположную сторону,— наступает равновесие, при котором эти две силы по отношению к поршневому распределительному клапану в целом взаимно уничтожаются.

Остается одна сила, действующая с внутренней стороны на малый поршень. Так как пространство сзади этого поршня постоянно сообщено с атмосферой и давление в нем всегда равно нулю, то под действием этой силы, т. е. давления на малый поршень с внутренней стороны, поршневой распределительный клапан, а вместе с ним и золотник *24*, перемещается в сторону малого поршня, занимая положение, показанное на фиг. 64. Золотник *24* своей выемкой сообщает канал *f* с средним атмосферным каналом *g* этим сообщает нижнюю часть парового цилиндра с атмосферой и открывает канал *e*, сообщая пространство *d* с верхней частью парового цилиндра. Вследствие этого отработанный или мятый пар из нижней части парового цилиндра по каналам *f* и *g* выходит в атмосферу, а через пространство *d* по каналу *e* в верхнюю часть цилиндра поступает свежий пар, и поршни движутся вниз.

При движении поршней вниз ходопеременный золотник остается в верхнем положении, в котором поддерживается трением его лица по зеркалу, образующимся вследствие давления пара на спинку. Выемка золотника постоянно сообщена с атмосферным каналом, и давление в ней близко к нулю, тогда как на спинку золотника действует почти котловое давление в $11 — 12$ *кг см²*. Площадь выемки золотника равна 6 *см²*, следовательно, сила, прижимающая золотник к зеркалу, будет равна: $6 \times 11 = 66$ *кг*. Если принять сопротивление трения чугуна по чугуну при смазке равным 0,15, то для того, чтобы передвинуть золотник, надо приложить усилие: $66 \times 0{,}15 = 9{,}9$ *кг*, тогда как самый золотник вместе со стержнем весит всего лишь 0,43 *кг*.

Подходя к крайнему нижнему положению, паровой поршень стержневой плиткой задевает за головку на нижнем конце золотникового стержня *17* и увлекает стержень вместе с ходопеременным золотником *18* вниз. Благодаря этому паровпускной канал *O* в камеру *K* закрывается,

НБ УДУНТ (ДІІТ)

а каналы *n* и *m* выемкой ходопеременного золотника сообщаются между собою и сообщают камеру *K* с атмосферой; давление на внешнюю площадь большого поршня *22* прекращается, и распределительный клапан с горизонтальным золотником под действием давления на внутреннюю площадь большого поршня перемещается в сторону последнего. Вновь открывается паровпускное окно *f* в нижнюю часть парового цилиндра, а верхняя по каналам *e* и *g* через выемку золотника *24* сообщается с атмосферой, — поршни снова движутся вверх.

Паровпускные каналы *e* и *f* остаются открытыми все время хода поршня в данном направлении и наполнение парового цилиндра свежим паром происходит до тех пор, пока поршень не дойдет до своего крайнего положения. Таким образом, в отличие от всех прочих паровых машин, ценнейшее свойство расширения пара в паровой машине насоса не используется и не может быть использовано в силу особых условий работы воздушной части насоса, о чем будет сказано ниже.

Парораспределительный механизм насосов имеет некоторое предварение впуска пара в паровой цилиндр, рассчитанное на то, чтобы избежать или, вернее, несколько предупредить удары поршня о крышки цилиндра. Так как, в отличие от паровых машин с кривошипом, где крайние положения поршня ограничиваются длиной кривошипа, здесь этого ограничения в насосе нет, то в предупреждение ударов поршней о крышки делается предварительный впуск пара под поршень в паровой цилиндр, или, как принято говорить, делается паровая подушка.

Наличие необходимости устанавливать некоторое предварение впуска пара в паровой цилиндр заставляет мириться с неизбежностью вредных пространств в воздушном цилиндре, величина которых находится в некоторой зависимости от предварения впуска пара, но в то же время зависит и от скорости хода поршней, а поэтому вредные пространства являются величиной переменной.

в) Работа воздушной части тандем-насоса

Всасывание атмосферного воздуха у тандем-насосов производится поршнем только большого цилиндра. Поступивший в большой цилиндр воздух следующим ходом поршня сжимается первоначальным сжатием и перегоняется в малый цилиндр, где уже третьим ходом поршней сжимается вторичным сжатием и вытесняется в главный резервуар.

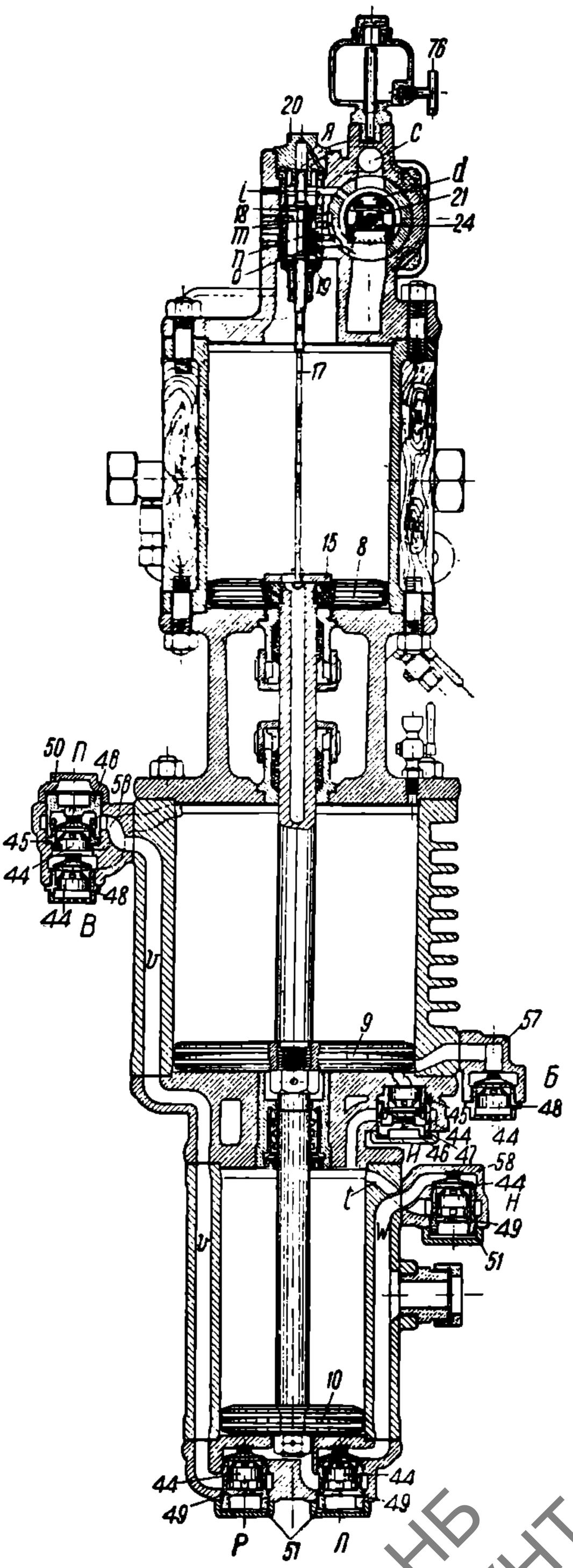
Работа воздушной части насоса происходит следующим образом.

При движении поршней вверх большой воздушный поршень через нижние всасывающие клапаны *Б* (фиг. 73) всасывает атмосферный воздух в нижнюю часть большого цилиндра. В это время в верхней части большого цилиндра происходит первоначальное сжатие поступившего в эту часть при предыдущем ходе поршней атмосферного воздуха, причем сжимаемый воздух поднимает верхний нагнетательный клапан *П*, заполняет продольный клапан *V*, затем поднимает нижний нагнетательный клапан *P* и поступает в нижнюю часть малого воздушного цилиндра. В то же время в верхней части малого воздушного цилиндра происходит вторичное сжатие воздуха, поступившего в эту часть уже сжатым первоначально из нижней части большого цилиндра, и нагнетание этого воздуха в главный резервуар через нагнетательный клапан.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

При обратном движении поршней вниз большой воздушный поршень всасывает атмосферный воздух через верхние всасывающие клапаны *В* в верхнюю часть большого воздушного цилиндра и сжимает первоначальным сжатием воздух в нижней части того же цилиндра, нагнетая последний в верхнюю часть малого воздушного цилиндра через нагнетательный клапан *И*, расположенный в промежуточной части. В это время в нижней части малого воздушного цилиндра происходит вторичное сжатие воздуха, поступившего тула за предыдущий ход поршней из верхней части большого цилиндра, и нагнетание этого воздуха в главный резервуар через второй нагнетательный клапан *Л*. Для большей понятности на фиг 73 нагнетательный клапан *И* вынесен в один разрез и все шесть клапанов показаны на одной фигуре.

Благодаря тому, что об ем воздуха большого цилиндра в три раза больше малого, количество воздуха из большого цилиндра в малом цилиндре будет иметь давление в три раза большее. Иными словами, атмосферный воздух большого цилиндра, сжатый его поршнем в малый цилиндр, должен иметь давление, в три раза большее, т.е 3*ат абс* или *ат* манометрических. В первый периодработы насоса после пуска его в действие, когда давление в главном резервуаре ниже 2 *ат*, поршня большого цилиндра при каждом ходе нагнетает сжатый воздух в главный резервуар через малый цилиндр, поднимая те и другие на нетательные клапаны, но как бы не заканчивает своей работы, ос авляя некоторое количество воздуха в малом цилиндре; это количество воздуха при следующем ход поршней досылает-



Фиг. 73. Схема работы воздушной части тандем-насоса.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ся в главный резервуар малым поршнем, при этом конечное давление при сжатии как в большом, так и в малом цилиндрах одинаково и равно давлению в главном резервуаре, и увеличивается по мере увеличения давления в последнем.

Когда давление в главном резервуаре будет близко к 2 *ат* по манометру, большой поршень прекращает непосредственное нагнетание воздуха в него и органичивается сжатием только в малом цилиндре; дальнейшее сжатие продолжает малый поршень. Об'ем малого цилиндра для воздуха, сжимаемого большим поршнем, является величиною постоянной, поэтому с того момента, как давление в главном резервуаре достигает 2 *ат*, устанавливается вполне определенный постоянный режим работы поршня в большом цилиндре с конечным давлением при сжатии около 2 *ат* по манометру, независимо от давления в главном резервуаре. При любом давлении в главном резервуаре больше 2 *ат* давление в большом воздушном цилиндре при исправном действии нагнетательных клапанов не может быть больше 2 *ат*, в то время как конечное давление при сжатом в малом воздушном цилиндре увеличивается по мере увеличения давления в главном резервуаре.

г) Производительность тандем-насоса

Работа большого цилиндра тандем-насоса протекает при одном постоянном режиме сжатия до давления максимально в 2 *ат*. Поэтому влияние вредного пространства на об'емную производительность тандем-насосов, в отличие от насосов однократного сжатия, значительно меньше, и это влияние остается величиной постоянной, не зависящей от конечного давления при сжатии малым поршнем, т. е. давления в главном резервуаре, а зависит исключительно только от величины вредного пространства.

Остающийся во вредном пространстве большого цилиндра при каждом ходе поршней сжатый воздух давлением максимально только в 2 *ат*, расширяясь при обратном движении поршней, заполняет часть об'ема воздушного цилиндра, равную удвоенной величине самого вредного пространства. Например, если вредное пространство — 5 *мм*, то мертвый ход поршня будет равен только 10 *мм* при любом давлении в главном резервуаре. Благодаря этому об'емная производительность тандем-насоса или количество свободного воздуха, всасываемого им за один ход поршней, остается почти постоянным.

Малый цилиндр, как цилиндр вторичного сжатия, в работе тандем-насоса является передаточной инстанцией. Поэтому вредные пространства малого цилиндра на об'емной производительности тандем-насоса за один ход поршня не отражаются.

Из сказанного следует вывод, что производительность тандем-насоса постоянна, независима от величины конечного давления при сжатии или давлении в главном резервуаре и определяется об'емом большого воздушного цилиндра с вычетом удвоенной величины обоих вредных пространств. Считая об'ем большого воздушного цилиндра равным 14,5 *л* и принимая коэфициент полезной работы большого поршня в среднем 0,85, тандем-насос при вполне исправном состоянии за каждый ход поршней должен сжимать свободного воздуха 12,3 *л*. При среднем темпе его работы — 100

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ординарных ходов или выхлопов в минуту производительность этого насоса должна быть 1230 *л*. Главный резервуар паровоза сер. Э емкостью 500 *л*. тандем-насос должен накачать давлением до 5 *ат* в течение 2 минут.

д) Предельная величина сжатия тандем-насоса

Во время работы насоса пар поступает в паровой цилиндр непрерывно за весь ход поршня от одного крайнего положения до другого. Давление пара на поршень, следовательно, сила, действующая на него за весь ход, почти не изменяется и будет равна давлению пара, помноженному на площадь поршня, что в данном случае при условии, что давление пара будет в 10 *ат* на площадь поршня в 324 *см*², составляет силу, действующую на паровой поршень в 3 240 *кг*.

В начале хода поршней давлению пара на поршень в паровом цилиндре помогает давление оставшегося во вредном пространстве и расширяющегося сжатого воздуха. Расширение продолжается на протяжении почти 0,1 хода поршня, следовательно, эту часть своего хода поршни проходят не только без всякого сопротивления, но, наоборот, как бы под двойным давлением. Когда кончится расширение и начнется сжатие, начинает возрастать и сопротивление движению поршней, которое при упомянутых условиях, т. е. при давлении в главном резервуаре в 6,5 *ат*, к концу хода поршней подходит до 2 400 *кг*.

Таким образом мы имеем в данном случае две противодействующие друг другу силы: одна—давление пара на поршень в паровом цилиндре,—являющаяся почти постоянной,—равная 3 240 *кг*, и другая — сопротивление сжимаемого воздуха на поршень в воздушном цилиндре,—являющаяся величиной переменной.

Взаимная работа этих сил должна выразиться в скорости хода поршней. Так как одна из сил, а именно сила сопротивления, является величиной переменной на протяжении всего хода поршня, то и скорость движения поршней будет также переменной: в начале своего хода поршни движутся очень быстро, а затем скорость движения их замедляется по мере увеличения давления воздуха в воздушном цилиндре, или, вернее, общей величины сопротивления, т. е. давления воздуха, помноженного на площадь воздушного поршня. Наконец может наступить момент, когда силы уравняются, т. е. сила давления пара на площадь парового поршня будет равна силе давления сжимаемого воздуха на воздушный поршень, и тогда насос должен остановиться, — это и есть предел сжатия, или предельная величина сжатия.

Для простых паровоздушных насосов предельная величина сжатия легко определяется из соотношения рабочих площадей парового поршня, которое в данном случае равно 1 1,15, или площадь парового поршня составляет 0,87 площади воздушного, следовательно, равновесие сил наступит тогда, когда давление в воздушном цилиндре будет приблизительно на 15% меньше давления пара в паровом цилиндре. Говоря иными словами, предел сжатия воздуха простым паровоздушным насосом будет равен 0,87 давления пара на паровой поршень при идеальном состоянии насоса. Но, учтя некоторую величину сопротивлений от трения движущихся механизмов, предел сжатия можно принять равным 0,8 давления пара. Например, при давлении в котле в 11 *ат* насос может накачивать

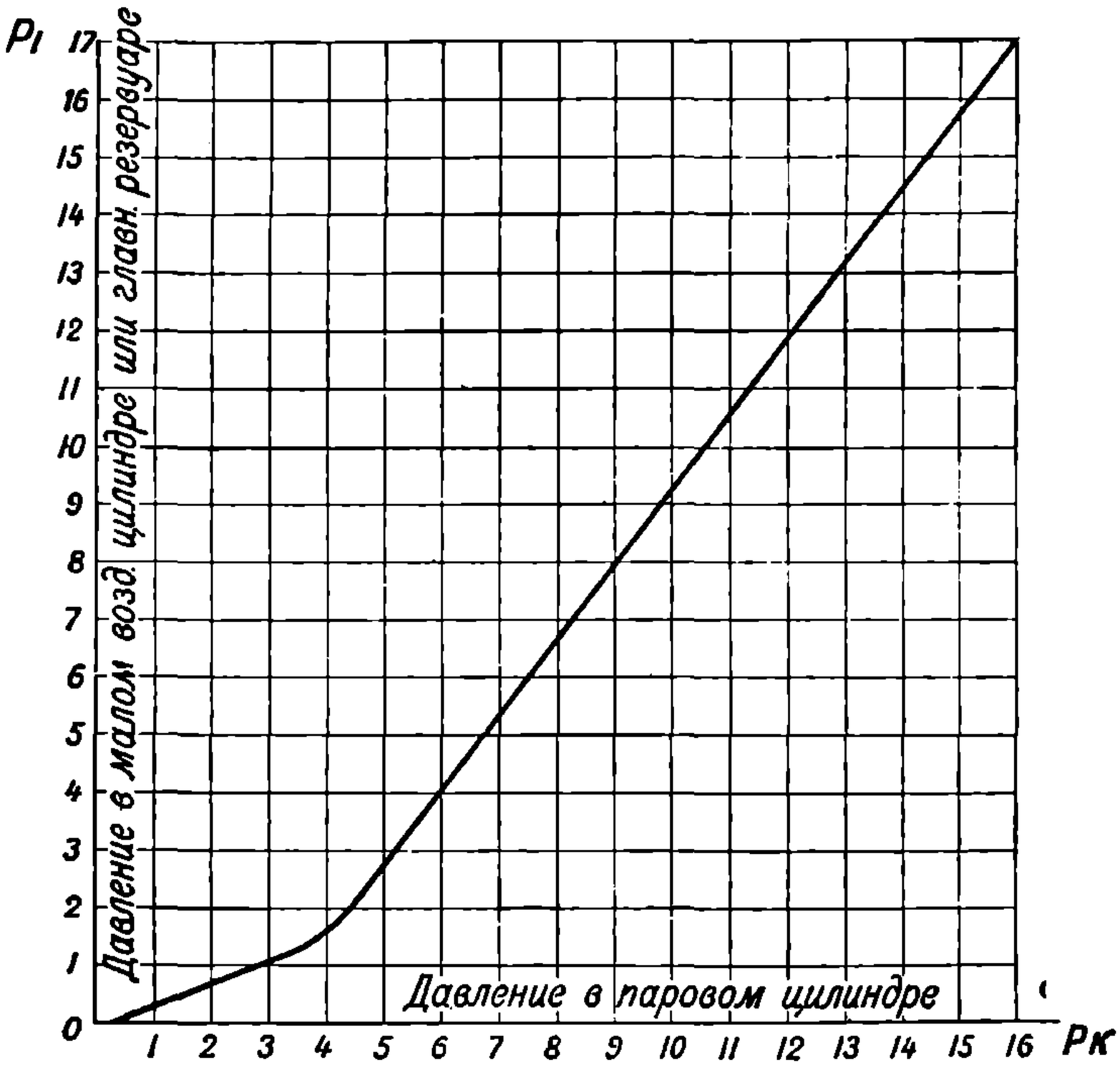
НТБ УДУЭТ (ДГТ)

только 8 *ат*, так как при этом в его паровом цилиндре вследствие мятия пара по трубам и каналам давление будет не более 10 *ат*.

Для тандем-насосов в силу особого устройства их воздушных поршней и зависимости в работе величина предельного давления или максимального сжатия определяется из уравнения:

$$P \quad V = [P_1 \quad V_1 + (V_2 - V_1) \quad P_2]\,\eta,$$

где: P — рабочее давление пара в паровом цилиндре;
V — площадь парового поршня;
P_1 — давление в малом воздушном цилиндре;
P_2 — давление в большом воздушном цилиндре;
V_1 — площадь малого воздушного поршня;
V_2 — площадь большого воздушного поршня;
η — постоянный коэфициент полезной работы.



Фиг. 74. Диаграмма максимального сжатия тандем-насосом.

На фиг. 74 приведена диаграмма максимального сжатия тандем-насосом в зависимости от давления пара в паровом цилиндре, где давление следует считать на 1 *ат* ниже котлового.

По первому отрезку кривой линии на диаграмме видно, что насос приблизительно до 2,5 *ат* давления в правом цилиндре работает как простой насос по прямой зависимости площадей парового и большого воздушного поршней, а далее с 2,5 *ат* начинает работать как тандем, прогрессивно увеличивая давление воздуха. Из диаграммы видно, что при давлении в паровом цилиндре 6 *ат* насос может поднять давление в глав-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ном резервуаре только до 4 *ат*, при 8 *ат* — до 6,6 *ат*, но при давлении в паровом цилиндре 13 *ат* давление в главном резервуаре возможно тоже 13 *ат*. Для того чтобы узнать, до какого давления может накачивать тандем-насос в главный резервуар при любом давлении в котле, к указанному давлению в паровом цилиндре на диаграмме следует прибавлять 1 *ат*, — это и будет котловое.

е) Ремонт тандем-насоса

Особенности устройства механизма тандем-насоса, постоянная, почти непрерывная работа его и ответственность той роли, которую он выполняет в действии автоматических тормозов, требуют умелого обращения, тщательного надзора и главным образом доброкачественого ремонта.

Ремонт паровоздушного насоса можно разделить на два вида.

1) Периодический осмотр, заключающийся в полном внутреннем освидетельствовании насоса с устранением или исправлением не только обнаруженных неисправностей, но и тех незначительных износов, которые понижают качество действия отдельных ответственных частей и всего насоса в целом.

2. Текущий ремонт или исправление случайных и внезапных повреждений отдельных частей насоса, производимое во время промывки паровозного котла или при заходе паровоза в депо между поездками.

ж) Периодический осмотр тандем-насоса

При периодическом осмотре насос следует разобрать: отнять верхнюю крышку, вынуть поршни и лабиринтовый сальник, все разобранные части промыть керосином или скипидаром; после того весь движущийся механизм, главным образом в части трущихся поверхностей, подвергается тщательному освидетельствованию с обмером цилиндров, поршней золотников и пр.

Следует принять за правило производить освидетельствование частей в последовательном порядке, осматривая одну часть за другой по установленной системе, начиная с парораспределительного механизма.

Поршневой распределительный клапан следует вынуть из втулки и убедиться, прочно ли укреплены диски обоих поршней на самом штоке. Осмотреть лицо золотника 24 и обмерить самый золотник, размеры к - торого показаны на фиг. 75. Срабатывание золотника по высоте допускается в 2 *мм*. При наличии неравномерной выработки или задиров на лице золотника необходимо его пришабрить или пришлифовать по плите.

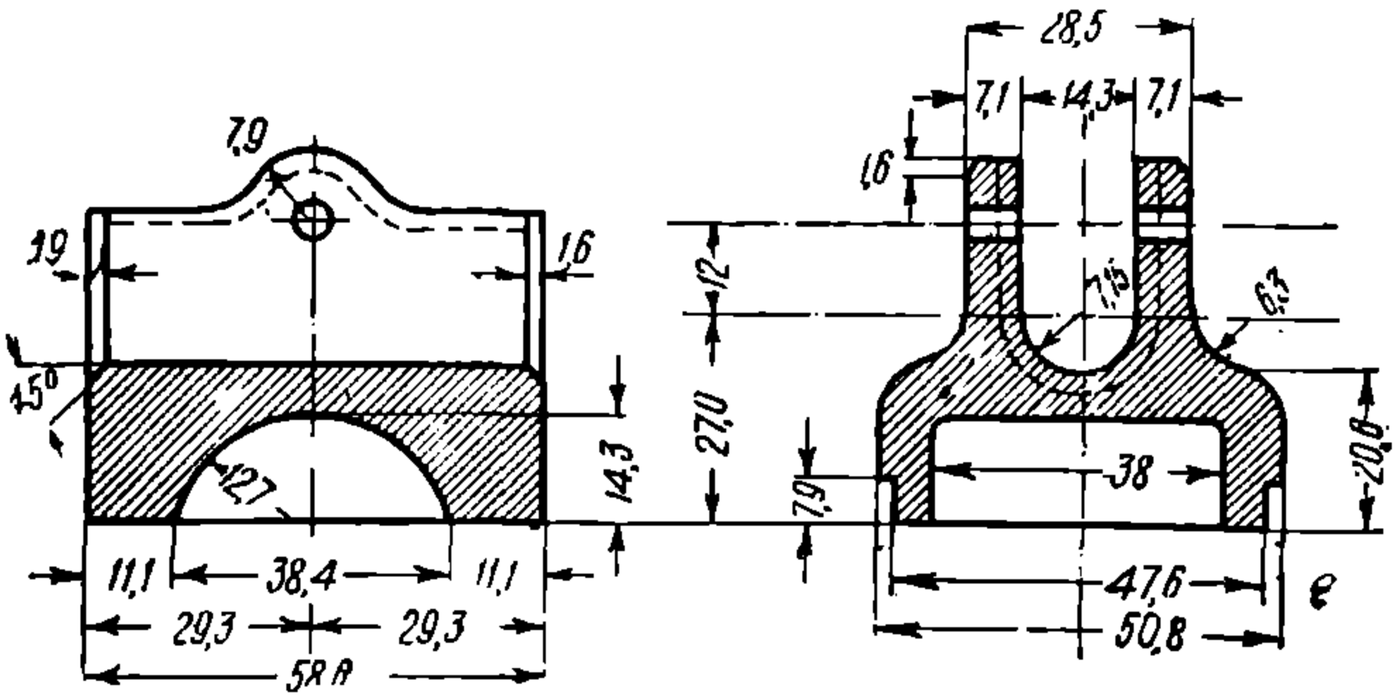
Набивочные кольца большого и малого поршней следует вынуть из ручьев и проверить по втулкам, предварительно убедившись, нет ли выработки во втулках. Кольца должны плотно прилегать к стенкам и замки их должны сходиться плотно. Только у хорошо приработавшегося кольца можно допустить зазор в замке не более 0,5 *мм*.

Втулка поршневого клапана должна быть прочно запрессована в теле крышки. Очень часто наблюдается слабина запрессовки малой втулки *26*. В этом случае малую втулку следует сменить. Необходимо проверить совпадение каналов во втулке с каналами в теле крышки и, если они не совпадают или засорены, то их следует разделать и прочистить. Особенно

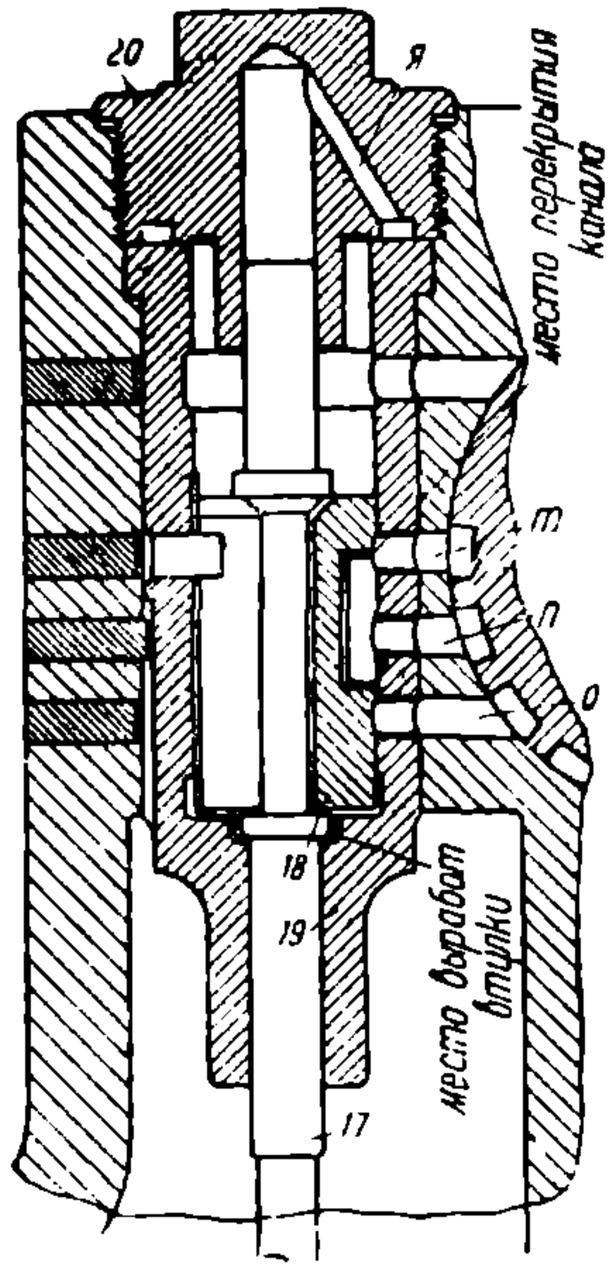
НБ УДУНТ (ДІТ)

часто засоряется малый канал *h*, идущий вдоль втулки из пространства *l* сзади малого поршня. При наличии выработки во втулке более 0,5 *мм* ее необходимо сменить или расточить. Расточка допускается до 2 *мм* со сменой набивочных колец. Зеркало золотника следует проверить и пришабрить или пришлифовать по бруску.

Ходопеременный золотник при наличии задира или выработки к исправлению не пригоден, так как его размер должен соответствовать диаметру втулки. После исправления опиловкой, обточкой или шабровкой этого не получится, поэтому неисправный золотник следует сменить.



Фиг. 75. Горизонтальный распределительный золотник.



Фиг. 76 Выработка втулки ходопеременного золотника.

Втулка ходопеременного золотника должна быть обмерена. При наличии выработки ее можно расточить до 3 *мм*, но при условии изготовления нового золотника соответственно размерам втулки. Каналы во втулке должны быть проверены и прочищены. Особенно часто засаривается продольный канал, идущий с верхней торцовой части вниз. Внутри втулки в нижней части ее образуется выработка от ударов заплечиком золотникового стержня, тогда стержень и золотник садятся ниже, как показано на фиг. 76, и перекрывают верхний канал *m*, отчего насос начинает работать скачками. Отверстие для золотникового стержня во втулке должно быть нормальных размеров 12,7 *мм*, в диаметре допускается выработка только на 0,3 *мм*, т. е. до 13 *мм*. При наличии большей выработки втулку необходимо сменить. Следует проверить правильность запрессовки втулки путем обмера расстояния от нижней площади крышки до нижнего паровпускного канала *O*. Это расстояние (до оси канала) должно быть равно 111 *мм*. При большем расстоянии втулку необходимо осадить, соответственно подточив ее буртик; при меньшем — следует подложить под буртик металлическое кольцо.

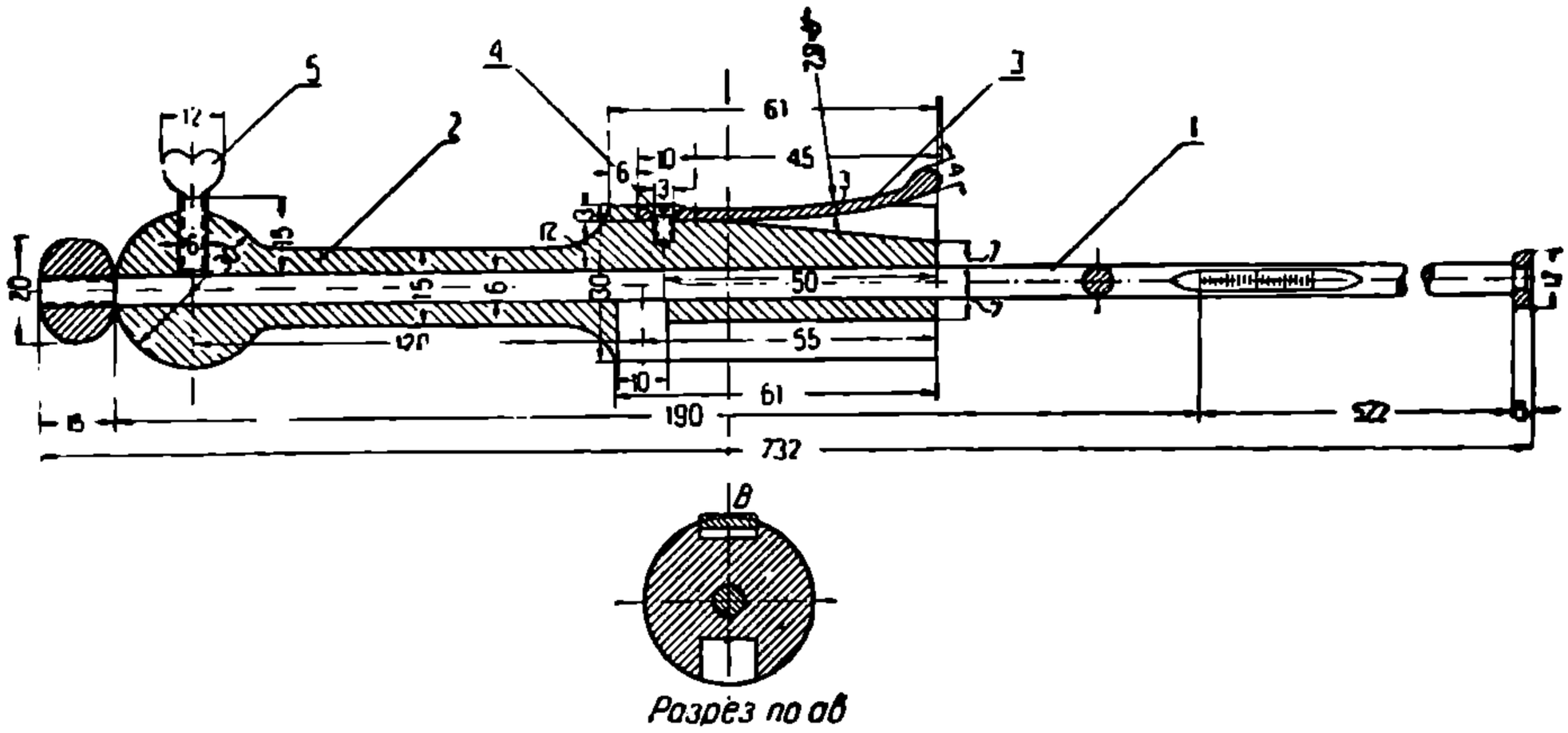
Стержень ходопеременного золотника должен точно соответствовать размерам по чертежу. Во время работы его средняя тонкая часть вытягивается, срабатывается от ударов о стержневую плитку головка и

НБ УДУНТ (ДІІТ)

первый заплечик. Стержень с несоответствующими размерами следует заменить новым.

При сборке насоса соответствие размеров золотникового стержня с величиной хода поршней должно быть проверено. Для этой цели применяется специальный прибор, показанный на фиг. 77. Устройство прибора заключается в следующем: патрон *2* с головкой и пружиной *3* имеет сквозное отверстие, диаметром 6 *мм*. В отверстие вставлен стержень с головкой. На средней части стержня сделана миллиметровая насечка.

Порядок пользования прибором показан на фиг. 78. Для определения размера стержня от головки до той части заплечика, которой он упирается в дно золотниковой втулки, следует: а) осадив поршень в крайнее положение, вставить во втулку ходопеременного золотника патрон приспособления со стержнем; б) стержень завести головкой в стержневую



Фиг. 77. Прибор Кондакова для проверки золотниковых стержней.

плитку и в) натянув стержень таким образом, чтобы у него не было холостого хода, отметить себе по насечке,— что показано буквой *Р*,— то деление, которое совпадает с кромкой отверстия для стержня в головке патрона.

Вынув стержень из стержневой плитки и весь прибор золотниковой втулки, следует поставить стержень снова на то деление, на котором он стоял во втулке, и по размеру от нижней кромки патрона до головки стержня определяют размер *А-Б* золотникового стержня.

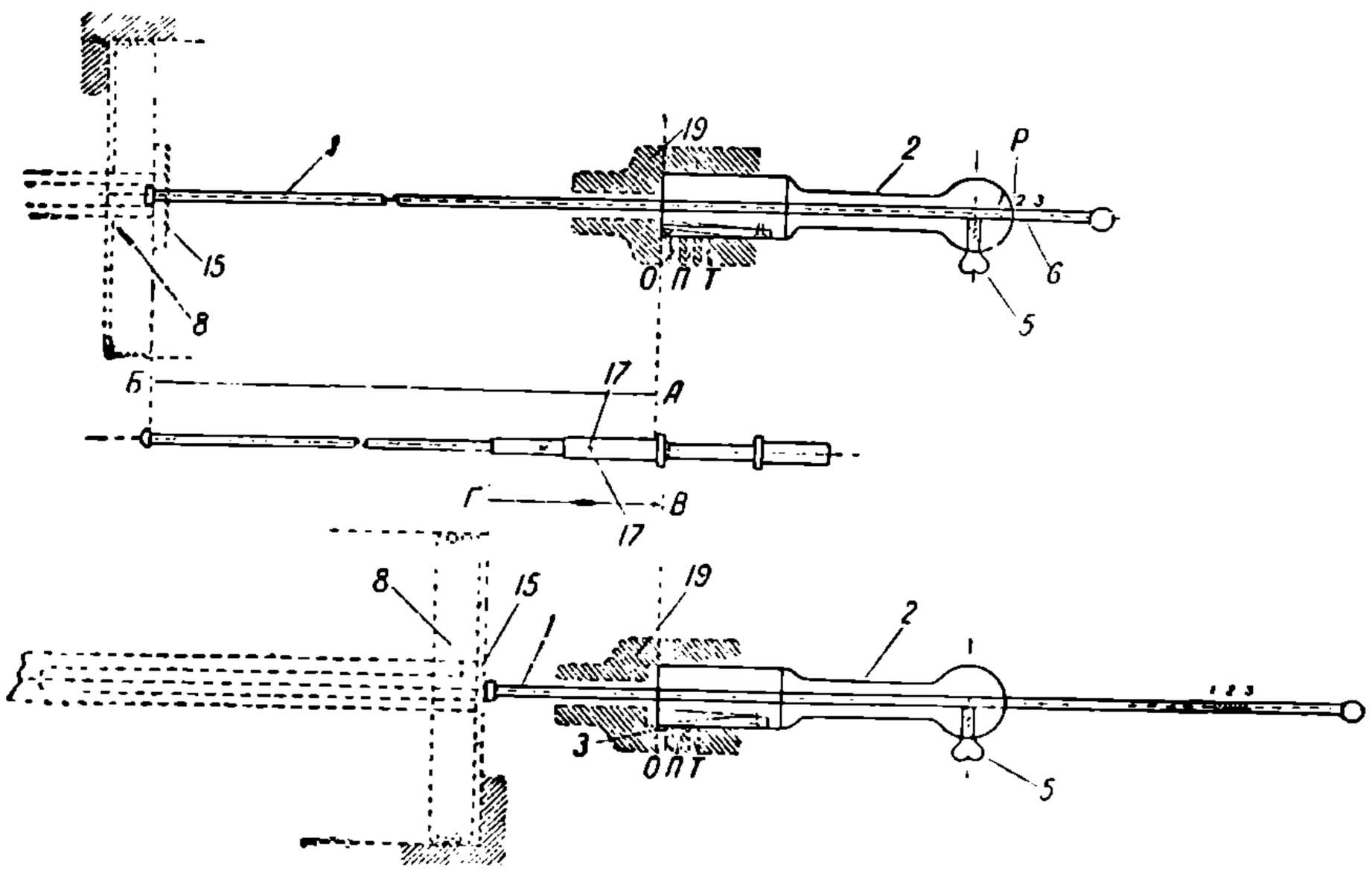
Для определения размера стержня от верхней кромки нижнего заплечика, где помещается вертикальный золотник, до заплечика стержня, в которое упирается стержневая плитка при ходе поршня вверх, следует: а) в золотниковую втулку вставить патрон прибора со стержнем, не вводя головку стержня в отверстия стержневой плитки, б) поршни насоса поднять в верхнее крайнее положение и г) патрон прибора осторожно приподнять таким образом, чтобы выпуклая головка пружины *3* вошла в паровходящее отверстие. После этого стержень головки опустить на стержневую плитку и закрепить его барашком в патроне. Размер от нижней плоскости головки до нижней кромки патрона плюс 7 *мм* — вели-

НБ УДУНТ (ДГТ)

чина паровпускного окна — дает размер стержня от заплечика *Г* до заплечика *В*.

Паровой цилиндр при наличии выработки более 1 *мм* подлежит расточке с последующей сменой поршневых колец. Расточка допускается по диаметру не более 5 *мм*.

Паровой поршень или поршневой диск должен быть прочно укреплен на поршневом штоке. Поршневые кольца должны быть вынуты из ручьев и проверены по цилиндру на плотность их прилегания к стенкам в величину зазоров в замках. Кольца делаются с некоторой эксцентричностью в 1,6 *мм*. Размеры их показаны в таб. 6.



Фиг. 78. Порядок пользования прибором Кондакова.

Стержневая плитка должна быть прочно укреплена на поршневом диске. Последнее время стали допускать укрепление стержневой плитки на заклепках. Этот способ лучше обеспечивает надежность в работе, но требует обязательной выемки поршней при каждой смене стержневой плитки в случае ее выработки, а выработка получается довольно часто. Вырабатывается верхняя и нижняя кромки отверстия для стержня от ударов заплечиками. В случае выработки стержневой плитки допускается заварка ее электродом с обязательной последующей цементацией. Такой способ исправления стержневых плиток массовым порядком значительно дешевле изготовления новых.

Большой воздушный поршень следует проверить в части укрепления его на поршневом штоке. При наличии слабины в резьбе поршневой шток обваривается электродом и нарезается новая резьба. Поршневые кольца следует вынуть из ручьев и проверить по цилиндру на плотность их прилегания к стенкам и величину зазоров. Кольца делаются с той же эксцентричностью 1,6 *мм*. Размеры их указаны в таб. 6.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Таблица 6

Наименование колец	Нормальный размер		Наименьший размер		Наибольший размер		Зазор в замках не более
	толстой части	тонкой части	толстой части	тонкой части	толстой части	тонкой части	
Парового поршня .	9,8	8,2	9,0	7,6	10,5	9	1,5
Большого воздушного поршня . . .	11,3	9,7	10,5	9,0	12	10,5	2,0
Малого воздушного поршня .	9,0	7,5	8,5	7,0	9,5	9,0	1,0

Большой воздушный цилиндр при наличии выработки в нем 0,5 *мм* подлежит расточке с последующей сменой поршневых колец. Расточка цилиндра по диаметру допускается не более 3 *мм*, имея в виду тонкие стенки и наличие продольных каналов в них.

Малый воздушный цилиндр, так же как и большой, с выработкой свыше 0,5 *мм* должен быть расточен по диаметру не более 3 *мм* и по тем же причинам.

Малый воздушный поршень является слабым местом в работе тандем-насоса, главным образом в части укрепления поршневого диска на штоке. Поэтому необходимо убедиться в состоянии конуса и нарезки. При незначительной слабине конус и резьбу следует обварить электродом и пригнать плотно по месту. Поршневые кольца также следует вынуть из ручьев и проверить по цилиндру на плотность и величину зазоров. Размеры колец указаны в табл. 6.

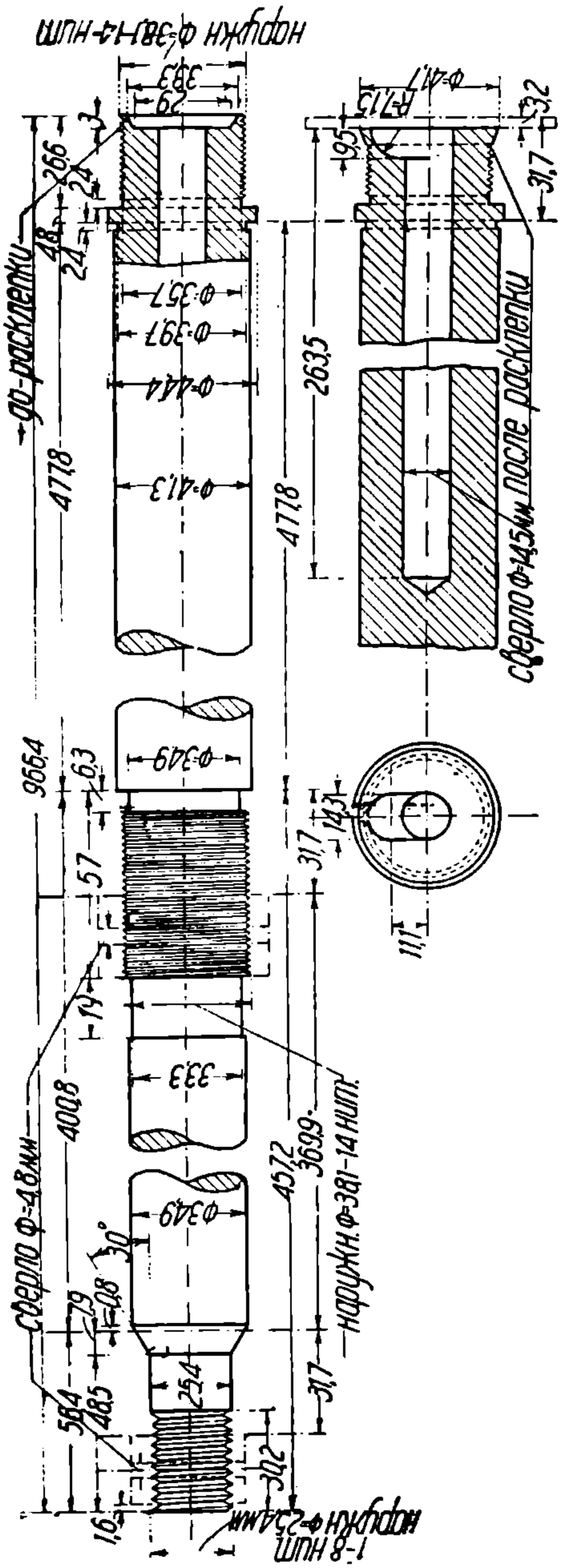
Поршневой шток следует проверить на токарном станке, исправить изгибы и проточить выработку. Размеры штока должны соответствовать указанным на фиг. 79. Наименьшая толщина верхней части между паровым и большим воздушным поршнями допускается не менее 40 *мм*, нижней части между большим и малым воздушными поршнями — не менее 33,5 *мм*.

Всасывающие и нагнетательные клапаны подвергаются тщательному осмотру в разобранном виде. Часто наблюдается выработка не только гнезда клапана, но и верхней упорной части. В таких случаях следует менять клапанную коробку или нижнюю крышку. Только при текущем межпоездном ремонте можно ограничиться сменой клапанного гнезда и наделкой на голову клапана. При сборке под'ем клапанов устанавливается для всасывающих не более 2,5 *мм*, для нагнетательных не более 2 *мм*. Способ регулировки клапанов указан в описании устройства тандем-насоса.

Втулка 53 лабиринтового сальника, хотя бы при незначительной выработке ее, должна быть заменена новой с таким расчетом, чтобы она могла послужить до следующего периодического осмотра. Наплавка этой сальниковой втулки баббитом и другими уплотняющими средствами не допускается. Только при текущем межпоездном ремонте допускается подсадка втулки по способу Сергеева. Для этого делается специальная оправка с коническим отверстием. Верх отверстия диаметром 54 *мм*,

РГУПС УДУНТ (ДІТ)

а низ 53 *мм*, глубина 51 *мм*. В отверстие вставляют втулку и нажимают прессом или просто в кузнице паровым молотом. Втулка садится по диаметру на 1 *мм*, после чего ее проверяют на станке. Пружинная медная шайба *54* под втулкой должна быть заменена новой. При сборке насоса втулка должна быть закреплена нажимным кольцом *55* таким образом, чтобы оставалась возможность перемещения ее в горизонтальном направлении в пределах имеющихся зазоров.



Фиг. 79. Поршневой шток тандем-насоса.

Цилиндровые прокладки как паровых, так главным образом воздушных цилиндров следует ставить металлические из красной меди с предварительным отжиганием их. Постановка магких прокладок из асбеста или клингирита может быть допущена только при случайном ремонте насоса и то только как исключение в случаях крайней необходимости из-за отсутствия металлических прокладок, но при этом толщина прокладки должна быть не более 1 *мм*.

Наружные сальники — паровой и воздушный — подвергаются осмотру в разобранном виде. Грундбуксы их при наличии выработки заменяются новыми, сальниковые гнезда *41* должны иметь полную нарезку. При наличии заминов или сработанной резьбы гнездо должно быть сменено.

При сборке насоса все его трущиеся части должны быть хорошо смазаны маслом и легко перемещаться в установленных пределах. Особенно в этом отношении следует обратить внимание на поршневой распределительный клапан, который должен легко перемещаться от руки в обе стороны.

После сборки насос подвергается испытанию на особой испытательной установке. Давление пара при испытании насоса должно быть не менее 9 *ат*, при этом давление пара и давление воздуха в нагнетательном (главном) резервуаре около 2*ат* насос

НТБ УДУНТ (ДІІТ)

должен качать достаточно быстро, делая не менее 100 выхлопов в минуту. Непрерывно работая от 30 мин. до 1 часа, насос не должен делать перебоев, не должно быть заеданий, стука, остановки его и чрезмерных нагреваний воздушных цилиндров.

По своей производительности тандем-насос должен накачать главный резрвуар, емкостью около 500 *л*, давлением от 2 до 6,5 *ат* в течение 2 мин., простой насос — в течение 4 мин.

Всасывающие и нагнетательные воздушные клапаны должны быть испытаны в собранном виде и по возможности отдельно от насоса на специальном фланце и с резервуаром емкостью около 10 *л* под давлением сжатого воздуха в 7 *ат*. При этом резервуар по наполнению его воздухом до 7 *ат* разобщается от источника питания и давление в нем за счет утечек через клапаны не должно падать в течение трех минут более чем на 0,2 *ат*.

з) Текущий ремонт тандем-насоса

Текущий ремонт тандем-насоса производится в депо по записи машиниста в ремонтной книге в случаях внезапной порчи или повреждения насоса.

Весь движущийся механизм насоса скрыт внутри его, поэтому определить повреждение на первый взгляд или по внешнему виду насоса в спокойном его состоянии не представляется возможным. В каждом отдельном случае требуется разборка той или иной части насоса. Каждый случай порчи насоса характеризуется некоторыми внешними признаками в его работе в самый момент порчи, или в тех отклонениях от нормальных условий в работе, которые наблюдаются после порчи.

По внешним признакам и по характеру или по степени повреждений, порчи насосов можно разложить на следующие группы.

1. Внезапная остановка насоса и полный отказ в дальнейшем действии.

2. Перебои в работе насоса или остановка его на ходу, но если постучать по крышке поршневого распределительного клапана, то насос вновь начинает работать.

3. Медленный темп работы насоса при полном давлении пара в котле.

4. Слабая производительность насоса — слишком долго накачивает воздух до полного давления в главный резервуар.

5. Постоянная непрерывная работа насоса быстрым темпом при полном давлении в главном резервуаре.

6. Работа насоса скачками — поршни в одну сторону движутся быстро, в другую — медленно.

7. Работа насоса с вздрагиванием, когда поршни при движении их книзу как бы спотыкаются, начинают вздрагивать, вызывая вздрагивание всего насоса и, не дойдя до нижнего крайнего положения, возвращаются вверх.

8. Постоянный скрип насоса воющим звуком, главным образом при движении поршней вверх.

9. Непрерывный вылет отработанного пара в исходящую трубу за весь ход поршня в одну сторону.

10. Сильный стук насоса.

НБ УДУНТ (ДИТ)

Именно эти внешние признаки машинист записывает в ремонтную книгу по прибытии с поездом. Он просто пишет: «насос сильно стучит — исправить», или «насос не работает» и т. д. Автоматчик-слесарь по этой короткой записи машиниста должен подобно врачу поставить диагноз. т. е. определить, какая часть внутреннего организма насоса повреждена, степень ее повреждения и изыскать способ исправления.

Определение неисправности насоса является серьезнейшей и ответственнейшей задачей автоматчиика. Надо иметь в виду, что осмотр и исправление каждой части насоса сопряжены с разработкой его, да еще в горячем состоянии. Неправильное определение порчи ведет к разборке нескольких частей, а иногда и всего насоса с громадной бесполезной потерей труда, времени и с задержкой паровоза. Правильное и точное определение порчи и неисправностей освобождает от всех неприятностей, как самого автоматчика, так и депо в целом, обеспечивает успешное и доброкачественное выполнение ремонта без лишней разборки.

На этой части — на части определения внутренних повреждений и неисправностей насоса по внешним признакам — мы и остановимся.

1) Почему происходит внезапная остановка насоса и отказ его в действии?

Причинами внезапной остановки и отказа в действии насоса могут быть: 1) обрыв или изгиб золотникового стержня *17*, 2) отрыв от места стержневой плитки *15*, 3) излом колец поршневого распределительного клапана и 4) обрыв штока поршневого распределительного клапана.

Обрыв золотникового стержня определяется по следующему внешнему признаку: после остановки насоса крепко закрыть паровой вентиль и через 10—15 сек. вновь открыть. Насос сделает один ход вверх и вниз, и снова остановится. Это об'ясняется тем, что при закрытом паре золотник с остатком стержня падает в нижнее положение, что соответствует ходу поршней вверх. В верхнее положение золотник перемещается поршнем, а вниз его сместить нельзя, поэтому насос вновь останавливается.

Если снова закрыть и открыть пар, то ход поршней повторится, но насос работать не будет. По этому же признаку определяется и отрыв стержневой плитки. В том и другом случае золотниковый стержень надо вынимать. Неисправный стержень заменить новым. Оторванную стержневую плитку следует вновь укрепить.

Излом колец поршневого распределительного клапана определяется по непрерывному пропуску пара в исходящую трубу.

Обрыв штока поршневого распределительного клапана можно определить, ослабив слегка его заднюю крышку (от котла). При обрыве штока малый поршень будет выходить наружу.

2) Почему происходят перебои в работе насоса или остановка его на ходу?

Причинами перебоев в работе насоса могут быть: 1) износ или излом колец поршневого распределительного клапана; 2) выработка втулки и износ или задир ходопеременного золотника; 3) засорение атмосферного канала *h* из пространства *l* сзади малого поршня распределительного клапана.

НБ УДУТ (ДІІТ)

Излом или износ колец поршневого распределительного клапана можно определить, ослабив его заднюю крышку (от котла). Под крышку будет значительный пропуск пара и насос будет работать лучше, но со стуком поршневого распределительного клапана.

Таким же образом определяется и засорение атмосферного канала *h* с той лишь разницей, что пропуска пара в данном случае может и не быть, но насос будет работать удовлетворительно лишь со стуком поршневого клапана. Отчего это происходит — представляется разобраться учащимся, руководствуясь описанием устройства насоса.

Выработка втулки и износ или задир ходопеременного золотника определяется непрерывным пропуском пара в исходящую трубу и насос при работе иногда вздрагивает при движении поршней вниз. Вздрагивание указывает на то, что золотник вследствие сильного пропуска имеет малое трение и не держится в верхнем положении. Подробно об этом сказано на стр. 101 в описании работы паровой части насоса.

3) **Почему происходит медленный темп работы насоса при полном давлении пара в котле?**

Причинами медленного темпа работы насоса могут быть: 1) неисправность регулятора хода насоса, затрудняющего доступ пара к насосу (об этом будет сказано в описании регулятора хода насоса); 2) сильный пропуск колец парового поршня; 3) сильный пропуск колец малого воздушного поршня; 4) загрязнение воздушных каналов, 5) слишком малый под'ем всасывающих и нагнетательных клапанов.

Сильный пропуск парового поршня определяется непрерывным шумом исходящего пара в пароотводную трубу.

Пропуск колец малого воздушного поршня вызывает сильный нагрев большого воздушного цилиндра. Большой цилиндр во время усиленной работы начинает дымить. Это происходит потому, что в нем предельное давление сжатия становится значительно больше, так как малый поршень, ему помогает плохо, не вытесняет всего воздуха в главный резервуар и большому поршню приходится преодолевать почти удвоенное давление. Это именно и вызывает лишнее сопротивление, следовательно, замедление хода и нагрев большого цилиндра.

В том и другом случае исправление возможно лишь путем смены поршневых колец.

Загрязнение воздушных каналов вызывает сильный нагрев обоих воздушных цилиндров — большого и малого. Причина та же, что и при пропуске поршней малого воздушного цилиндра, а именно, в обоих цилиндрах в момент сжатия получается слишком высокое давление, а от этого и происходит нагрев. Подробно об этом сказано в описании теории рабочего процесса воздушной части насосов (см. стр. 78).

В этом случае приходится разбирать воздушные цилиндры и прочищать каналы, причем иногда каналы так зарастают, что их приходится прорубать тонким зубилом. Это происходит от слишком обильной смазки воздушных цилиндров парафинистым мазутом. Мазут под действием высокого давления и температуры переходит в коксообразную массу и загрязняет каналы.

Слишком малый под'ем всасывающих и нагнетательных клапанов можно определить по неравномерности движения поршня из одного край-

НБ УДУНТ (ДПТ)

него положения в другое. В этом случае в начале хода поршень, как бы срываясь с места, бросается вперед, потом на второй, третий или на половине своего хода замедляет скорость движения и движется очень медленно. Это об'ясняется тем, что в начале хода, когда происходит расширение воздуха, оставшегося в вредном пространстве, и пока нет еще сжатия, поршень движется быстро, но когда начнутся всасывание и сжатие, затрудняемые малым под'емом клапанов, поршень движется медленно (см. теорию рабочего процесса, т. е. степень наполнения, стр. 76).

В данном случае следует проверить под'ем клапанов и установить их, как указано в описании тандем-насоса (стр. 99).

4) Почему получается слабая производительность тандем-насоса?

Вместо того, чтобы накачать главный резервуар паровоза сер. Э давлением до 5 *ат* в течение двух минут, он накачивает только в четыре или пять минут.

Причинами слабой производительности насоса могут быть: 1) износ поршневых колец большого воздушного поршня; 2) выработка или задир большого воздушного цилиндра; 3) сильный пропуск всасывающих или нагнетательных клапанов большого воздушного цилиндра; 4) сильный пропуск лабиринтового сальника; 5) пропуск верхнего набивочного сальника; 6) прорыв нижней прокладки большого воздушного цилиндра или верхней прокладки малого воздушного цилиндра против продольного канала *V* внутрь цилиндра.

Износ поршневых колец большого поршня и выработка или задир большого цилиндра определяются по слабому всасыванию наружного воздуха через верхние и нижние всасывающие клапаны и в работе насоса чувствуется слишком свободный ход поршней, поршни работают как бы вхолостую. В данном случае исправление возможно только сменой колец или даже расточкой самого цилиндра.

Пропуск всасывающих клапанов определяется по обратному выбрасыванию ими воздуха после всасывания. В этом случае клапанную коробку необходимо отнять, разобрать, клапаны притереть, проверить их под'ем.

Пропуск нагнетательных клапанов определить несколько труднее. В этом случае после остановки насоса следует открыть пробку масленки на верхней крышке большого воздушного цилиндра. Продолжительный выход воздуха через отверстие масленки указывает на пропуск нагнетательных клапанов. В этом случае следует поступать так же как и с всасывающими клапанами, т. е. отнять, притереть и проверить под'ем.

Пропуск лабиринтового сальника определяется по слабому всасыванию или даже полному отсутствию всасывания через нижние всасывающие клапаны. В этом случае приходится отнимать нижнюю крышку малого воздушного цилиндра, вынимать малый поршень и отваливать малый воздушный цилиндр для разборки лабиринтового сальника. В зависимости от повреждения сальника приходится менять втулку или подсаживать по способу Сергеева (см. периодический осмотр насосов, стр. 111) и менять пружинную шайбу.

Прорыв прокладки от продольного канала внутрь воздушного цилиндра определяется по слабому всасыванию обоих всасывающих клапанов

НБ УДУНТ (ДІІТ)

и по легкому свисту внутри большого воздушного цилиндра у промежуточной части. В данном случае воздух по продольному каналу перегоняется из верхней части большого воздушного цилиндра в нижнюю, и обратно, от чего всасывание атмосферного воздуха происходит очень слабо. Для исправления необходимо отнять сначала нижнюю крышку малого воздушного цилиндра, вынуть поршень и отваливать малый воздушный цилиндр, а иногда и промежуточную часть и менять прокладку.

5) Почему происходит постоянная непрерывная работа тандем-насоса быстрым темпом при полном давлении в главном резервуаре?

Постоянная, непрерывная работа тандем-насоса быстрым темпом и при полном давлении в главном резервуаре происходит вследствие сильных пропусков в самом насосе, в воздушной сети тормоза или в тормозных приборах. Для того чтобы узнать, где имеется пропуск, следует пустить в ход насос, накачать полное давление в главный резервуар и перекрыть кран двойной тяги в будке машиниста. Если насос убавит темп работы, т. е. начнет качать реже и почти нормально, то пропуск имеется в тормозной сети. Если же насос будет продолжать работу тем же усиленным темпом и при закрытом кране, то пропуск имеется в нем самом.

Причины пропуска в самом насосе — это причины слабой производительности его, о которых было сказано выше, т. е. пропуск большого воздушного поршня, лабиринтового сальника, всасывающих нагнетательных клапанов и прорыв прокладки от продольного канала внутри большого или малого воздушного цилиндров.

6) Почему происходит работа насоса скачками?

Причинами работы насоса скачками могут быть: 1) прорыв верхней прокладки парового цилиндра от одного из паровых каналов во внутреннее верхнее пространство парового цилиндра; 2) малый под'ем одной пары всасывающих клапанов или одного нагнетательного клапана у большого цилиндра; 3) загрязнение продольного канала *V;* 4) сильный пропуск лабиринтового сальника.

Прорыв верхней прокладки внутрь парового цилиндра может быть от паровходящего канала *C,* от канала *F*, ведущего в нижнюю часть цилиндра, и от канала *g* — пароисходящего.

В том случае, если прорыв прокладки получится от паровходящего канала *C*, движение поршней вниз будет происходить быстро, а движение вверх — медленно. Кроме того при движении поршней вверх будет происходить непрерывный вылет пара в исходящую трубу. Это об'ясняется тем, что через прорывы в прокладке в верхнее пространство цилиндра пар поступает непрерывно. При движении поршней вниз он является дополнением и помогает пару, который поступает правильным путем через золотник, от чего поршни движутся быстрее. При движении поршней вверх, пар, поступающий через прорыв прокладки, мешает движению поршней, задерживая ход их вверх, а так как верхняя часть цилиндра в это время сообщена с атмосферой, то пар одновременно будет выходить и в атмосферу.

При прорыве прокладки от канала *f*, ведущего в нижнюю часть парового цилиндра, движение поршней будет быстрее вверх, а вниз—медленнее. При этом вылет пара в исходящую трубу будет происходить не-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

прерывно за оба хода поршней как вверх, так и вниз. Это об'ясняется тем, что при движении поршней вниз пар из верхней части цилиндра через прорыв прокладки будет поступать в канал *f* и в нижнюю часть цилиндра, которые в это время распределительным золотником сообщены с атмосферой. При движении поршней вверх пар из канала *f* через прорыв прокладки будет поступать в верхнюю часть цилиндра, которая в это время тоже будет сообщена с атмосферой.

При прорыве прокладки от канала *g* поршни движутся быстро вверх, а вниз—медленно. При движении поршней вниз наблюдается непрерывный вылет пара в исходящую трубу. Это об'ясняется просто, и каждому понятно из предыдущих об'яснений.

Во всех трех случаях исправление возможно лишь путем смены прокладки. Для этого следует вынуть золотниковый стержень, отнять верхнюю крышку и поставить новую прокладку.

Малый под'ем всасывающих клапанов определяется по слабому всасыванию. Способ исправления их указывался выше.

Загрязнение продольного канала *V* определяется по медленному ходу поршней вверх при хорошем всасывании и без пропусков пара в исходящую трубу. Способ исправления его, так же как и способ исправления лабиринтового сальника, указывался выше.

7) Почему происходит работа насоса с вздрагиванием поршней?

Причинами работы поршня с вздрагиванием могут быть: 1) засорение канала *Я* в крышке или штуцере 20-ходопеременного золотника; 2) засорение продольного канала во втулке ходопеременного золотника; 3) значительная выработка втулки ходопеременного золотника; 4) износ или задир трущейся поверхности ходопеременного золотника.

Засорение обоих каналов как в крышке, так и во втулке легко проверить, отвернув самую крышку. Иногда при смене крышки или втулки этими каналами пренебрегают и их не делают, не придавая им значения; на самом же деле эти каналы играют существенную роль в работе насоса и их следует содержать в чистом виде.

Когда диагональное отверстие засорено, то при движении золотникового стержня вверх он своим верхним концом в направляющем углублении крышки сжимает пар, образуя очень большое давление. При обратном движении поршней насоса вниз ходопеременный золотник, вместо того чтобы стоять на месте в верхнем положении, давлением на золотниковый стержень сверху из направляющего углубления сбрасывается вниз, от чего происходит внезапное перемещение пароораспределительных органов, поршни насоса вздрагивают, вызывая содрогание всего насоса. В некоторых случаях слесаря-автоматчики расклепывают верхний конец золотникового стержня для того, чтобы он туго входил в направляющее углубление и задерживал золотник в верхнем положении, или же спиливают лыску на верхней круглой части стержня от заплечика до конца для того, чтобы не могло получаться увеличения давления в углублении. Но эти оба способы не верны. Следует прочистить или сделать отверстие в крышке и во втулке, тогда насос будет работать исправно.

Износ ходопеременного золотника и его втулки можно также легко проверить; отняв верхнюю крышку *20*. В этом случае вздрагивание

НБ УДУНТ (ДІІТ)

поршней происходит потому, что при сильном пропуске золотника давление по обе стороны его почти одинаково, и он слабо держится в верхнем положении при движении поршней вниз и падает вслед за поршнями, от чего происходит внезапное перемещение механизмов. В данном случае исправление возможно только путем смены золотника и втулки.

8) Почему происходит постоянный скрип насоса воющим звуком?

Это явление наблюдается при движении поршней вверх и причина его скрыта в лабиринтовом сальнике. Пружинная шайба *54* сальника от времени садится и втулка *53* получает некоторую слабину или разбег в вертикальном направлении. При медленном движении поршней вверх сжатый воздух из малого воздушного цилиндра подхватывает втулку, но не может удержать ее в верхнем положении и образуется вибрирующая игра втулки в слабине между пружинной шайбой и верхней протирочной поверхностью гнезда, от чего и получается звук, напоминающий скрип. Иногда при обильной смазке воздушных цилиндров скрип прекращается, но через некоторое очень короткое время возобновляется вновь. Это об'ясняется тем, что смазка, попадая в лабиринтовый сальник в большом количестве, заполняет зазор (слабину) и этим на некоторое время парализует вибрирующую игру втулки. В этом случае следует сменить пружинную шайбу *54*.

9) Почему происходит непрерывный вылет пара в исходящую трубу во время работы насоса?

Причинами непрерывного вылета пара в исходящую трубу могут быть 1) прорыв верхней прокладки от одного из паровых каналов внутрь цилиндра, о чем было сказано в разборе причин работы насоса скачками; 2) сильный пропуск колец парового поршня; об этом тоже было сказано в разборе причин медленного темпа работы насоса; 3) сильный пропуск набивочных колец поршневого распределительного клапана; об этом было сказано в разборе причин перебоев в работе насоса; 4) сильный пропуск в запрессовке втулки ходопеременного золотника; об этом нигде еще не было сказано; 5) сильный пропуск в запрессовку втулки поршневого распределительного клапана; 6) сильный пропуск горизонтального распределительного золотника.

Сильный пропуск в запрессовке втулки ходопеременного золотника определяется по непрерывному выходу пара в исходящую трубу при движении поршней вверх. В этом случае следует отнять крышку втулки или штуцер *20* и опробовать прочность посадки втулки легким ударом молотка в кромку; при слабой посадке втулка будет давать при ударе дребезжащий звук, при плотной посадке — звук будет чистый.

Для того чтобы определить пропуск в запрессовке втулки поршневого распределительного клапана, следует отнять его заднюю крышку во время работы насоса. По внешней окружности втулки будет заметен выход пара.

Пропуск обоих золотников можно определить только осмотром их в разобранном виде.

10) Почему происходит сильный стук насоса во время работы?

Причинами стука насоса могут быть: 1) неправильный по размерам золотниковый стержень или износ его головки и заплечиков; 2) слабина

НБ УДУНТ (ДГТ)

одного из поршневых дисков: парового, большого воздушного или малого воздушного; 3) слабина стержневой плитки *15* или выработка вокруг отверстия для головки и заплечика стержня; 4) развернувшееся нажимное кольцо лабиринтового сальника.

Золотниковый стержень от продолжительной работы вытягивается в своей тонкой части. Кроме того вырабатывается его головка и заплечик от ударов о стержневую плитку. Благодаря этому тонкая часть стержня становится длиннее и поршни во время работы насоса начинают ударять в нижнюю крышку. В этом случае следует сменить золотниковый стержень.

Слабина одного из поршневых дисков определяется по характерному стуку в обе стороны по ходу поршней и в том цилиндре, поршень которого имеет слабину. Чаще всего наблюдается слабина малого поршневого диска, реже большого и очень редко — парового. Укрепление малого диска очень просто, для этого следует отнять нижнюю крышку и подложить или, лучше, сменить гайку поршневого штока. С слабиной большого поршневого диска справиться значительно труднее. В данном случае приходится делать разборку насоса: отнимать нижнюю крышку, снимать малый поршневой диск, отваливать малый воздушный цилиндр и промежуточную часть.

Слабина парового поршневого диска наблюдается очень редко, так как он укреплен мертво на резьбе с последующим расклепыванием поршневого штока. При наличии слабины этого диска приходится делать почти полную разборку насоса с выемкой поршней.

Выработка вокруг отверстия в стержневой плитке или слабина самой плитки определяются по ударам поршней в нижнюю крышку. В этом случае следует плитку сменить; для этого приходится вынимать золотниковый стержень и отнимать верхнюю крышку. Если плитка укреплена шурупами, то ее легко отвернуть, подняв поршни в верхнее положение. Если же плитка укреплена на заклепках, что теперь часто наблюдается, то приходится вынимать поршни с полной разборкой насоса.

Развернувшееся нажимное кольцо 55 лабиринтового сальника определяется по ударам малого поршневого диска в верхнюю крышку или, вернее, в промежуточную часть. В этом случае приходится отнимать нижнюю крышку, вынимать малый поршневой диск и отваливать малый цилиндр. Если кольцо не повреждено ударами, то его следует закрепить и зашурупить, а если повреждено, то заменить новым и обязательно после окончательного крепления кольца зашурупить.

5. Дуплекс-насос (Нью-Йорк)

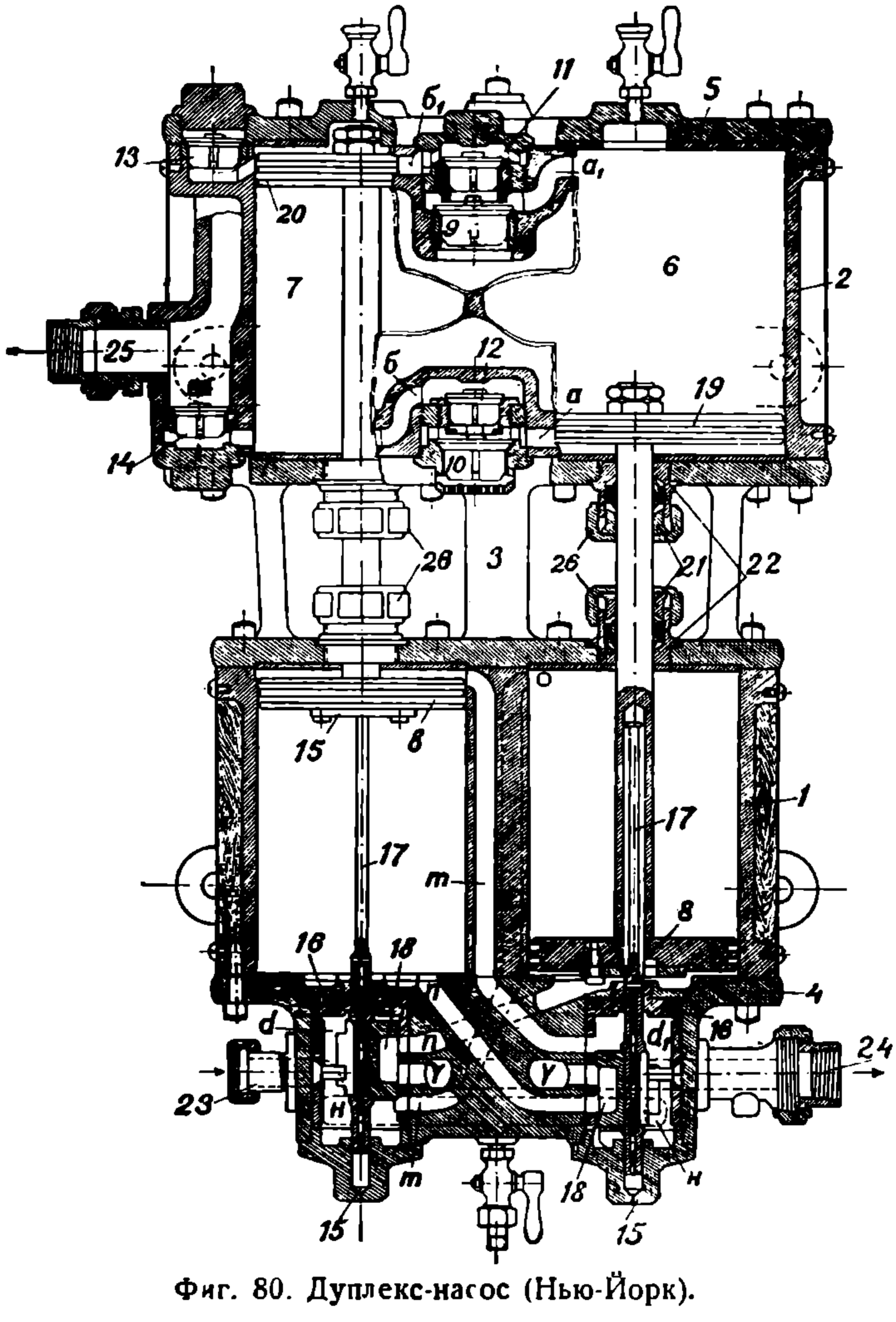
а) Устройство насоса

Почти одновременно или даже несколько ранее тандем-насоса появился насос двукратного или ступенчатого сжатия, так называемый дуплекс-насос или двойной насос системы Нью-Йорка.

Дуплекс-насос представляет собой некоторый интерес потому, что он явился началом развития насосов в другом направлении, а именно в направлении дуплекс-компаунд-насосов, которые, являясь более совершенными, в настоящее время вытесняют, а за границей уже вытеснили тандем-насос.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Устройство дуплекс-насоса весьма своеобразно и особенно обращает на себя внимание простота парораспределительного механизма. Этот насос имеет четыре цилиндра (фиг. 80); два нижних паровых одинакового диаметра и два верхних воздушных разного диаметра. Паровой и воздушный цилиндры расположены попарно, каждая пара по одной верти-



Фиг. 80. Дуплекс-насос (Нью-Йорк).

кальной оси, и укреплены между собою одной общей промежуточной частью.

Каждая пара поршней связана одним общим штоком, на котором нижний паровой поршень укрепляется намертво на резьбе с последующим расклепыванием наружного конца, а верхний воздушный — на конусе и укрепляется двумя гайками. Оба паровые поршни одинаковы, диаметр их в той конструкции, в которой они применялись на наших паровозах, был 178 *мм*, а рабочая площадь 248 *см*^{2}.

НТБ УДУНТ (ДІІТ)

Пароораспределительный механизм насоса помещается в нижней общей крышке паровых цилиндров и состоит из двух ходопеременных золотников *18*, расположенных в золотниковых втулках *16*. Ходопеременные золотники *18* связаны каждый с своим золотниковым стержнем *17*, который проходит через отверстия во втулках *16* в паровые цилиндры и входит в полости паровых поршней, где имеет на конце головку. Втулки *16* запрессовываются в тело крышки и прижимаются колпачками *15*. Устройство обоих ходопеременных золотников *18*, золотниковых стержней *17*, втулок *16* и колпачков *15* совершенно одинаково, а поэтому они взаимозаменяемы.

Пространства ходопеременных золотников находятся в постоянном сообщении между собою по каналу и кроме того сообщены с паропроводящей трубой *23*, а поэтому во время работы насоса постоянно заполнены свежим паром. Пространство правого золотника сообщается каналами: *m* — с верхней частью левого цилиндра, *n* — с нижней частью левого же цилиндра. Пространство левого золотника сообщается каналом *n* с нижней частью правого цилиндра, а нижним каналом *m* — с верхней частью правого же цилиндра. Таким образом все четыре канала перекрещены между собою и правый ходопеременный золотник распределяет пар для левого цилиндра, а левый золотник — для правого цилиндра. Средние каналы правого и левого золотниковых пространств находятся в постоянном сообщении между собою и сообщены с пароисходящей трубой.

Таким образом у дуплекс-насосов в отличие от тандем-насосов к каждому паровому цилиндру имеется только один ходопеременный золотник без поршневого распределительного клапана, что в значительной степени упрощает устройство механизма. Но такое устройство возможно лишь при двух параллельных цилиндрах, работающих свежим паром. Как увидим дальше, для компаунд-насосов это устройство механизма уже не годится.

Большой воздушный цилиндр *6* имеет диаметр 254 *мм* при наличии рабочей площади его поршня в 520 *см*^{2} и среднего хода поршней в 230 *мм;* полезный об'ем этого цилиндра — 11,5 *л*. Малый воздушный цилиндр *7* имеет диаметр 178 *мм*, рабочая площадь его поршня 248 *см*^{2}, об'ем при том же ходе поршней в 230 *мм* равен 5,7 *л*. Таким образом соотношение об'ема большого цилиндра к малому 1 : 2, т. е. малый в два раза меньше большого. Оба воздушные цилиндра имеют общие всасывающие клапаны *9, 10, 11* и *12*, расположенные попарно: два — *9* и *11* — вверху для верхней части обоих цилнидров, и два — *10* и *12* — внизу для нижней части. Клапаны *11* и *12* являются всасывающими для малого цилиндра и одновременно служат нагнетательными для большого цилиндра при нагнетании им воздуха в малый цилиндр. Размеры клапанов неодинаковы: клапаны *9* и *10*, как исключительно всасывающие, по своей площади в два раза больше клапанов *11* и *12*. Клапаны *13* и *14* малого цилиндра нагнетательные: через них нагнетается воздух в главный резервуар.

б) Работа дуплекс-насоса

Пар из котла при пуске насоса в действие поступает одновременно в пространства обоих ходопеременных золотников и в зависимости от того, какие из паровходящих каналов открыты в данный момент, посту-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

пает в оба паровые цилиндры, заставляя их поршни двигаться в ту или другую сторону.

Поршень правого цилиндра приводит в действие свой ходопеременный золотник, служащий пораспределением для левого цилиндра и. наоборот, поршень левого цилиндра приводит в действие свой ходопеременный золотник, служащий пораспределением для правого цилиндра. Как показано на фиг. 80, правый поршень дошел до своего крайнего нижнего положения и открыл своим золотником канал *m* для прохода пара в верхнюю часть левого цилиндра, благодаря чему поршень левого цилиндра движется вниз, в то время как поршень правого цилиндра остается неподвижным.

Когда поршень левого цилиндра дойдет до крайнего нижнего положения и, зацепив за головку стержня ходопеременного золотника, переместит его, а вместе с ними и ходопеременный золотник вниз, тогда откроется паровходящий канал *n* для прохода пара в нижнюю часть правого цилиндра, а верхняя часть этого цилиндра по каналам *m* и *y* будет сообщена с атмосферой. Поршень правого цилиндра будет двигаться вверх, а поршень левого цилиндра останется неподвижным до тех пор, пока правый не дойдет до своего крайнего верхнего положения.

Когда правый поршень будет подходить к крайнему верхнему положению, то упрется в заплечик золотникового стержня *17* и переместит золотник вверх. Благодаря этому откроется паровпускной канал *n* в нижнюю часть левого цилиндра, а верхняя часть этого цилиндра по каналам *m* и *y* будет сообщена с атмосферой. Левый поршень будет двигаться вверх, в то время как правый поршень останется неподвижным до тех пор, пока левый не дойдет до своего крайнего верхнего положения. Таким образом движение поршней происходит последовательно друг за другом с некоторыми перерывами их работы, и работа каждого в отдельности является периодической.

Работа воздушных цилиндров происходит следующим образом: во время движения поршня правого цилиндра вверх его нижняя часть заполняется атмосферным воздухом через нижний всасывающий клапан *10*. Этот воздух находится там, пока поршень остается неподвижным. При движении левого поршня вверх, он в свою очередь поднимает оба клапана *10* и *12* и всасывает атмосферный воздух в нижнюю часть левого цилиндра. В последнем случае оба клапана *10* и *12* являются всасывающими, и всасывание атмосферного воздуха происходит в оба цилиндра, как в большой, так и в малый.

При движении правого поршня вниз он сжимает воздух в нижней части большого цилиндра и нагнетает его под клапан *12* в нижнюю же часть малого цилиндра и одновременно всасывает атмосферный воздух через всасывающий клапан *9* в верхнюю часть большого цилиндра. Таким образом в нижней части большого цилиндра происходит первоначальное сжатие, и клапан *12* в данном случае является уже нагнетательным.

При движении вниз левого поршня воздух, уже сжатый в нижней части малого цилиндра приблизительно до 2 *абс ат*, сжимается вторично и нагнетается в главный резервуар через клапан *14*. Одновременно с этим в верхнюю часть малого цилиндра всасывается атмосферный воздух через верхние клапаны *9* и *11*.

НТБ УДУНТ (ДІІТ)

Производительность дуплекс-насосов определяется количеством свободного воздуха, всасываемого обоими цилиндрами. При этом об'емный коэфициент для большого цилиндра можно принимать равным 0,85, так же как у тандем-насосов, но об'емный коэфициент малого цилиндра можно принимать только в 0,65, т. е. так же, как и у простых насосов однократного сжатия. Поэтому в данном случае об'емная производительность дуплекс-насоса будет равна:

$$(11{,}5 \times 0{,}85) + (5{,}7 \times 0{,}65) = 13{,}5 \ л.$$

за один ход обоих поршней при расходе пара двумя паровыми цилиндрами, считая об'ем их равным: $5{,}7 + 5{,}7 = 11{,}4$ *л*, в то время как тандем-насос дает 12,3 *л* при расходе пара по об'ему в 8,5 *л*.

Из этого, хотя и грубого определения следует, что при всех прочих равных условиях расход пара на единицу сжатого воздуха дуплекс-насосом будет приблизительно на 20% больше, чем расход пара тандем-насоссм.

Таким образом по простоте устройства механизмов и по производительности дуплекс-насос лучше тандем-насоса, но по расходам пара он значительно хуже. Поэтому естественно встал вопрос о необходимости усовершенствования паровой части дуплекс-насоса и решением этого вопроса явился дуплекс-компаунд-насос, у которого при громадной производительности расход пара меньше, чем у тандем-насоса.

6. Дуплекс-компаунд-насосы

Общая часть

Самое название дуплекс-компаунд, или двойной компаунд, определяет основной принцип устройства насоса, заключающийся в том, что насосы этого типа работают с расширением пара и двойным сжатием воздуха.

В то врмя как простые дуплекс-насосы системы Нью-Йорка бывают периодического действия и непрерывного действия, дуплекс-компаунд-насосы могут быть только непрерывного действия, т. е. такого, при котором обе пары их поршней движутся одновременно,—одна вверх, другая вниз.

В данном случае это обусловливается принципом компаунд паровой части, где отработанный или мятый пар из цилиндра высокого давления при обратном движении его поршня переходит в цилиндр низкого давления, расширяясь в нем, продолжает свою работу, заставляя двигаться большой поршень в обратном направлении.

В настоящее время имеются три системы или, вернее, три конструкции насоса дуплекс-компаунд: немецкий Нилебок-Кнорр, американский гросс-компаунд и насос СССР, запроектированный и построенный Московским государственным тормозным заводом.

Все дуплекс-компаунд-насосы имеют по четыре цилиндра — два паровых и два воздушных.

Паровые цилиндры расположены вверху и имеют разный диаметр. Малый цилиндр высокого давления, диаметром примерно в два раза меньше большого, работает свежим паром из котла. Большой цилиндр низко-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

го давления, диаметром примерно в два раза больше малого, работает мятым паром, поступающим в него из малого цилиндра.

Паровые поршни имеют соотношение рабочих площадей примерно 1 3, т. е. площадь малого поршня приблизительно в три раза меньше площади большого. Такое же соотношение имеется и в соответствующих пространствах паровых цилиндров, т. е. каждое пространство большого цилиндра в три раза больше соответствующего пространства малого цилиндра.

Воздушные цилиндры расположены оба внизу и имеют также разный диаметр. Большой цилиндр всасывания и первоначального сжатия имеет об'ем примерно в три раза больше об'ема малого цилиндра; малый цилиндр вторичного сжатия имет об'ем в три раза меньше об'ема большого цилиндра.

Воздушные поршни соответственно установке цилиндров насажены обратным соотношением к паровым поршням. Большой воздушный поршень насажен на одном поршневом штоке с малым паровым поршнем и, наоборот, малый воздушный поршень насажен на одном штоке с большим паровым поршнем. Таким образом работой свежего пара на площадь малого поршня производится всасывание атмосферного воздуха, первоначальное сжатие его в большом воздушном цилиндре и нагнетание в малый воздушный цилиндр. Работой мятого пара, поступающего из малого цилиндра в большой, производится вторичное сжатие воздухом и нагнетание его в главном резервуаре.

Парораспределительный механизм всех дуплекс-компаунд-насосов построен по той же идее сочетания диференциального поршня или разнопоршневого клапана с ходопеременным золотником, но с некоторой и весьма существенной разницей в конструктивном осуществлении, что будет видно из краткого описания устройства и действия всех трех конструкций насосов.

7. Дуплекс-компаунд-насосы Нилебок-Кнорр

а) Устройство

Устройство насоса Нилебок-Кнорр показано на фиг. 81, 82 и 83. Основные размеры указаны в табл. 3.

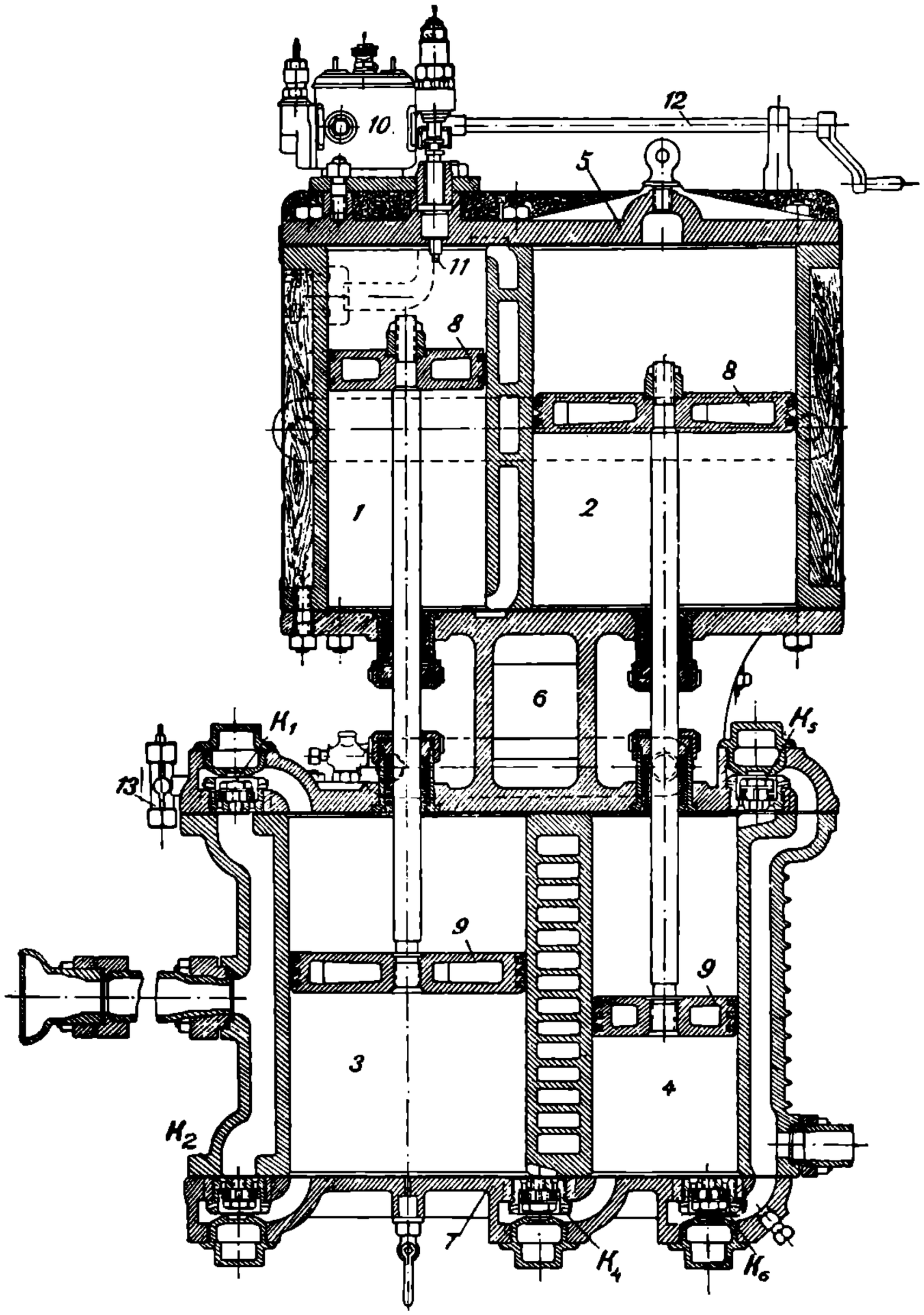
Парораспределительный механизм насоса Нилебок-Кнорр состоит из распределительного поршневого клапана *24* и ходопеременного золотника *18* (фиг. 83).

Поршневой распределительный клапан расположен вертикально впереди между паровыми цилиндрами и представляет собою диференциальный или ступенчатый поршень с четырьмя дисками. Поршни имеют только две рабочих площади: 1) верхняя со стороны пространства *l* малая рабочая площадь, находящаяся постоянно под давлением свежего пара, 2) нижняя со стороны пространства *к* — большая, в два раза больше верхней.

Ходопеременный золотник помещается в отдельном приливе и расположен несколько ниже поршневого распределительного клапана. Золотник имеет цилиндрическую форму и уплотнен с помощью четырех набивочных колец, расположенных попарно, ближе к концам золотника.

НБ УДУНТ (ДІТ)

Между парами колец образуется полое пространство, сообщенное постоянно с атмосферой. Сверху и снизу ходопеременного золотника имеются пространства, из которых верхнее *а* постоянно сообщено с нижней частью



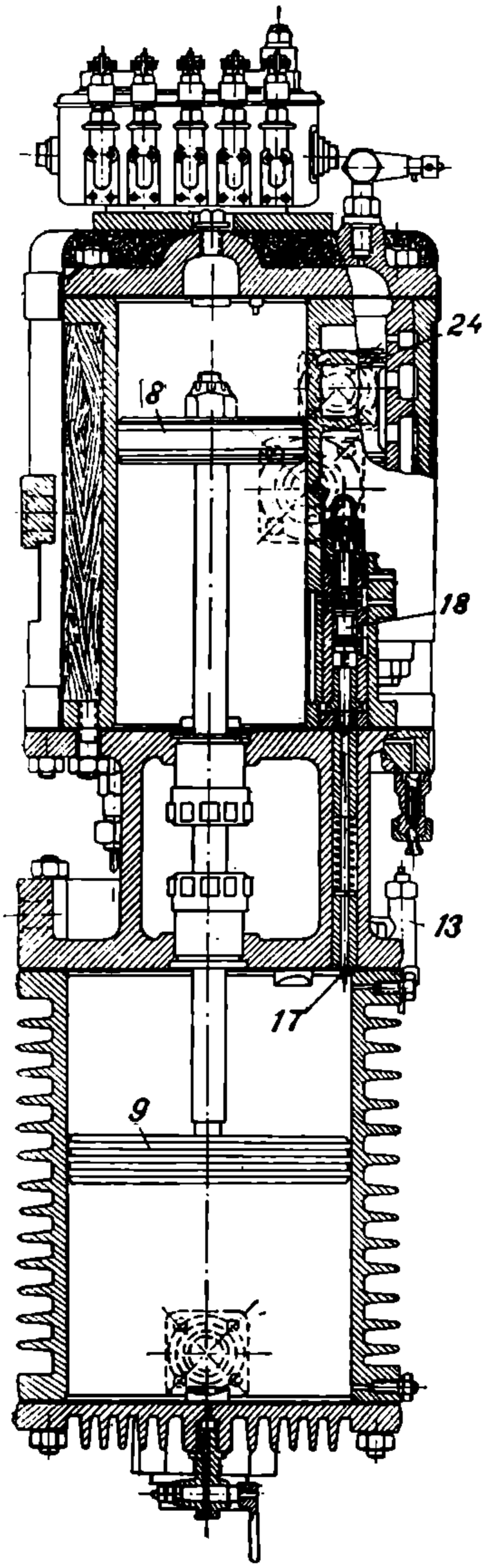
Фиг. 81. Дуплекс-компаунд-насос Нилебок Кнорр (продольный разрез).

малого цилиндра, а при нижнем крайнем положении ходопеременного золотника сообщается с пространством *К* ниже распределительного клапана. Нижнее пространство *в* сообщается также с нижней частью малого цилиндра.

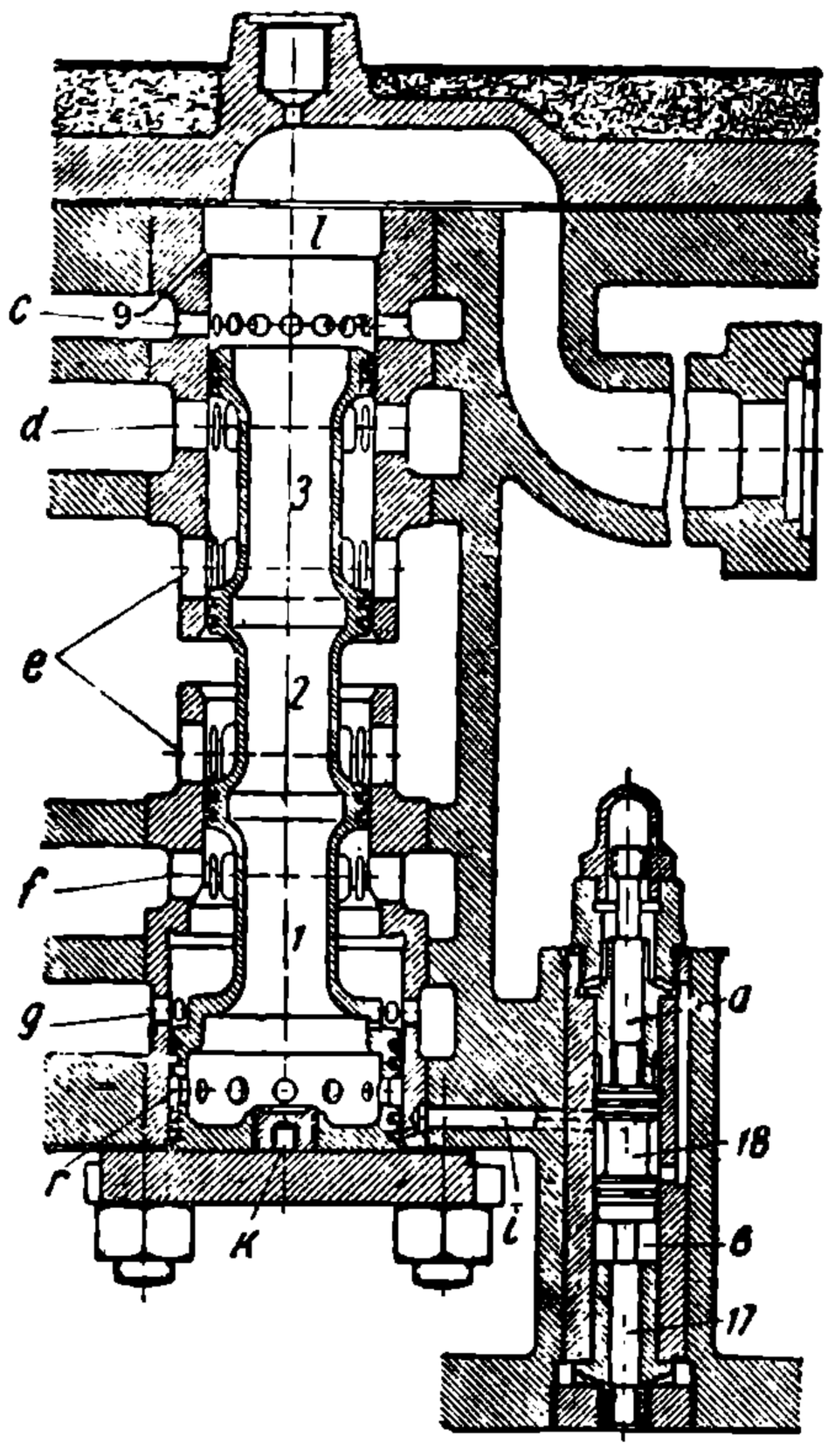
НБ УДУНТ (ДІІТ)

Нижний конец золотникового штока *17* при нижнем положении золотника упирается в особый стержень *17* (фиг. 82), являющийся как бы продолжением штока. Стержень проходит через верхнюю крышку воздушного цилиндра низкого давления и входит своим концом в его полость, представляя собою ударник, с помощью которого приводится в движение ходопеременный золотник в тот момент, когда поршень воздушного цилиндра подходит к верхнему крайнему положению.

В предупреждение поступления пара из нижнего пространства ходопеременного золотника по его штоку в верхнюю часть воздушного цилиндра ударник золотника представляет собою клапан, имеющий проти-



Фиг. 82. Дуплекс-компаунд-насос Нилебок Кнорр (поперечный разрез).



Фиг. 83. Поршневой распределительный клапан и ходопеременный золотник насоса Нилебок Кнорр.

рочную часть в виде заплечиков и нагружен сверху спиральной пружиной. Поэтому при опускании воздушного поршня немедленно опускается и ударник вниз до тех пор, пока не упрется заплечиком в выступ во втулке,

НБ УДУНТ (ДГТ)

являющейся гнездом для его притирочной поверхности, в то время как самый золотник остается неподвижным в верхнем положении. Пар или конденсат, могущий проникнуть в пространство над клапаном ударника вследствие неплотности золотникового штока, не может попасть в воздушный цилиндр, а выходит наружу через имеющееся боковое отверстие.

б) Работа насоса Нилебок Кнорр

Свежий пар из котла поступает в полое пространство распределительного клапана *24,* опускает самый клапан вниз и по каналу С поступает в верхнюю часть малого цилиндра, заставляя малый поршень двигаться вниз. В это время по каналу *g* через выемку *1* распределительного клапана и по каналу *f* нижняя часть малого цилиндра сообщается с нижней частью большого цилиндра. Если это отнести не к моменту пуска насоса, а считать продолжением его работы, то мятый пар из нижней части малого цилиндра будет поступать в нижнюю часть большого цилиндра, и большой поршень будет двигаться вверх. Верхняя часть большого цилиндра в это время сообщена с атмосферой по каналу *d* выемкой *3* распределительного клапана и по каналу *l*. Отработанный пар из верхней части большого цилиндра будет выходить в пароисходящую трубу.

Когда поршень малого парового цилиндра будет подходить к крайнему нижнему положению, то своим набивочным кольцом он закроет канал, ведущий в нижнее пространство ходопеременного золотника, и откроет канал, ведущий в верхнее пространство. Вследствие этого ходопеременный золотник под давлением пара, поступившего из малого цилиндра в его верхнее пространство и действующего на его верхнюю площадь, опустится вниз и сообщит каналы, по которым свежий пар из малого цилиндра будет поступать под главный золотник.

Нижняя рабочая площадь главного золотника вдвое больше верхней, поэтому пар, действующий на нижнюю, большую площадь одинаковым давлением, как и на верхнюю, меньшую, образует перенос на большую площадь и поднимает золотник вверх до упора в его заплечики.

Радиальные отверстия *r* будут сообщены с каналом *g*, ведущим в нижнюю часть малого цилиндра. Свежий пар через полость распределительного клапана по указанным отверстиям и каналам *g* будет поступать в нижнюю часть малого цилиндра, заставляя поршень его двигаться вверх.

В это время верхняя часть малого цилиндра по каналу С через выемку *3* распределительного клапана и по каналу *d* будет сообщена с верхней частью большого цилиндра, и отработанный или мятый пар из верхней части малого цилиндра будет поступать в верхнюю же часть большого цилиндра. Нижняя часть большого цилиндра по каналу *f* через выемку *1* будет сообщена с пароисходящей трубой; отработанный или вторично мятый пар из этой части большого цилиндра будет выходить в атмосферу. Большой поршень будет двигаться вниз.

Об'ем большого парового цилиндра в 2,8 раза больше об'ема малого цилиндра, поэтому давление пара, поступающего из малого цилиндра в большой, должно было бы быть в 2,8 раза меньше, но, принимая во внимание его дополнительную мятость при переходе по каналам и заполнение всех дополнительных пространств в виде каналов и выемок главного золотника, давление в большом цилиндре будет приблизительно в 3,3 раза

НТБ УДУНТ (ДІІТ)

меньше, чем в малом цилиндре. Однако, несмотря на это, сила его, действующая на большой поршень, будет несколько больше, потому что давление в большом цилиндре в то же время является противодавлением в малом цилиндре, как бы мешая движению его поршня, который должен выталкивать этот пар из малого цилиндра в большой под действием избыточного давления свежего пара. Таким образом рабочим давлением в малом цилиндре является только разность между давлением свежего пара и противодавлением или давлением в большом цилиндре.

На большой поршень действует то же количество пара, но благодаря увеличению об'ема, давление его будет в 3.3 раза меньше, зато площадь самого поршня в 2.8 раза больше.

Возьмем пример. Давление в малом цилиндре 10 *ат*, давление в большом цилиндре при этом будет: 10 3,3 = 3 *ат*, следовательно, рабочее давление на малый поршень будет: 10 — 3 = 7 *ат*, или 7 *кг/см*^{2}. Сила, действующая на всю площадь этого поршня, будет 7 × 250 = 1 750 *кг*, тогда как на всю площадь большого поршня действует сила: 3 × 700 = = 2 100 *кг* или на 350 *кг* больше.

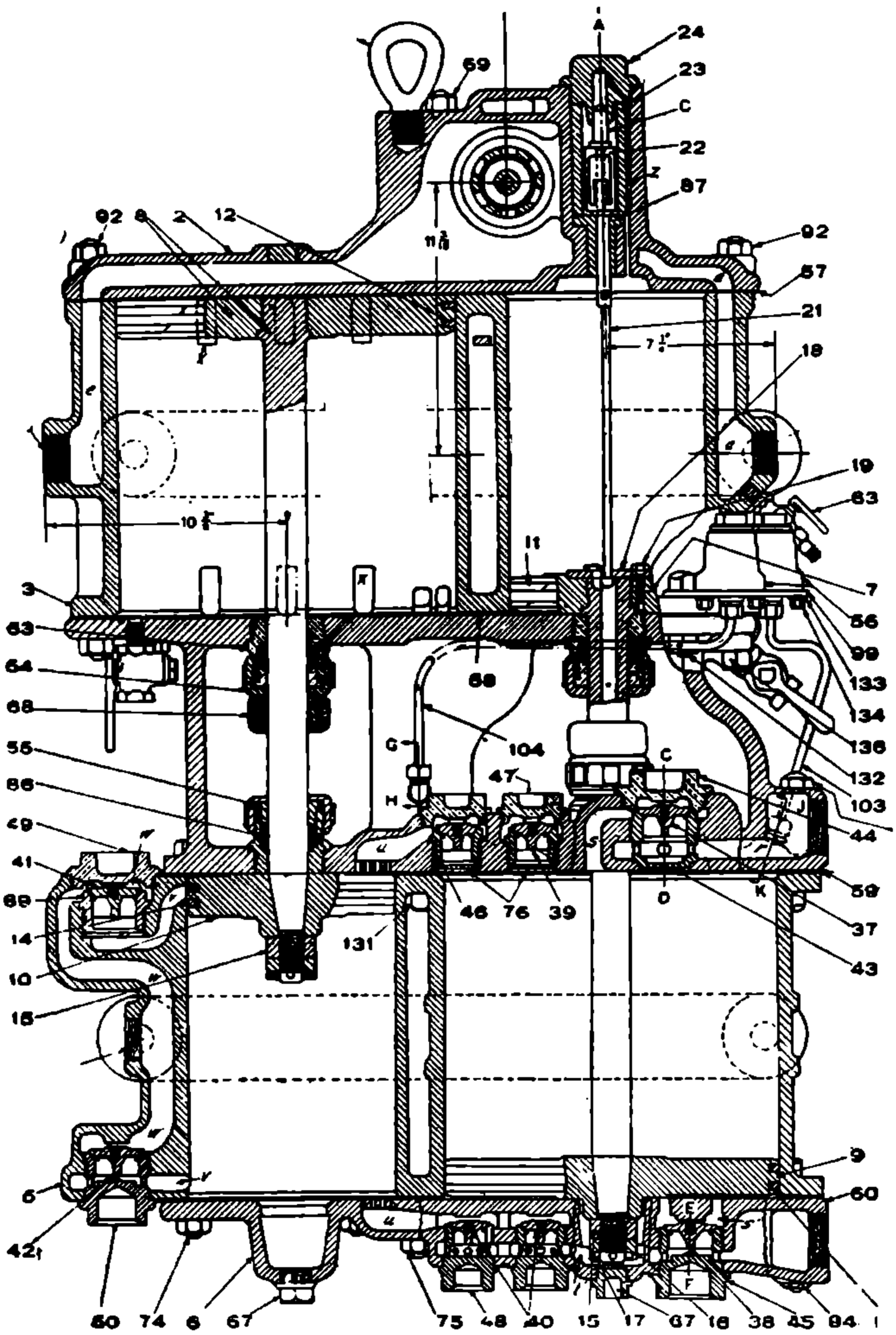
Ходопеременный золотник за все время хода поршня в малом цилиндре в ту и другую сторону остается неподвижным, в том положении, в которое он поставлен при перемене хода поршней. В верхнем положении он находится под давлением, одинаковым как на верхнюю, так и на нижнюю его площадь. Но так как нижний шток его несколько меньше диаметром, чем верхний, то при одинаковом диаметре верхнего и нижнего дисков золотника, нижняя, рабочая, площадь его несколько больше, следовательно, при одинаковом давлении пара, сила, действующая на нижнюю площадь, также несколько больше. Поэтому ходопеременный золотник, поставленный в верхнее положение, остается неподвижным до тех пор, пока паровой поршень малого цилиндра не закроет своим набивочным кольцом канал *n* и не прекратит доступ пара в нижнее золотниковое пространство. После того под давлением пара, поступившего по каналу *i* в верхнее золотниковое пространство и действующего на верхнюю площадь золотника, последний переместится в нижнее положение и будет оставаться в нем до тех пор, пока не будет поднят ударом воздушного поршня в его ударник, так как при нижнем положении золотника он своей нижней цилиндрической частью закроет устье канала *n* и, несмотря на то, что паровой поршень малого цилиндра, двигаясь вверх, открывает канал *n* со стороны цилиндра, этот канал остается закрытым самим золотником, и пар в нижнее золотниковое пространство не поступает.

Всасывание атмосферного воздуха в дуплекс-компаунд-насосах производится только в большой цилиндр, где этот воздух сжимается большим поршнем и перегоняется в малый цилиндр. Таким образом большой поршень производит первоначальное сжатие до давления около 2,7 *абс ат*, или 1,7 *ат* по манометру, так как большой цилиндр больше малого в 2,7 раза. В малом цилиндре воздух сжимается вторично и нагнетается в главный резервуар.

Как видно, работа воздушной части дуплекс-компаунд-насоса, т. е. всасывание и ступенчатое сжатие, происходит точно так же, как и у тандем-насосов, но об'емная производительность рассмотренного нами дуплекс-компаунд-насоса значительно больше, потому что об'ем его воздуш-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ных цилиндров также значительно больше. При всех прочих равных условиях с тандем-насосом об'емная производительность за один ход поршней дуплекс-компаунд-насоса была бы одинакова, но благодаря тому, что об'ем его большого цилиндра равен 21 *л*, он всасывает за каждый ход



Фиг. 84. Гросс-компаунд-насос (продольный разрез).

поршней около 18 *л* свободного воздуха вместо 12,3 *л*, всасываемых тандем-насосом.

Главное достоинство дуплекс-компаунд-насосов вообще и насосов Нилебок-Кнорр в частности заключается в том, что они работают с расширением пара, следовательно, с лучшим использованием его. Расход пара на единицу сжатого воздуха у насосов этого типа значительно меньше,

НБ УДУТ (ДІІТ)

чем у насосов, работающих без расширения пара. В данном случае расход пара определяется об'емом только малого цилиндра. При об'еме малого цилиндра у насосов Нилебок-Кнорр 9,4 *л* об'емная производительность его равен 18 *л* свободного воздуха, сжимаемого за один ход поршня. Таким образом относительный коэфициент производительности по расходам пара дуплекс-компаунд-насосов в об емах будет равен:

$$\frac{18+9{,}4}{9{,}4}+1{,}91.$$

Из этого следует, что при всех прочих равных условиях расход пара на единицу сжатого воздуха у дуплекс-компаунд-насосов будет на 25—30% меньше, чем у тандем-насосов.

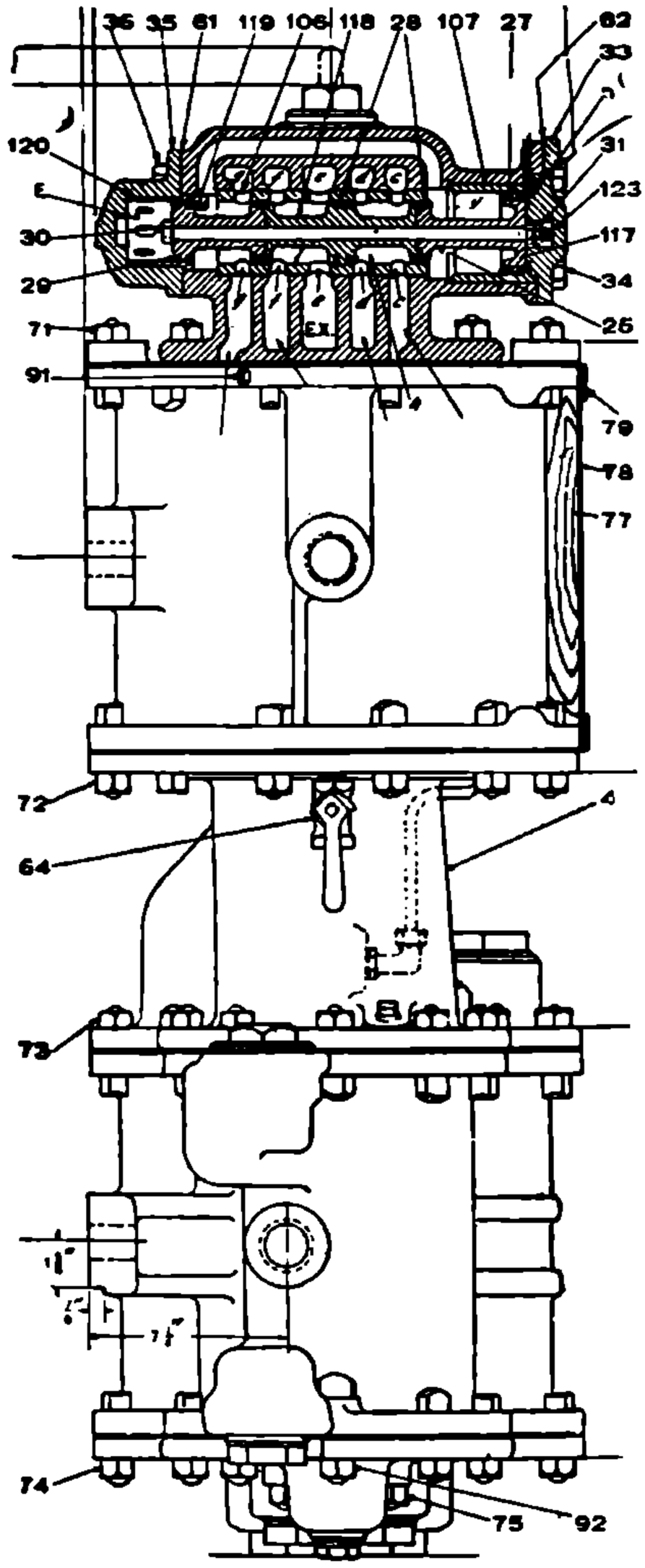
8. Гросс-компаунд-насосы

а) Устройство

В Америке на всех мощных паровозах, в том числе и на прибывших к нам в количестве десяти серий T^{A} и $T^{Б}$, установлены мощные дуплекс-компаунд-насосы под названием гросс-компаунд.

Гросс-компаунд (фиг. 84, 85 и 86) имеет четые цилиндр1,—два паровых и два воздушных, расположенных таким же образомр как и у насосов Нилебок-Кнорр. Размеры, паровых и воздушных цилиндров американцы делают различными (по классам) в зависимости от мощности паровозов и их потребности в сжатом воздухе, но соотношение как между паровыми, так и между воздушными цилиндрами сохраняется постоянным.

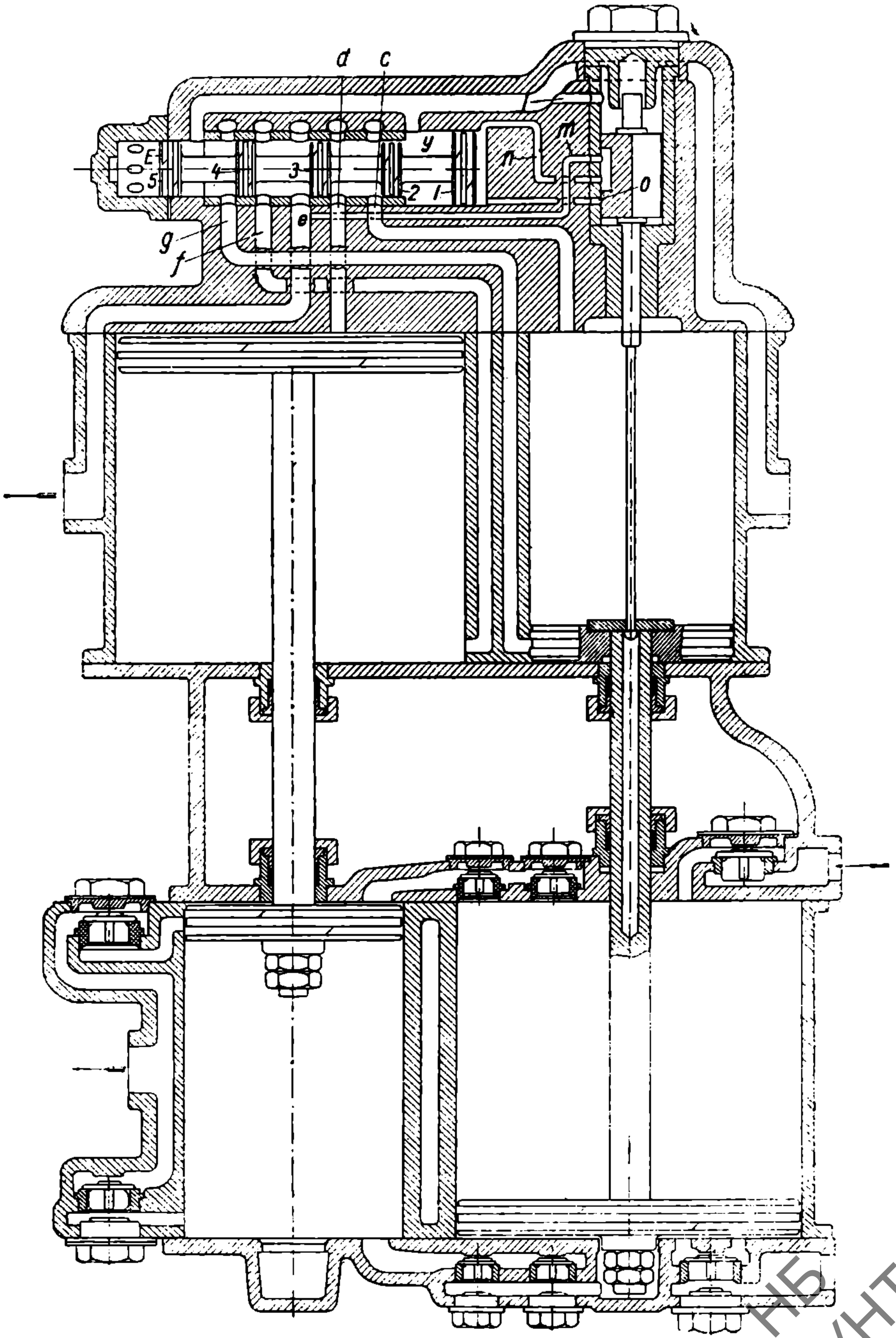
Пораспределительный механизм гросс-компаунд-насосов расположен в верхней крышке так же, как у тандем-насосов, и состоит из поршневого распределительного клапана (фиг. 85) и ходопеременного золотника (фиг. 84).



Фиг. 85. Гросс-компаунд-насос (поперечный разрез).

Поршневой распределительный клапан по идее устройства имеет полное сходство с распределительным клапаном тандем-насоса. По конструкции поршневой распределительный клапан представляет собою пять отдельных поршней, насаженных на одном штоке; каждый поршень имеет

НБ УДУНТ (ДІТ)



Фиг. 86. Схема устройства и действия гросс-компаунд-насоса.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

по два набивочных уплотняющих кольца. Между поршнями образуются четыре выемки, из которых две крайние *У* и *Б*, во время работы насоса постоянно заполнены свежим паром, а две средние *l* и *h* постоянно сообщены с большим цилиндром низкого давления.

Крайние поршни являются рабочими поршнями разнопоршневого клапана и имеют три рабочих площади. Правый большой поршень *1* имеет две равных рабочих площади, а левый малый поршень *5* имеет одну рабочую площадь с внутренней стороны, в два раза меньшую каждой из рабочих площадей большого поршня *1*. Пространство *Е* сзади малого поршня постоянно сообщено с атмосферой, и площадь этого поршня с наружной стороны никакого участия в работе механизма не принимает. Средние три поршня или, вернее, три поршневых диска, являются распределителями, они, представляя собой круглый золотник, заменяют или выполняют назначение плоского золотника у тандем-насоса.

Во втулке парораспределительного золотника имеется пять окон или каналов; оба крайние каналы *g* и *c* ведут в малый цилиндр высокого давления: правый канал *c* — в нижнюю часть цилиндра, а левый канал *g*—в верхнюю часть. Вторые каналы *f* и *d* ведут в большой цилиндр низкого давления. Правый канал *d* ведет в верхнюю часть большого цилиндра, левый— в нижнюю часть, средний канал *e* — атмосферный.

Вертикальный ходопеременный золотник *22* и золотниковый стержень *21* отличаются от таковых у тандем-насоса только размерами,, представляя собою более массивную форму, а по существу устройство их одинаково. Самый золотник *22*, представляющий собою такую же форму, как и у тандем-насоса, укреплен между заплечиками золотникового стержня и помещен во втулке *87*.

Золотниковая втулка *87* впрессована в тело крышки и закрывается сверху крышкой или штуцером *24*. Во втулке имеются четыре отверстия: верхнее отверстие *i* постоянно открыто и соединяет полость ходопеременного золотника с парораспределительным; нижнее отверстие *О* — паровходящее — ведет в пространство позади большого поршня парораспределительного золотника, второе от нижнего отверстия — пароисходящее — *n* ведет из пространства сзади большого поршня парораспределительного золотника и третье отверстие от нижнего — атмосферное — *m* сообщено с атмосферным пароисходящим каналом паровых цилиндров.

б) Работа гросс-компаунд-насоса

Пар из парового котла поступает в пространство между крайними парами поршней распределительного клапана (фиг. 86) и одновременно по малому каналу заполняет пространство вертикального ходопеременного золотника. Вследствие различных размеров рабочих площадей и перевеса силы на большую площадь правого большого поршня весь распределительный клапан передвигается в сторону большого поршня (вправо). Левым диском *4* открывается канал *g*, ведущий в нижнюю часть малого цилиндра высокого давления. Выемкой между *2* и *3* дисками сообщается канал *c*, ведущий из верхней части малого цилиндра высокого давления, с каналом *d*, ведущим в верхнюю часть большого цилиндра низкого давления. Выемкой между *3* и *4* дисками сообщается канал *f*, ведущий из нижней части большого цилиндра низкого давления, с каналом *e* атмосферным.

НВ УДУНТ (ДІІТ)

Свежий пар через выемку между *1* и *2* дисками по каналу *c* поступает в нижнюю часть малого цилиндра, заставляя его поршень двигаться вверх. В это время из верхней части малого цилиндра уже мятый пар выходит по каналу *c* через выемку между *2* и *3* дисками и по каналу *d* поступает в верхнюю часть большого цилиндра, заставляя его поршень двигаться вниз. Из нижней части большого цилиндра отработанный пар после вторичного расширения выходит по каналу *f* через выемку между *3* и *4* дисками и по каналу *e* — в атмосферу.

Когда поршень в малом цилиндре подойдет к верхнему крайнему положению, то своей стержневой плиткой *18* упрется в заплечик золотникового стержня *12*, поднимает вверх стержень, а вместе с ним и ходопеременный золотник *22*. Ходопеременный золотник *22* своей нижней кромкой откроет паровпускной канал *O* в пространство сзади большого поршня. Свежий пар, заполнив пространство сзади большого поршня, выравняет давление на обе стороны его. Вследствие этого давлением на рабочую площадь малого левого поршня весь распределительный клапан будет сдвинут влево, в сторону малого поршня.

Второй диск распределительного клапана откроет канал *c*, ведущий в верхнюю часть малого циилндра. Выемкой между *3* и *4* дисками сообщается канал *g*, ведущий из нижней части малого цилиндра, с каналом *f*, ведущим в нижнюю часть большого цилиндра. Выемкой между *2* и *3* дисками сообщается канал *d*, ведущий, из верхней части большого цилиндра, сигналом *e* — атмосферным.

Свежий пар через выемку между *1* и *2* дисками по каналу *c* поступает в верхнюю часть малого цилиндра, заставляя поршень двигаться сниз. В это время мятый пар из нижней части малого цилиндра по каналу *g* через выемку между *3* и *4* дисками по каналу *f* поступает в нижнюю часть большого цилиндра, заставляя поршень его двигаться вверх. Отработанный пар из верхней части большого цилиндра по каналу *d* через выемку между *2* и *3* дисками по каналу *e* идет в атмосферу.

Когда поршень в малом цилиндре подойдет к нижнему крайнему положению, то, захватив своей стержневой плиткой *18* за головку золотникового стержня *21*, опустит стержень, а вместе с ним и ходопеременный золотник *22* вниз. Паровходящий канал *O* в пространстве сзади большого распределительного клапана будет закрыт, а откроется пароисходящий канал *n*, который выемкой ходопеременного золотника будет сообщен с атмосферным каналом *m*.

Пар из пространства сзади большого поршня распределительного клапана выйдет, давление на внешнюю рабочую площадь его прекратится. Поэтому перевесом силы давления пара на внутреннюю большую площадь весь распределительный клапан будет сдвинут в сторону большого поршня. Вновь повторится то, что было указано в начале работы, т. е. откроется канал *g*, ведущий в нижнюю часть малого цилиндра, и по нему будет поступать свежий пар в нижнюю часть малого цилиндра. Канал с верхней части малого цилиндра будет сообщен с каналом *d* верхней части большого цилиндра, и мятый пар из верхней части малого цилиндра пойдет в верхнюю часть большого цилиндра. Поршень в малом цилиндре будет двигаться вверх. В это время из нижней части большого цилиндра вторично отработанный пар будет выходить по каналам *f* и *e* атмосферу. Поршень большого цилиндра будет двигаться.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

9. Новый дуплекс-компаунд-насос Московского государственного тормозного завода

а) Устройство

Тандем-насос Вестингауза, являющийся пока типовым для всех наших паровозов, сравнительно исправно несет свою службу и удовлетворяет тем скромным требованиям. которые пред'являются к нему при обслуживании коротких составов пассажирских поездов и одних паровозов в товарных поездах.

В настоящее время идет спешное оборудование товарного парка автоматическими тормозами и в течение ближайших 2—3 лет все товарные поезда при их составах свыше 100 вагонов будут переведены с ручного и смешанного торможения на автоматическое. Еще в процессе самого перехода, по мере увеличения автотормозных вагонов в товарных поездах, увеличиваются и требования к паровоздушному насосу на паровозах. Мощность или производительность тандем-насоса подходит к пределу и он не в состоянии будет удовлетворить потребности сжатого воздуха для длинных составов товарных поездов.

По заданиям НКПС технической группой Московского тормозного завода запроектирован новый тип мощного паровоздушного дуплекс-компаунд-насоса, устройство которого показано на фиг. 87 и 88.

Дуплекс-компаунд-насос Московского государственного тормозного завода (для краткости будем называть «насос МГТЗ») нашего пролетарского происхождения и будущий типовой насос на сети жел. дорог СССР. Он имеет четыре цилиндра: два верхние — паровые и два нижние — воздушные.

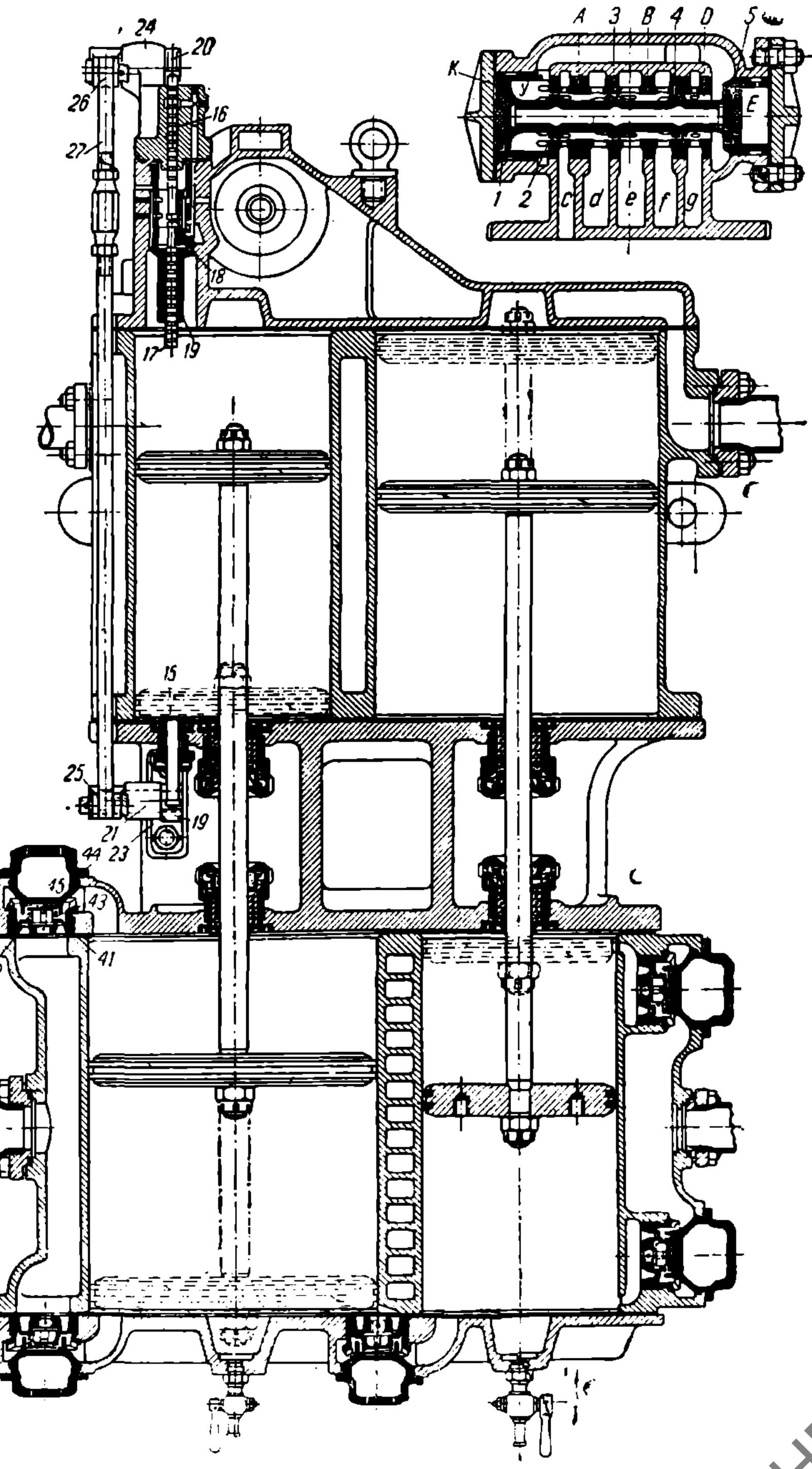
Пароораспределительный механизм дуплекс-компаунд-насоса МГТЗ в отличие от всех прочих насосов имеет своеобразное устройство. Вся передача его вынесена наружу, доступна для наблюдения во время работы, для осмотра при неисправностях и быстрого исправления почти без разборки.

Главные пароораспределительные органы механизма помещаются в верхней крышке насоса и состоят из вертикального ходопеременного золотника *18* и диференциального поршневого клапана, или, вернее, диференциального поршневого золотника, расположенного горизонтально.

Диференциальный поршневой клапан или золотник состоит из пяти поршневых дисков. насаженных на одном общем штоке (фиг. 87 и 89), крайние диски выполняют назначение поршней разнопоршневого распределительного клапана тандем-насоса и имеют три рабочих площади. Большой диск имеет две рабочих площади; с внутренней стороны на него действует постоянное давление свежего пара, с наружной стороны попеременно поступает пар из-под ходопеременного золотника. Малый диск имеет одну рабочую площадь, размером в два раза меньшую каждой из рабочих площадей большого диска. Средние три диска выполняют роль золотника, заменяя собою плюский золотник *24* в тандем-насосах. перекрывают или сообщают между собой те или иные каналы.

Пространство *У* между *1* и *2* дисками сообщается с пространством *Д* между *4* и *5* дисками и во время работы насоса всегда заполнены свежим паром. Пространство *Е* сзади малого диска *5* постоянно сообщено с атмосферным или пароисходящим каналом.

НБ УДУЕТ (ДІТ)



Фиг. 87. Дуплекс-компаунд-насос МГТЗ (продольный разрез)

НБ УДУНТ (ДІІТ)

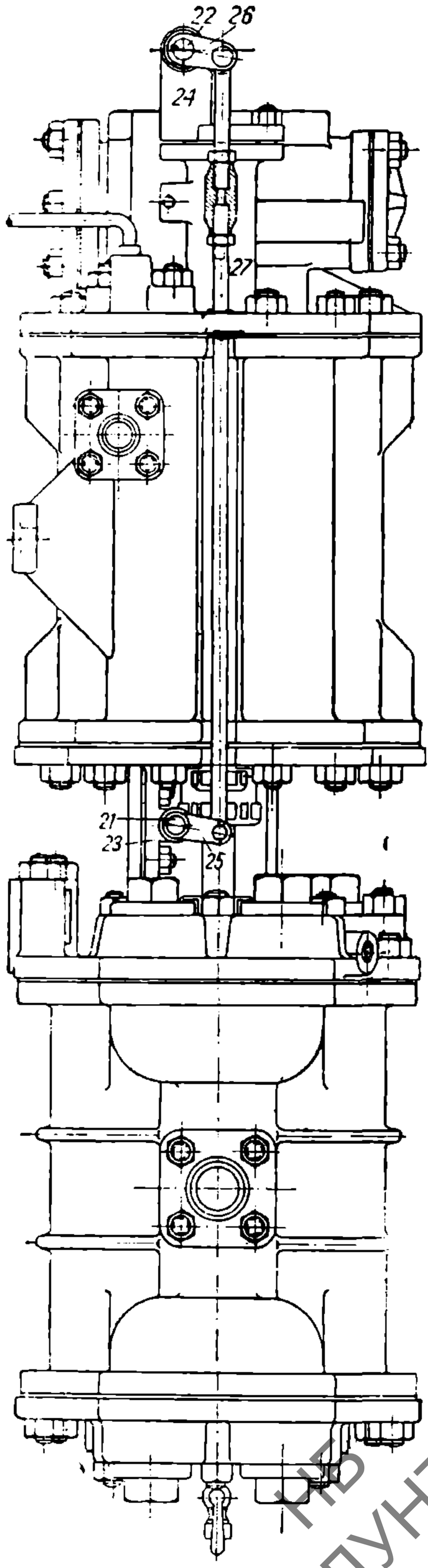
Вертикальный ходопеременный золотник *18* помещается во втулке *19* и связан с двумя стержнями, или так называемыми „ударниками", *16* и *17*. Верхний ударник *16* проходит через крышку золотниковой втулки и выходит своим концом наружу сверх крышки. Нижний ударник *17* проходит через втулку и опускается своим концом в верхнюю полость малого парового цилиндра высокого давления. Оба ударника плотно приточены в своих отверстиях и имеют лабиринтовое уплотнение в виде 10—12 канавок.

В нижней крышке малого парового цилиндра высокого давления помещен еще третий ударник *15*, который своим концом входит в нижнюю полость цилиндра. Этот ударник уплотнен сальниковой набивкой с грундбуксой и гайкой.

На нижний ударник *15* и на верхний *16* нажимают одним концом кулачки *19* и *20*; другой конец этих кулачков неподвижно посажен на валики *21* и *22*. Нижний валик *21* помещается в специальной опоре или мертвой точке *23*, привернутой двумя болтами к промежуточной части цилиндров. Верхний валик *22* помещается в такой же опоре *24*, являющейся приливом крышки золотниковой втулки. С другого конца обоих валиков мертво насажены рычаговые плечи *24* и *25* одинаковой длины; концы рычаговых плеч *25* и *26* соединены между собой продольной тягой или поводком *27*, расположенным вдоль малого цилиндра высокого давления. На поводке имеется отдельная гайка с правой и левой резьбой для проверки и регулировки парораспределительного механизма.

Малый паровой цилиндр высокого давления работает свежим паром и обслуживает большой воздушный цилиндр, имеет диаметр 200 *мм*, высота его 400 *мм* при среднем ходе поршней 365 *мм*.

Большой паровой цилиндр низкого давления работает мятым паром, поступающим в него из малого цилиндра, имеет диаметр 300 *мм*; при той же высоте и величине хода поршня, что и малый паровой цилиндр.



Фиг. 88. Дуплекс-компаунд-насос МГТЗ (боковой вид)

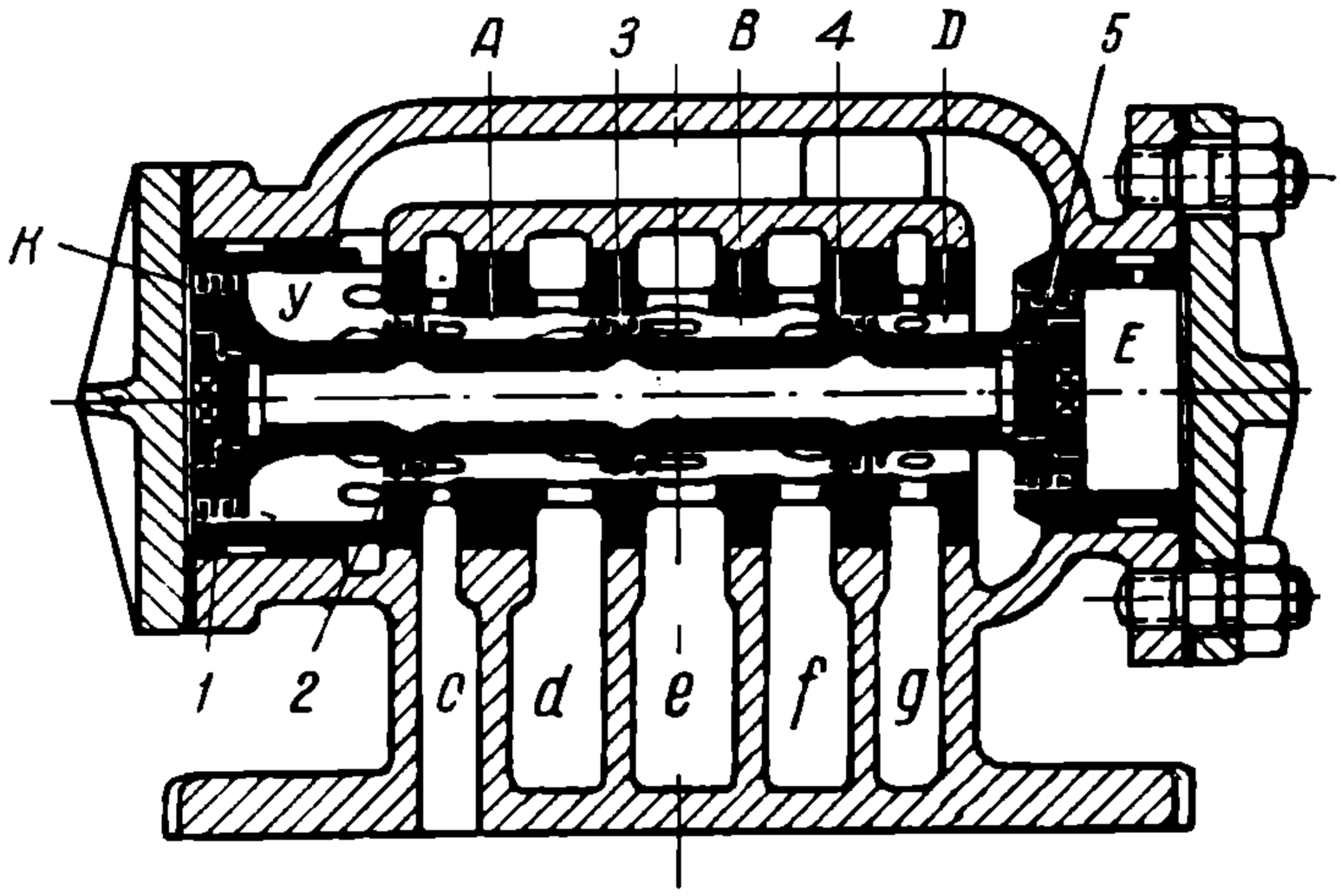
НБ УДУНТ (ДІІТ)

Большой воздушный цилиндр всасывания и начального сжатия имеет диаметр 300 *мм*, одинаковый с диаметром большого парового цилиндра при той же высоте и средней величине хода поршня.

Малый воздушный цилиндр вторичного сжатия по всем размерам одинаков с малым паровым цилиндром.

Малые поршни — паровой и воздушный — по размерам и по форме одинаковы, так же как и большие поршни. Укрепление их на поршневых штоках с обоих концов сделано гайками. аТким образом поршни каждой пары одинаковых цилиндров взаимозаменяемы и каждая пара поршней подходит в любую пару цилиндров. Кроме того, имея стандартную форму для паровых и воздушных цилиндров и одинаковый способ укрепления, могут быть заменяемы—паровой воздушным, и наоборот. Это обстоятельство в значительной степени сокращает ассортамент запасных частей.

Сальники поршневых штоков, являясь слабым местом у тандем-насосов, здесь имеют специальное устройство, обеспечивающее им более надеж-



Фиг. 89. Поршневой распределительный клапан.

ную и продолжительную работу. Со стороны воздушных цилиндров сальники имеют сверх грундбуксы дополнительное гнездо для набивки, а со стороны паровых цилиндров сделан специальный воротник для того, чтобы снимать со штока проникающую через набивку влагу и не допускать ее в воздушный цилиндр, снимать пыль и улучшать обмен смазки, предупреждая этим износ штока.

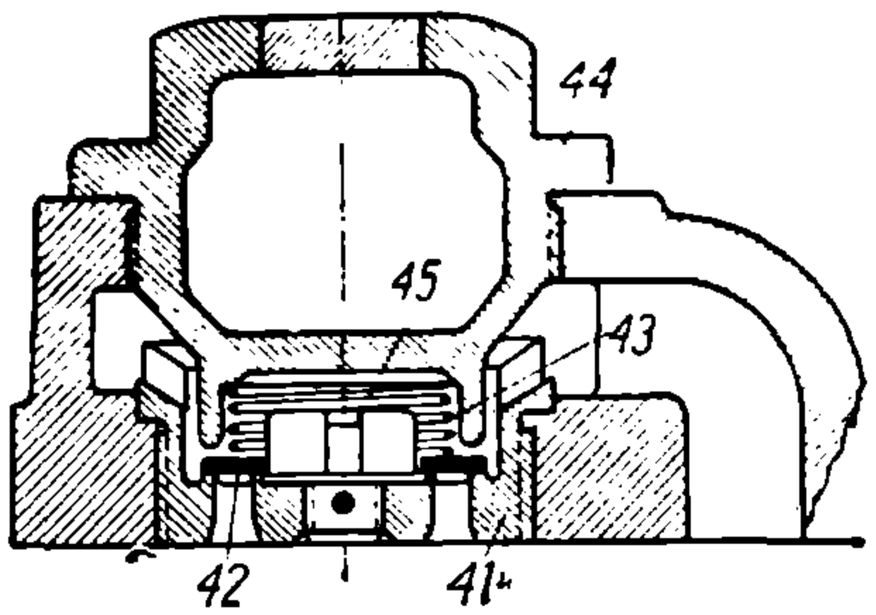
Воздушные клапаны—всасывающие и нагнетательные — заслуживают особого внимания. Большой цилиндр имеет четыре клапана всасывающих и два нагнетательных. Малый цилиндр имеет два нагнетательных клапана.

Устройство всех клапанов одинаково и заключается в следующем (фиг. 90): гнездо клапана *41* из специальной бронзы ввертывается на резьбе в тело крышки или корпуса цилиндра. По окружности притирочной плоскости гнезда сделано 8—10 отверстий. Самый клапан *42* представляет собою тонкую стальную пластинку в виде шайбы, которая закрывает отверстия по окружности притирочной плоскости. На клапан (шайбу) нажи-

НТБ УДУНТ (ДІІТ)

мает пружина *43*, упирающаяся в крышку клапана *44*. Направлением клапана является сердечник *45* в виде четырех клиньев, представляющих одно целое с гнездом клапана. При всасывании или нагнетании воздуха стальная пластинка клапана поднимается, сжимая пружину, и открывает отверстия в гнезде. Через эти отверстия и под клапан воздух проходит в пространство, где помещена спиральная пружина, и далее в цилиндр или главный резервуар. При прекращении всасывания или нагнетания клапан под действием пружины возвращается на место и закрывает отверстия, не давая выходить воздуху обратно.

Под'ем клапанов, так же как и у тандем-насоса, делается около 2 и 2,5 *мм*. Ограничение под'ема и регулировка его делаются колпачком или крышкой клапана. Для того чтобы увеличить под'ем клапана, следует подложить под буртик колпачка шайбу или сделать небольшую подмотку. Если нужно уменьшить под'ем, то следует буртик колпачка подрезать на токарном станке.



Фиг. 50. Всасывающий клапан.

б) Работа

Пар из котла поступает в пространства *У* и *D* между *1*, *2*, *4* и *5* дисками поршневого распределительного клапана и действует одновременно на крайние диски *1* и *5* в разные стороны. Рабочая площадь диска *1* в два раза больше рабочей площади диска *5*, поэтому весь поршневой клапан смещается в сторону большого диска. Диск *4* открывает окно *g*, ведущее в нижнюю часть малого цилиндра высокого давления. Свежий пар через пространство *D* и по каналу *g* поступает в нижнюю часть малого цилиндра, заставляя его поршень двигаться вверх.

В это время выемка *A* поршневого золотника сообщает канал *c*, ведущий из верхней части малого цилиндра, с каналом *d*, ведущим в верхнюю часть большого цилиндра. Если это отнести не к началу пуска насоса, а к продолжению его работы, то мятый пар из верхней части малого цилиндра будет поступать в верхнюю часть большого цилиндра, заставляя его поршень двигаться вниз.

Выемка *B* поршневого золотника сообщает канал *f*, ведущий из нижней части большого цилиндра, с каналом *e* атмосферным, и вторично отработанный пар из нижней части большого цилиндра выходит в атмосферу.

При подходе малого парового поршня к верхнему крайнему положению он упрется в ударник *17* ходопеременного золотника и поднимет его вместе с золотником вверх. Вместе с нижним ударником *17* и с золотником поднимается и верхний ударник *16* и своим верхним концом поднимает кулачок *20*. Кулачок *20* передает движение вверх рычажку *26* и продольному поводку *27*. Таким образом перемещается весь передаточный механизм и нижний ударник *15* кулачком *21* также поднимается вверх, выступая своим концом в нижнюю часть малого парового цилиндра.

Ходопеременный золотник нижней кромкой открывает нижнее паровпускное окно *O*, а так как пространство ходопеременного золотника постоянно сообщене с пространствами *У* и *D* распределительного порш-

НБ УДУНТ (ДПТ)

невого золотника и заполнено свежим паром, то свежий пар по паровходящему каналу поступает в пространство *К* сзади большого диска поршневого распределительного клапана. Давление по обе стороны большого диска выравнивается и образуется перевес давления на внутреннюю сторону диска *5*, так как пространство *Е* с наружной стороны этого диска постоянно сообщено с атмосферой.

Перевесом давления на внутреннюю площадь диска *5* весь поршневой распределительный клапан перемещается в сторону пространства *Е*, благодаря чему диском *1* открывается окно *с*, ведущее в верхнюю часть малого цилиндра, и свежий пар через пространство *У* по каналу *о*, поступая в верхнюю часть малого цилиндра, заставляет его поршень двигаться вниз. В это время пространство *D* между *4* и *5* дисками поршневого распределительного клапана сообщает канал *g*, ведущий из нижней части малого цилиндра, с каналом *f*, ведущим в нижнюю часть большого цилиндра. Матый пар из нижней части малого цилиндра переходит в нижнюю часть большого и, расширяясь там, заставляет большой поршень двигаться вверх.

Верхняя часть большого цилиндра по каналу *d* выемкой *А* поршневого золотника и по каналу *е* сообщена с атмосферой, и вторично отработанный пар выходит в выхлопную трубу.

При подходе малого поршня к своему крайнему нижнему положению он ударяет в верхний конец нижнего ударника *15*, выступивший в цилиндр, и осаждает его вниз. Ударник *15* передает движение кулачку *19*, рычажку *25* и продольному поводку *27*. Весь передаточный механизм смещается вниз, верхний кулачок *20* своим концом ударяет по головке верхнего ударника *16* и осаживает его вместе с ходопеременным золотником и нижним ударником *17* вниз.

Ходопеременный золотник, так же, как и у гросс-компаунд-насоса (фиг. 86), закрывает паровпускной канал *О* и своей выемкой сообщает паровпускной канал *п* с атмосферным каналом *m*. Пар из пространства *К* сзади большого диска поршневого распределительного клапана выходит в атмосферу. Образуется перевес силы на внутреннюю площадь этого диска, и поршневой распределительный клапан перемещается в сторону пространства *К* (большого диска). Вновь открывается канал *g*, и свежий пар через пространство *d* поступает в нижнюю часть малого цилиндра, заставляя его поршень двигаться вверх. Верхняя часть малого цилиндра по каналу *С*, выемке *А* распределительного клапана и по каналу *d* сообщается с верхней частью большого цилиндра. Пар из верхней части малого цилиндра переходит в верхнюю часть большого, где, расширяясь, заставляет большой поршень двигаться вниз. Нижняя часть большого цилиндра по каналу *f*, выемке *В* поршневого распределительного золотника и по каналу *е* сообщается с атмосферой. Вторично отработанный пар вылетает в выхлопную трубу.

Дуплекс-компаунд-насос МГТЗ относится к числу насосов непрерывного действия. Всасывание атмосферного воздуха ими производится только в один большой цилиндр, где воздух сжимается первоначальным сжатием и перегоняется в малый цилиндр. В малом цилиндре воздух сжимается вторично и нагнетается в главный резервуар. Поршни насоса движутся непрерывно. В то время как малый поршень идет вверх, большой идет вниз, встречаясь примерно на средине своего хода.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Таблица

№№ по пор.	Наименование сравнительных данных	Типы насосов: простой	тандем	дуплекс	дуплекс-компаунд	Гросс-компаунд	Дуплекс-компаунд-МГТЗ
1	2	3	4	5	6	7	8
	I. Паровые цилиндры						
1	Число цилиндров	1	1	2	2	2	2
2	Диаметр цилиндров (в *мм*) . .	203	203	178/178	180/300	220/350	200/300
3	Площадь паровых поршней (в *см*²)	322	322	248/248	250/700	374/950	314/706
4	Величина хода поршней (в *мм*)	260	260	230	370	450	365
5	Об'ем паровых цилиндров (в литрах)	8,8	8,8	5,7/5,7	9,4/26	17,2/43	11,5/26
	II. Воздушные цилиндры						
6	Число цилиндров	1	2	2	2	2	2
7	Диаметр большого цилиндра (в *мм*)	217	270	254	270	350	300
8	Площадь большого поршня (в *см*²)	370	560	520	560	950	705
9	Об'ем большого цилиндра (в литрах)	10	14,5	11,5	21	41,7	25
10	Диаметр малого воздушного цилиндра (в *см*)	—	160	178	165	220	200
11	Площадь малого поршня (в *см*²)	—	200	248	210	374	314
12	Об'ем малого цилиндра (в литрах)	—	5	5,7	7,8	17,2	11,5
	III. Производительность						
13	Об'емный коэфициент производительности	0,65	0,85	0,8	0,85	0,85	0,85
14	Производительность за один ход поршня (в литрах свободного воздуха—атмосферного)	6,5	12,3	13,5	18	35	22
15	Число ходов поршней в минуту (одинарных)	130	120	150	180	150	180
16	Часовая производительность (в кубометрах) свободного воздуха (в минуту)	0,895	1,46	2,05	3,26	5,6	4,96
17	Коэфициент производительности, отнесенный к об'ему паровых цилиндров	0,74	1,4	1,2	1,92	2,26	1,9
18	Расход пара за один ход поршней (в *кг*)	0,055	0,06	0,07	—	—	—
19	Расход пара (в *кг*) на сжатие 1 *м*³ свободного воздуха до давления в 65 *ат* .	8,47	5,00	5,18	—	—	—

НБ УДУНТ (ДИТ)

10. Регуляторы хода насоса

Паровоздушный насос непрерывной работой должен поддерживать давление в главном резервуаре и в тормозной сети поезда постоянным установленной величины и пополнять немедленно весь расход воздуха на торможение и оттормаживание. Было бы весьма трудной задачей для машиниста управлять работой насоса, чтобы поддерживать давление постоянным. Пришлось бы все время смотреть на манометр, отвлекаясь от пути, и непрерывно регулировать работу насоса. Эту задачу вполне добросовестно и просто выполняет регулятор хода насоса, который, независимо от воли машиниста, управляет работой насоса, регулируя темп.

Регулятор хода насоса на паровозе является непременной частью самого насоса. Он устанавливается на паровходящей трубе возле насоса, и, регулируя приток пара к насосу, управляет его работой, иначе говоря, заставляет насос поддерживать постоянное давление в главном резервуаре, какое будет установлено машинистом или слесарем-автоматчиком. Если регулятор хода насоса исправен и правильно установлен, то машинист перед выездом из депо пускает на паровозе в ход паровоздушный насос открытием парового вентиля иоставляет открытым этот вентиль на все время следования с поездом. Регулятор хода насоса дает насосу накачать полное давление воздуха в главном резервуаре и воздухопроводах и остановит его. Если воздух из главного резервуара расходуется, то регулятор, автоматически действуя, заставляет насос немедленно подкачивать, пополняя расход.

Регуляторов хода насоса имеется целый ряд систем. Мы здесь рассмотрим наиболее распространенные из них и представляющие интерес своим устройством.

а) Регулятор хода насоса Вестингауза

а) Устройство. В настоящее время типовым для наших паровозов является регулятор хода насоса системы Вестингауза. Он установлен почти на всех паровозах, имеющих оборудование автоматического тормоза, и пока еще продолжается его изготовление, хотя уже утвержден проект нового регулятора МГТЗ.

Регулятор хода насоса Вестингауза (фиг. 91), как и все остальные, состоит из трех основных частей: 1) нижняя часть или корпус, 2) средняя часть и 3) головка.

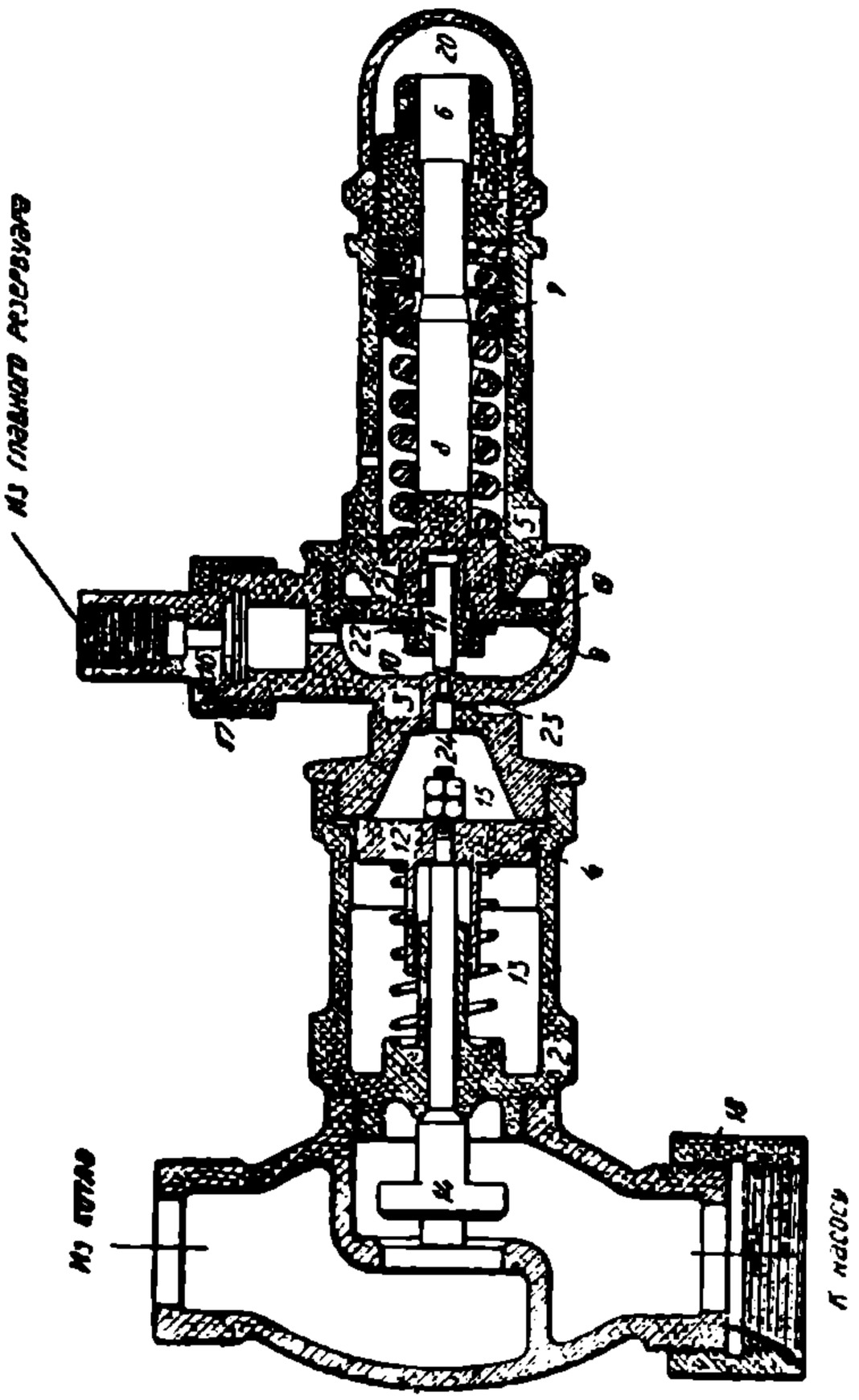
Нижняя часть или корпус *1* имеет гнездо и паровой клапан *14*, которым закрывается и регулируется приток пара к насосу. Шток парового клапана *14* проходит в среднюю часть регулятора и там соединяется с воздушным поршнем. В средней части штока имеется заплечик с притиркой, которой при верхнем положении клапана закрывает возможность пропуска пара по штоку в среднюю часть.

Средняя часть *2* представляет собою цилиндр, в котором помещается поршень *12*. Поршень *12*, разделяя цилиндр на две части, образует две камеры: верхнюю — рабочую и нижнюю — нерабочую. Верхняя камера сообщается каналом *24* с внутренней полостью головки регулятора и каналом *23* с атмосферой, а нижняя камера постоянно сообщена с атмосферой малым отверстием в теле цилиндра.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Воздушный поршень *12* укреплен на одном общем штоке с паровым клапаном и оба вместе представляют собой как бы одно целое. Для уплотнения поршня в цилиндре имеется набивочное кольцо *4*, которое изготовляется из специальной бронзы. Под поршнем имеется пружина *13*, которая поддерживает его в верхнем положении.

Головка регулятора ввернута в цилиндрическую часть его и представляет собою чашку, внутри которой помещена диафрагма *9*. Под диафрагмой *9* образуется пространство *10*, которое через отросток чашки и по трубочке постоянно сообщено с главным резервуаром. В середине диафрагмы укреплен возбудительный клапан *11*, нижним концом которого закрывается канал *24*, ведущий в пространство над поршнем.



Фиг. 91. Регулятор хода насоса Вестингауза

Сверху на диафрагму нажимает пружина *7*, посаженная на стержень *8*. Нижний конец стержня имеет заплечик, на который упирается пружина, и ниже представляет собою круглый диск, или, как говорят, „пяту“; этой пятой стержень вместе с пружиной упирается в диафрагму. Пружина сверху нажимается регулирующим винтом которым пружина устанавливается на определенное давление в главном резервуаре.

б) *Работа регулятора.* Пар из котла поступает в корпус регулятора, проходит под открытый паровой клапан *14* и идет дальше к насосу, приводя насос в действие. Сжатый воздух, нагнетаемый насосом в главный резервуар, одновременно по трубочке поступает в головку регулятора и заполняет камеру *10* под диафрагмой, где образуется давление, равное давлению в главном резервуаре, так как отверстие *24*, ведущее из камеры *10* под диафрагмой в камеру *15*, над поршнем средней части закрыто возбудительным клапаном *11*. Регулирующая пружина *7* с помощью нажимного винта устанавливается на рабочее давление в главном резервуаре (от 6,5 до 8 *ат*). Таким образом на диафрагму *9* действуют две силы, сверху — нажатие пружины, снизу — давление сжатого воздуха. Когда давление в главном резервуаре ниже установленного, сила пружины оказывается больше, поэтому диафрагма слегка прогнута вниз и возбудительный клапан закрыт. Когда давление в главном резервуаре и камере *10* повысится до установленного предела, то силы по обе стороны диафрагмы будут равны и диаф-

НБ УДИТ (ДИТ)

рагма выпрямится, слегка поднявшись кверху. Возбудительный клапан, связанный с диафрагмой, также поднимется кверху и откроет отверстие *24* для прохода воздуха из камеры *10* в камеру *15*. Сжатый воздух, заполняя камеру *15*, давит на поршень *12* и одновременно выходит небольшой струей через игольчатое (маленькое) отверстие *23* диаметром в 0,5 *мм*, просверленное в шейке регулятора. Поршень *12* вместе с паровым клапаном *14* под давлением воздуха опускается вниз, паровой клапан закрывает доступ пара к насосу, и насос останавливается.

Как только давление в главном резервуаре и в камере *10* под диафрагмой станет несколько ниже установленного рабочего, сила пружины получит перевес и вновь продавит диафрагму вниз, возбудительный клапан закроется и доступ воздуха в камеру *15* над поршнем прекратится, а имеющийся там выйдет через игольчатое отверстие *23* в атмосферу. После этого давлением пара на клапан *14* и действием пружины *13* поршень вместе с клапаном поднимаются вверх, и клапан *14* открывает доступ пара к насосу. Насос вновь приходит в действие.

в) Установка регулятора на рабочее давление. Для того чтобы установить регулятор на рабочее давление, в главном резервуаре следует пустить в ход насос, отнять колпачок, которым закрыт регулирующий винт, затем, наблюдая по манометру за повышением давления в главном резервуаре, завертывать регулирующий винт, если насос будет останавливаться раньше, чем накачает полное давление, или слегка отвертывать регулирующий, как только давление будет полное, и отвертывать до тех пор, пока насос не остановится. Если нужно уменьшить давление в главном резервуаре, то следует регулирующий винт слегка отвертывать, если же нужно увеличить давление, то регулирующий винт надо завертывать. После того как регулятор будет установлен, колпачок над регулирующим винтом следует поставить на место и крепко завернуть ключом, так как он является в то же время и контргайкой, предохраняющей от развертывания регулирующий винт.

г) Ремонт регулятора. Регулятор хода насоса в своей работе должен быть чувствителен ко всем даже незначительным изменениям давления воздуха в главном резервуаре и управлять работой насоса, поддерживая давление постоянным. Чувствительность регулятора зависит главным образом от исправности ответственных частей его, каковыми следует считать: паровой клапан *14* со штоком, поршень *12*, диафрагму *9* с возбудительным клапаном и пружину *7* (фиг. 91). На эти части следует обращать внимание при осмотре регулятора как периодическом, так и по записи машиниста. Паровой клапан *14* вместе с поршнем *12* должны перемещаться вверх и вниз в установленных для них пределах совершенно свободно. В то же время шток парового клапана должен быть плотно приточен и пришлифован в отверстие нижней части цилиндра. Притирочная поверхность на уступе штока должна быть притертой к гнезду. Пружина под поршнем *12* должна быть слабой, усилие ее необходимо только для того, чтобы держать клапан с поршнем в приподнятом положении.

Поршень *12* своим набивочным кольцом должен быть плотно притерт к стенкам цилиндра и не должен пропускать воздуха, так как пропуск набивочных колец поршня, как и тугая пригонка, в одинаковой мере понижают чувствительность регулятора. При сборке и случайном

УДУНТ НБ (ДІІТ)

осмотре регулятора поршень необходимо смазывать хорошим жидким маслом.

Диафрагма *9* делается из листовой фосфористой бронзы толщиной 0,1 *мм* и, несмотря на то, что фосфористая бронза отличается особой прочностью и упругостью, диафрагма довольно часто ломается в месте изгиба по окружности зажима. При изломе диафрагмы регулятор перестает работать и насос накачивает в главный резервуар давление до отказа, т. е. до 9—10 *ат*. Такое повреждение регулятора заметно по пропуску сжатого воздуха через отверстие в верхней части головки, где помещается регулирующая пружина, и устраняется только путем смены поврежденной диафрагмы.

Чаще всего неисправность работы регулятора происходит вследствие пропуска возбудительного клапана *11*. В этом случае, так же как и при тугой постановке или пропуске поршня, насос работает с перерывами; накачав полное давление в главный резервуар, он останавливается и допускает снижение на 0,2 — 0,5 *ат* и потом снова начинает качать усиленным темпом. Эта неисправность регулятора заметна по постоянному и непрерывному выходу сжатого воздуха через малое (игольчатое) отверстие *23* в шейке, если оно не засорено. Если же отверстие *23* засорено, то и при исправном возбудительном клапане и поршне насос будет качать с перерывами вследствие подпора воздуха на поршень. Поэтому отверстие *23* прежде всего должно быть размером строго 0,5 *мм* и всегда чисто.

Довольно часто наблюдаются случаи излома регулирующей пружины *7*. В этом случае насос накачивает воздух в главный резервуар давлением не более 2 *ат*, после чего останавливается. Это происходит потому, что при сломанной пружине воздух, поступая из главного резервуара под диафрагму, свободно поднимает ее вверх, открывает возбудительный клапан, поступает в камеру *15* и давит на поршень. Но так как поршень поднят вверх давлением пара на клапан и малой пружиной снизу, а площадь клапана приблизительно в десять раз меньше площади поршня, то силы с обеих сторон при давлении пара в котле 12 *ат* выравниваются, тогда как давление воздуха в главном резервуаре будет 2 *ат*. Следовательно при сломанной регулирующей пружине насос будет накачивать давление в главный резервуар не более 2 *ат*.

Эту неисправность регулятора легко устранить сменой пружины, но в пути, чтобы не переходить на ручное торможение, машинисту приходится завернуть до отказа нажимной винт головки; он упрется в заплечики пружинного стержня, прижмет диафрагму вниз и закроет возбудительный клапан. Регулятор окажется выключенным и насос будет работать, но давление в главном резервуаре придется регулировать паровым вентилем самому машинисту. Иногда бывает, что резьба у нажимного винта недостаточна и он до заплечиков пружинного стержня недостает, тогда следует заглушить воздушную трубочку от главного резервуара к головке регулятора, подложив под гайку прокладку из железа или монету в 2 копейки.

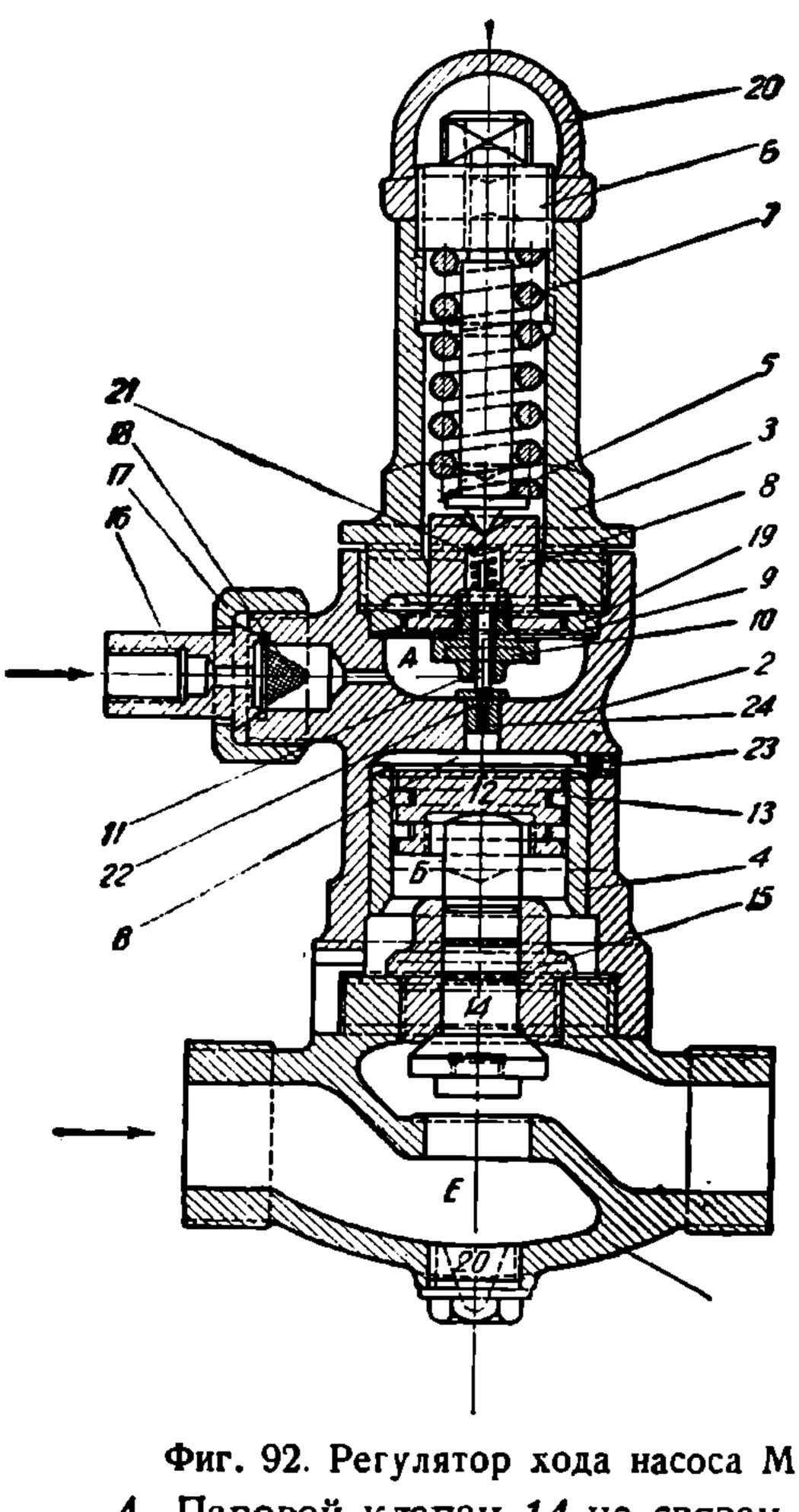
б) Регулятор хода насоса МГТЗ

Регулятор хода насоса Вестингауза имеет весьма существенный недостаток в работе — слабую чувствительность к изменениям давления

НБ УДУНТ (ДИТ)

в главном резервуаре, и очень часто допускает значительное колебание в ту и другую сторону, т. е. иногда повышает давление сверх установленного, а иногда держит несколько ниже. Это побудило Московский государственный тормозной завод разработать новую конструкцию регулятора хода насоса (фиг. 92).

Этот регулятор построен на том же принципе, что и регулятор системы Вестингауза, но имеет значительные усовершенствования в самой конструкции, что делает его более чувствительным в работе и требующим меньше ремонта, следовательно, более выгодным в эксплоатации. Отличие в устройстве регулятора МГТЗ от такового же системы Вестингауза заключается в следующем.



Фиг. 92. Регулятор хода насоса МГТЗ.

1. Паровой клапан *14* имеет увеличенную притирочную площадь, достаточную для под'ема его паром без помощи особой пружины, которая необходима у регулятора системы Вестингауза.

2. Тонкий шток парового клапана *14* заменен солидной конструкцией с лабирицтопым уплотнением, чем уменьшается возможность перетекания пара из парового пространства *Е* в камеру *Б* под поршнем.

3. Втулка воздушного поршня представляет собою отдельную деталь *4* и легко может быть заменена в случае износа. Это дало возможность среднюю цилиндрическую часть делать вместо бро н зовой чугунной и целой вместе с чашечкой.

4. Паровой клапан *14* не связан с воздушным поршнем *12*. Поэтому возможные смещения центральной оси одного из них по отношению к другому не могут вызвать дополнительных сопротивлений и заеданий в работ

5. Втулка штока парового клапана *14* представляет собою отдельную деталь *15*, ввернутую в корпус *1*. В случае износа втулка *15* может быть легко заменена другой.

6. Воздушный поршень *12* сделан цилиндрической формы с двумя набивочными кольцами. Цилиндрическая форма поршня служит ему направлением и дает возможность скользить во втулке без перекосов и

НБ УДУНТ (ДІІТ)

заедания, а два набивочных кольца служат лучшим уплотнением, уменьшая возможность пропуска воздуха из воздушной камеры *В* в камеру *Б*, улучшая этим чувствительность регулятора.

7. Возбудительный клапан *11*, являющийся причиной частых недоразумений в регуляторе Вестингауза, здесь переконструирован. Его пружинка *21*, расположенная у регулятора Вестингауза под головкой и поддерживающая клапан в верхнем положении, здесь перенесена вверх и прижимает клапан внизу. При пониженном давлении в главном резервуаре регулирующая пружина *7*, прогибая диафрагму *9*, опускает возбудительный клапан в гнезде. При дальнейшем понижении давления в главном резервуаре диафрагма под действием пружины будет опускаться еще ниже и, наконец, упрется в гнездо клапана *22* выступом втулки *10*, в то время как сила нажатия возбудительного клапана будет постоянна и сравнительно небольшая, равная только силе нажатия пружинки *21*. Этим избегается порча притирочной поверхности гнезда и самого возбудительного клапана *11*.

8. Для возбудительного клапана *11* сделано специальное гнездо в виде отдельной втулки *22* из специальной бронзы, впрессованной в корпус средней части регулятора. Это дает возможность легко заменить втулку в случае ее значительной выработки.

9. Гильза *8* регулирующей пружины разделена на две части. Стержень *5* сделан отдельно, что устраняет всякую возможность заедания и делает регулятор более чувствительным.

10. Калиброванное отверстие *23* в 0,5 *мм* сделано в специальной бронзовой втулке, которая рассылается заводом в числе запасных частей, с учетом того положения, что в условиях депо просверлить отверстие в 0,5 *мм* гораздо труднее, чем просверлить дыру в 1 дюйм.

Из перечисленного видно, что изменение регулятора сводится главным образом к улучшению и усовершенствованию отдельных частей его, а самое назначение этих частей остается тем же, что и у регулятора системы Вестингауза.

Таким образом работа этих частей, следовательно, и действие всего регулятора происходит точно так же, как и действие регулятора системы Вестингауза.

в) Регулятор хода насоса Нью-Йорка

На фиг. 93 показан регулятор хода насоса системы Нью-Йорк. Регулятор этой системы хотя в настоящее время не изготовляется, но на некоторых паровозах их еще можно встретить, поэтому с устройством его, хотя кратко, но следует ознакомиться.

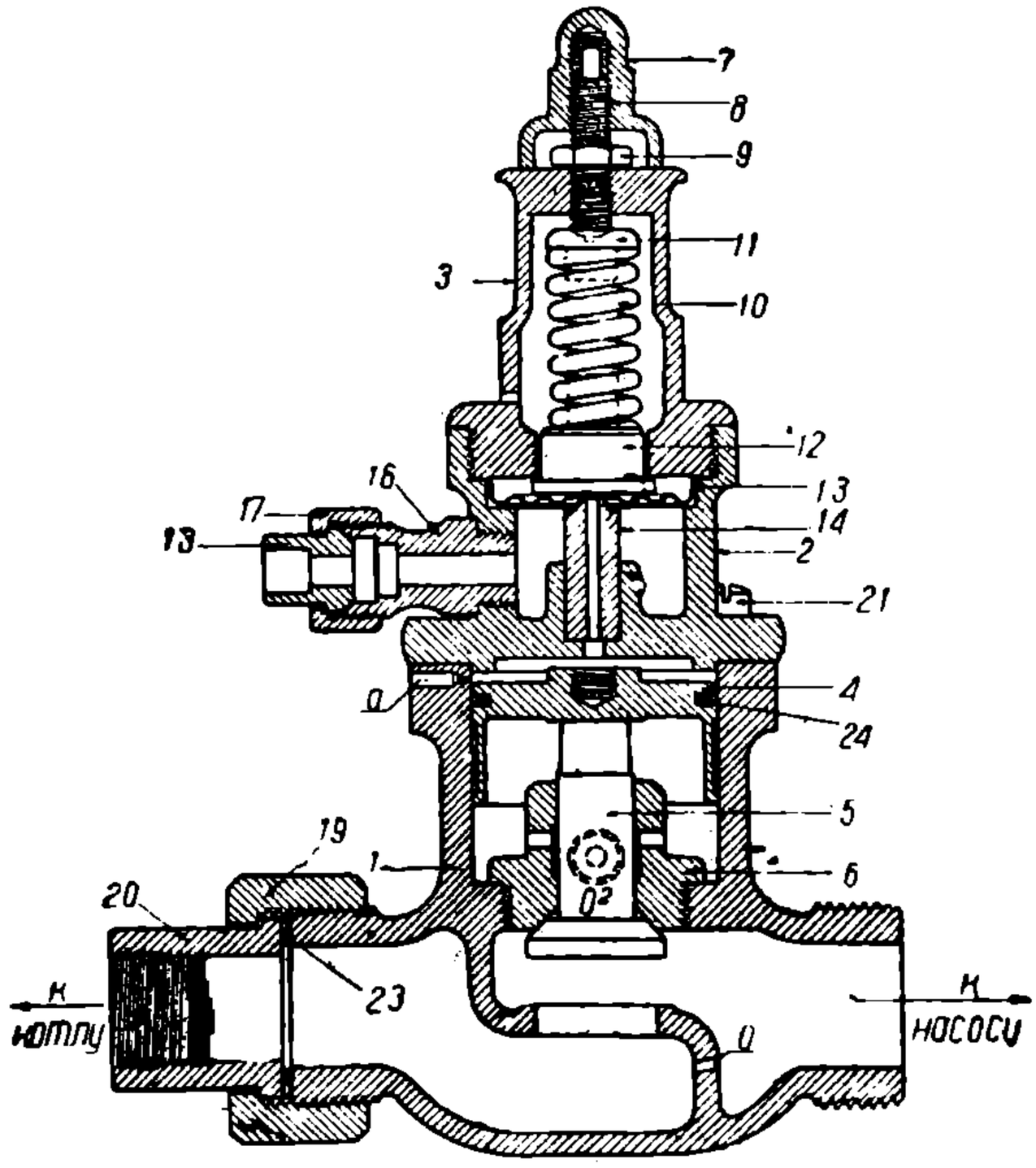
Этот регулятор построен на том же принципе, что и регулятор Вестингауза, но несколько проще по конструкции и несмотря на это в работе регулятор Нью-Йорк имеет лучшую чувствительность.

Паровой клапан *5* представляет собою отдельную деталь и не связан с воздушным поршнем. Шток парового клапана проходит через специальное гнездо *6*, которое по мере выработки возможно легко заменить.

Вместо возбудительного клапана имеется клапанная втулка *14* и проход воздуха закрывается самой диафрагмой, которая сделана из гофренной латуни и благодаря волнистости более чувствительна.

НБ УДУНТ (ДІТ)

Работа регулятора Нью-Йорка происходит так же, как и регулятора Вестингауза и МГТЗ, поэтому, чтобы не повторяться, не будем останавливаться на описании его работы.



Фиг. 93. Регулятор хода насоса Нью-Йорка

г) Двойной регулятор хода насоса

Давление в главном резервуаре и в тормозной сети паровоза и поезда в спокойном состоянии тормоза поддерживается с разницей не менее как на 1,5 *ат*. В главном резервуаре рабочее давление должно быть постоянным не менее 6,5 *ат* и до 8 *ат*, а в главном воздухопроводе и тормозной сети — не менее 5 *ат*. Разница давления между главным резервуаром и тормозной сетью необходима для быстрого и плавного отпуска тормозов. Эта разница поддерживается с помощью крана машиниста путем немедленной постановки его ручки в особое поездное положение после каждого отпуска тормозов.

Одним из пунктов правил управления тормозом предлагается: «*при отпуске, как только в главном воздухопроводе восстановится полное рабочее давление, машинист должен немедленно переставить ручку крана из положения отпуска в поездное положение и держать ее в этом положении до нового торможения*». Следовательно, при отпуске тормозов машинист должен по стрелке манометра наблюдать за давлением в главном воздухопроводе, и как только давление будет 5 *ат*, немедленно ставить ручку крана в поездное положение. Если машинист не успел во-время переставить ручку крана в поездное положение, то давление в главном воздухопроводе будет больше 5 *ат* и может быть одинаковым с давлением

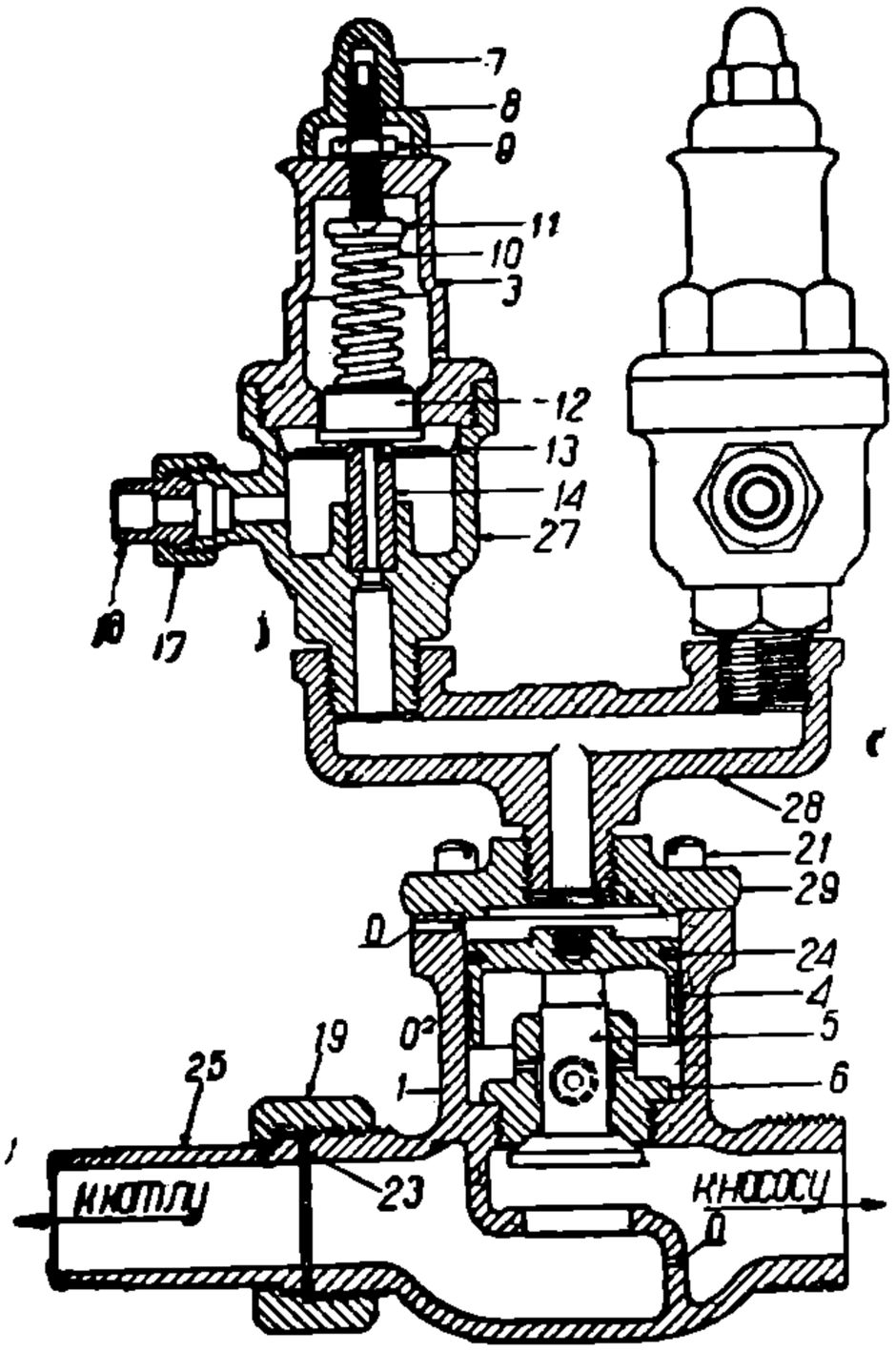
НБ УДУЖТ (ДІІТ)

в главном резервуаре, т. е. 6,5 *ат*. Тогда ручку крана в поездное положение уже ставить нельзя, иначе тормоза во всем поезде затормозятся.

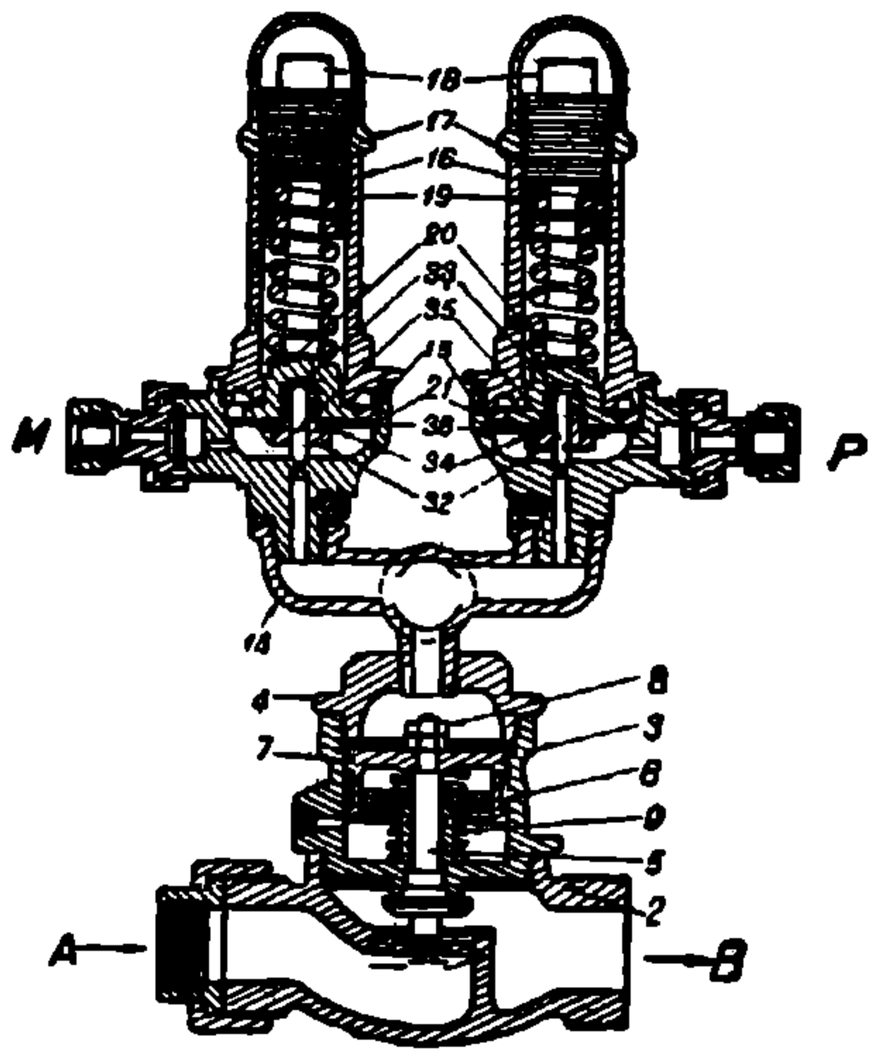
Для того чтобы давление в главном воздухопроводе не могло быть выше нормального рабочего, применяется двойной регулятор хода насоса (фиг. 94 и 95).

Двойной регулятор по фиг. 94 сделан по системе Нью-Йорк, а по фиг. 95—по системе Вестингауза. Устройство их отличается от обыкновенных регуляторов только тем, что на среднюю цилиндрическую часть поставлен промежуточный тройник и вместо одной имеются две головки.

Одна головка своим отростком сообщается трубкой с главным ре-



Фиг. 94. Двойной регулятор хода насоса Нью-Йорка.



Фиг. 95. Двойной регулятор ход насоса Вестингауза.

зервуаром и устанавливается на давление в нем от 6,5 до 8 *ат* по желанию.

Вторая головка своим отростком сообщается трубкой с главным воздухопроводом и устанавливается на его рабочее давление 5—5,2 *ат*.

В спокойном состоянии тормоза, когда давление в главном воздухопроводе нормальное 5 *ат*, работает вторая головка и поддерживает давление одинаковое 5 *ат* как в главном резервуаре, так и в главном воздухопроводе.

Во время торможения, как только машинист понизит давление в главном воздухопроводе, вторая головка регулятора выключается и передает работу первой головке, установленной на 6,5 — 8 *ат*. Поэтому насос немедленно начинает качать, поднимая давление в главном резервуаре до 6,5—8 *ат*. Таким образом, пока происходит торможение и поддержание тормоза в заторможенном состоянии, насос успевает поднять давление в главном резервуаре до требующегося предела и установить запас воздуха или разницу давления для быстрого и плавного отпуска.

НБ УрГУПТ (ДИТ)

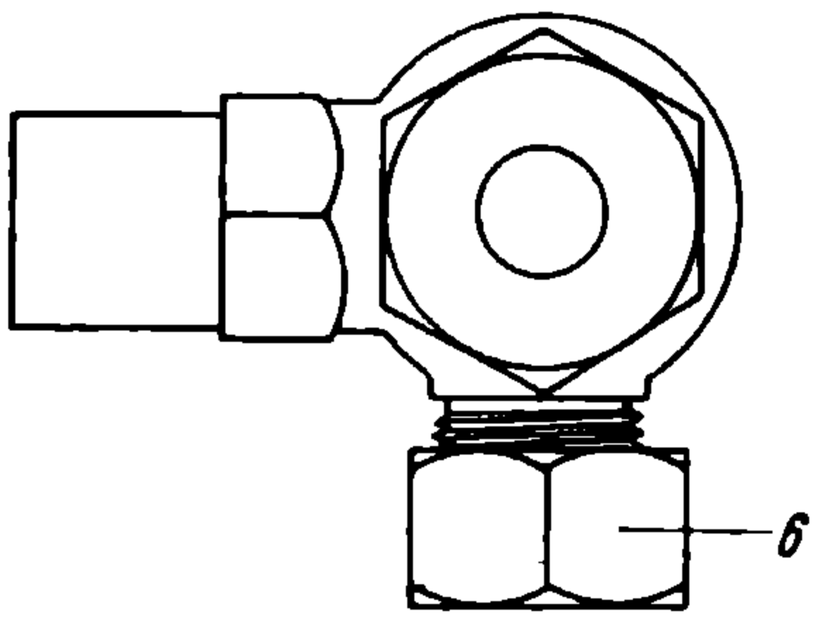
При наличии двойного регулятора, правильно установленного в соответствии с длиной тормозной сети и потребностью воздуха, необходимость в поездном положении ручки крана машиниста отпадает.

При двойном регуляторе паровоздушный насос 80% времени работает на давлении 5 *ат* вместо 6,5, что дает ему значительно меньшую нагрузку, следовательно, меньше износ частей и меньше расход топлива.

При пониженном давлении в главном резервуаре меньше утечки, следовательно, меньше и расхода сжатого пара.

11. Паровой вентиль

Паровой или, как его иначе называют, пусковой вентиль к насосу (фиг. 96) устанавливается на котле в будке машиниста или на сухопарном колпаке. Но при той и другой установке парового вентиля пар к насосу берется обязательно из верхней части сухопарника. Это необходимо для того, чтобы: 1) пар в насос поступал более сухим и 2) при быстрых остановках, когда происходит сильное колебание воды в котле, вода не могла попасть в насос, так как насос, захлебнувшись водой, немедленно остановится. Поэтому, когда паровой вентиль устанавливается в будке машиниста, то внутри котла от вентиля во всю длину до сухопарника идет длинная трубка, которая в сухопарнике поднимается в верхнюю часть его и конец трубки загибается немного книзу. Когда паровой вентиль устанавливается на сухопарнике, то от него идет короткая трубка внутри сухопарника в верхнюю часть его, и так же как в первом случае, верхний конец слегки слегка загибается книзу.



Фиг. 96. Паровой вентиль насоса.

Устройство парового вентиля (фиг. 96) заключается в следующем: корпус вентиля *1* имеет три отростка один (с нарезкой) ввертывается в стенку котла, второй (с гайкой *6*) соединяется с паровой трубкой к насосу и третий (с гайкой *2*) является сальником для клапанного стержня *5*. Внутри корпуса помещается гнездо и клапан *7;* последний своим верхним концом входит в углубление стержня *5*. Стержень *5* имеет прямоугольную нарезку и ввернут по такой же нарезке в тело корпуса. Для уплотнения по стержню в предупреждение пропуска пара устроен сальник, состоящий из гайки *2*, грундбуксы *3* и кольца *4*. Сальник набивается мягкой промасленной асбестовой набивкой.

НБ УДУЕТ (ДІІТ)

При каждом ремонте паровозного котла, расположенная внутри котла трубка к запорному вентилю паровоздушного насоса должна подвергаться обязательному осмотру, так как эта трубка довольно часто зарастает накипью и расстраивается в соединениях, а иногда ее просто раз'едает водой и паром при продолжительной службе. Все неисправности трубы при осмотре должны быть устранены.

12. Задачи и примеры

1) Высота главного резервуара 1 000 *мм*, диаметр 700 *мм*; определить, сколько потребуется времени для вполне исправного тандем-насоса, чтобы накачать этот резервуар сжатым воздухом давлением 6,5 *ат*.

2) Об'ем главного резервуара 500 *л*; тандем-насос накачивает сжатым воздухом до давления 6,5 *ат* в течение 5 мин., работая со скоростью 100 выхлопов в минуту. Определить об'емную производительность насоса за один ход поршней.

3) Неполным открытием парового вентиля машинист пустил в ход тандем-насос со скоростью 50 выхлопов в минуту. Определить, в какое время накачает насос при этой скорости в главный резервуар об'емом 500 *л* сжатого воздуха давлением до 6,5 *ат*.

4) Паровоз серии Э имеет главный резервуар об'емом 500 *л*. Об'ем тормозной сети с запасными резервуарами 85 *л*. При закрытом насосе давление понижается вследствие утечки воздуха на 1 *ат* в течение 5 мин. Определить расход свободного воздуха в минуту и темп работы насоса для пополнения (количество выхлопов в минуту).

5) Взять из описания дуплекс-компаунд-насоса МГТЗ размеры его цилиндров и определить, сколько требуется времени для этого насоса, чтобы накачать главный резервуар об'емом 500 *л* сжатым воздухом до давления 6,5 *ат* при скорости 120 выхлопов в минуту.

6) В составе товарного поезда в 100 вагонов длина главного воздухопровода 800 *м* при 25 тормозных единицах с тормозными цилиндрами 10″ Общая длина отводов 60 *м* из труб ½″. На паровозе главный резервуар об'емом 500 *л*, длина воздухопроводов 25 *м* и три запасных резервуара по 36 *л*. После остановки насоса в течение 5 мин. происходит понижение давления с 5 до 4 *ат*. Определить, какое количество свободного воздуха расходуется в минуту на утечки и сколько выхлопов в минуту должен делать тандем-насос, чтобы пополнять эту утечку.

7) В составе пассажирского поезда в 15 тормозных вагонов с тормозными цилиндрами 10″ при длине главного воздухопровода со всеми отводами 350 *м*. Паровоз серии С, у которого об'ем главного резервуара 800 *л*. При давлении в тормозной сети и главном резервуаре 5 *ат* тандем-насос, вполне исправный по состоянию, качает непрерывно со скоростью 60 выхлопов в минуту на пополнение утечки воздуха. Определить, сколько свободного воздуха расходуется в минуту на утечку и в какое время понизится давление в тормозной сети с 5 до 3 *ат*, если остановится насос.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ГЛАВА V

ГОРМОЗ ВЕСТИНГАУЗА

1. Кран машиниста системы Вестингауза

а) Устройство крана

Кран машиниста является прибором, с помощью которого осуществляется управление тормозом. Машинист, будучи на паровозе, с помощью крана машиниста управляет всеми тормозными аппаратами, главным образом распределителями, расположенными под паровозом и под каждым тормозным вагоном в поезде.

В спокойном состоянии тормоза кран машиниста поездным положением ручки поддерживает постоянным рабочее давление в тормозной сети и в запасных резервуарах 5 *ат;* этим он поддерживает тормоз паровоза и всего поезда в постоянной готовности затормозить паровоз и все тормозные вагоны в любой момент при первом случайном или умышленном понижении давления в главном воздухопроводе.

При торможении машинист, будучи на паровозе и понижая давление в главном воздухопроводе, краном машиниста приводит в действие все тормозные аппараты под паровозом и под вагонами в составе поезда и заставляет их тормозить или прижимать тормозные колодки к колесам с одинаковой и желаемой для него силой.

При отпуске тормозов машинист с паровоза, повышая давление в главном воздухопроводе, краном машиниста, вызывает обратное действие тормозных аппаратов в поезде, заставляет их отпускать тормоз или отводить тормозные колодки от колес.

Кран машиниста системы Вестингауза (фиг. 97) состоит из трех основных частей: 1) самого крана, осуществляемого с помощью круглого золотника, расположенного в особой золотниковой коробке, 2) уравнительного поршня с клапаном и 3) золотникового питательного клапана.

Золотниковая коробка крана в нижней своей части отростком *46* соединяется с трубой, ведущей от главного резервуара. Отростком *45,* расположенным ниже уравнительной камеры, золотниковая коробка соединяется с главным воздухопроводом и малым отростком *20* соединяется с дополнительным резервуаром. Сверху золотниковая коробка закрывается крышкой *2*, сквозь которую проходит золотниковый стержень *5*.

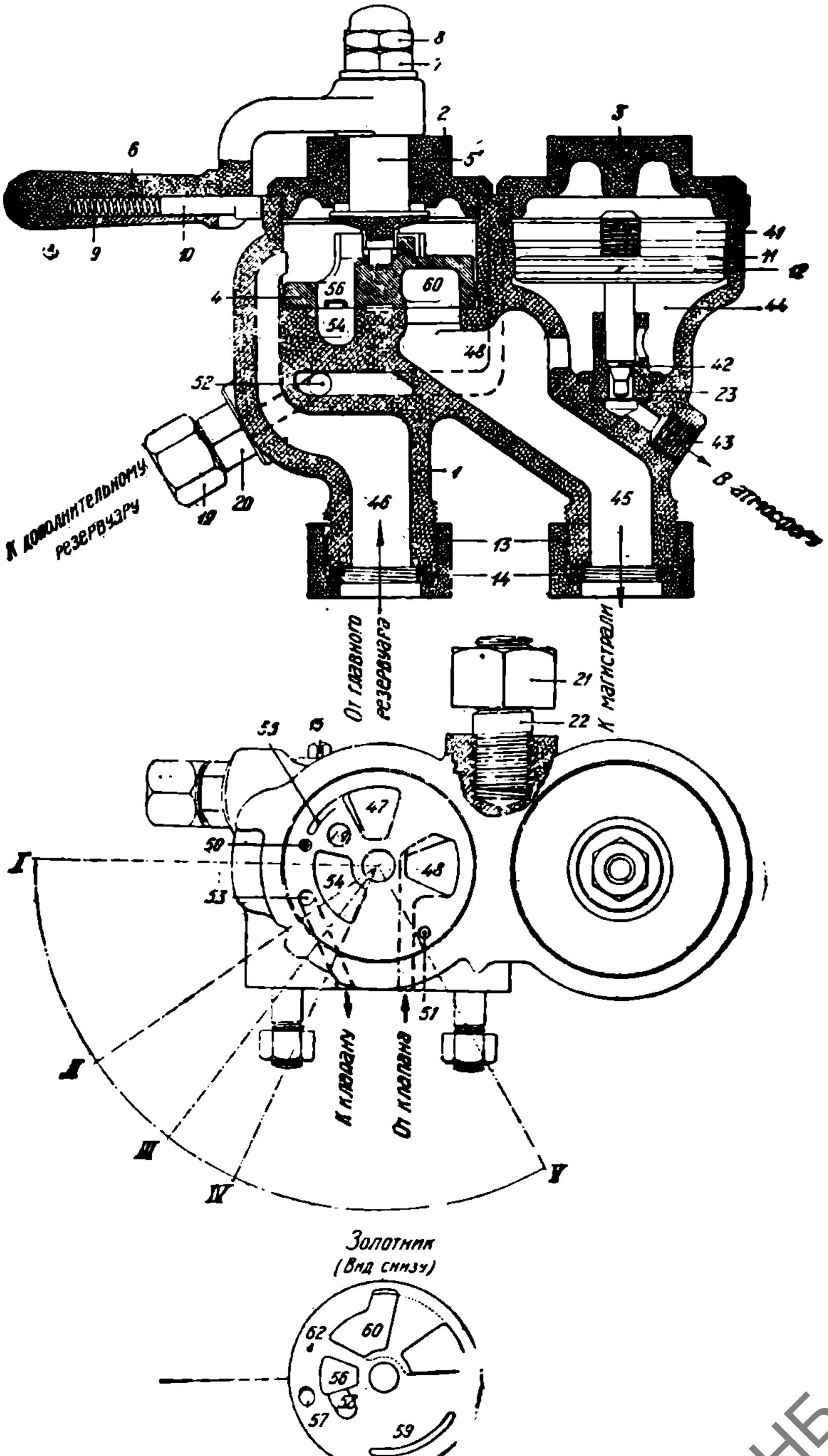
Внутри золотниковой коробки имеется зеркало золотника, к которому пришабривается и пришлифовывается золотник крана.

В зеркале крана имеются следующие каналы и отверстия:

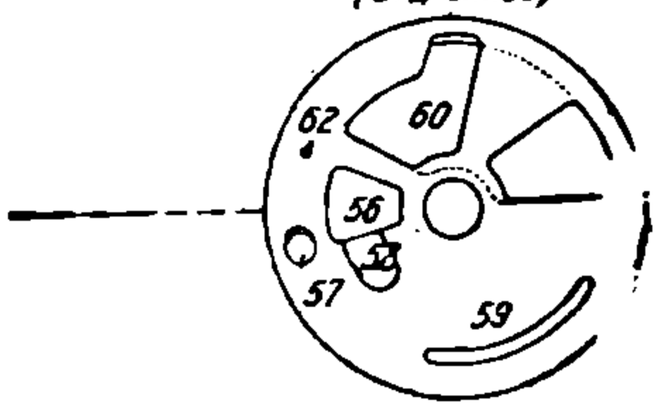
канал *47* — атмосферный, служащий для непосредственного выпуска воздуха из магистрали в атмосферу при пятом положении ручки крана;

48 — магистральный канал, служащий для непосредственного наполнения магистрали при первом положении ручки крана;

НБ УДУТ (ДІІТ)



Золотник
(Вид снизу)



Фиг. 97. Кран машиниста сист. Вестингауза.

НБ УДУНТ (ДНТ)

49 — большое отверстие в дополнительный резервуар, служащее для наполнения его при первом положении ручки крана;

50 — малое игольчатое отверстие в дополнительный резервуар, служащее для выпуска воздуха из него при четвертом положении ручки крана;

51 — среднее отверстие в дополнительный резервуар, служащее для питания его при втором положении ручки крана;

53 — отверстие к золотниковому питательному клапану;

54 — большая выемка в зеркале для наполнения и питания магистрали при первом положении ручки крана;

55 — малая дугообразная выемка в зеркале, являясь отростком атмосферного канала 47, служит для выпуска воздуха через игольчатое отверстие *50* при четвертом и пятом положениях ручки крана.

Золотник крана имеет ряд каналов и отверстий на лице, которые при вращении его в различных положениях совпадают с отверстиями в зеркале. В спинке золотника имеется клинообразный паз или углубление, в которое входит такой же клинообразной формы конец золотникового стержня.

Золотниковый стержень проходит сквозь крышку *2* золотниковой камеры и на верхнем конце имеет квадрат для ручки. На затылочной грани квадрата имеется канавка для шпонки.

На квадрат стержня насажена ручка, с помощью которой золотнику крана передается вращательное движение. В затылочной части квадратного прореза ручки сделана шпонка, которая при насадке ручки на квадрат должна войти в канавку на грани квадрата. Шпонка *в* отверстие ручки, канавка на грани квадрата и клинообразная форма нижнего конца стержня сделаны специально для того, чтобы при перестановке ручки нельзя было перепутать грани квадрата. При наличии шпонки и канавки на квадрате ручки возможна только правильная постановка ее и при известном положении ручки канавки и отверстия в золотнике точно будут соответствовать расположению канавок и отверстий в зеркале.

В соответствии с выполняемыми задачами управления тормозом ручка крана машиниста имеет пять положений. Для точной установки в требуемое положение внутри ручки имеется кулачек с пружиной, а по сектору вращения ее на поверхности крана имеется пять углублений, в которые входит кулачек, задерживая ручку в соответствующем положении.

В золотнике крана имеются следующие каналы и отверстия:

56 — сквозной большой канал для непосредственного питания или наполнения магистрали при первом положении ручки крана;

57 — круглое сквозное отверстие для пополнения магистрали при втором положении ручки крана;

58 — отросток сквозного канала *56* для наполнения дополнительного резервуара при первом положении ручки крана;

59 — малая дугообразная выемка в лице золотника для выпуска воздуха из дополнительного резервуара при четвертом и пятом положениях ручки крана;

60 — большая сдвоенная выемка в лице золотника для непосредственного питания магистрали при первом положении ручки крана и для непосредственного выпуска воздуха из магистрали при пятом положении ручки крана.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

62 — игольчатое отверстие в золотнике для заполнения внутреннего пространства золотникового питательного клапана при первом положении ручки крана, чтобы предупредить течение воздуха в упомянутое пространство встречным путем из магистрали под золотник клапана.

Для более быстрого и лучшего усвоения работы крана, расположений каналов и отверстий в золотнике и зеркале следует пользоваться моделью зеркала и лица золотника, по которой с достаточной ясностью видно соединение каналов при различных положениях ручки крана, или пользоваться краном в натуре.

Уравнительный поршень *11* помещен в цилиндрической камере, которую он разделяет на две части, образуя два отдельных пространства. Верхнее пространство *41* называется уравнительной камерой и постоянно соединено с дополнительным резервуаром (фиг. 97), который дополняет, или, вернее, увеличивает об'ем уравнительной камеры. Нижнее пространство *44* постоянно сообщено с магистралью, поэтому под поршнем *11* давление всегда равно давлению в магистрали. Поршень имеет набивочное кольцо *12*, служащее для уплотнения, чтобы не перепускать воздух из одного пространства в другое, а нижний конец поршневого стержня *42* представляет собою выпускной клапан, служащий для выпуска воздуха из магистрали в атмосферу.

Уравнительный поршень служит для смягчения действия тормоза при торможении; он способствует более плавному выпуску воздуха из главного воздухопровода и более равномерному понижению давления по всей длине его. Действие уравнительного поршня происходит только при четвертом положении ручки крана машиниста. При всех остальных он бездействует. Подробные указания о значении уравнительного поршня и его работе даны в описании четвертого положения ручки крана машиниста.

б) Работа крана машиниста системы Вестингауза

В соответствии с выполняемыми задачами ручка крана машиниста имеет пять положений:

I положение — зарядка и отпуск, при котором открывается широкий проход воздуху из главного резервуара в воздухопровод;

II положение — поездное, при котором происходит поддержание нормального рабочего давления в главном воздухопроводе через золотниковый питательный клапан;

III положение — перекрыши, при котором главный воздухопровод разобщается от источника питания и приток воздуха в него прекращается; сообщения с атмосферой воздухопровода также не имеет,

IV положение — служебное торможение, при котором происходит плавный выпуск воздуха из воздухопровода в атмосферу через клапан уравнительного поршня,

V положение — экстренное торможение, при котором происходит быстрый выпуск воздуха из главного воздухопровода непосредственно в атмосферу.

I положение — зарядка и отпуск тормоза. В этом положении большой сквозной канал *56* в золотнике совпадает с половиной выемки *54* в зеркале. Вторая половина выемки *54* в зеркале накрывается частью выемки *60* в золотнике, тогда как остальная часть выемки *60* совпадает

НБ УДУЧТ (ДГТ)

с магистральным каналом *48*. Таким образом воздух из главного резервуара по отростку *46*, поступая в пространство над золотником, проходит по сквозному каналу *56* в золотнике, через большую выемку *54* в зеркале и через большую же выемку *60* в золотнике, попадает в магистральный канал *48* и далее в магистраль. В то же время отросток *58* сквозного канала совпадает с большим отверстием *49* в зеркале, через которое воздух поступает в дополнительный резервуар и в пространство над уравнительным поршнем. Кроме того круглое отверстие *57* в золотнике при первом положении совпадает с игольчатым отверстием *50* в зеркале, и по этому пути воздух также поступает в дополнительный резервуар. Таким образом дополнительный резервуар питает по двум путям. Малое игольчатое отверстие *62* в золотнике при этом положении совпадает с отверстием *53* к золотниковому питательному клапану; через это отверстие воздух заполняет внутреннюю полость золотникового питательного клапана, перемещает его внутренние органы и этим предупреждает противошерстное течение воздуха из магистрали.

Таким образом при первом положении ручки крана устанавливается непосредственное сообщение главного резервуара с магистралью по широким каналом и главного резервуара с дополнительным резервуаром по двум каналам, благодаря чему происходит быстрая зарядка магистрали, дополнительного резервуара и уравнительной камеры, как сообщенной непосредственно с дополнительным резервуаром. Давление в магистрали и в дополнительном резервуаре установится равным давлению в главном резервуаре, т. е. около 6,5 *ат*. Обе стрелки манометра — красная и черная — будут показывать одинаковое давление. По обе стороны уравнительного поршня давление будет тоже одинаково, но в силу своего веса поршень будет опущен в нижнее положение и концом своего стержня закроет атмосферный канал служебного торможения.

II положение — поездное. При этом положении ручки крана круглое отверстие *57* в золотнике совпадает с круглым же отверстием *53* в зеркале. Воздух из главного резервуара через отверстие *57* и *53* поступает в золотниковый питательный клапан и далее в магистраль. В это время большая выемка *60* в золотнике своей частью с вырезом накрывает средней величины отверстие *51* в зеркале, ведущее в дополнительный резервуар, а другой частью накрывает магистральный канал *48;* все остальные каналы закрыты. Воздух, поступая через золотниковый питательный клапан в магистраль, проходит через большую выемку в золотник и отверстие *51* в зеркале в дополнительный резервуар и пространство над уравнительным поршнем. При этом положении благодаря действию золотникового питательного клапана давление в магистрали устанавливается 5 *ат* (нормальное рабочее), а так как дополнительный резервуар питается из магистрали, то давление в нем и в камере над уравнительным поршнем будет тоже 5 *ат*. В главном резервуаре остается 6,5 *ат*. Стрелки манометра будут показывать: красная 6,5 *ат*, черная 5 *ат*.

III положение — перекрыша. При этом положении ручки крана все каналы и отверстия в золотнике и зеркале перекрыты. Главный резервуар, магистраль и дополнительный резервуар разобщены друг от друга. Никакого перетекания воздуха через кран машиниста нет. Давление в магистрали и дополнительном резервуаре будет такое, которое застигнуто

НТБ УДУТ (ДІІТ)

в момент постановки ручки в положение перекрыши. Черная стрелка манометра будет показывать давление только дополнительного резервуара. Давление в магистрали при наличии утечек будет неизвестно.

IV положение — служебное торможение. При этом положении ручки крана игольчатое отверстие *50* в зеркале крана накрывается дугообразной выемкой *59* в золотнике. Другой конец дугообразной выемки *59* накрывает такую же дугообразную выемку *55* — отросток атмосферного канала *47*. Остальные каналы и отверстия золотника и зеркала перекрыты. Воздух из дополнительного резервуара и из пространства над уравнительным поршнем через игольчатое отверстие в зеркале по дугообразным выемкам в золотнике и зеркале и через атмосферный канал медленно выходит в атмосферу. Давление в дополнительном резервуаре и в пространстве над уравнительным поршнем будет также медленно понижаться, что будет видно по черной стрелке манометра. Равновесие уравнительного поршня будет нарушено, так как давление в магистрали, следовательно, под поршнем, остается прежним. Поэтому с нижней стороны образуется перевес, благодаря которому поршень будет поднят кверху, и нижним концом своего стержня откроет атмосферный канал служебного торможения. Воздух из магистрали через канал служебного торможения будет выходить наружу. Если машинисту надо понизить давление в магистрали немного, то он соответственно немного понижает давление в дополнительном резервуаре, после чего ручку крана ставит в III положение — перекрыши, при этом воздух из магистрали будет выходить до тех пор, пока давление в ней не уравняется с оставшимся давлением в дополнительном резервуаре и пространстве над уравнительным поршнем. Как только давление по обе стороны уравнительного поршня станет одинаковым поршень своим весом опустится в нижнее положение, нижним концом своего стержня закроет атмосферный канал служебного торможения, прекратив выпуск воздуха из магистрали.

Таким образом четвертым положением ручки крана машинист выпускает воздух и понижается давление сначала в дополнительном резервуаре и в пространстве над уравнительным поршнем, а потом, как следствие этого, автоматической работой уравнительного поршня выпускается воздух из магистрали. Такое устройство представляет большое удобство в управлении тормозом и совершенно необходимо. Удобство заключается в том, что машинист выпускает из дополнительного резервуара вполне известное ему количество воздуха и в известный промежуток времени, что дает полную возможность быстро приобрести навык или привычку в управлении тормозом. Необходимость такого устройства вызывается тем, что давление воздуха по магистрали, в силу сопротивлений его течению, понижается сначала в передних вагонах, а потом постепенно выходит из задних со скоростью около 80 *м/сек*. При отсутствии уравнительного прибора машинист, наблюдая по манометру, понизил бы давление в магистрали передних вагонов до необходимой ему величины, предположим, до 3,5 *ат*, после чего поставил ручку в положение перекрыши. В это время в магистрали задних вагонов давление будет значительно больше, и воздух, идя от хвоста к передним вагонам, повысил бы давление в передней части, образуя подпор. Сначала затормозились бы передние вагоны, а хвостовые пока были бы отпущены и получилось бы

НВ УДУНТ (ДІТ)

набегание хвостовой части, потом затормозились бы задние вагоны, а передние вследствие частичного повышения давления в магистрали отпустились бы. Произошла бы значительная оттяжка и возможный обрыв поезда. При уравнительном приборе этого не получается. Понижение давления по всей длине магистрали происходит медленно и равномерно, а поэтому и торможение происходит плавно и спокойно.

V положение — экстренное торможение. При этом положении одна часть выемки *60* в золотнике накрывает магистральный канал *48,* а другая — атмосферный канал *47;* магистраль по этой выемке получает прямое сообщение с атмосферным широким каналом. Воздух из магистрали непосредственно и быстро выходит в атмосферу, столь же быстро понижая давление в магистрали. В то же время игольчатое отверстие *50* в зеркале остается накрытым дугообразной выемкой *49* в золотнике, другой конец выемки захватывает конец выемки *55* в зеркале. Воздух из дополнительного резервуара через игольчатое отверстие по обеим выемкам и через тот же атмосферный канал *47* тоже уходит в атмосферу. Черная стрелка манометра быстро падает, а красная остается на месте,

Золотниковый питательный клапан. Золотниковый питательный клапан (фиг. 98) является регулятором давления для главного воздухопровода. С помощью его устанавливается и поддерживается постоянным в главном воздухопроводе нормальное рабочее давление 5 *ат* при любом давлении в главном резервуаре выше 5 *ат.* Как по назначению, так и по устройству золотниковый питательный клапан имеет значительное сходство с регулятором хода насоса с той лишь разницей, что в золотниковом питательном клапане корпус вместе с цилиндрической частью расположены параллельно с головкой, тогда как у регулятора хода насоса они расположены друг над другом по одной вертикальной оси.

В корпусе золотникового питательного клапана имеется поршень *4* и золотник *5;* последний заменяет собою клапан регулятора. Поршень и золотник связаны между собою и поэтому перемещаются вместе. В пространстве сзади поршня помещена пружина *7,* которая в свободном состоянии поршня отжимает его в сторону золотника.

В головке золотникового питательного клапана помещается возбудительный клапан *10,* диафрагма *13* и пружина *16,* расположенные в том же порядке, как и в головке регулятора хода насоса.

При поездном положении ручки крана машиниста сжатый воздух из главного воздухопровода через круглые отверстия *57* в золотнике крана и *53* в зеркале по каналу *23* в золотниковом питательном клапане поступает в камеру золотника *5,* давит на поршень *4,* сжимая пружину *7* сзади поршня, перемещает его в крайнее положение в сторону пружины. При этом положении золотник *5* открыват окно *24,* и сжатый воздух из главного резервуара через пространство золотника *5* свободно протекает в пространство *25* и далее по каналу *26,* огибающему кругом золотниковую втулку, идет в магистраль.

Поршень *4* свободно входит во втулку, поэтому сжатый воздух главного резервуара, наполняющий золотниковое пространство, просачивается через зазоры по окружности поршня и проходит по каналу в нижнюю часть золотникового клапана в пространство возбудительного клапана.

НБ УДУТ (ДІІТ)

Пока давление в магистрали ниже нормального рабочего, пружина *16* прогибает диафрагму *13* и держит возбудительный клапан *10* в открытом положении. Поэтому воздух из пространства сзади поршня *4* проходит через возбудительный клапан в пространство *25* и далее в магистраль, следовательно, давление в пространстве сзади поршня будет равно давлению в магистрали и ниже давления в главном резервуаре и золотниковой камере.

Когда давление в магистрали будет равно тому, на которое отрегулирована пружина *16,* т. е. нормальное рабочее 5 *ат,* диафрагма *13* под действием этого давления, преодолевая упругость пружины *16,* прогнется в сторону пружины, а возбудительный клапан *10* под действием своей пружины *11* сядет в гнездо и закроет проход воздуху из пространства сзади поршня в магистраль.

В пространстве сзади поршня вследствие просачивания воздуха по окружности поршня давление быстро сравняется с давлением в золотниковом пространстве, и по обе стороны поршня давление будет одинаково. Поршень упругостью пружины *7* будет отодвинут в крайнее положение в сторону золотника, при котором золотник *5* перекроет канал *24,* и питание магистрали прекратится.

Если давление в магистрали по каким-либо причинам будет понижаться, то регулирующая пружина *16* вновь прогнет диафрагму *13* и откроет возбудительный клапан *10.* По открытии возбудительного клапана *10* сжатый воздух, находящийся в пространстве сзади поршня *4,* пойдет через открытый возбудительный клапан в пространство *25* и далее в магистраль. Давление в пространстве сзади поршня понизится. Вследствие этого равновесие поршня нарушится и он перевесом давления главного резервуара со стороны золотникового пространства будет передвинут в крайнее положение в сторону пружины. При этом положении золотник *5* вновь откроет окно *24,* через которое свободно пойдет воздух из главного резервуара через золотниковое пространство в магистраль для пополнения убыли.

При помощи регулирующего винта *17,* так же как и у регулятора хода насоса, золотниковым питательным клапаном можно уменьшать или увеличивать давление воздуха в магистрали, или регулировать давление. Для того чтобы давление в магистрали увеличить, следует регулирующий винт завертывать, а для того чтобы давление в магистрали уменьшить, регулирующий винт следует отвертывать.

в) Ремонт и испытание крана машиниста системы Вестингауза

Кран машиниста системы Вестингауза по устройству своего механизма настолько прост и прочен, что достаточно один раз в год сделать осмотр и доброкачественный ремонт с последующим испытанием и он вполне обеспечит исправную работу до следующего осмотра и ремонта.

При периодическом осмотре крана машиниста следует разобрать все его части. Большой золотник, зеркало, регулирующий поршень с клапаном, а также все части золотникового питательного клапана должны быть тщательно осмотрены, очищены от грязи, пыли и ржавчины; все неисправности должны быть устранены.

УДУНТ (ДІІТ) НБ

Золотник крана при наличии хотя бы незначительных царапин, забоин и других из'янов на лице пришабривается или вновь шлифуется на станке, при этом необходимо пришабрить или пришлифовать и зеркало его. Каналы в золотнике и корпусе крана прочищаются и проверяются.

Стержень ручки должен быть плотно приточен к отверстию крышки, не пропускать воздуха, а также плотно входить в вырез золотника, чтобы не было мертвого хода при перемещениях ручки.

Ручка крана должна быть плотно насажена на квадрат стержня при обязательном наличии шпонки в затылочной части и свободно перемещаться по сектору с легким задерживанием кулачка в выемках, соответствующих перечисленным выше пяти положениям.

Уравнительный поршень должен легко перемещаться в установленных для него пределах и отпускаться в нижнее положение почти своим весом, и в то же время набивочное кольцо его должно быть настолько плотно пришлифовано, чтобы не пропускать воздуха. Для притирки клапана уравнительного поршня необходимо вывернуть гнездо и притереть клапан в разобранном виде, после чего гнездо осторожно поставить на место.

Золотниковый питательный клапан в свою очередь также разбирается, части его подвергаются тщательному осмотру и очищаются от грязи.

Поршень золотникового питательного клапана следует слегка очистить мелкой наждачной бумагой; он должен легко перемещаться во втулке и иметь незначительный пропуск воздуха, что ему и полагается.

Пружина поршня должна быть достаточно упругой; чтобы сдвинуть его в крайнее левое положение, должна быть изготовлена из стальной проволоки толщиною 1,5 *мм* в 15 витков, внутренний диаметр витков — 11,3 *мм*, наружный — 14,3 *мм*, высота пружины в свободном состоянии — 70 *мм*.

Лицо и зеркало золотника пришабриваются или шлифуются.

Возбудительный клапан проверяется и притирается к седлу. По постановке его на место при свободном состоянии диафрагмы (без нажатия регулирующей пружины) клапан должен быть открыт на величину около 0,5 *мм*. Все размеры клапана должны быть проверены по чертежу (фиг. 99).

Диафрагма не должна иметь значительных прогибов в ту или другую сторону, а также забоин и других неисправностей, понижающих ее гибкость.

Регулирующая пружина очищается от ржавчины и испытывается на игру путем сжатия ее несколько раз до отказа; при этом высота пружины в свободном состоянии не должна уменьшаться. Севшая пружина считается непригодной.

После сборки и регулировки золотникового питательного клапана его регулирующий винт должен иметь достаточный запас резьбы в обе стороны для подрегулировки во время работы клапана на месте.

После осмотра и ремонта кран машиниста вместе с золотниковым питательным клапаном на спецаильной испытательной установке подвергается испытанию на плотность уравнительного поршня, на чувствитель-

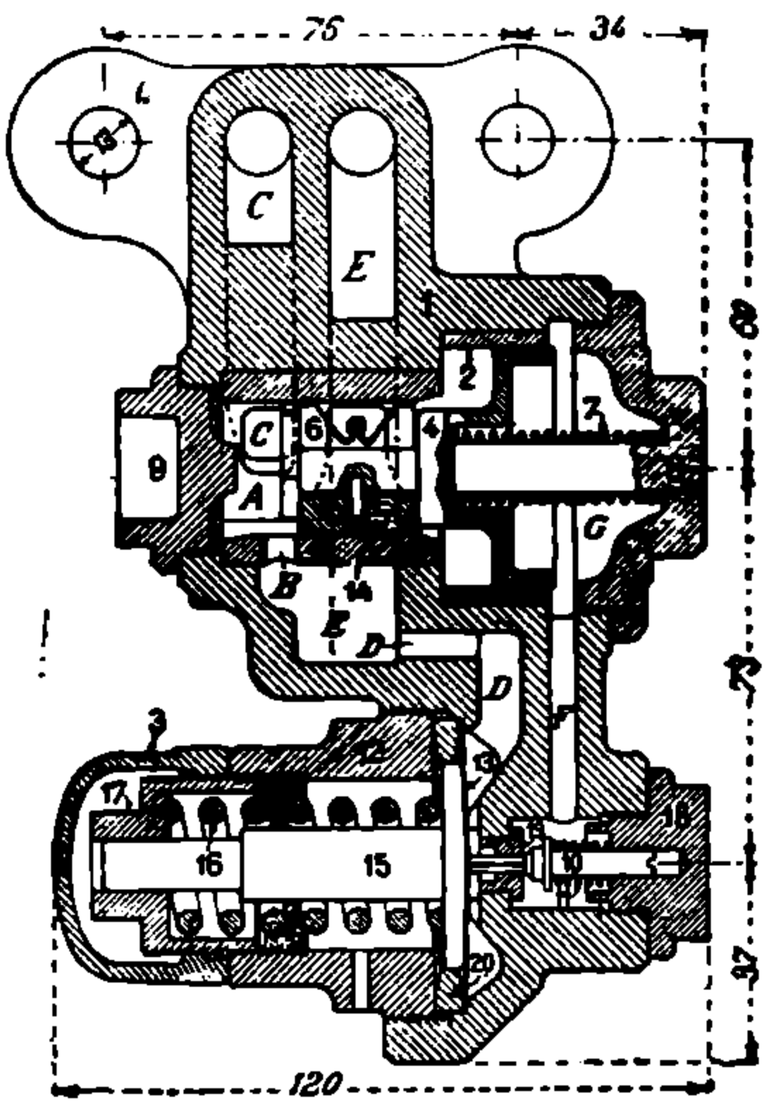
НБ УДУТ (ДІІТ)

ность самого крана и золотникового питательного клапана и на достаточность размеров каналов клапана.

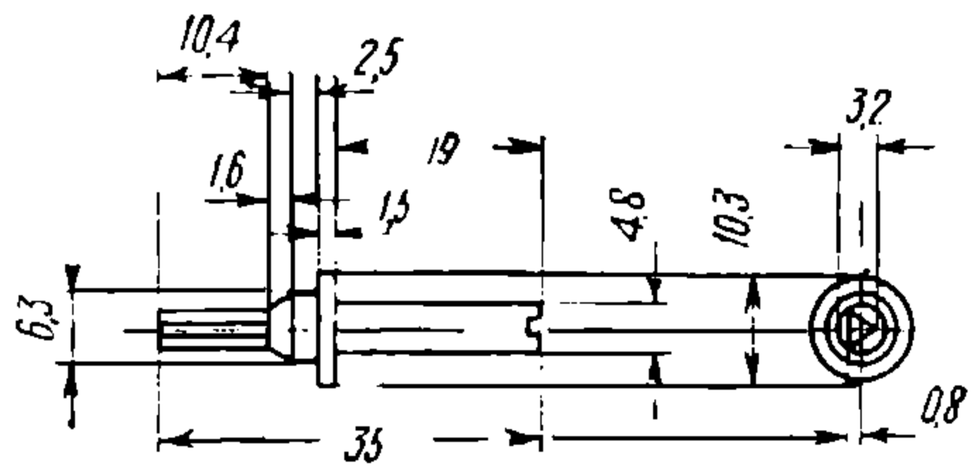
Для испытания на плотность регулирующего поршня кран машиниста соединяется соответствующими отростками с магистралью об'емом в 50 *л* с главным резервуаром и с дополнительным резервуаром, причем размер дополнительного резервуара должен быть нормальным — 10×11″ емкостью 8,2 *л*.

При испытании давление в дополнительном резервуаре доводится до 5 *ат*, после чего кран машиниста от'единяется от главного резервуара с помощью разобщительного крана и немедленно производится полный выпуск воздуха из магистрали открытием концевого крана (но не краном машиниста). При этом давление воздуха в дополнительном резервуаре не должно упасть до 0,3 *ат* быстрее, чем в 2 минуты,

На той же установке и при тех же соединениях кран машиниста испытывается на чувствительность. Для этого давление в магистрали



Фиг. 98. Золотниковый питательный клапан



Фиг. 99. Возбудительный клапан.

устанавливается точно в 5 *ат*, кран машиниста разобщается с главным резервуаром. После этого с помощью ручки крана машиниста давление в дополнительном резервуаре быстро понижается на 0,1 *ат*; при этом немедленно должен начаться выпуск воздуха из магистрали под клапан уравнительного поршня.

Испытание на чувствительность золотникового питательного клапана производится при тех же соединениях, как и при испытании самого крана. Для этого давление в магистрали с помощью золотникового питательного клапана устанавливается точно в 5 *ат*. После этого делается несколько раз искусственное понижение давления в магистрали на 0,2 *ат* посредством спускного крана. Золотниковый питательный клапан должен притти в действие и восстановить давление в пределах 5,0—5,1 *ат*.

Для испытания на достаточность размеров питающих каналов при тех же соединениях выпускное отверстие под уравнительным поршнем заглушается, давление в магистрали понижается до нуля. После этого, поставив ручку крана машиниста в поездное положение, сообщают его с главным резервуаром; при этом происходит наполнение магистрали емкостью в 50 *л* и дополнительного резервуара через золотниковый

НБ УДУНТ (ДІТ)

питательный клапан. Время наполнения от начала впуска сжатого воздуха до давления 5,1 *ат* должно быть около 16 сек.

В текущем, межпоездном и промывочном ремонте паровоза с краном машиниста системы Вестингауза редко возникают какие-либо затруднения и, если бывают неисправности, то чаще в золотниковом питательном клапане: вследствие заеданий поршня золотниковый питательный клапан теряет чувствительность, а иногда совсем отказывается работать. В этом случае следует вынуть поршень, очистить его и смазать жидким минеральным маслом.

Наблюдаются случаи пропуска возбудительного клапана, вследствие чего воздух из пространства сзади поршня уходит через возбудительный клапан в магистраль, поршень остается постоянно отклоненным в сторону пружины и золотниковый питательный клапан не работает. В этом случае следует отнять золотниковый питательный клапан от места, притереть возбудительный клапан и проверить длину его хвостовика, не упирается ли он сильно в диафрагму при свободном состоянии ее; он должен только слегка касаться диафрагмы.

РАСПРЕДЕЛИТЕЛИ (ТРОЙНЫЕ КЛАПАНЫ)

2. Общие сведения

Основной принцип действия автоматических тормозов сжатого воздуха, одинаковый для всех существующих систем без исключения, осуществляется в принципе устройства и конструкции основного распределительного органа — тройного клапана или воздухораспределителя. Различные системы автоматических тормозов сжатого воздуха (Вестингауза, Нью-Йорк, Дрольсхаммера, Казанцева, Матросова и ряда других) отличаются друг от друга только принципом устройства и конструкцией основного распределительного органа—воздухораспределителя или тройного клапана, остальные части тормоза: паровоздушные насосы, тормозные цилиндры и прочая арматура пригодны для любой системы тормозов, кроме тормозов Кунце-Кнорр, у которого своеобразная конструкция тормозного цилиндра.

Изменение конструкции крана машиниста является некоторым усовершенствованием, но это принципа действия тормоза не меняет. Как бы ни был изменен кран машиниста, он будет пригоден для любой системы тормозов, а также любой кран машиниста будет пригоден к каждой системе тормозов.

Таким образом система автоматических тормозов сжатого воздуха определяется только принципом устройства и конструкцией воздухораспределителя тройного клапана. Тормоз Вестингауза под вагоном легко переделывается на тормоз Казанцева или Матросова только заменой тройного клапана воздухораспределителем соответствующей системы. Все остальные части остаются на месте.

3. Системы тройных клапанов Вестингауза

На подвижном составе сети жел. дорог СССР установлены и имеются в обращении следующие системы тройных клапанов Вестингауза.

1. Тройной клапан, *обыкновенный* № 4 — установлен на паровозах как пассажирского, так и товарного парка. Обслуживает тормоз, действующий только на колеса самого паровоза.

НБ УДУЖТ (ДІІТ)

2. Тройной клапан *экстренного торможения* № 5 — прденазначен исключительно для паровозов пассажирского парка, хотя установлен на некоторой части товарных паровозов серии Э. Обслуживает тормоз, действующий только на колеса самого паровоза.

3. Тройной клапан *скородействующий* — предназначен для вагонов пассажирского парка или курсирующих исключительно в пассажирских поездах, но установлен помимо упомянутых вагонов еще на тендерах пассажирских и некоторых товарных паровозов и на специальных вагонах товарного парка: изотермических, молочных, фруктовых и т. п., обращающихся исключительно в пассажирских поездах или в товарных, но специальными составами.

5. Тройной клапан *универсальный, усовершенствованный* — годен бы исключительно в товарных поездах; установлен на англогерманских большегрузных четырехосных цистернах, курсирующих в маршрутах по Северо-Кавказской ж. д.

5. Тройной клапан *универсальный, усовершенствованный* — годен для службы как в пассажирских, так и в товарных поездах. Был установлен на всех товарных вагонах американской постройки, как-то: 1) большегрузных четырехосных крытых, 2) угольных четырехосных полувагонах, 3) двадцатитонных двухосных вагонах и 4) на части четырехосных большегрузных крытых вагонах постройки заводов СССР. Всего было установлено на товарных вагонах около 15 000 тройных клапанов данного типа, но как неиспользуемое оборудование эти тройные клапаны в значительной части были утрачены или сняты в запас на склады дорог и заменены распределителями системы Казанцева или будут заменены тормозом Матросова. В эксплоатации под товарными вагонами их можно встретить очень редко.

Для того чтобы можно было легко заменить тройной клапан или распределитель одной системы тормоза распределителем другой системы, их привалочные фланцы делаются стандартного типа. Таким образом при замене приходится только незначительно изменять изгибы подводящих воздух трубок и их соединения.

Кроме перечисленных вагонов, универсальный усовершенствованный тройной клапан установлен на почтовых вагонах постройки 1928—1929 гг., на изотермических вагонах, курсирующих как в пассажирских, так и в товарных поездах и на тендерах пассажирских и товарных паровозов постройки 1929 г.

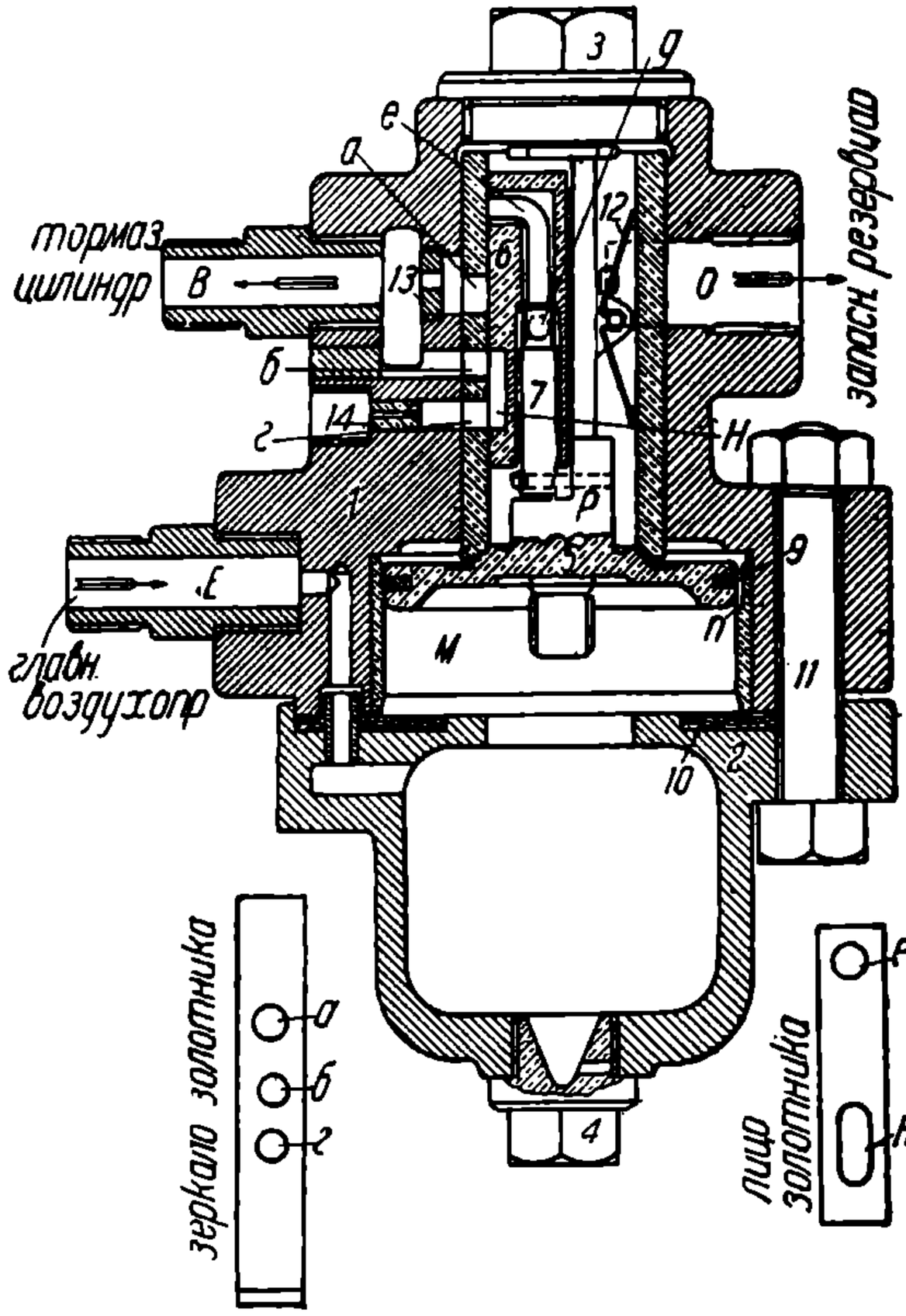
4. Теория или основной принцип устройства и действия тройных клапанов

Главным распределительным органом во всех тройных клапанах Вестингауза является поршень с золотником и уравнительным стержнем. Распределительный поршень (фиг. 100) помещается в цилиндрической части тройного клапана и, разделяя внутреннюю полость его на две части, образует два пространства или две камеры: магистральную камеру *M*, постоянно сообщенную с магистралью, и камеру запасного резервуара или золотниковую — *P*, постоянно сообщенную с запасным резервуаром.

Со стороны золотниковой камеры *P* распределительный поршень имеет фасонный стержень, вырезом которого захватывается золотник *б*.

НБ УДУНТ (ДИТ)

При движении поршня с ним вместе движется и золотник, но с некоторым запаздыванием начала перемещений, так как золотник в вырезе поршневого стержня имеет зазор 4 *мм*. Сначала сдвигается поршень, а золотник остается на месте и только, когда поршень пройдет 4 *мм*, то заплечиком поршневого стержня захватывается золотник, и дальше они продолжают двигаться вместе. Внутри золотника помещается уравнительный стержень *7*, являющийся клапаном для канала служебного торможения в золотнике. Уравнительный стержень *7* связан шпилькой с поршневым стержнем неподвижно и при движении поршня, благодаря отставанию золотника на 4 *мм*, он перемещается в золотнике на эту же величину и своим концом открывает или закрывает канал служебного торможения.



Фиг. 100. Обыкновенный тройной клапан.

Зарядка. Во время зарядки тормоза сжатый воздух по главному воздухопроводу и его отводам поступает в магистральную камеру *М*, давит на главный распределительный поршень и перемещает его вместе с золотником в крайнее положение, в сторону золотниковой камеры *Р*. В этом положении поршень своим набивочным кольцом открывает сделанное во втулке углубление, так называемую питательную канавку *п*. Сжатый воздух через магистральную камеру *М* по питательной канавке *п* проходит в золотниковую камеру *Р* и далее в запасный резервуар. Тормоз считается окончательно заряженным, когда в камере *М* и *Р*, иначе говоря, в главном воздухопроводе и запасном резервуаре установится нормальное рабочее давление 5 *ат*, которое будет действовать на поршень с обеих сторон одинаково.

При этом положении распределительного поршня главный воздухопровод остается сообщенным с запасным резервуаром по питательной канавке *п*, а тормозной цилиндр по соответствующим каналам с помощью золотника сообщается с атмосферой.

Торможение. При всяком случайном или умышленном понижении давления в магистрали понижается давление и в магистральной камере *М*, как непосредственно сообщенной с магистралью. Если это понижение

НБ УДУНТ (ДІІТ)

происходит достаточно быстро, то только в первый момент сжатый воздух по открытой питательной канавке *п* будет перетекать из золотниковой камеры *Р* в камеру *М;* так как вследствие малого размера питательной канавки это перетекание не успевает выравнивать давление по обе стороны поршня и со стороны золотниковой камеры *Р* образуется перевес, т. е. давление будет несколько больше, и поршень сдвинется в сторону магистральной камеры *М*. Первым движением поршня — его набивочным кольцом—закрывается питательная канавка *п,* и этим прекращается сообщение камер *М* и *Р* или магистрали с запасным резервуаром, следовательно, прекращается и перетекание воздуха из запасного резервуара в магистраль.

В начале движения распределительного поршня, пока золотник остается на месте, смещается уравнительный стержень и открывается канал служебного торможения в золотнике, затем заплечиком поршневого стержня захватывается золотник, который перемещается вместе с поршнем до совпадения его канала служебного торможения с каналом *а* в зеркале, ведущим в тормозной цилиндр. Сжатый воздух из запасного резервуара, через золотниковую камеру *Р,* боковое отверстие в золотнике, под клапан уравнительного стержня *7* и по каналу *а* поступает в тормозной цилиндр.

Полное служебное торможение. Если давление в магистрали от нормального рабочего 5 *ат* снижено на 1,5 или более, то перетекание воздуха из запасного резервуара в тормозной цилиндр будет продолжаться до тех пор, пока давление в них не уравняется. Таким образом количество сжатого воздуха, находящееся в запасном резервуаре, распределяется в двух об'емах пропорционально их величине при равном давлении. Для того чтобы узнать, какое давление будет в тормозном цилиндре при полном торможении, следует количество воздуха, имеющегося в запасном резервуаре, разделить на сумму обоих об'емов. Обозначив об'ем запасного резервуара через *В,* давление в нем—через *Р,* об'ем тормозного цилиндра — через *С,* мы можем построить формулу, по которой легко определить величину давления в тормозном цилиндре при любом об'еме запасного резервуара и любом давлении в нем, а именно.

$$Ц = \frac{P \times B}{B + C} = am.$$

В этом случае при среднем ходе поршня в тормозном цилиндре давление в нем и в запасном резервуаре будет около 4 *ат.* Эта величина получается за счет соотношений об'емов запасного резервуара и тормозного цилиндра.

Ступенчатое торможение. Если давление в магистрали снижено менее 1,5 *ат,* то перетекание воздуха из запасного резервуара в тормозной цилиндр будет продолжаться до тех пор, пока давление в запасном резервуаре не уравняется с давлением в магистрали. Когда давление в магистрали становится равным, или, вернее, немного ниже (на 0,1 *ат*) давления магистрали на распределительный поршень, со стороны магистральной камеры *М* образуется перевес, благодаря которому распределительный поршень сдвинется в сторону золотниковой камеры *Р* только на величину зазора между золотником и заплечиками поршневого стерж-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ня, т. е. на 4 *мм*. Уравнительный стержень, сдвигаясь вместе с поршнем на ту же величину, упрется своим притирочным концом в устье канала служебного торможения и прекратит дальнейшее перетекание воздуха из запасного резервуара в тормозной цилиндр. В данном случае, если нормальное рабочее давление в магистрали и в запасном резервуаре обозначим через *М ат*, а давление в той же магистрали и в запасном резервуаре после торможения — через *м*, отношение об'ема запасного резервуара к об'ему рабочей камеры тормозного цилиндра в заторможенном состоянии — через *а*, давление в самом тормозном цилиндре—через *ц*, можем построить очень простую формулу, по которой определяется давление в тормозном цилиндре при любом снижении в магистрали менее 1,5 *ат*, а именно:

$$Ц = а \times (М - м) - 1 = ат.$$

Отношение об'ема запасных резервуаров к об'ему рабочей камеры тормозного цилиндра при среднем ходе поршня 150 *мм* делается равным 1 : 5, т. е. об'ем запасного резервуара делается всегда приблизительно в 5 раз больше об'ема рабочей камеры тормозного цилиндра при средней величине хода поршня.

Пользуясь приведенной формулой, определим давление в тормозном цилиндре при торможении, снизив давление в магистрали на 0,5 *ат*. Подставляя числовые значения в формулу, вместо *а* — отношение об'емов запасного резервуара к об'ему рабочей камеры тормозного цилиндра 5, вместо *М* — нормальное рабочее давление в магистрали то же 5, вместо *м* — оставшееся давление в магистрали после торможения 4,5, получаем:

$$Ц = 5 \times (5 - 4{,}5) - 1 = 1{,}5 \ ат.$$

При повторном снижении давления магистрали вновь образуется перевес на распределительном поршне со стороны золотниковой камеры *Р* (запасного резервуара), поршень снова смещается в сторону магистральной камеры *М*, открывает уравнительным стержнем канал служебного торможения в золотнике и делает дополнительный впуск сжатого воздуха в тормозной цилиндр. Повторные снижения давления в магистрали можно делать до тех пор, пока давление в тормозном цилиндре не сравняется с давлением в запасном резервуаре, после чего дальнейшее снижение давления в магистрали бесполезно.

Отпуск. При повышении давления в магистрали одновременно повышается давление и в магистральной камере *М*, и как только образуется перевес давления на распределительный поршень со стороны камеры *М* примерно на 0,1—0,2 *ат*, поршень вместе с золотником переместится в сторону золотниковой камеры *Р* и займет крайнее положение. При этом положении набивочным кольцом поршня открывается питательная канавка *п*, по которой магистраль сообщается с запасным резервуаром. Сжатый воздух из магистрали по питательной канавке начинает перетекать в запасный резервуар и пополняет расход, произведенный на торможение, или восстанавливает нормальное рабочее давление. При этом крайнем положении распределительного поршня золотник занимает такое положение, при котором его каналы или выемка совпадают с каналом тормозного цилиндра и атмосферным: происходит сообщение тормозного цилиндра

НВ УДУБТ (ДІІТ)

с атмосферой; находящийся в цилиндре сжатый воздух выходит наружу и происходит полный отпуск тормоза.

Таким образом по основному принципу устройства тройных клапанов Вестингауза *давление в тормозных цилиндрах управляется или регулируется автоматически двумя давлениями: давлением в магистрали, действующим на площадь распределительного поршня со стороны магистральной камеры М, и давлением запасных резервуаров, действующим со стороны золотниковой камеры Р.*

Продолжительность наполнения тормозных цилиндров. Для того чтобы нажатие тормозных колодок происходило плавно, без ударов о бандажи колес, замедляется наполнение тормозных цилиндров сжатым воздухом во время торможения при всех тройных клапанах, кроме скородействующего. Замедление наполнения производится путем постановки в каналы, ведущие в тормозной цилиндр, особой диафрагмы в виде втулки или пробки с калиброванным отверстием. Это отверстие должно строго соответствовать размерам тормозного цилиндра, к которому устанавливается данный тройной клапан для того, чтобы время наполнения для цилиндров всех размеров было одинаково.

Продолжительность выхода воздуха из тормозных цилиндров. Для более плавного оттормаживания каждого тормозного прибора в отдельности и всего поезда в целом замедляется выпуск воздуха из тормозных цилиндров при отпуске путем постановки такой же диафрагмы в виде втулки или пробки с калиброванным отверстием в выпускной канал всех тройных клапанов, в том числе и скородействующих. Калиброванное отверстие выпускного канала также должно строго соответствовать размерам тормозного цилиндра, к которому данный клапан устанавливается.

Продолжительность наполнения запасных резервуаров. Для того чтобы отпуск тормозов по всему поезду происходил более равномерно и по возможности одновременно, замедляется наполнение запасных резервуаров путем стеснения прохода воздуха по питательной канавке *п*, размеры которой также калиброваны и делаются от 1 до 2 *мм*. Если бы питательная канавка была размером больше, то во время отпуска тормоза повышением давления в главном воздухопроводе первые от паровоза запасные резервуары передних вагонов поглощали бы большее количество воздуха и этим затягивали бы повышение давления по всей длине магистрали, следовательно, затягивали бы отпуск тормозов последних вагонов.

Время наполнения запасных резервуаров для тройных клапанов товарного типа устанавливается от 80 до 120 сек., пассажирского — около 20 сек. В соответствии с этим размеры питательной канавки *п* для каждой системы тройных клапанов должны строго соответствовать размерам тормозного цилиндра, к которому предназначен данный тройной клапан, так как об'ем запасного резервуара находится в соответствии с размерами тормозного цилнидра, причем у тройных клапанов, предназначенных для тормозных цилиндров размером свыше 12″, или у тройных клапанов, для двух тормозных цилиндров, делаются две питательные канавки.

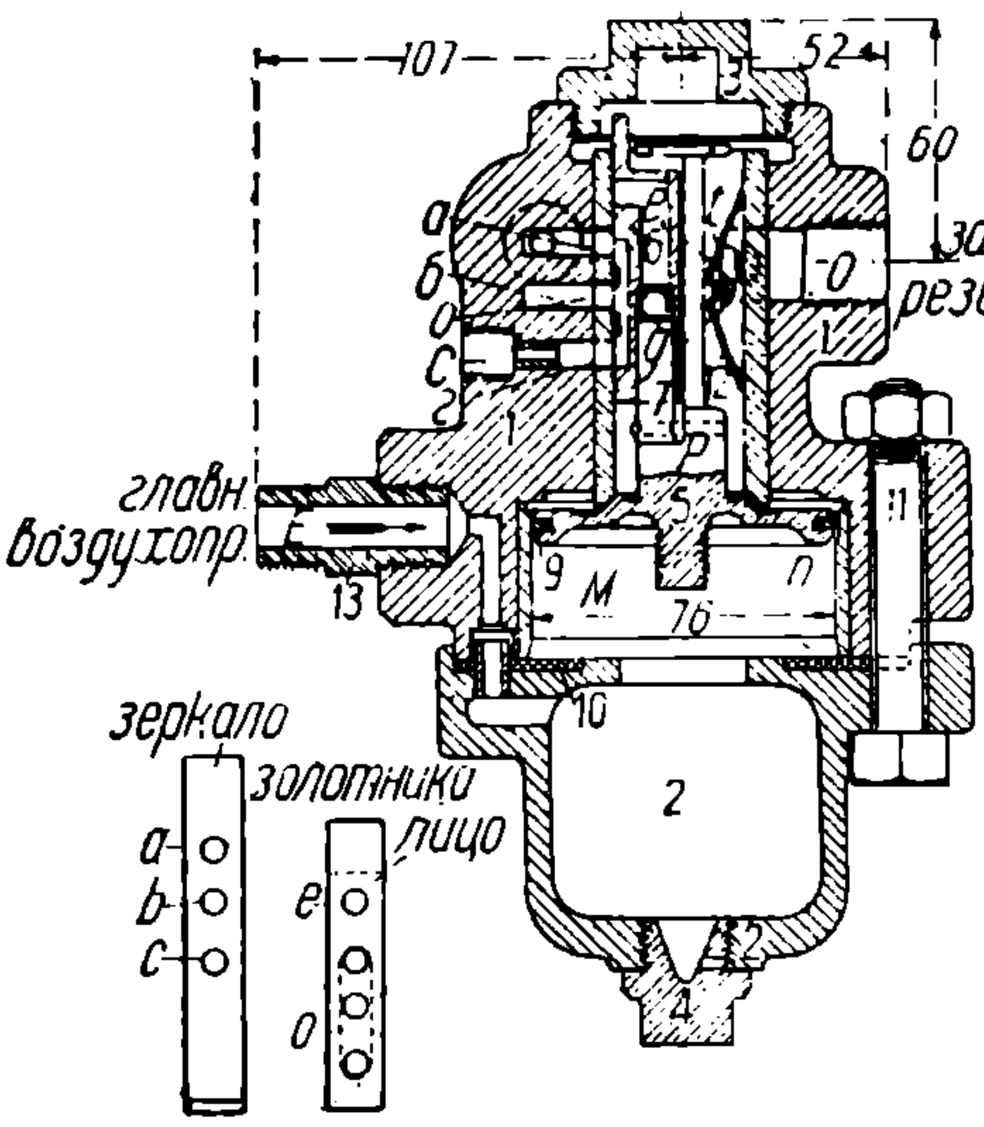
Кроме того уменьшение размеров питательной канавки у всех тройных клапанов делается еще для того, чтобы устранить возможность обратного перетекания сжатого воздуха из запасного резервуара в магистраль в начале торможения, так как в первый момент торможения медленным

НБ УДУЧТ (ДИТ)

понижением давления в магистрали при увеличенной канавке сжатый воздух из запасного резервуара в большом количестве стал бы перетекать обратно в магистраль, успевая выравнивать давление по обе стороны распределительного поршня; вследствие этого поршень не мог бы сдвинуться с места и получалась бы полная разрядка тормоза при его бездействии, т. е. воздух из запасного резервуара уходил бы весь в магистраль, и торможение не получалось бы. При малой питательной канавке сжатый воздух не успевает выходить из запасного резервуара в магистраль, образуется разность давления и перевес со стороны запасного резервуара, благодаря которому распределительный поршень сдвигается с места.

5. Тройной клапан обыкновенный

Все тройные клапаны Вестингауза по своему устройству в основном принципе одинаковы. Каждый клапан любой системы имеет распределительный поршень, золотник и уравнительный стержень. Отличие их заклю-



Фиг. 101. Тройной клапан экстренного торможения.

Фиг. 101а. Тройной клапан экстренного торможения (внешний вид).

чается в конструктивном осуществлении этого основного принципа и от конструктивного осуществления, или от конструкции зависит качество работы каждого тройного клапана.

Обыкновенный тройной клапан является простейшим осуществлением основного принципа устройства и действия. Устройство его (фиг. 100) заключается в следующем: тело клапана состоит из двух частей — корпуса *1* и крышки *2*. В корпусе клапана, в его цилиндрической части помещается распределительный поршень *5*, который, разделяя внутреннюю полость клапана на 2 части, образует две камеры: магистральную *M* и запасного резервуара или золотниковую камеру *P*. Со стороны золотниковой камеры *P* поршень имеет фасонный стержень, вырезом которого

НБ УДУНТ (ДІІТ)

захватывается золотник *б*. Золотник в вырезе стержня имеет зазор или свободный ход 4 *мм* и прижимается к зеркалу пружиной *12*. Внутри золотника помещается уравнительный стержень *7*, являющийся клапаном для канала *е* служебного торможения. Уравнительный стержень *7* связан шпилькой со стержнем поршня *5*. В зеркале золотника имеются три окна или канала: канал *а* — тормозной — ведет в тормозной цилиндр, канал *б* — отпускной — из тормозного цилиндра, канал *г*, атмосферный — ведет в атмосферу. В самом золотнике или в его лице, помимо канала *е* для служебного торможения, имеется выемка *Н* для отпуска. которой соединяются каналы *б* из тормозного цилиндра с каналом *г* атмосферным при отпуске.

Для стеснения прохода воздуха из запасного резервуара в тормозной цилиндр при торможении в канале *а* вставлена втулка *13* с калиброванным отверстием, а для стеснения выхода воздуха из тормозного цилиндра при отпуске вставлена втулка в канал *г* также с калиброванным отверстием. То и другое делается для плавности торможения и отпуска.

Обыкновенный тройной клапан устанавливается под паровозом в любом месте и соединяется трубками с магистралью к отростку *Е*, с запасным резервуаром — к отростку *О* и с тормозным цилиндром — к отростку *В*.

Действие обыкновенного тройного клапана достаточно ясно было описано в описании общего принципа устройства и действия тройных клапанов.

Таблица 8

Размеры отверстий и каналов в обыкновенном тройном клапане для различных цилиндров

Для цилиндров: (размер в дюймах)	горизонтальн.	8	10	12	14
	вертикальн	10	13	15	13 (два)
Тройной клапан комплектный—условный номер по каталогу Вестингауза .		260	261	262	263
Размеры питательной канавки	ширина	2,2	2,9	3,1	2,7 × 2
	глубина	1,1	1,45	1,55	1,35 × 2
Диаметр впускного отверстия во втулке *13* .		2,5	3,5	4,0	4,8
Диаметр выпускного отверстия во втулке *14* .		3,0	4,0	4,7	5,5

6. Тройной клапан экстренного торможения

Отличительная особеность этого тройного клапана от обыкновенного заключается только в действии и расположении некоторых каналов или, вернее, окон в зеркале и лице золотника; в остальном по своему устройству они совершенно одинаковы

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Этот тройной клапан (фиг. 101 и 101а) приходит в действие лишь при экстренном торможении. При частичном или даже полном торможении, но медленном, производимым четвертым положением ручки крана машиниста, он вовсе не действует и паровоз остается не заторможенным. Благодаря этому сохраняются бандажи паровозных колес, но в то же время на случай крайней необходимости, когда требуется экстренное торможение, тормозная сила паровоза может быть использована полностью.

Тройной клапан экстренного торможения (фиг. 101 и 101а), также как и обыкновенный, устанавливается в любом месте под паровозом и соединяется трубками через отросток *E* с магистралью, через отросток *O*— с запасным резрвуаром и через отросток *B* — с тормозным цилиндром. Кроме того имеется еще отросток *A* (фиг. 101а), который остается открытым и через него выпускается воздух наружу при служебном или вообще медленном торможении.

Зарядка тормоза и питание запсных резервуаров в спокойном состоянии тормоза при этом тройном клапане происходит тем же порядком, что и при обыкновенном. Сжатый воздух из магистрали проходит в магистральную камеру *M* и при нормальном положении внутренних органов клапана (как показано на фиг. 101) проходит по питательной канавке *n* в золотниковую камеру *P* и далее в запасный резервуар. Это есть зарядка тормоза и она будет происходить до тех пор, пока в запасном резервуаре не установится полное нормальное рабочее давление 5 *ат*, после чего тормоз можно считать вполне заряженным. При том же нормальном положении внутренних органов тройного клапана тормозной цилиндр сообщается с атмосферой посредством тормозного канала *б* и двух атмосферных каналов *а* и *г*.

Служебное торможение. При незначительном или медленном понижении давления в магистрали и магистральной камере *M* распределительный поршень, вследствие перевеса давления на него со стороны золотниковой камеры *P*, перемещается в сторону камеры *M*, закрывает питательную канавку *n*, прекращая сообщение запасного резервуара с магистралью. Вместе с распределительным поршнем перемещается уравнительный стержень *7* и открывает доступ воздуха в канал служебного торможения *е* в золотнике. При дальнейшем движении распределительного поршня в сторону магистральной камеры *M* заплечиком на поршневом стержне захватывается золотник *б* и перемещается до совпадения канала служебного торможения в золотнике с первым атмосферным каналом *а* в зеркале и теле клапана. Благодаря этому сжатый воздух из запасного резрвуара под уравнительный стержень, по каналу служебного торможения *е* и далее по каналу *а* будет уходить в атмосферу, не попадая в тормозной цилиндр. В то же время и тормозной цилиндр по каналу *б*, выемкой *о* в золотнике и по каналу *г* тоже сообщается с атмосферой. Это сделано для того, чтобы на случай возможного пропуска золотника тормоз все же оставался бездействующим, так как в этом случае, если бы сжатый воздух и поступал в тормозной цилиндр, то все равно он вышел бы наружу через атмосферный канал, не произведя торможения.

Когда давление в запасном резервуаре, вследствие выхода сжатого воздуха из него наружу, станет несколько ниже давления в главном возду-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

хопроводе, примерно на 0,1 — 0,2 *ат*, распределительный поршень *5* слегка переместится обратно в сторону золотниковой камеры *Р* и уравнительным стержнем *7* закроет канал служебного торможения *е* в золотнике, и выпуск воздуха из запасного резервуара прекратится.

При дальнейшем и постепенном понижении давления в магистрали распределительный поршень вновь передвинется в сторону магистральной камеры на величину свободного хода золотника и оттянет уравнительный стержень от устья канала служебного торможения. Сжатый воздух из запасного резервуара вновь пойдет под уравнительный стержень по каналу служебного торможения *е* в золотнике и через первый атмосферный канал *а* в атмосферу. Давление в запасном резервуаре будет уменьшаться, выравниваясь с давлением в магистрали, и так может повторяться несколько раз до полной разрядки запасных резервуаров.

Экстренное торможение. При быстром понижении давления в магистрали и магистральной камере *М* (при экстренном торможении — пятым положением ручки крана машиниста) распределительный поршень, вследствие значительного перевеса давления со стороны золотниковой камеры *Р*, быстро и с большой силой переместится в сторону магистральной камеры *М* и займет крайнее положение, прижавшись своей окружностью к кожаной прокладке *10*. При этом положении поршня канал служебного торможения *е* приходит в совпадение с тормозным каналом *б* в зеркале и теле клапана, а оба атмосферных канала *а* и *г* перекрываются золотником. Сжатый воздух из запасного резервуара сначала тем же путем, как и в первом случае, т. е. под уравнительный стержень каналом *е* в золотнике, но уже дальше тормозным каналом в зеркале и теле клапана поступает в тормозной цилиндр и производит торможение.

Отпуск тормоза при этом тройном клапане производится тем же порядком, как и при обыкновенном, т. е. повышением давления в магистрали и в магистральной камере *М* на 0,1 — 0,2 *ат* больше, чем в запасном резервуаре и в золотниковой камере *Р*. Образующимся перевесом в магистральной камере распределительный поршень *5* перемещается в сторону золотниковой камеры *Р* и занимает свое нормальное крайнее положение, открыв питательную канавку *п*. При этом положении распределительного поршня начинается пополнение запасного резервуара по питательной канавке, а тормозной цилиндр каналом *б* по выемке *о* в золотнике и каналами *а* и *г* сообщается с атмосферой.

Тройной клапан экстренного торможения легко может быть приспособлен к действию как обыкновенный тройной клапан, т. е. к торможению при любом снижении давления. Для этого необходимо заглушить первый атмосферный канал *а*, ввернув пробку с полдюймовой газовой нарезкой в отросток *А* (фиг. 101а). После этого распределительный поршень *5* при любом торможении будет перемещаться до своего крайнего положения в сторону магистральной камеры.

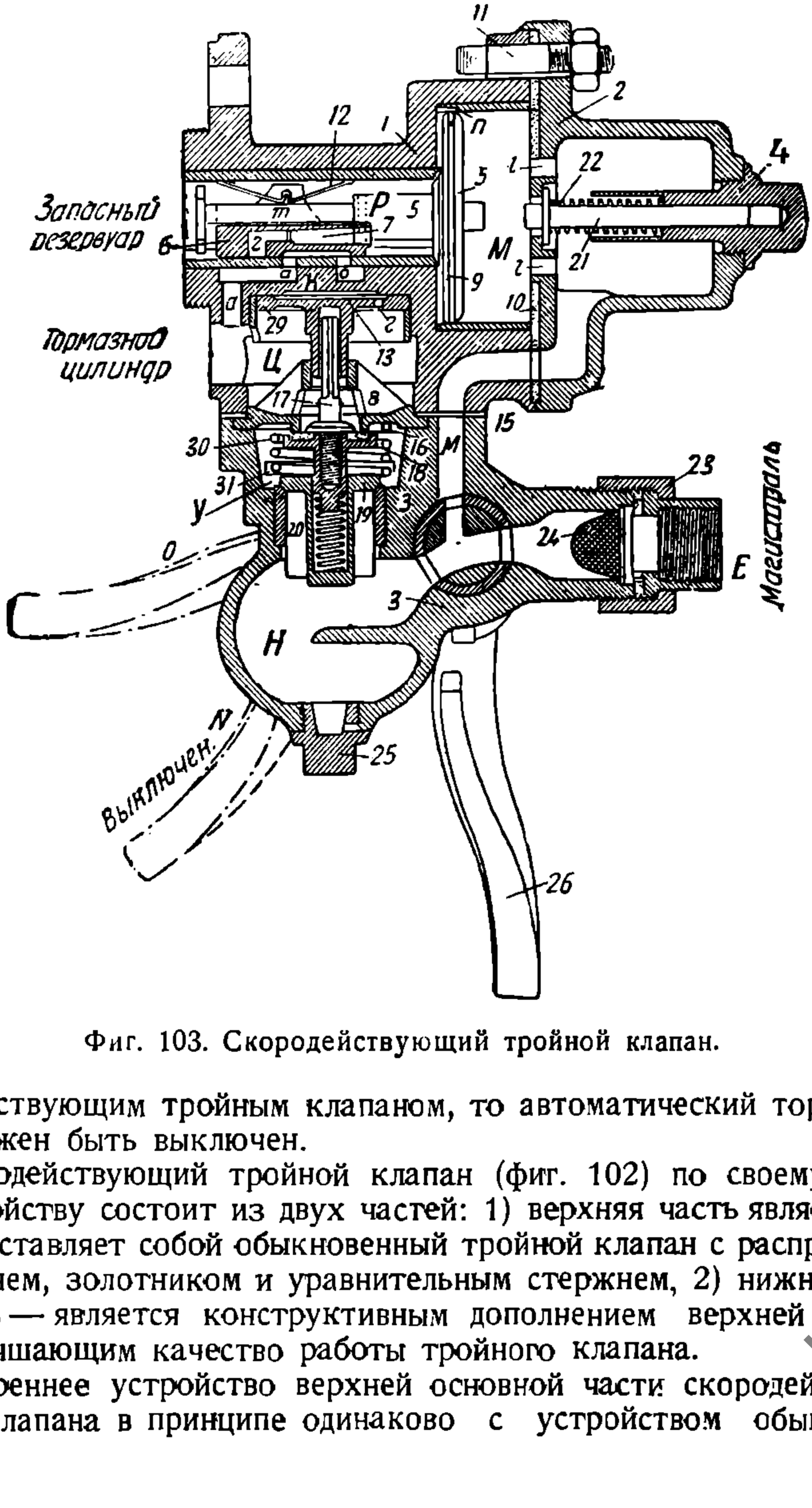
Размеры питательной канавки и калиброванных отверстий во втулках тормозного и отпускного каналов, а также наименование и обозначение всех частей тройного клапана экстренного торможения одинаковы, как и у обыкновенного тройного клапана. Поэтому, чтобы не повторяться, на подробном описании этой части мы останавливаться не будем.

НТБ УДУЭТ (ДІІТ)

7. Тройной клапан скородействующий

а) Устройство клапана

Скородействующий тройной клапан является распределителем пассажирского типа и устанавливается исключительно на вагонах пассажирского парка или курсирующих в пассажирских поездах. Для службы в товарных поездах скородействующий тройной клапан не пригоден; поэтому если в товарном поезде на автоматических тормозах попадет вагон



Фиг. 103. Скородействующий тройной клапан.

с скородействующим тройным клапаном, то автоматический тормоз этого вагона должен быть выключен.

Скородействующий тройной клапан (фиг. 102) по своему внутреннему устройству состоит из двух частей: 1) верхняя часть является основной и представляет собой обыкновенный тройной клапан с распределительным поршнем, золотником и уравнительным стержнем, 2) нижняя часть— ускоритель — является конструктивным дополнением верхней основной части, улучшающим качество работы тройного клапана.

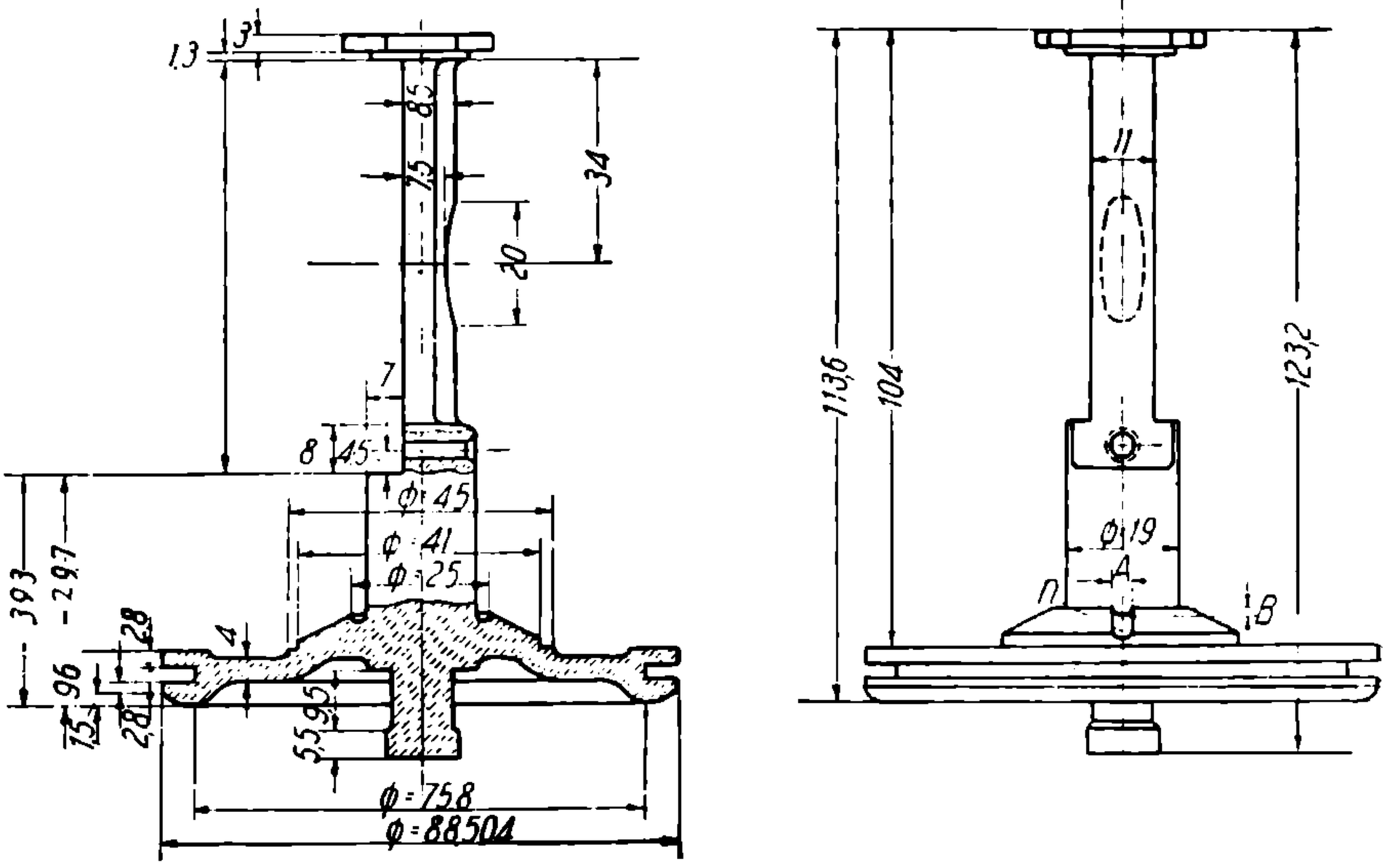
Внутреннее устройство верхней основной части скородействующего тройного клапана в принципе одинаково с устройством обыкновенного

НБ УДУНТ (ДІІТ)

тройного клапана, но в конструктивном осуществлении имеет существенную разницу.

По внутреннему устройству основной части скородействующие тройные клапаны следует разделить на две группы: 1) клапаны для тормозных цилиндров 8″ и 10″ и 2) клапаны для цилиндров 12″, 14″ и 16″

Распределительный поршень клапанов первой группы показан на фиг. 103; он более легкой конструкции. Его поршневой стержень имеет выемку для золотника и одну канавку *n* для питания запасных резервуаров. Эти тройные клапаны имеют особую нумерацию по каталогу Вестингауза (см. табл. 9) и к цилиндрам других размеров их ставить нельзя.



Фиг. 103. **Поршень скородействующего тройного клапана для цилиндров 8″ и 10″.**

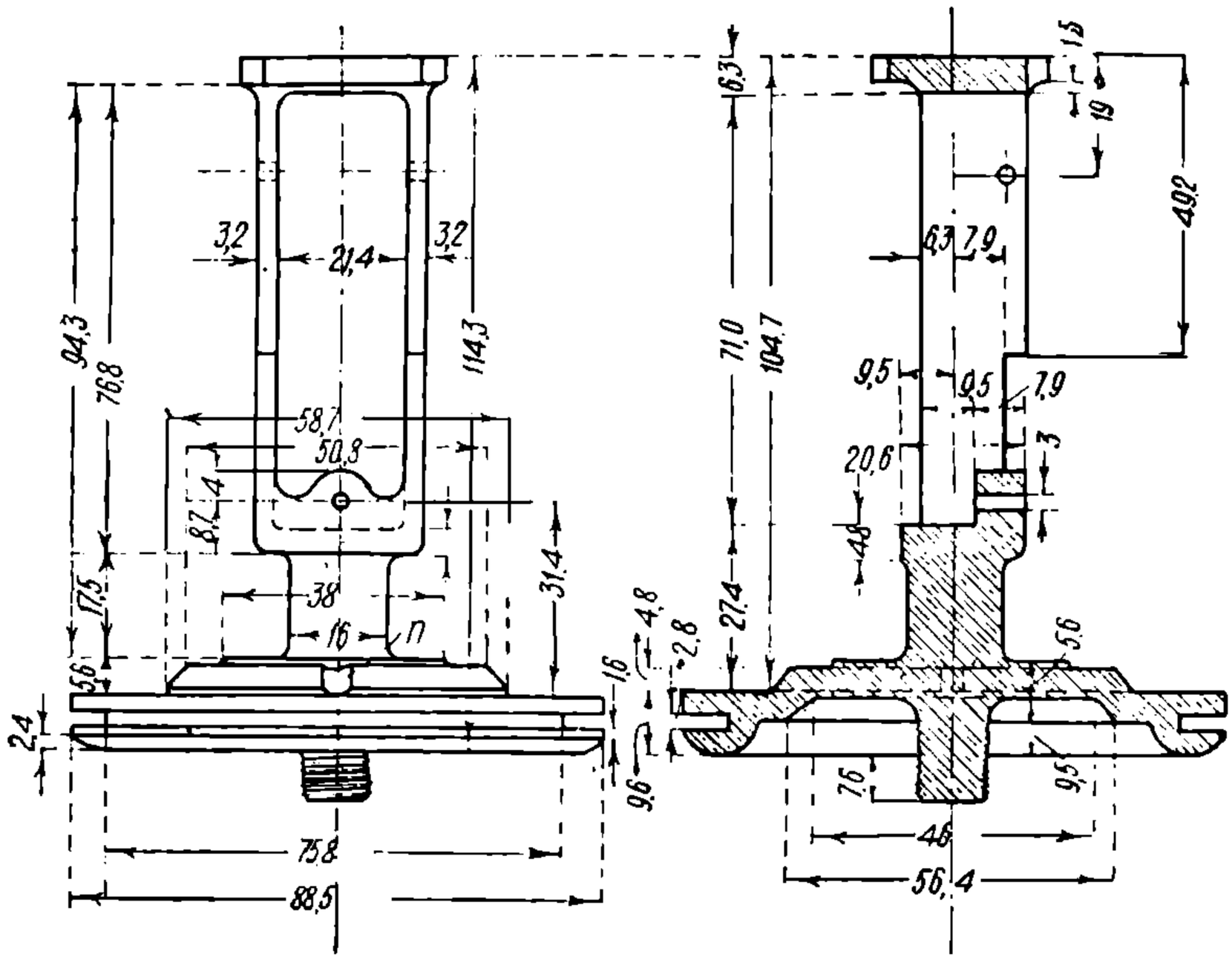
Распределительный поршень клапанов второй группы показан на фиг. 104. Его устройство отличается от первого тем, что поршневой стержень имеет вместо выемки рамку для золотника и две канавки для питания запасного резервуара.

Золотниковая втулка тройных клапанов первой группы также имеет отличие по расположению каналов. На фиг. 105 показана золотниковая втулка клапанов первой группы. Здесь тормозной канал имеет диаметр 5,6 *мм*, канал отпуска — 6,3 *мм*. На фиг. 106 показана золотниковая втулка клапанов второй группы. Здесь тормозной канал имеет диаметр 8,7 *мм*, отпускной — 9,5 *мм*.

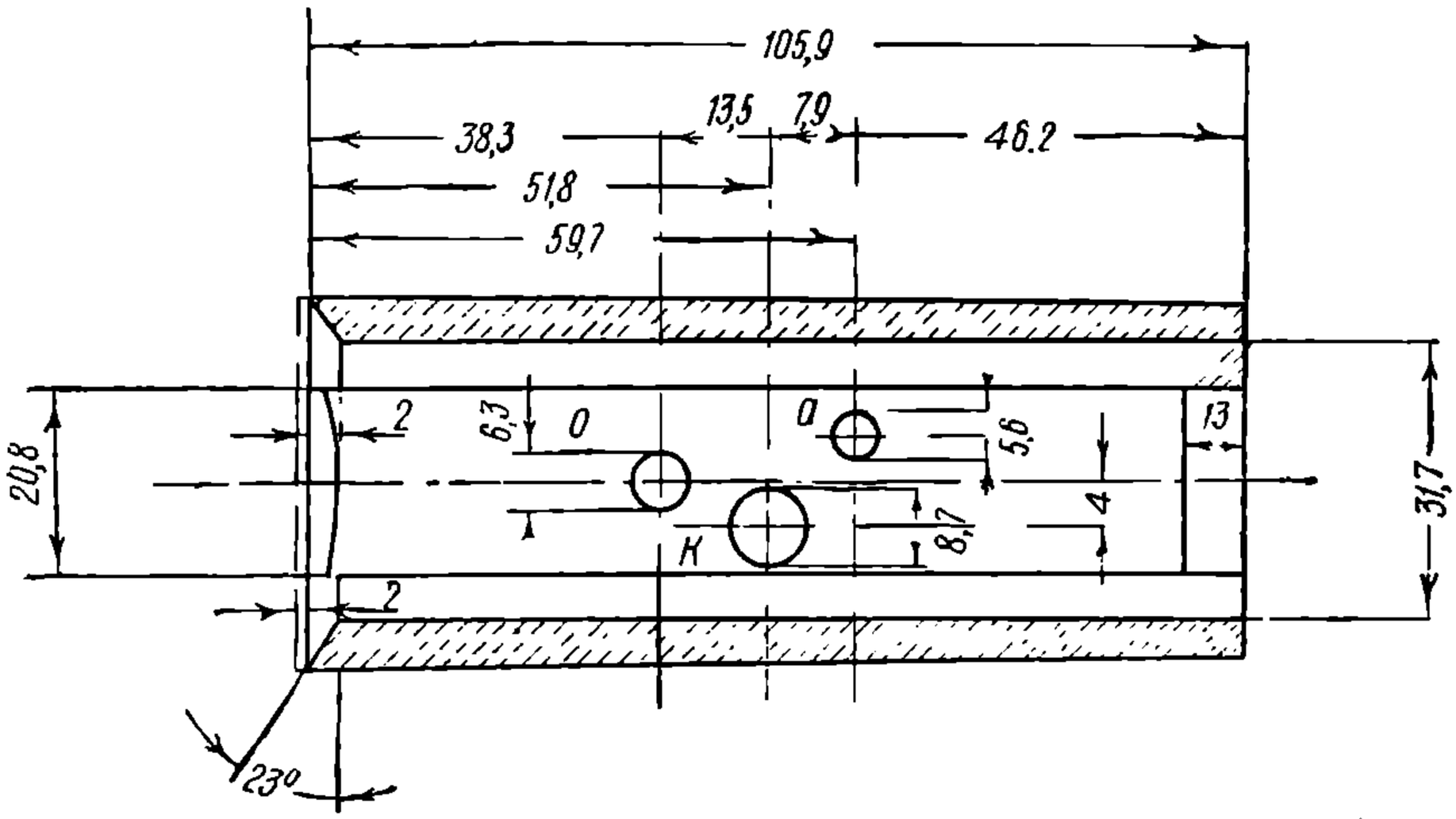
Распределительный золотник *б* отличается по форме, по размерам и по расположению каналов. На фиг. 107 показан золотник тройных клапанов первой группы, он имеет косой срез *К* экстренного торможения и выемку *Н* для отпуска. Канал служебного торможения имеет диаметр 5,6 *мм*. На фиг. 108 показан золотник тройных клапанов для тормозных цилиндров 12″, 14″ и 16″ Этот золотник выемки для экстренного тормо-

НБ УДУТ (ДІІТ)

жения не имеет, а открывает канал полностью своей кромкой, вместо выемки *H* для отпуска он имеет три отверстия, сообщенные между собою каналами.



Фиг. 104. Поршень скородействующего тройного клапана для цилиндров 12″, 14″ и 16″.

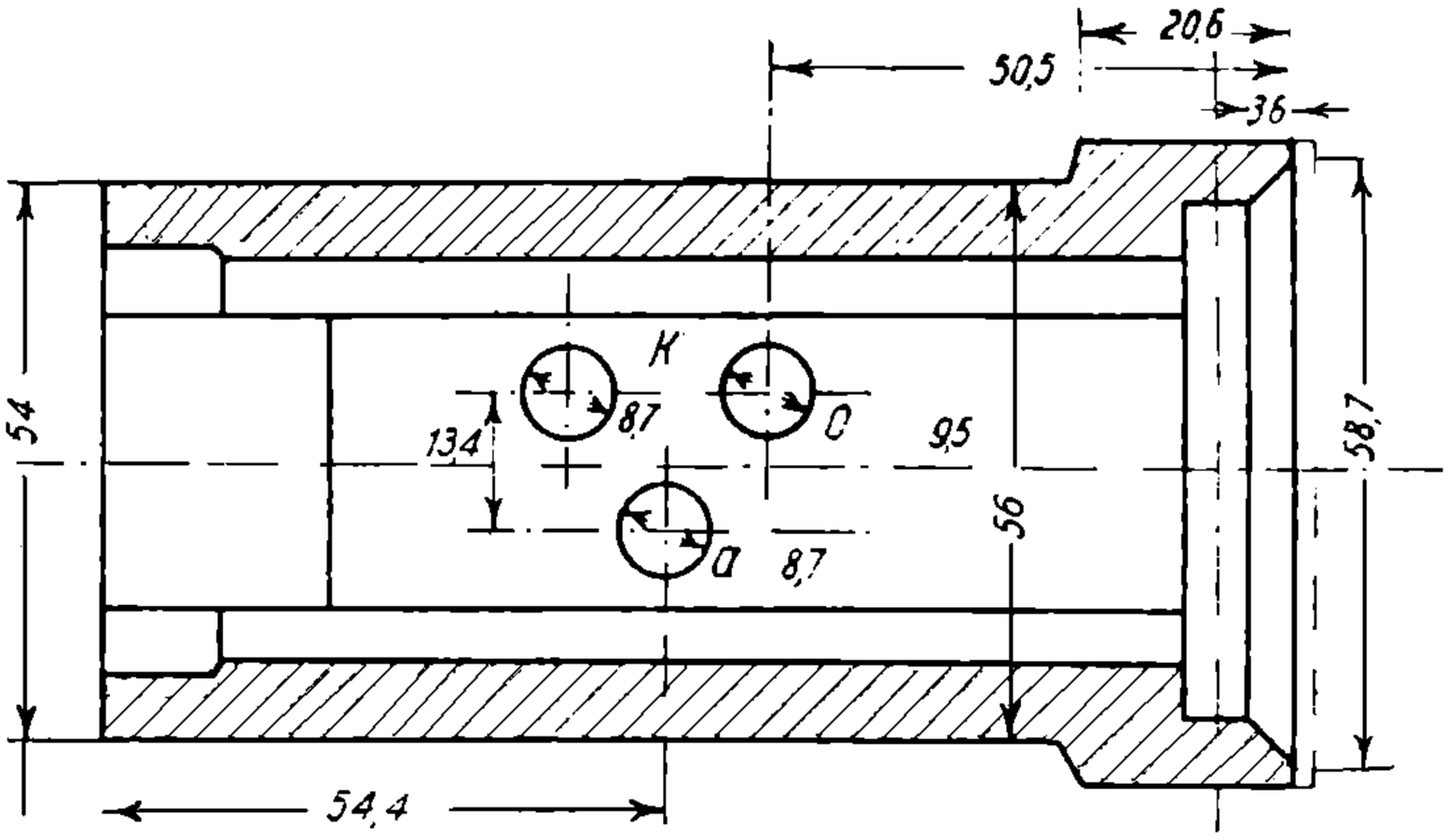


Фиг. 105. Золотниковая втулка тройных клапанов для тормозных цилиндров 8″ и 10″.

Все перечисленные отличия скородействующих тройных клапанов первой и второй групп имеют целью увеличить мощность последних,

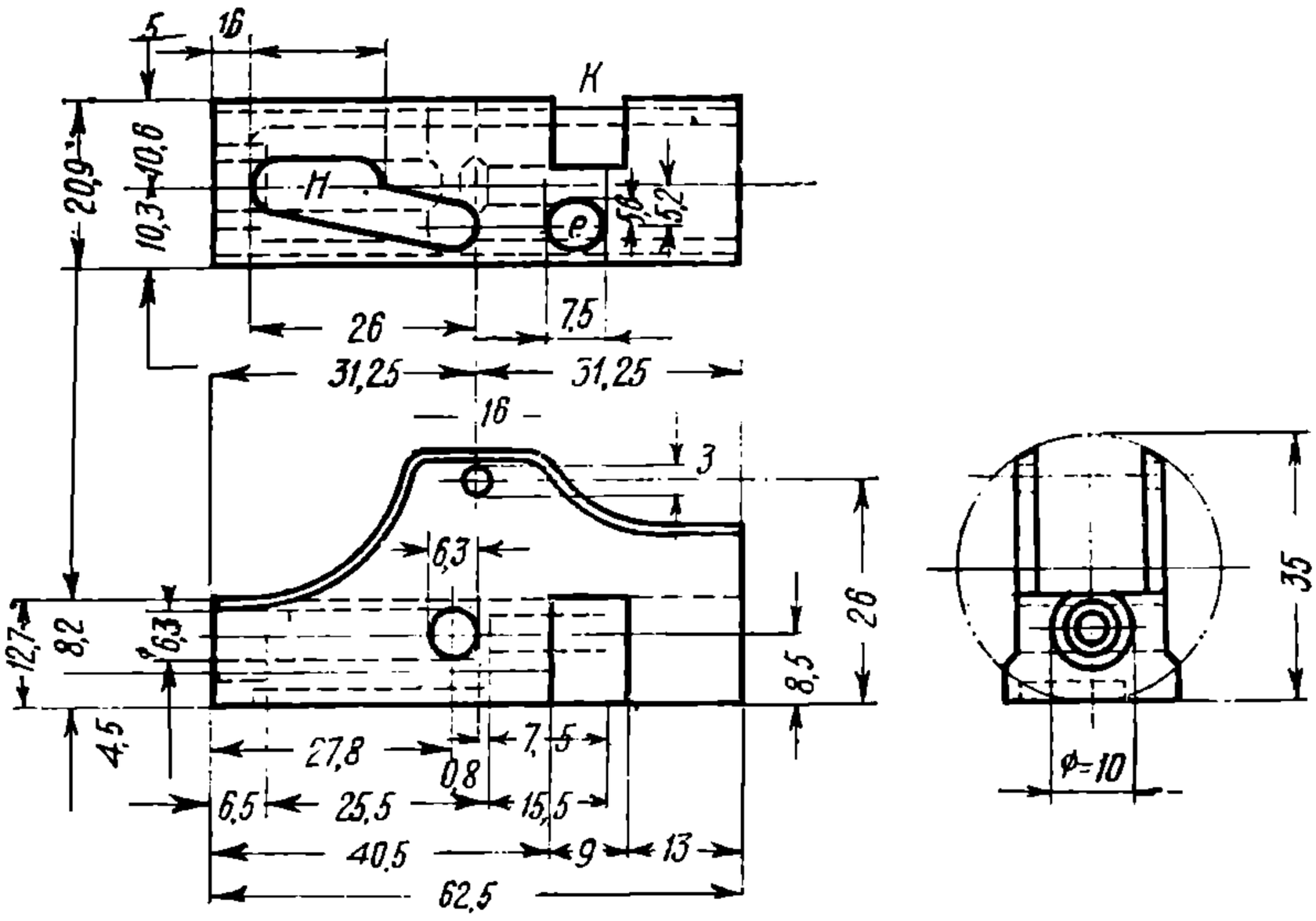
НВ УДУНТ (ДІІТ)

имея в виду, что они предназначены обслуживать тормозные цилиндры с значительно большим об'емом.



Фиг. 106. Золотниковая втулка тройных клапанов для тормозных цилиндров 12″, 14″ и 16″.

Это еще раз подтверждает, что при постановке скородействующих и вообще тройных клапанов Вестингауза на место необходимо руководствоваться табл. 9 и ставить только такой клапан, который по своим



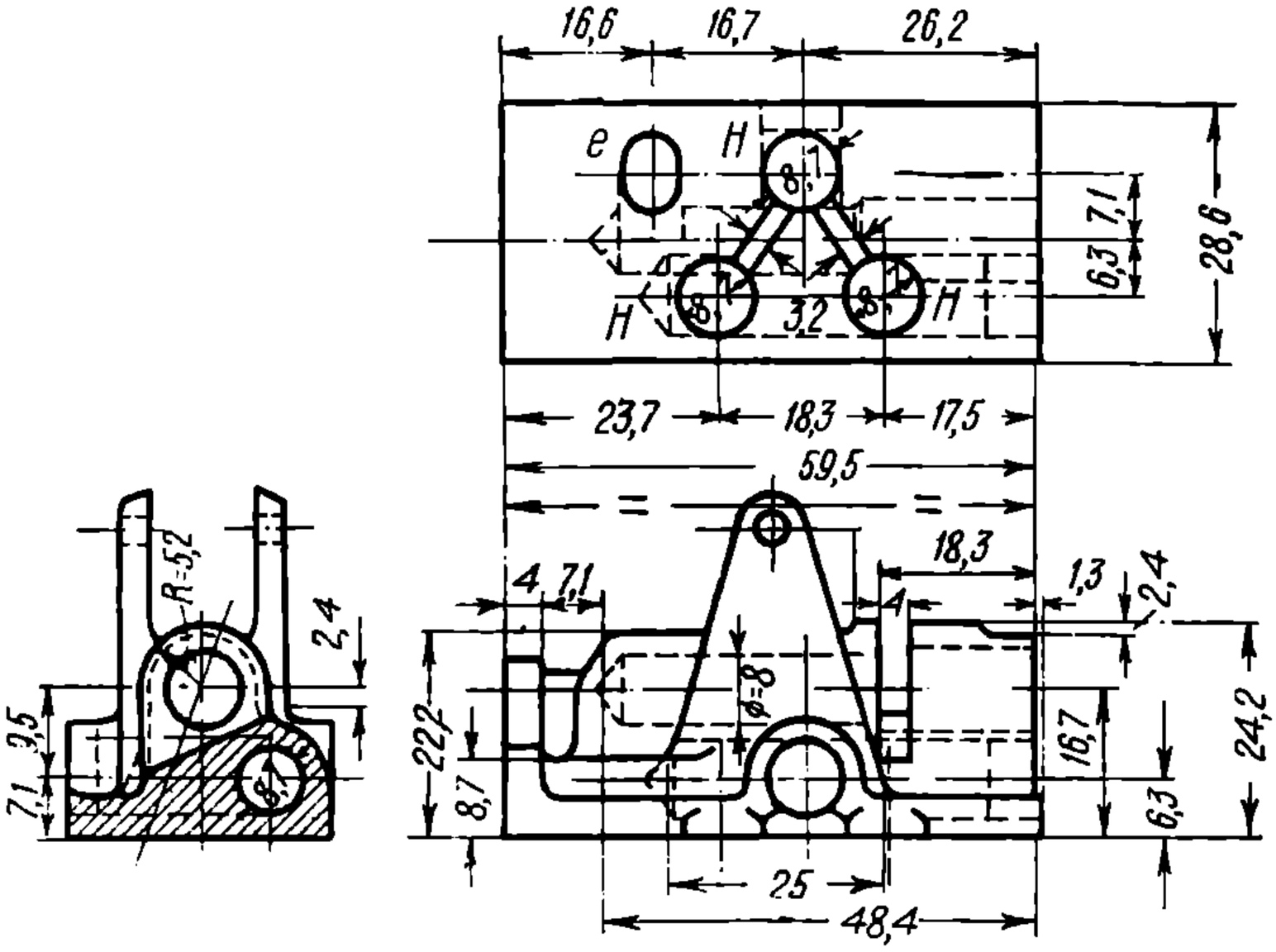
Фиг. 107 Распределительный золотник тройных клапанов для цилиндров 8″ и 10″.

размерам подходит к размерам тормозного цилиндра иначе тормоз будет работать неправильно.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Внутри ускорителя в верхней его части помещается так называемый ускорительный поршень *13* с малым калиброванным отверстием *г*. Ускорительный поршень поддерживается в верхнем положении стержнем верхнего ускорительного клапана *17*. Ниже ускорительного поршня помещается гнездо *8* верхнего ускорительного клапана *17—18*. Между ускорительным поршнем и гнездом верхнего ускорительного клапана образуется камера *Ц*, постоянно сообщенная с тормозным цилиндром.

Верхний ускорительный клапан, состоящий из двух частей — самого клапана *18* с кожаной прокладкой *16* и стержня *17*, свернутых в одно целое,— поддерживается в верхнем положении и прижимается к своему



Фиг. 108. Распределительный золотник тройных клапанов для цилиндров 12″, 14″ и 16″

гнезду пружиной *20*, помещенной внутри нижнего ускорительного клапана *19*.

Нижний ускорительный клапан *19* большой пружиной прижимается к нижнему гнезду. Между верхним и нижним ускорительными клапанами образуется камера *У*. Под нижним ускорительным клапаном помещается воздухоочистительная камера *Н* с отростком для трубки, соединяющей тройной клапан с магистралью.

В корпусе ускорителя имеется переключательная пробка с ручкой *26*, с помощью которой можно выключить тройной клапан и тормоз в целом из действия, включить один ускоритель или включить тройной клапан в действие с ускорителем. В соответствии с этим ручка переключательной пробки ускорителя имеет три положения.

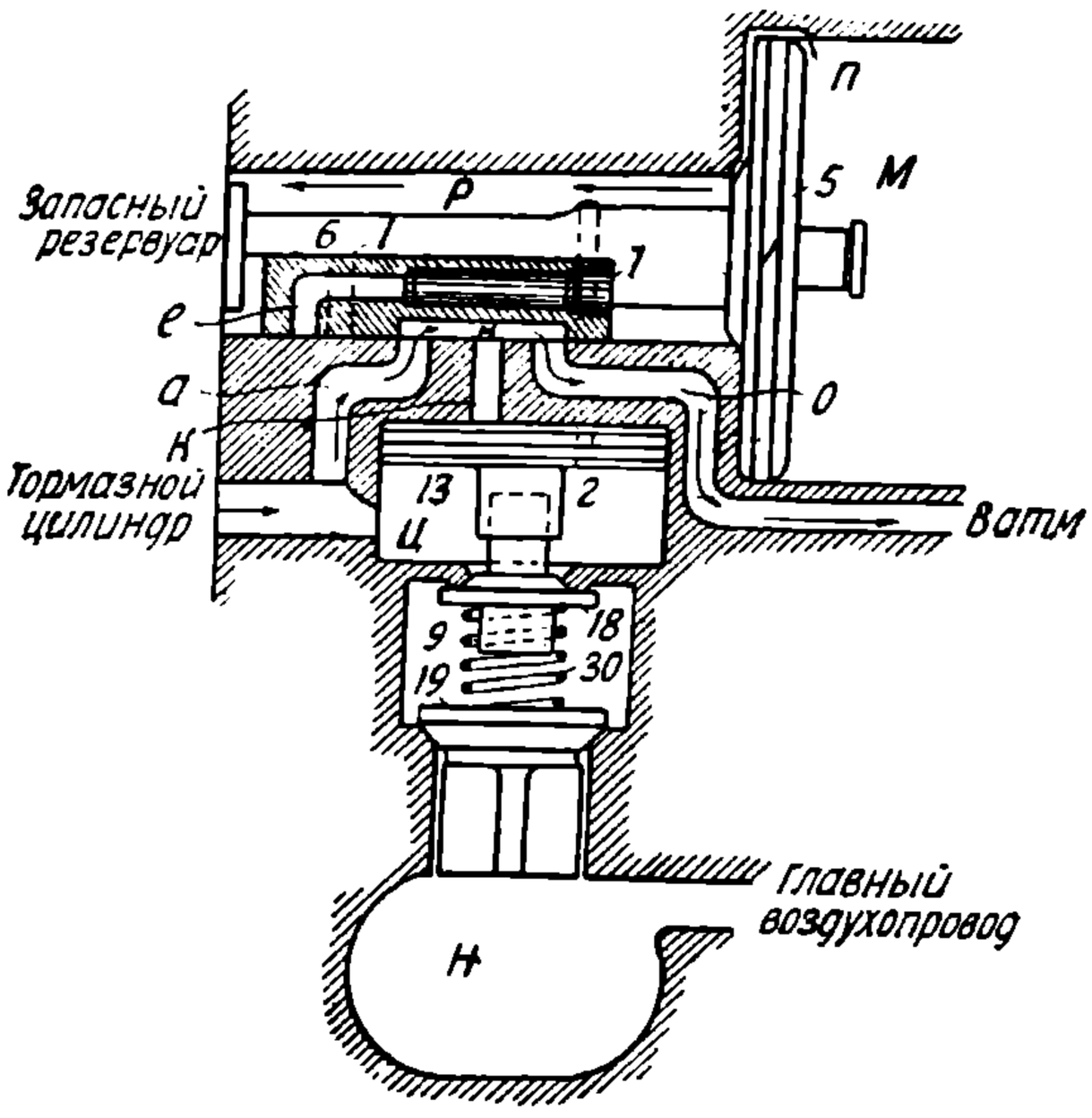
Скородействующий тройной клапан имеет привалочную плоскость или фланец, которым он укрепляется к тормозному цилиндру, в некоторых же случаях к запасному резервуару, когда тормозной цилиндр и запасный резервуар представляют собою одно целое, а иногда — к особому кронштейну, представляющему собою такой же фланец с двумя отверстиями и штуцерами.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Так же как и обыкновенный тройной клапан, скородействующий клапан соединяется: 1) отростком *E* с магистралью, 2) непосредственно золотниковой камерой *P* с запасным резервуаром, для чего от привалочной плоскости или от фланца тормозного цилиндра к запасному резервуару имеется особая трубка, и 3) отверстием во фланце и привалочной плоскости тормозного цилиндра с тормозным цилиндром.

б) Работа тройного клапана

Зарядка. При нормальном положении частей скородействующего тройного клапана, как показано на фиг. 102, и на схеме фиг. 109, соответствующем зарядке или спокойному состоянию заряженного тормоза, сжатый воздух из магистрали—отростком *E*, по вертикальному каналу *M*, через два отверстия *i* в крышке поступает в магистральную камеру *M*, откуда по питательной канавке *n* протекает в золотниковую камеру *P* и дальше в запасный резервуар.



Фиг. 109. Схема работы скородействующего тройного клапана (I пол.).

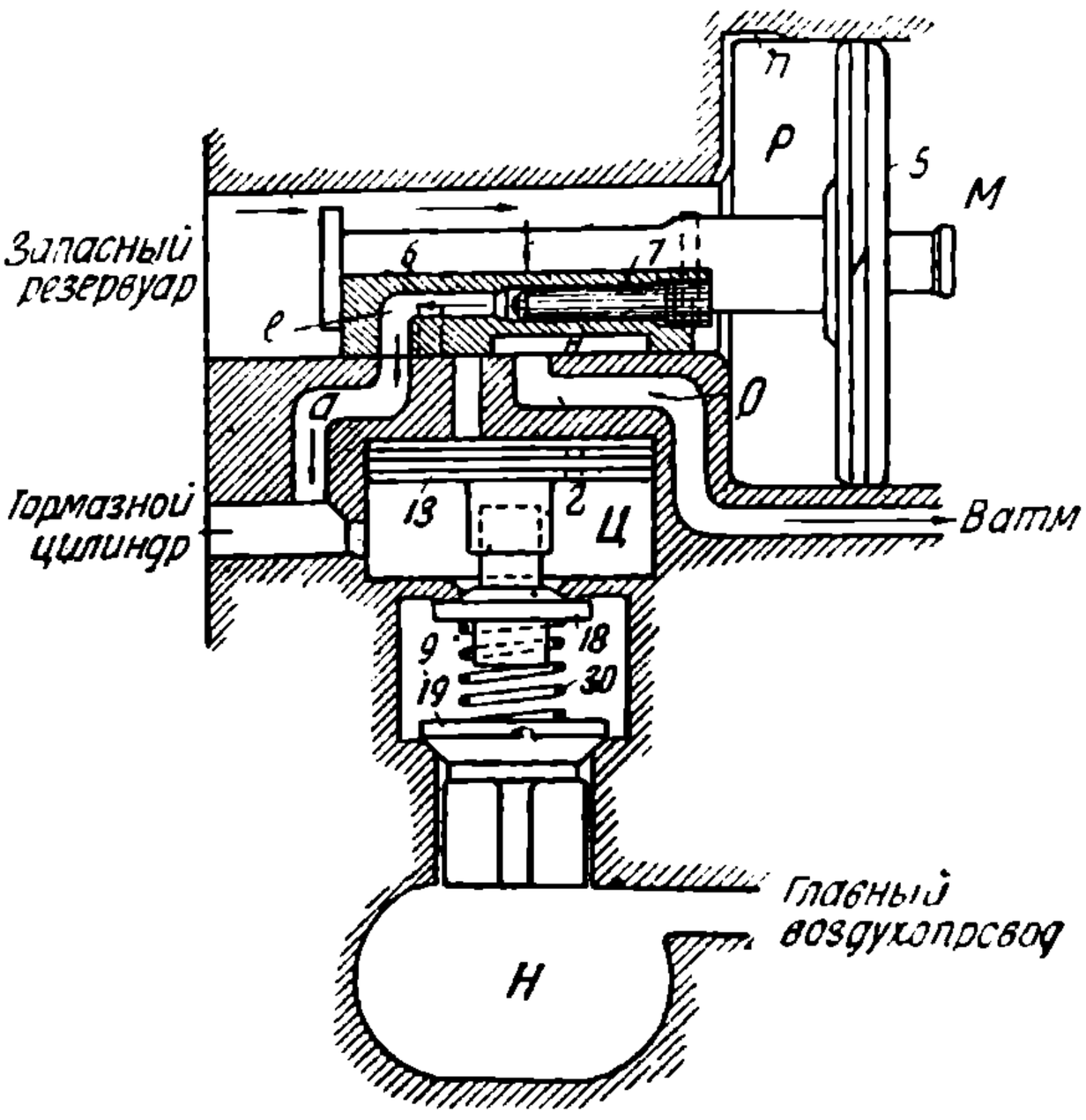
В это же время сжатый воздух поступает в воздухоочистительную камеру *H*, слегка приподнимает нижний ускорительный клапан *19* и заполняет камеру *У* между верхним и нижним ускорительными клапанами. Верхний ускорительный клапан еще сильнее прижимается к своему гнезду.

При этом положении частей скородействующего тройного клапана тормозной цилиндр и камера *Ц* под ускорительным поршнем сообщены с атмосферой по каналу *а* в теле клапана через выемку *О* в золотнике и по атмосферному каналу *с* в зеркале золотника, также и пространство над ускорительным поршнем по каналу *к*, в теле клапана выемкой *О* в золотнике и каналом *с* сообщается с атмосферой.

Служебное торможение. При служебном торможении четвертым положением ручки крана машиниста или вообще при умеренном (медленном) снижении давления в магистрали распределительный поршень 5, вследствие перевеса давления со стороны золотниковой камеры *P*, передвигается в сторону магистральной камеры *M* до упора своим выступом в конец упорного стержня *21*, открывая уравнительным стержнем канал *е* служебного торможения и передвигая с собою золотник, как показано на схеме фиг. 110. При этом положении распределительного

НБ УДУТ (ДИТ)

поршня и золотника канал *е* служебного торможения в золотнике приходит в совпадение с тормозным каналом *а*. Сжатый воздух из запасного резервуара под уравнительный стержень по каналу *е* в золотнике и каналу *а* в теле клапана поступает в тормозной цилиндр. Сообщение каналов служебного торможения в золотнике и в теле клапана и перетекание сжатого воздуха из запасного резервуара в тормозной цилиндр совпадает с тем моментом, когда распределительный поршень упрется своим выступом в конец упорного стержня *21*. Благодаря тому, что давление в запасном резервуаре и в золотниковой камере *Р* быстро понизится, распределительный поршень не сможет сжать пружину *22* упорного стержня *21*, и в этом положении остановится.



Фиг. 110. Схема работы скородействующего тройного клапана (II пол.).

В этом случае все части ускорителя остаются неподвижными. Сжатый воздух, заполняя тормозной цилиндр, одновременно заполняет и камеру *Ц* под ускорительным поршнем и через отверстие *г* в поршне протекает в пространство над поршнем, не изменяя его нормального положения, а также и положения ускорительных клапанов.

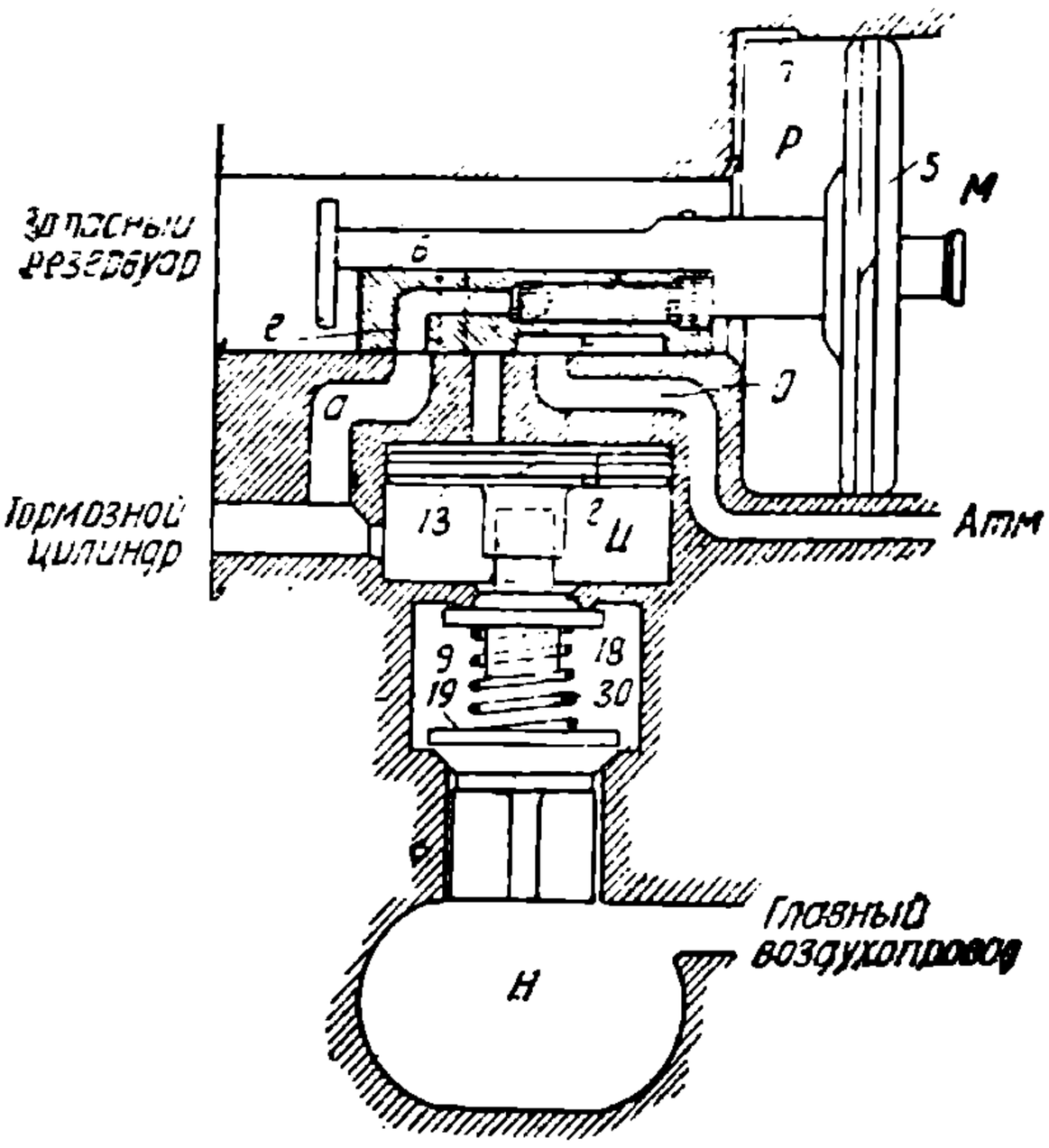
Перекрыша. Как только давление в запасном резервуаре и в золотниковой камере *Р* вследствие перехода части воздуха в тормозной цилиндр окажется несколько ниже давления в магистрали, распределительный поршень несколько отодвигается обратно в сторону золотниковой камеры, только на величину свободного хода золотника, не трогая самого золотника и занимает положение, как показано на схеме фиг. 111. Уравнительный стержень закрывает канал *е* служебного торможения в золотнике и прекращает дальнейшее перетекание сжатого воздуха из запасного резервуара в тормозной цилиндр.

Такое положение частей тройного клапана называется положением перекрыши, так как при этом положении магистраль, запасный резервуар и тормозной цилиндры разобщены между собою и закрыты, не имея выхода для сжатого воздуха. Это положение тройного клапана совпадает с таким же третьим положением перекрыши ручки крана машиниста.

Ступенчатое торможение. Если давление в главном воздухопроводе еще понижено дополнительно, то перевесом давления со стороны запасного резервуара распределительный поршень 5 вновь передвигается в сторону магистральной камеры (вправо) настолько, что уравнительный стержень

НБ УДУНТ (ДІІТ)

откроет доступ воздуха в канал *е* служебного торможения золотника; благодаря этому в тормозной цилиндр снова будет поступать сжатый воздух, увеличивая давление в нем, и будет поступать до тех пор, пока давление в запасном резервуаре и в золотниковой камере *Р* не станет несколько ниже, чем в главном воздухопроводе и в магистральной камере *М*. Как только давление в запасном резервуаре станет ниже, распределительный поршень 5 переместится в сторону золотниковой камеры *Р* (влево), уравнительный стержень закроет канал *е* служебного торможения, и пополнение тормозного цилиндра прекратится. Такое подтормаживание можно производить по тех пор, пока наконец не получится полное служебное торможение, при котором давление в тормозном цилиндре сделается равным давлению в запасном резервуаре.



Фиг. 111. Схема работы скородействующего тройного клапана (III пол.).

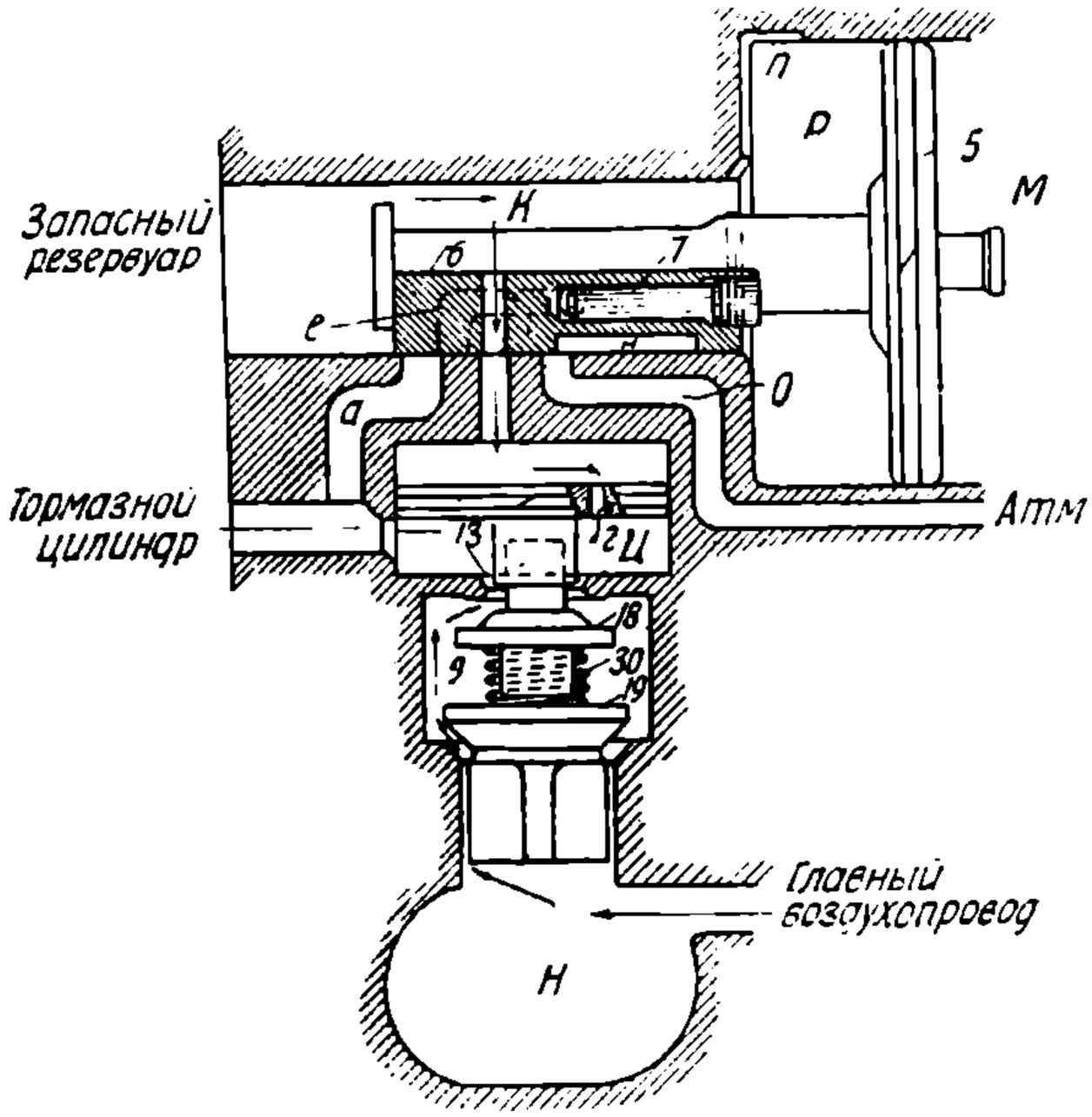
Если по достижении полного торможения продолжать дальнейший выпуск воздуха из магистрали быстро или медленно, все равно перевес давления на распределительный поршень 5 со стороны золотниковой камеры *Р* передвинет его в крайнее правое положение и прижмет к кожаной прокладке *10*. Золотник *6* при этом встанет в такое положение, что боковой вырез *i* в теле его будет против канала экстренного торможения в зеркале, но перетекания воздуха не будет, так как давление в запасном резервуаре, тормозном цилиндре и магистрали уже раньше сравнялось; части ускорителя также останутся неподвижными или вернее, ускоритель действовать не будет. В этом случае скородействующий тройной клапан работает как обыкновенный.

Экстренное торможение. При экстренном торможении быстрым снижением давления в магистрали (не менее чем на 0,6—0,7 *ат*) пятым положением ручки крана образуется более значительный перевес давления на распределительный поршень со стороны золотниковой камеры *Р*. Поэтому поршень быстро и с большой силой переместится в сторону магистральной камеры *М*, упираясь своим выступом в конец упорного стержня *21*, сожмет его пружину и займет крайнее положение, как показано на схеме фиг. 112, прижавшись к кожаной прокладке *10*. При этом положении поршня каналы служебного торможения перекрываются, но боковой вырез *i* в золотнике приходит в совпадение с каналом *к* экстренного торможения в зеркале. У тройных клапанов, предна-

РЕПОЗИТОРИЙ УДИИТ (ДИТ)

значенных для больших тормозных цилиндров, бокового выреза в золотнике нет; там канал *к* экстренного торможения открывается кромкой золотника.

Сжатый воздух из запасного резервуара, не попадая в канал служебного торможения и минуя уравнительный стержень, поступает по каналу *к* экстренного торможения непосредственно в пространство над ускорительным поршнем *13*. В ускорительном поршне *13* имеется малое калиброванное отверстие *г*, через которое воздух начинает проходить в пространство *Ц* под ускорительным поршнем и далее в тормозной цилиндр; но так как отверстие *г* в ускорительном поршне значительно меньше канала экстренного торможения, то воздух, не успевая уходить в тормозной цилиндр, образует в пространстве над ускорительным поршнем подпор, и перевесом давления на верхнюю площадь ускорительный поршень опускается в нижнее положение, нажимая на стержень *17* верхнего ускорительного клапана *18*.



Фиг. 112. Схема работы скородействующего тройного клапана (IV пол.)

Верхний ускорительный клапан *18* под действием ускорительного поршня также опускается вниз и открывает выход сжатому воздуху из междуклапанной камери У, тоже в тормозной цилиндр. Давление в междуклапанной камере У быстро понижается, поэтому на нижний ускорительный клапан *19* образуется перевес оставшегося давления в магистрали и очистительной камере *Н* снизу. Этим перевесом нижний ускорительный клапан *19* поднимается и остатки воздуха из магистрали под нижний ускорительный клапан и через верхний ускорительный клапан поступают в тормозной цилиндр.

Когда наступит равновесие давлений на нижний ускорительный клапан, на который снизу действует остаток давления в магистрали, а сверху давление тормозного цилиндра, большая пружина и собственный вес клапана, то нижний ускорительный клапан опустится вниз и закроет проход воздуха из магистрали в тормозной цилиндр. Дальнейшее наполнение тормозного цилиндра до полного торможения будет происходить исключительно через малое отверстие в ускорительном поршне. Равновесие на нижний ускорительный клапан наступит в тот момент, когда давление в тормозном цилиндре будет на 0,5 *ат* ниже остатка давления в магистрали. Например, если машинист экстренным торможением сразу

НБ УДУНТ (ДІІТ)

понизил давление в магистрали с 5 *ат* до 4 *ат*, то остаток воздуха из магистрали от 4 *ат* будет поступать в тормозной цилиндр до тех пор, когда в тормозном цилиндре давление достигнет 2 *ат*, а в магистрали останется 2,5 *ат*. После этого нижний ускорительный клапан под действием большой спиральной пружины *30* и собственного веса сядет на место и прекратит дальнейшее поступление сжатого воздуха из магистрали в тормозной цилиндр, но наполнение тормозного цилиндра будет продолжаться до тех пор, пока давление в нем не сравняется с давлением в запасном резервуаре. Положения полной перекрыши при экстренном торможении в скородействующем тройном клапане не может быть, следовательно, не может быть и ступенчатого или частичного торможения.

Таким образом при экстренном торможении сжатый воздух поступает в тормозной цилиндр из двух источников: 1) из запасного резервуара по каналу экстренного торможения и через малое отверстие в ускорительном поршне и 2) из магистрали под нижний ускорительный клапан, через междуклапанную камеру *У*, верхний ускорительный клапан и пространство или камеру *Ц*. Отверстие *г* в ускорительном поршне *13* делается около 2 *мм* и этим замедляется течение воздуха из запасного резервуара в тормозной цилиндр для того, чтобы в процессе экстренного торможения за короткий промежуток времени возможно больше выхватить воздуха из магистрали. Этим отверстием можно регулировать забор воздуха из магистрали при экстренном торможении: чем меньше отверстие *г* в ускорительном поршне, тем больше будет забираться воздуха из магистрали, с увеличением отверстия *г* забор воздуха из магистрали уменьшается.

При экстренном торможении работой скородействующего тройного клапана и главным образом благодаря действию ускорителя действие тормоза в значительной мере улучшается; можно отметить три фактора или момента улучшения:

1. Вследствие выпуска сжатого воздуха из магистрали не только через кран машиниста в атмосферу, но и под каждым тормозным вагоном через ускорители тройных клапанов в тормозные цилиндры достигается ускорение понижения давления по всей магистрали и ускорение распространения действия тормоза вдоль всего поезда. При понижении давления в магистрали только краном машиниста сжатый воздух от задних вагонов идет к переду со скоростью 79 — 80 *м/сек*. Поэтому всегда сначала начинают тормозиться передние вагоны, начиная с первого, и поочередно, вагон за вагоном, действие тормоза распространяется от головы к последнему хвостовику-вагону с той же скоростью, с какой движется по магистрали воздух, т. е. 70—80 *м/сек*. При составе нормального пассажирского поезда в 300 *м* последний вагон затормозится приблизительно через пять секунд после того, как машинист переведет ручку крана в четвертое положение, и через четыре секунды после того, как затормозится передний вагон. При экстренном торможении сжатый воздух из магистрали забирается под каждым вагоном ускорителями тройных клапанов, и ему не приходится проходить вдоль всего поезда от хвоста к паровозу, поэтому распространение действия тормоза по поезду проходит со скоростью 150 — 160 *м/сек*. При том же составе в 300 *м* последний вагон затормозится через две секунды после того, как машинист переведет ручку крана в положение экстренного торможения. Забор воздуха из

УДИТ НБ (ДИТ)

магистрали называется дополнительной разрядкой и применяется во всех современных тормозах.

2. Сжатый воздух из магистрали при экстренном торможении благодаря действию ускорителей значительной частью поступает в тормозные цилиндры. Вследствие этого получается увеличение давления в тормозных цилиндрах, увеличение тормозной силы каждого вагона в отдельности и всего поезда в целом. При служебном торможении, когда скородействующие тройные клапаны работают как обыкновенные, среднее давление в тормозных цилиндрах по всему поезду будет около 3,5 *ат*. При экстренном торможении благодаря забору воздуха в тормозные цилиндры из магистрали давление в цилиндрах по всему поезду в среднем будет около 4,1 *ат*. Следовательно, тормозная сила каждого вагона и всего поезда в целом при экстренном торможении будет на 15 — 17% больше, чем при служебном торможении и при обыкновенном тройном клапане.

3. Сжатый воздух из магистрали при экстренном торможении не выпускается весь наружу, а часть его используется в тормозных цилиндрах, благодаря чему получается некоторая экономия расходов сжатого воздуха, в среднем около 3 *л* на каждый тормозной цилиндр за одно торможение. При наличии 15 тормозных вагонов это уже дает 45 *л* за каждое торможение.

Отпуск тормозов или оттормаживание при скородействующем тройном клапане происходит таким же образом, как и при обыкновенном тройном клапане. Повышением давления в магистрали и магистральной камере *M* тройного клапана распределительный поршень перевесом давления со стороны магистральной камеры передвигается обратно в сторону золотниковой камеры *P* и занимает нормальное положение, при котором откроется питательная канавка и начнется пополнение запасного резервуара, а золотник своей выемкой сообщит канал *a* тормозного цилиндра с атмосферным, и воздух из тормозного цилиндра будет уходить наружу. В процессе отпуска ускоритель никакого участия не принимает и части его остаются неподвижными, за исключением нижнего ускорительного клапана, который слегка приподнимается при повышении давления в магистрали и пропускает некоторое количество воздуха из магистрали в междуклапанное пространство *У*.

В целях более плавного отпуска тормозов по всему поезду и во избежание толчков в отдельных вагонах при отпуске выход воздуха из тормозных цилиндров замедляется путем стеснения выпускного канала, в который ввертывается пробка с калиброванным отверстием.

Несмотря на некоторые положительные качества в работе скородействующего тройного клапана, он для службы в товарных поездах непригоден по следующим причинам:

1. При служебном торможении, помимо медленного распространения тормозной волны по поезду действие тормоза в длинных составах товарных поездов может распространиться приблизительно на 30—40 товарных вагонов или на длину магистрали около 300 *м;* дальше тормоз действовать не будет, а экстренное торможение в товарных поездах совсем применять нельзя, так как экстренным торможением легко можно разорвать поезд.

НТБ УДУНТ (ДІІТ)

Таблица 9

Размеры калиброванных отверстий в скородействующем тройном клапане

Для цилиндров (в дюймах)		8″	10″	12″	14″	16″
Тройной клапан, комплектный условный номер по каталогу Вестингауза 1914 г.		216	217	218	219	220
Размеры питательной канавки *п*	ширина	1,9	2,3	2,6	2×2,1	2×2,25
	глубина	0,95	1,15	1,3	2×1,05	2×1,2
Диаметр впускного отверстия *г* в ускорительном поршне *13* . . .		1,6	1,9	2,2	2,5	2,8
Диаметр тормозного канала *а* в зеркале золотника		5,6	5,6	8,7	8,7	8,7
Диаметр выпускного отверстия в пробке выпускного канала		3,0	4,0	4,7	5,5	6,5

Дальше 30—40 вагонов от головы тормоз при служебном торможении действовать не будет, потому что при выпуске сжатого воздуха из магистрали через кран машиниста четвертым положением ручки машиниста понижение давления в магистрали головной части поезда происходит сравнительно быстро, но чем дальше от головы, понижение происходит медленнее и за 30 — 40 вагонов, или за 300 *м*, от паровоза понижение давления в магистрали происходит настолько медленно, что сжатый воздух из запасного резервуара и золотниковой камеры *Р* по питательной канавке *п*, несмотря на ее малые размеры, успевает переходить в магистральную камеру и в магистраль. Давление в запасном резервуаре и золотниковой камере *Р* понижается одновременно с понижением давления в магистрали и магистральной камере *М*. По обе стороны распределительного поршня давление остается одинаковым, а если и получается разница, то столь незначительная, что образующийся перевес не может сдвинуть распределительный поршень. Сжатый воздух из запасных резервуаров задних вагонов постепенно уходит наружу, а тормоза их остаются бездействующими, и происходит полная разрядка запасных резервуаров.

2. Скородействующий тройной клапан быстро передает тормозную волну вдоль поезда только при экстренных торможениях, и то только в том случае, если все вагоны под ряд тормозные, или между тормозными вагонами имеются пролетные, но не более 5 вагонов под ряд. При наличии 6 — 7 рядом стоящих пролетных вагонов между двумя тормозными действие ускорителя тормозного вагона, стоящего за пролетными, не будет вызвано, и все последующие за этим тормоза сработают без ускорителя с возможностью отказа в действии хвостовых тормозов.

3. При любом торможении,— служебном или экстренном, скородействующий тройной клапан очень быстро наполняет тормозные цилиндры, вследствие чего в товарных поездах при слабо свернутых стяжках вполне

НБ УАДУНТ (ДІІТ)

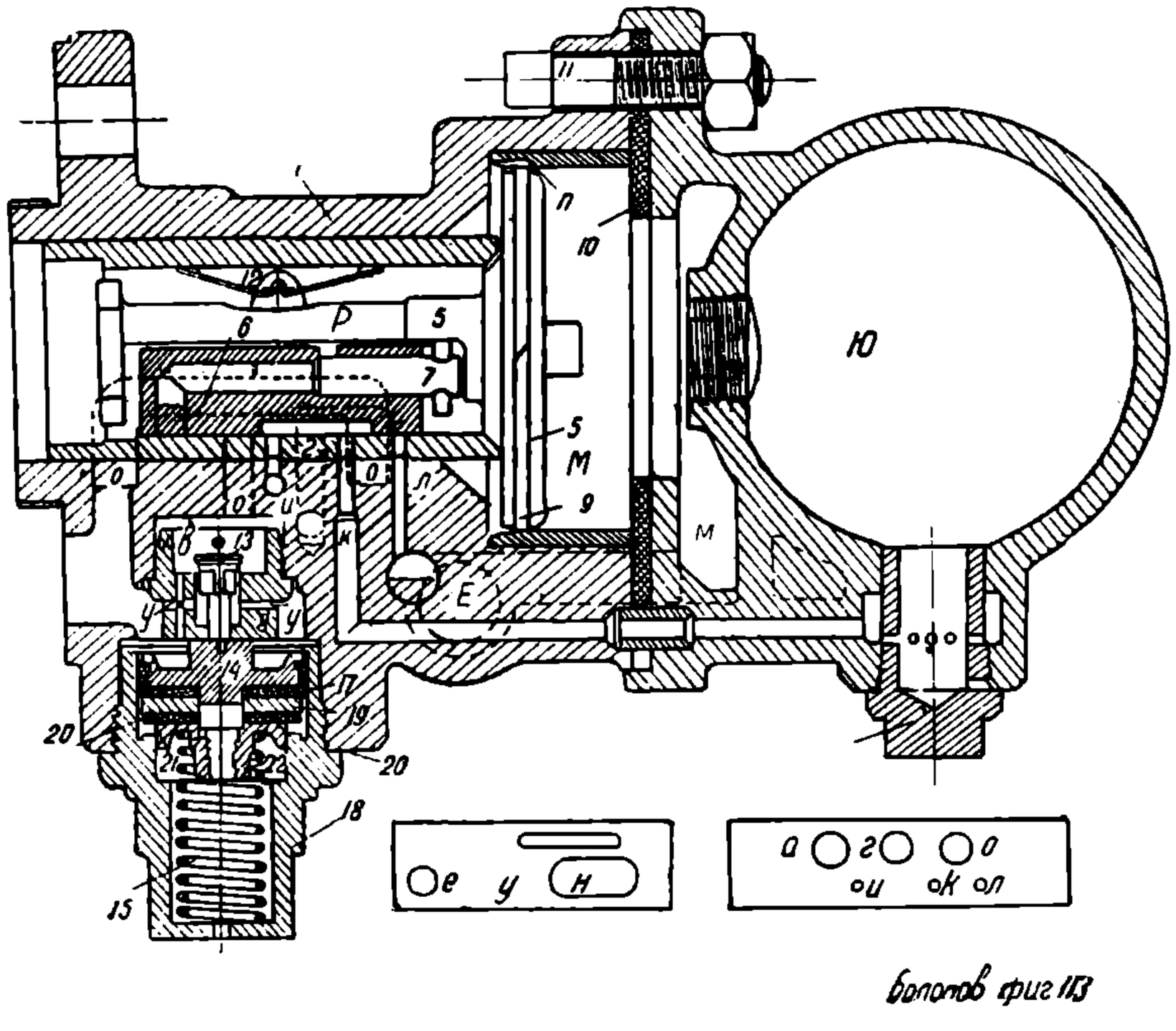
возможны сильные толчки с последующим обрывом упряжных приборов. Поэтому постановка и включение в действие скородействующего тройного клапана в товарных поездах, даже в единичном порядке, не допускается.

8. Тройной клапан, усовершенствованный и универсальный

а) Устройство тройного клапана

Усовершенствованный тройной клапан является распределителем товарного типа и устанавливается на вагонах исключительно товарного парка, для службы в пассажирских поездах этот тройной клапан не пригоден.

Усовершенствованный тройной клапан (фиг. 113) по своему внутреннему устройству разделяется на три части: а) основная часть, представ-



Фиг. 113. Тройной клапан усовершенствованный.

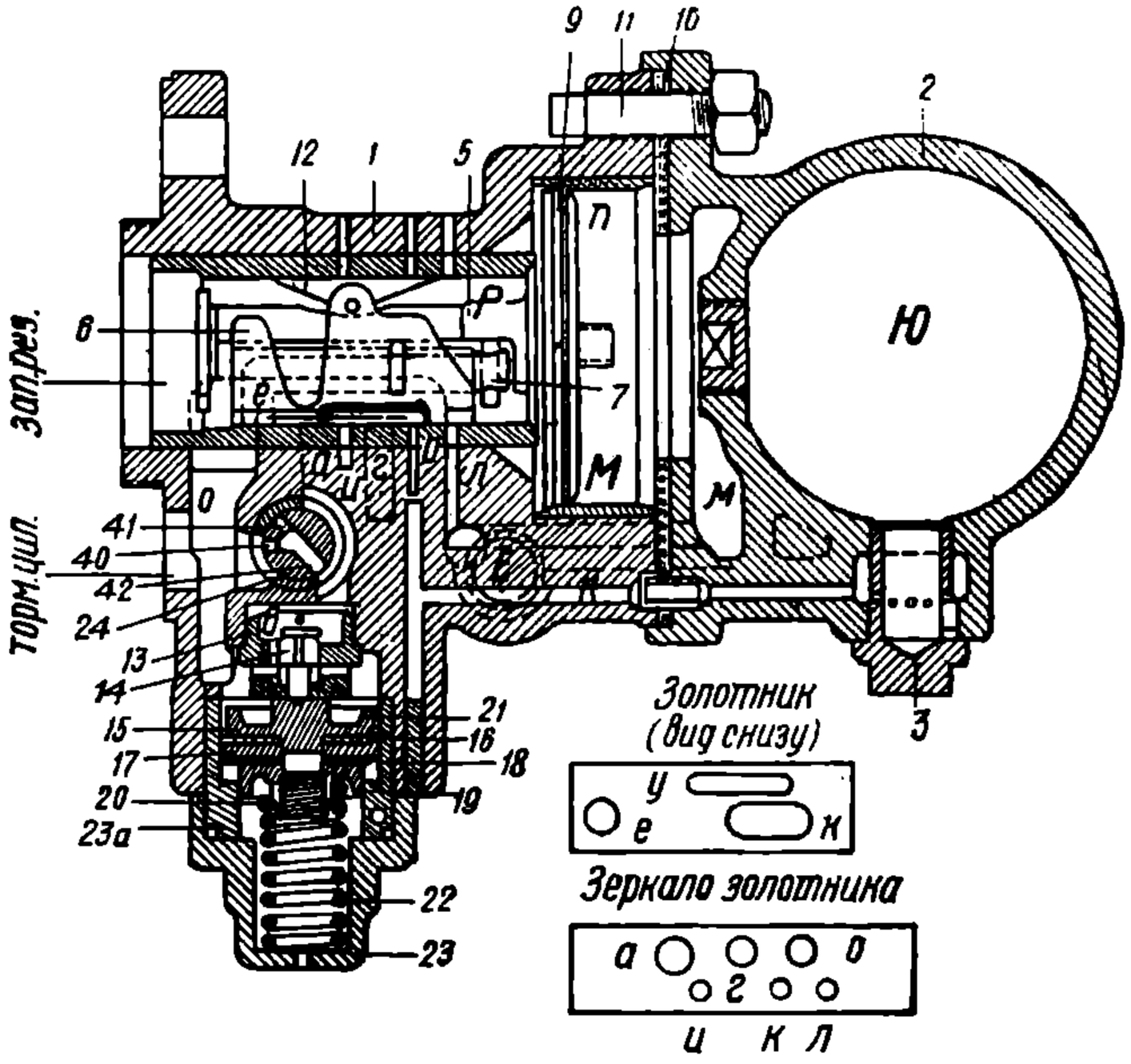
ляющая подобие обыкновенного тройного клапана с распределительным поршнем *5*, золотником *6* и уравнительным стержнем *7;* б) ускорительная камера *Ю*, помещенная в крышке основной части; в) регулятор впуска воздуха в тормозной цилиндр, или, как его иначе всюду называют, «скачок».

Основная часть усовершенствованного тройного клапана отличается от обыкновенного и такой же основной части скородействующего тройных клапанов только формой золотника, расположением и количеством каналов как в золотнике, так и в зеркале, в остальном имеется полное сходство.

РГБ УДМИТ (ДІІТ)

В золотнике этого тройного клапана, помимо обычного канала *е* служебного торможения и выемки *н* для отпуска, имеется еще вторая выемка *У*, посредством которой магистраль во время торможения сообщается с ускорительной камерой *Ю*. В зеркале золотника имеется три дополнительных канала: канал *л* от главного воздухопровода, канал *к* — в ускорительную камеру и канал *и* — в атмосферу.

Ускорительная камера *Ю* заменяет собою крышку тройного клапана со спускной пробкой *4* в нижней части. Об'ем самой камеры *Ю* берется от 0,25 до 0,8 *л* в зависимости от длины той единицы подвижного состава, для которой предназначается тройной клапан, и допускаемого коли-



Фиг 114. Тройной клапан универсальный

чества пролетных вагонов в поезде. На нашей сети этот об'ем принят средним в 0,5 *л*.

Регулятор впуска воздуха в тормозной цилиндр,— для краткости будем называть в дальнейшем «скачок»,— расположен в нижней части тройного клапана и состоит из малого скачкового клапана *13*, помещенного в гнезде *8*, и поршня *14*, помещенного в особом стакане *18*. Поршень *14* в спокойном состоянии тормоза поддерживается в верхнем положении пружиной *15* и, подпирая клапан *13*, держит его в открытом состоянии. Сопротивление пружины *15* рассчитано на 0,5—1,0 *ат* давления на площадь поршня *14*. В гнезде скачкового клапана имеется малое калиброванное отверстие *13*, размер которого в зависимости от размеров тормозного цилиндра делается от 0,75 до 1,7 *мм*.

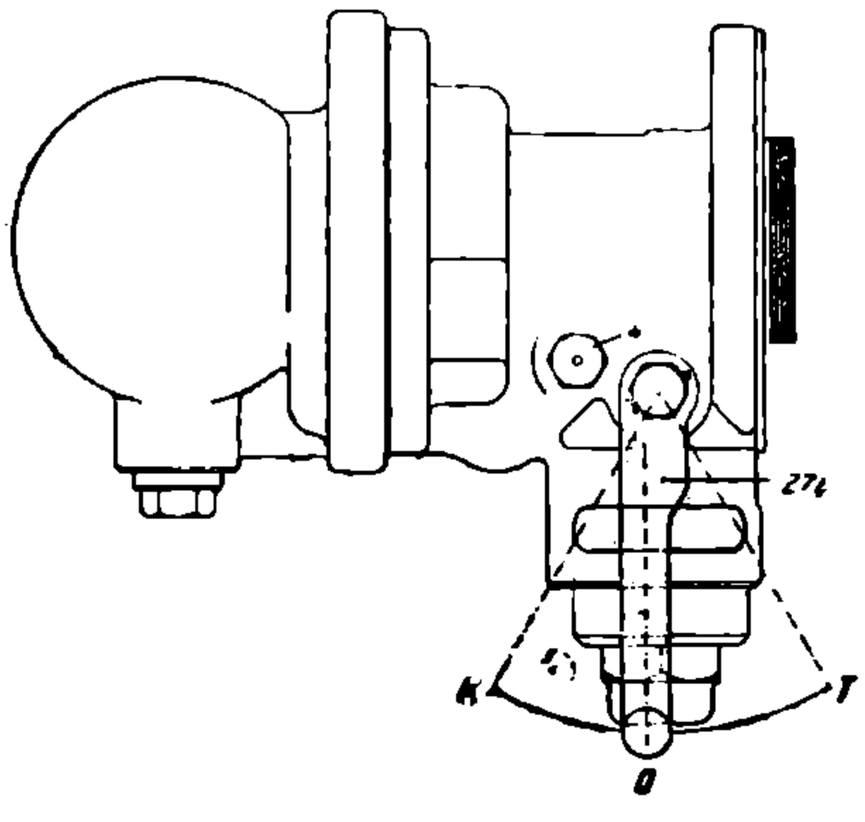
Для того чтобы приспособить усовершенствованный тройной клапан со всеми его положительными качествами для службы как в товарных, так и в пассажирских поездах в нем сделана переключательная пробка *24*

НБ УДУНТ (ДІІТ)

(фиг. 114). Такой тройной клапан с переключательной пробкой назван универсальным усовершенствованным, т. е. пригодным для любых поездов и всех видов подвижного состава (вагонов и паровозов).

В старом американском универсальном усовершенствованном тройном клапане, установленном на большегрузных вагонах и полувагонах американской постройки (фиг. 115), ручка переключательной пробки имеет три положения или так называемых режима: товарный, пассажирский и курьерский. Универсальный усовершенствованный тройной клапан постройки тормозных заводов СССР имеет только два положения ручки или два режима: товарный и пассажирский.

Переключательная пробка расположена на пути прохода сжатого воздуха из запасного резервуара в тормозной цилиндр, или, вернее, на тормозном канале *а*. У американского тройного клапана в переключательной пробке имеется два, расположенные под углом, круглые отверстия или каналы *40* и *41* (фиг. 114) различного диаметра, малое отверстие пассажирского режима *40* имеет размер 2 *мм*, большое отверстие курьерского режима имеет размер 3 *мм*. У тройного клапана постройки тормозных заводов СССР имеется одно большое отверстие *41*. На фиг. 114 изображен американский универсальный усовершенствованный клапан с двумя отверстиями в переключательной пробке, пробка же изображена в среднем положении, соответствующем пассажирскому режиму.



Фиг. 115. Положение ручки переключательной пробки универсального тройного клапана.

б) Работа тройного клапана

Зарядка. При нормальном положении частей тройного клапана, как показано на чертеже фиг. 114, соответствующем зарядке тормоза, спокойному состоянию после зарядки и отпуску, сжатый воздух из главного воздухопровода по каналу *Ю* поступает в магистральную камеру *М*, протекает по питательной канавке *п* под набивочное кольцо поршня в золотниковую камеру *Р*, а затем в запасный резервуар. Таким образом по обе стороны распределительного поршня устанавливается и поддерживается одинаковое давление, равное давлению в главном воздухопроводе.

При этом положении тормозной цилиндр сообщается с атмосферой посредством канала *О* в теле клапана, выемки *н* в золотнике и выпускного канала *г*. Ускорительная камера *Ю* также сообщается с атмосферой через канал *к*, выемку *у* в золотнике и выпускное отверстие *и*.

Служебное торможение. При понижении давления в главном воздухопроводе распределительный поршень *5*, вследствие перевеса давления со стороны золотниковой камеры *Р*, перемещается в сторону магистральной камеры *М*, закрывает питательную канавку *п*, прекращая сообщение запасного резервуара с главным воздухопроводом и в то же время, смещая уравнительный стержень *7*, открывает доступ воздуха

НБ УДИТ (ДІТ)

в канал *е* золотника. При дальнейшем движении распределительного поршня *5* заплечик на поршневом стержне увлекает и золотник. Атмосферные каналы *г* и *и* перекрываются, благодаря чему ускорительная камера *Ю* и тормозной цилиндр перестают сообщаться с атмосферой. Взамен этого выемкой *у* в золотнике сообщаются каналы *к* и *л*, посредством которых получается сообщение главного воздухопровода с ускорительной камерой *Ю* и происходит переход вполне определеного об'ема или количества сжатого воздуха из главного воздухопровода, которое поглощается ускорительной камерой. Это является дополнительной разрядкой главного воздухопровода, способствующей ускорению распространения тормозной волны вдоль поезда.

Товарный режим. При дальнейшем пермещении распредлительного поршня *5* в сторону магистральной камеры *М* канал *е* в золотнике приходит в совпадение с каналом *а* в зеркале. Если ручка переключательной пробки стоит на товарный режим, то сжатый воздух из запасного резервуара под уравнительный стержень *7*, по каналу *е* в золотнике, каналу *а* в зеркале и теле клапана поступает в камеру над малым скачковым клапаном *13*, а так как последний подперт поршнем *14* и находится в открытом состоянии, то, следовательно, воздух проходит скачковой клапан и дальше по радиальным каналам *У* в тормозной цилиндр. Одновременно в тормозной цилиндр поступает воздух и по малому отверстию *в* сечением около 1 *мм*, расположенному во втулке возле клапана *13*. Поступая двумя путями, сжатый воздух вначале быстро заполняет тормозной цилиндр, и когда давление в цилиндре, а следовательно, и в камере над поршнем 14, сделается достаточным, чтобы преодолеть упругость пружины *15*, т. е. около 0,5 *ат*, поршень *14* опускается и скачковой клапан *13* закрывает свободный доступ сжатого воздуха в тормозной цилиндр по большому каналу. С этого момента дальнейшее наполнение тормозного цилиндра происходит только через малое отверстие *в*. Таким образом при полном служебном торможении вначале происходит быстрое повышение давления в тормозном цилиндре до 0,5 — 1,0 *ат*, или «скачок», а затем медленное наполнение цилиндра до полного давления 3.5 — 3.8 *ат* в течение от 30 до 60 сек.

Ступенчатое троможение. Если машинистом произведено не полное, а частичное или ступенчатое торможение, то действие усовершенствованного тройного клапана происходит таким же образом, как и обыкновенного или скородействующего. При частичном снижении давления в магистрали, предположим с 5 до 4 *ат*, течение воздуха из запасного резервуара в тормозной цилиндр и в данном случае продолжается до тех пор, пока давление в запасном резервуаре, понижаясь, не будет на 0,1 *ат* ниже давления в магистрали. После того образующимся перевесом со стороны магистральной камеры распределительный поршень слегка перемещается обратно в сторону золотниковой камеры и уравнительным стержнем закрывает канал служебного торможения в золотнике, прекращая дальнейшее наполнение тормозного цилиндра. При желании усилить степень торможения, машинист еще снижает давление в магистрали, вследствие чего образуется перевес давления на распределительный поршень со стороны золотниковой камеры. Распределительный поршень вновь передвигается в сторону магистральной камеры и уравнитель-

РЕПОЗИТОРИЙ УИИЖТ (ДИИТ)

ным стержнем открывает канал служебного торможения в золотнике, сообщая запасный резервуар с тормозным цилиндром. Происходит дополнительный впуск воздуха в тормозной цилиндр из запасного резервуара.

При этом ускорительная камера *Ю* усовершенствованного тройного клапана принимает участие в действии тормоза только при первом понижении давления или при первоначальном торможении, при котором требуется быстро привести в положение торможения поршни и золотники всех тройных клапанов в поезде или, вернее, быстро сдвинуть с места все распределительные поршни и закрыть питательные канавки. Это необходимо для того, чтобы не было обратного перетекания сжатого воздуха из запасных резервуаров в магистраль. При повторном понижении давления в магистрали после первоначального (ступенчатое торможение) ускорительная камера *Ю,* уже наполненная сжатым воздухом при первоначальном снижении, никакого участия в дальнейшей работе тормоза не принимает, оставаясь сообщенной с главным воздухопроводом.

Процесс наполнения тормозных цилиндров до полного давления 3,5 *ат* при усовершенствованных тройных клапанах происходит сначала быстро до давления 0,5 — 1,0 *ат* благодаря действию скачкового клапана, а потом медленно, и всего в течение 60 секунд при любом приеме торможения, при служебном — четвертым положением ручки крана и при экстренном — пятым положением ручки крана машиниста. Таким образом экстренное торможение для этого тройного клапана почти никакого значения не имеет.

Во время торможения, после того как давление в тормозном цилиндре становится 0,5 — 1,0 *ат,* в заторможенном состоянии поршень *14* скачкового клапана опускается вниз и находится в нижнем положении под действием давления сжатого воздуха из тормозного цилиндра на его верхнюю площадь. Для того чтобы сжатый воздух не уходил из тормозного цилиндра через поршень вниз, поршень имеет уплотнение в виде кожаного воротника *17* и набивочного кольца *16*, и кроме того в нижней части поршня имеется кожаная прокладка *20,* которая в заторможенном состоянии прижимается к выступу поршневого стакана и является как бы клапаном. Такое сложное уплотнение оказывается совершенно необходимо, потому что сам скачковой прибор находится внизу, в него попадают и осаждаются все более тяжелые частицы и влага, находящиеся в сжатом воздухе, и нарушают плотность. Незначительная утечка воздуха через этот поршень ведет к быстрому понижению давления в тормозном цилиндре и истощению тормоза. В случае пропуска скачкового поршня, чтобы не могло образоваться давление снизу его, в днище стакана сделано отверстие. По выходу воздуха через это отверстие в заторможенном состоянии можно отпределить пропуск поршня.

Пассажирский режим. Если ручку переключательной пробки поставить в крайнее левое положние в сторону шара ускорительной камеры, то у американского тройного клапана это будет соответствовать курьерскому режиму, а у русского — пассажирскому. При этом положении пробки сжатый воздух во время торможения будет поступать из запасного резервуара в тормозной цилиндр, сначала под уравнительный стержень *7,* каналом служебного торможения в золотнике, тормозным каналом *а* в зеркале золотника и в теле клапана и далее по трем

НБ УДУНТ (ДІІТ)

путям: 1) под скачковой клапан *13*, пока он не сядет вниз и не закроет широкий проход воздуха, 2) через калиброванное отверстие *м* в гильзе *8* скачкового клапана и через одно (у русского) или оба (у американского) отверстия *40* и *41* в переключательной пробке. При этом процесс наполнения тормозного цилиндра в отличие от товарного режима происходит быстро, в течение 2—3 секунд.

На фиг. 116 показан процесс наполнения тормозного цилиндра при американском универсальном тройном клапане на курьерском, пассажирском и товарном режимах.

По горизонтальной оси показано время (в секундах), по вертикальной — давление (в атмосферах). Как видно из приведенной диаграммы, особенно отличительной по характеру является кривая товарного режима, которую можно разбить на три части: отрезок *А—Б* в начале кривой есть период заполнения пространства тормозного цилиндра и продвижения поршня на холостой ход с преодолением лишь сопротивления возвращающей пружины; отрезок *Б—В* — быстрое начальное нажатие тормозных колодок до давления на поршень тормозного цилиндра в 0,8 *ат*, получаемого действием клапаном начального давления, и дальше отрезок *В—Г* — постепенное, медленное наполнение тормозного цилиндра до полного давления, следовательно, медленное, плавное нажатие тормозных колодок. Только таким образом может быть достигнута плавность торможения в товарных поездах и таким способом это достигается не только в тормозах Вестингауза при усовершенствованном и универсальном тройном клапане, но и в других новейших, более совершенных тройных клапанах или распределителях прямодействующих тормозов.

Таблица 10

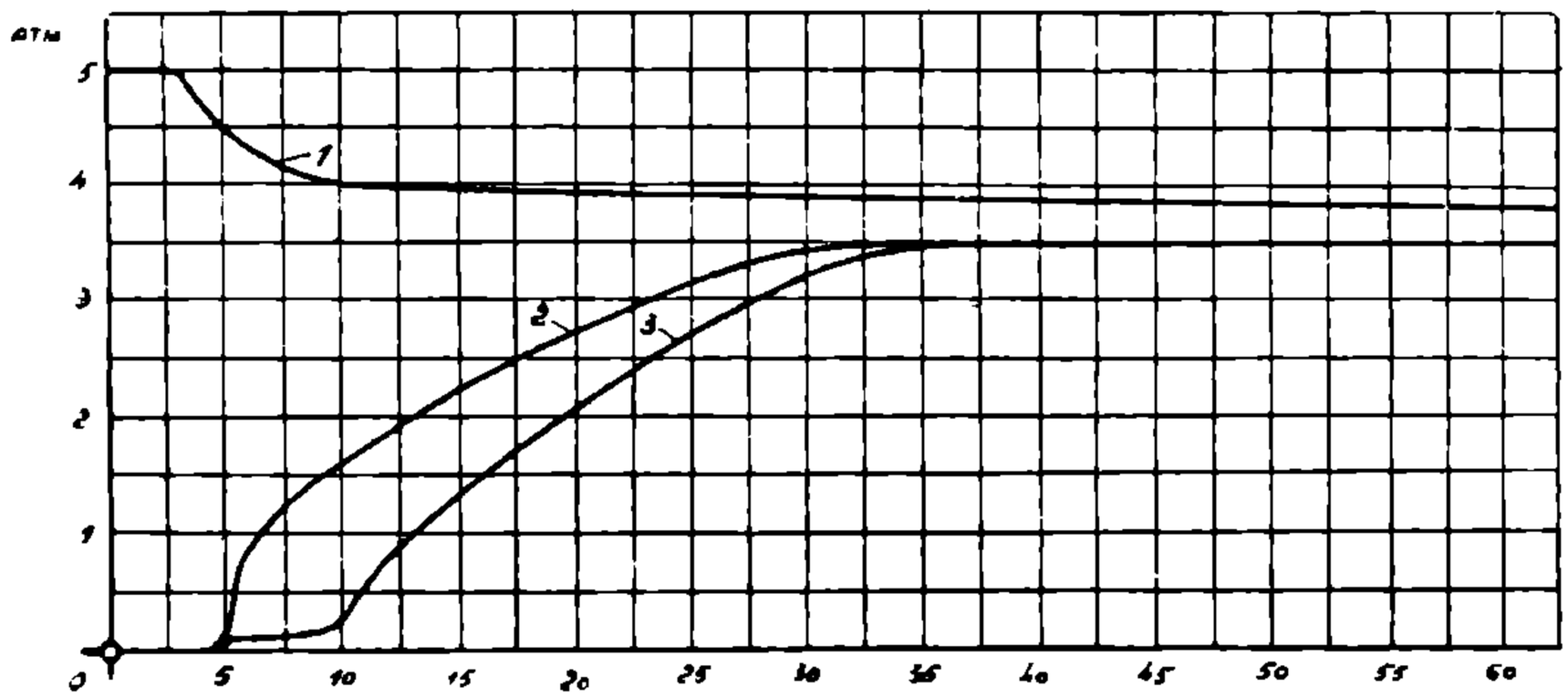
Калиброванные отверстия в усовершенствованном и универсальном тройном клапане

Для цилиндров (в дюймах)		8″	10″	12″	14″	16″
Условный номер по каталогу Вестингауза .		269	271	273	275	277
Размеры питательной канавки *n* в поршне	ширина . .	1,9	2,3	3,0	2×2,4	2×2,8
	глубина	0,15	1,15	1,5	2×1,2	2×1,4
Диаметр отверстия 13 в гильзе скачка. .		0,75	0,8	1,0	1,15	1,4
Диаметр отверстия 41 в переключательной пробке .		2,5	3,1	3,75	4,4	5,1
Диаметр отверстия в пробке выпускного канала . .		1,75	2	2,5	3	3,5
Размеры питательной канавки в поршневой втулке	ширина . .	1.8	2,1	2,6	2×2.1	2×2,4
	глубина . .	0,9	1,05	1,3	2×1,05	2×1,2

Отпуск тормоза при усовершенствованном тройном клапане в основном происходит таким же образом, как при обыкновенном и ско-

НТБ УДУНТ (ДІІТ)

родействующем. При повышении давления в магистрали образующимся перевесом со стороны магистральной камеры распределительный поршень 5 перемещается в сторону золотниковой камеры и занимает крайнее положение, показанное на фиг. 114. При этом положении частей тройного клапана прежде всего открывается питательная канавка *п* и сообщается запасный резервуар с магистралью. Тормозной цилиндр по каналу отпуска *О* в теле клапана и зеркале золотника, по выемке *Н* в золотнике и атмосферному каналу *г* сообщается с атмосферой. Ускорительная камера *Ю* по каналу *к* в теле клапана и зеркале золотника, по выемке *у* в золотнике и через атмосферный канал *и* в зеркале также сообщается с атмосферой. Сжатый воздух одновременно выходит как из тормозного цилиндра, так и из ускорительной камеры, но различными путями.



Фиг. 116. Диаграмма наполнения тормозного цилиндра.

Замедление наполнения тормозных цилиндров во время торможения при усовершенствованных тройных клапанах производится калиброванным отверстием *в* в гильзе скачкового клапана, которое делается диаметром от 0,75 до 2 *мм* в зависимости от размеров тормозных цилиндров (см. табл. 10 на стр. 189). Замедление выпуска воздуха из тормозных цилиндров при отпуске производится калиброванным отверстием в пробке выпускного канала.

9. Ремонт тройных клапанов

Тройной клапан находящихся в общей эксплоатации пассажирских вагонов делает в среднем около 150 торможений и отпусков в сутки. Таким образом вся суточная работа его сводится к 300 пермещениям внутренних органов — поршней и золотников, тогда как любая паровая машина, делая около 250 оборотов в минуту и, работая хотя бы около 15 часов в сутки, делает около 500 тыс. перемещений своих механизмов. Следовательно, работа тройного клапана происходит в сравнительно легких условиях, обеспечивающих продолжительный срок службы его трущихся частей.

Исходя из высказанных соображений, достаточно один раз в год сделать тщательный периодический осмотр каждого тройного клапана

НВ УДУНТ (ДІІТ)

с устранением не только обнаруженных неисправностей, но и всех, хотя бы незначительных, износов его трущихся частей, которые могут понизить качество работы клапана или вызвать сомнение в возможности прослужить год до нового периодического осмотра и ремонта.

Производя периодический осмотр и ремонт тройных клапанов, слесарь-автоматчик должен помнить, что он этим осмотром и ремонтом делает заправку каждому тройному клапану на год ответственнейшей работы, которой обеспечивается безопасность движения поездов. Поэтому самый осмотр и ремонт тройных клапанов являются ответственнейшей работой автоматчика. Выполнять эту работу следует самым тщательным образом, ведя непрерывную борьбу за высокое качество.

Хорошо выполненный ремонт тройного клапана при периодическом его осмотре освобождает автоматчика от всех затруднений и неприятностей по текущему ремонту их во время коротких стоянок поезда на станции. Не говоря о том, что условия текущего ремонта на путях станции со всеми осложнениями, затруднениями и риском значительно хуже условий периодического осмотра в особом помещении. Следует помнить, что неисправность тройного клапана относит вагон к числу больных и ведет к исключению его из состава и временному из'ятию из эксплоатации и дезорганизует работу станции по формированию и отправлению поездов.

а) Периодический осмотр

При каждом периодическом осмотре тройной клапан разбирается; внутренние его части и каналы очищаются от грязи и подвергаются тщательному осмотру, обнаруженные в них недостатки и повреждения устраняются или частью заменяются новыми.

Особенное внимание при осмотре частей должно быть обращено на главный поршень, лицо и зеркало распределительного золотника и уравнительный стержень.

Поршень должен легко перемещаться в установленных для него пределах. Набивочное кольцо должно сидеть настолько плотно, чтобы не пропускать воздуха. Питательная канавка прочищается и проверяется ее размер, причем размеры ее должны быть точны по табл. 8, 9 или 10.

Лицо и зеркало золотника при наличии на них царапин или других признаков недостаточной плотности пришабриваются.

Уравнительный стержень притирается к седлу и проверяется открытие им золотникового канала. Все кожаные прокладки пропитываются животным жиром (салом) или специальным составом, применяемым для смазки цилиндров.

Ускоритель скородействующих тройных клапанов также разбирается. Нижний клапан притирается к седлу, а у верхнего меняется кожа. Ускорительный поршень должен легко перемещаться в установленных для него пределах. Переключательная пробка притирается и ручка ее должна быть плотно насажена на квадрат. Пылеуловительная сетка и воздухоочистительная камера очищаются от грязи.

Регулятор впуска воздуха или клапан начального давления в тормозном цилиндре у усовершенствованных и универсальных тройных клапанов отнимается и части его подвергаются тщательному осмотру. Малое отверстие в прочищается, но сечение его сохраняется тем же, или

РБ УДУНТ (ДІТ)

делается в соответствии с размерами тормозного цилиндра, к которому предназначен тройной клапан (согласно таблице 10).

Самый клапан начального давления притирается к гнезду и проверяется его под'ем, который должен быть не менее 1,5 *мм*. Поршень должен сидеть абсолютно плотно, поэтому особое внимание должно быть обращено на его кожаный воротник и нижнюю уплотняющую кожаную прокладку. То и другое должно быть заменено или приведено в состояние, гарантирующее полную плотность. Пружина проверяется на давление или на весах. Сопротивление ее при верхнем положении поршня в собранном тройном клапане должно быть от 0,8 до 1,0 *ат* на всю площадь поршня.

При сборке все трущиеся части тройного клапана смазываются хорошим маслом. Имея в виду, что этой смазкой тройной клапан обеспечивается на целый год работы; на качество масла должно быть обращено особое внимание. Масло должно быть не высыхающим, следовательно, сгущенным, но не подвергающимся слишком большому сгущению или застыванию в холодное время зимой. В Германии тормозной завод Кунце-Кнорр сам изготовляет специальное масло для тройных клапанов, не открывая секрета его состава. Масло Кунце-Кнорр имеет одинаковую густоту при любой температуре, не дает окисления на любом металле, не высыхает и не теряет своего качества в течение 1,5 — 2 лет. Очевидно в его составе имеются очищенный вазелин, высококачественное минеральное масло и животный жир.

Более простую дешевую смазку можно рекомендовать в следующем составе: технический вазелин — 6 частей, хорошее минеральное масло (машинное)—3 части и животный жир—1 часть. Все это перемешать при высокой температуре 80 — 90°.

б) Испытание тройного клапана

После сборки каждый тройной клапан подвергается индивидуальному испытанию на специальной установке, где проверяется: а) плотность главного поршня, ускорительных клапанов и клапана начального давления, б) производится определение и проверка времени наполнения запасного резервуара, в) чувствительность, г) ступенчатое торможение и д) время наполнения тормозного цилиндра.

Для испытания на плотность главного поршня, ускорительных клапанов и клапана начального давления тройной клапан устанавливается на кронштейн; каналы его, магистральный, тормозного цилиндра и запасного резервуара соединяются с особыми резервуарами об'емом около 5 — 6 *л*.

Давление в камерах магистральной и запасного резервуара доводится до 5 *ат*; в камере тормозного цилиндра давление остается равным нулю. После этого тройной клапан разобщается от источника питания. Указанное давление не должно падать в течение одной минуты более чем на 0,1 *ат*.

Затем в магистральной камере давление понижается на 1,5 *ат*, на такую же величину должно понизиться давление в камере запасного резервуара вследствие перетекания воздуха в камеру тормозного цилиндра, а в камере тормозного цилиндра, при наличии совершенно одинаковых резервуаров, должно установиться 1,5 *ат*.

Установившееся давление в камере тормозного цилиндра не должно повышаться в течение 1 минуты более чем на 0,1 *ат*, или падать в те-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

чение 1 минуты более чем на 0,2 *ат*. Повышение давления указывает на пропуск золотника, понижение — на пропуск ускорительных клапанов у скородействующего и клапана начального давления у усовершенствованного тройного клапана.

После этого магистральная камера сообщением ее с атмосферой разрежается до нуля, при этом давление в камерах запасного резервуара и тормозного цилиндра выравнивается и, установившись, не должно падать в течение 1 минуты более чем на 0,3 *ат*. При наличии достаточной плотности ускорительных клапанов или клапана начального давления, проверенной предыдущим испытанием, падение давления в камерах тормозного цилиндра и запасного резервуара более, чем следует, указывает на неплотность главного распределительного поршня.

Определение времени наполнения запасного резервуара производится на установке с нормальным запасным резрвуаром следующим образом: выключается тройной клапан и его запасный резервуар опоражнивается: после этого давление в главном резервуаре и в магистрали доводится до 5,2 *ат* и главный резревуар разобщается от источника питания. Включив тройной клапан, наблюдают по секундомеру время наполнения запасного резервуара от 0 до 5 *ат*. Это время должно быть в пределах от 60 до 90 секунд.

Для испытания на чувствительность тройной клапан соединяется с нормальным запасным резервуаром, тормозным цилиндром и магистралью. При давлении в главном резервуаре в 6,5 *ат* в магистрали и запасном резервуаре устанавливается 5 *ат;* затем с помощью крана машиниста давление в магистрали понижается на 0,3 *ат;* при этом тройной клапан должен притти в действие, и тормоз затормозит. При обратном повышении на 0,2 *ат* тормоз должен отпускать.

При тех же соединениях производится испытание тройного клапана на ступенчатое торможение. Давление в магистрали и в запасном резервуаре устанавливается в 5 *ат,* после чего в магистрали оно снижается сначала на 0,3 *ат,* затем еще на 0,3 *ат* и так до тех пор, пока не останется 3,5 *ат*. При каждом понижении в магистрали давление в тормозном цилиндре должно повышаться приблизительно в три раза больше той величины, на которую понижается в магистрали.

Кроме того у усовершенствованных и универсальных тройных клапанов определяется время наполнения тормозного цилиндра. Для этого при полном рабочем давлении в магистрали и запасном резервуаре — 5 *ат* — делается полное служебное торможение перемещением ручки крана машиниста в IV положение; давление в магистрали снижается до 3,5 *ат*. При этом давление в тормозном цилиндре сначала быстро поднимается (делает скачок) до 0,8—1,0 *ат,* а затем происходит медленное наполнение до полного, т. е. до 3,5 *ат* в течение от 30 до 60 сек., считая от момента поворота ручки крана машиниста в IV положение до момента достижения максимального давления в тормозном цилиндре.

в) Текущий ремонт

Неисправность в работе тройных клапнов проявляется: 1) в виде самоторможения, 2) отказа в действии и 3) пропуска воздуха в выпускное отверстие.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Причины самоторможения или произвольного торможения помимо воли машиниста в большинстве случаев зависят не от самого тройного клапана, а от окружающих его приборов и частей; первой причиной следует считать колебания давления воздуха в главном воздухопроводе вследствие неудовлетворительной работы крана машиниста или значительных утечек в самом главном воздухопроводе. Вторая причина — чрезмерно малый ход поршня в тормозном цилиндре.

Причинами самоторможения, зависящими от самого тройного клапана, могут быть: 1) значительный пропуск распределительного золотника; 2) пропуск верхнего ускорительного клапана у скородействующих тройных клапанов и 3) прорыв прокладки привалочной плоскости от канала тормозного цилиндра внутрь к каналу запасного резервуара.

Во всех трех случаях самоторможение сопровождается значительным выходом воздуха через канал отпуска, поэтому определить каждое повреждение в отдельности трудно, и чтобы узнать причины самоторможения, не отнимая тройного клапана от места, следует, выключив тормоз, отнять только крышку и вынуть поршень с золотником и осмотреть лицо золотника. При наличии задиров на лице и зеркале тройной клапан надо сменить.

Если лицо и зеркало золотника в полной исправности, то следует отнять тройной клапан от места и осмотреть кожаную прокладку в части простенка между каналами тормозного цилиндра и запасного резервуара.

У скородействующего тройного клапана, прежде чем отнимать крышку, следует переставить ручку его переключательной пробки в горизонтальное положение — на работу без ускорителя. Когда самоторможение происходит вследствие пропуска верхнего ускорительного клапана, то при перестановке ручки в горизонтальное положение тормоз отпустит и выход воздуха в канал отпуска прекратится. Если же выход воздуха в канал отпуска не прекращается, то, значит, неисправность в золотнике или в прокладке, поэтому следует поступать дальше, как указано выше.

Отказ в действии или, вернее, отказ тормоза повиноваться воле машиниста может быть двух видов: а) когда тормоз при понижении давления в главном воздухопроводе не тормозит и б) когда тормоз, будучи заторможенным, не отпускает при повышении давления в главном воздухопроводе.

В первом случае причинами могут быть: 1) засорение питательной канавки *n* или трубки, ведущей к запасному резервуару; 2) значительный пропуск выпускного клапана или трубок в соединениях к запасному резервуару; 3) тугая работа распределительного поршня вследствие недостатка смазки и износа его набивочного кольца; 4) износ и значительный пропуск кожаного воротника в тормозном цилиндре.

Засорение питательной канавки лишает тройной клапан возможности произвести зарядку тормоза, т. е. наполнение запасного резервуара. Поэтому в случае отказа тормоза следует прежде всего убедиться — есть ли воздух в запасном резервуаре; для этого следует слегка нажать рычажок выпускного клапана. При отсутствии зарядки воздух через клапан выходить не будет. Тогда следует отнять крышку тройного клапана,

НВ УДІНТ (ДІІТ)

не отнимая его от места, вынуть поршень с золотником, прочистить питательные канавки и канал к запасному резервуару, смазать поршень и золотник, собрать клапан, и он будет работать.

Значительный пропуск выпускного клапана или трубопроводов можно обнаружить внешним осмотром. У выпускного клапана сменить кожаную прокладку, а у трубопровода переставить соединения или подкрепить гайки.

При тугой работе распределительного поршня и при износе его набивочного кольца тормоз не тормозит при ступенчатом торможении, частичном или медленном понижении давления в главном воздухопроводе, но если сделать быструю и полную разрядку главного воздухопровода, через концовой кран, то тормоз затормозит. В этом случае следует отнять крышку тройного клапана, вынуть поршень с золотником, смазать их специальной смазкой, разогнать по месту и собрать. После этого тормоз будет работать вполне удовлетворительно. При износе кольца клапан следует сменить.

Износ и значительный пропуск кожаного воротника определяются по выходу воздуха из тормозного цилиндра по штоку через переднюю крышку. В этом случае единственная возможность исправить тормоз — это сменить кожаный воротник или поршень. Для этого приходится разъединять тормозные тяги, отнимать заднюю или переднюю крышку в зависимости от того, какую удобнее отнять по расположению цилиндра, и вынимать поршень, причем, если отнимается задняя крышка, необходимо предварительно снять головку поршневого штока, иначе поршня вынуть нельзя.

Во втором случае, когда тормоз, будучи заторможенным, не желает отпускать при повышении давления в главном воздухопроводе, причинами могут быть: а) сильный пропуск колец распределительного поршня или излом их и тугая работа и б) засорение отпускного канала.

При сильном пропуске колец распределительного поршня и тугой работе его с повышением давления в главном воздухопроводе повышается одновременно давление и в запасном резервуаре через неплотность поршня. Поэтому по обе стороны поршня остается равновесие и из тормозного положения он не может быть выведен. В этом случае следует открыть выпускной клапан и понизить давление в запасном резервуаре. Перевесом давления со стороны магистрали поршень будет сдвинут, и тормоз отпустит. Такой тройной клапан следует сменить.

Засорение выпускного канала наблюдается чаще всего в зимнее время, когда канал забивает инеем или влагой, которая потом замерзает. В этом случае при понижении давления в запасном резервуаре распределительный поршень тройного клапана с места сдвинется, но характерного свиста, выходящего в выпускное отверстие воздуха, не получится. Если понизить давление в запасном резервуаре до нуля, то воздух из тормозного цилиндра будет уходить обратно в запасный резервуар, поднимая распределительный золотник *б* до тех пор, пока в цилиндре не останется давление окол 0,5 *ат*, после чего перетекание воздуха прекратится, и поршень полностью не отпустит. Необходимо отнять пробку выпускного отверстия и прочистить канал, а в зимнее время слегка подогреть факелом весь тройной клапан.

НВ УДУИТ (ДИТ)

Кроме перечисленных случаев причинами отказа тормоза отпускать могут быть те же, которые вызывают самоторможение. Последние причины, проявившись после того как тормоз был заторможен, не дают ему отпускать.

Пропуск воздуха в выпускное отверстие может быть от тех же трех причин, что и само торможение, т. е.: 1) пропуск золотника, 2) пропуск прокладки и 3) пропуск верхнего ускорительного клапана, только в том случае, когда этот пропуск сравнительно небольшой, количество воздуха, поступающего в тормозной цилиндр, не может сдвинуть поршня с места и уходит через его предохранительную канавку и через каналы отпуска в тройном клапане. В данном случае способы исправления те же, что и при самоторможении.

10. Разница между тормозами пассажирского и товарного типа

Разобрав тормоз Вестингауза, в котором имеются тройные клапаны пассажирского типа — скородействующие и товарного типа — усовершенствованные, и зная, какие требования пред'являются к тормозу пассажирскими и товарными поездами, мы можем с достаточной точностью определить, в чем заключается разница между тормозами пассажирского и товарного типа.

Основное требование, пред'являемое к тормозу пассажирских поездов, заключается в том, чтобы возможно быстро остановить поезд при больших скоростях. Для этого необходимо: чтобы действие тормоза быстро распространялось вдоль поезда и чтобы тормозное усилие каждого тормозного вагона быстро развивалось до установленного предела, иначе говоря, чтобы все тормоза в поезде быстро начинали тормозить и каждый тормоз быстро схватывал тормозными колодками бандажи вагонных колес.

Быстрое распространение действия тормоза вдоль поезда достигается дополнительной разрядкой магистрали при торможении, осуществляемой забором воздуха из магистрали в тормозной цилиндр, как это сделано в скородействующих тройных клапанах, или забором воздуха из магистрали в особую камеру, как это сделано в универсальном и усовершенствованном тройном клапане. Быстрое распространение действия тормоза или тормозной волны вдоль поезда совершенно необходимо не только для пассажирских поездов, но и для товарных, поэтому дополнительная разрядка магистрали делается во всех системах тормозов.

Быстрое схватывание тормоза полной силой достигается путем быстрого наполнения тормозных цилиндров сжатым воздухом до полного давления под каждым вагоном поезда, как это сделано в скородействующих тройных клапанах. Но быстрое схватывание тормоза вызывает чувствительную осадку в движении вагона и неизбежный в данном случае толчок. Когда все вагоны в поезде тормозные, хорошо сцеплены между собою и стяжки их свернуты доотказа с нажатием буферов, то толчки каждого отдельного вагона не распространяются на другие вагоны, а погашаются в нем самом, поэтому мало заметны и не приносят существенного вреда, кроме разве некоторого беспокойства пассажирам. Когда между тормозными вагонами имеются нетормозные (пролетные) и стяжки в силу некоторых причин не могут быть плотно свернуты, то толчки

НБ УГЛУНТ (ДІІТ)

каждого вагона при торможении передаются на другие вагоны с большей силой, увеличиваясь к каждому следующему вагону, и чем больше пролетных вагонов, тем сильнее будут толчки при торможении.

Природа этих толчков скрыта в том, что при быстром торможении тормозные вагоны получают значительную осадку скорости, а пролетные между ними, продолжая двигаться свободно, толкают передний тормозной вагон и в то же время дергают задний тормозной вагон. Таким образом в поезде с большим количеством пролетных вагонов при быстром торможении будут происходить одновременно толчки и оттяжки или так называемые «реакции», в результате которых получаются обрывы.

Из этого следует вывод, что быстрое наполнение тормозных цилиндров до полного давления или быстрое схватывание тормоза с полной силой торможения возможно только в пассажирских поездах при коротких составах, где почти все вагоны тормозные, одинакового типа и одинаковой нагрузки, а кроме того всегда хорошо сцеплены. Сами сцепные приборы у пассажирских вагонов сильнее, чем у товарных, и, несмотря на это, в пассажирских поездах во время торможения, особенно экстренного, довольно часто получаются обрывы.

Составы товарных поездов в значительной мере отличаются от пассажирских тем: 1) что вагоны в составе товарных поездов в большинстве случаев разнородны по своей грузопод'емности и различно загружены, 2) что в составе товарных поездов всегда будет большое количество нетормозных (пролетных) вагонов; в лучшем случае можно предполагать 50% тормозных, а в среднем следует рассчитывать на 25%; 3) что длина составов товарных поездов всегда свыше 600 — 800 *м* (против длины пассажирских 250 — 300 *м*); 4) что упряжные приборы товарных вагонов значительно слабее пассажирских и разнообразны (пять типов) и 5) что сцепка товарных вагонов в составе товарных поездов вследствие частых расцепок для маневров производится менее аккуратно, чем в пассажирских поездах, и т. д. Кроме того сам характер движения товарных поездов значительно отличается от пассажирских. Поэтому такое действие тормозных колодок для товарных поездов не пригодно и основное требование, пред'являемое к тормозу для товарных поездов, совершенно иное.

Тормоз для товарных поездов должен быть таким: 1) чтобы им путем плавного и продолжительного торможения можно было регулировать скорость хода поезда по уклонам; 2) чтобы при составах любой длины до 1000 *м* плавно останавливать поезд без толчков и оттяжек; для этого необходимо еще более быстрое распределние тормозной волны (действие тормоза) вдоль поезда при любом торможении — экстренном или служебном, все равно, но при медленном, плавном нажатии тормозных колодок под каждым тормозным вагоном.

Ускорение распространения тормозной волны вдоль поезда при любом торможении в тормозах для товарных поездов достигается также дополнительной разрядкой магистрали, производимой путем забора воздуха из магистрали при торможении в особую ускорительную камеру, как это сделано в усовершенствованном тройном клапане Вестингауза, или путем забора воздуха из магистрали в тормозной цилиндр, как это сделано в распределителях Казанцева, или путем выпуска воздуха из магистрали в атмосферу, как это делается в распределителях Матросова.

НБ УДИИТ (ДИИТ)

Замедление нажатия тормозных колодок на бандажи достигается замедлением наполнения тормозных цилиндров сжатым воздухом при торможении путем стеснения канала для прохода сжатого воздуха в цилиндр из запсного резервуара, как это сделано в усовершенствованном тройном клапане Вестингауза и во всех вариантах распределителей Казанцева, или путем стеснения канала для выхода воздуха из магистральной или золотниковой рабочей камеры, а в некоторых случаях путем регулирования самого впуска за счет медленного перемещения золотников, как это сделано в распределителях Матросова.

Поршень в тормозном цилиндре во всех случаях имеет значительный холостой ход или непроизводительное перемещение от крайнего положения до того места, которое соответствует прижатию тормозных колодок. Величина холостого хода, или просто будем называть «*хода поршня*» в тормозном цилиндре зависит от степени износа тормозных колодок. Вначале, когда поставлены новые тормозные колодки, величина хода поршня в тормозном цилиндре устанавливается около 100 *мм;* по мере износа колодок ход поршня увеличивается, максимально возможная величина его 250 *мм,* а допускаемая — 200 *мм.* Средний эксплоатационный ход поршня в тормозных цилиндрах считается 150 *мм.*

При замедлении наполнения тормозного цилиндра на протяжении всего процесса слишком много времени потребовалось бы на то, чтобы продвинуть поршень на величину холостого хода до момента прижатия к бандажам тормозных колодок, и получалось бы значительное запаздывание торможения. Чтобы избежать этого, во всех приборах-распределителях или тройных клапанах товарного типа, какой бы ни было системы, с наполнением тормозных цилиндров через калиброванное отверстие имеется дополнительный прибор — клапан начального давления или скачок, как это сделано в усовершенствованном тройном клапане Вестингауза, во всех вариантах распредлителей Казанцева и в ряде других заграничных тормозов.

В тех случаях, когда замедление наполнения тормозных цилиндров производится путем регулирования выпуска воздуха из магистральной камеры, как это сделано в распределителях Матросова, дополнительного прибора для скачка не требуется, но процесс наполнения тормозных цилиндров происходит так же, как и при скачке.

Вообще говоря, наполнение тормозных цилиндров в тормозах товарного типа происходит следующим образом: сжатый воздух впускается в тормозной цилиндр сначала быстро до давления 0,5 *ат* и моментально продвигает поршень на всю величину холостого хода до момента первоначального прижатия тормозных колодок к бандажам. Как только колодки прижмутся к бандажам, быстрое поступление воздуха в тормозной цилиндр прекращается и дальнейшее наполнение его до полного давления происходит медленно в течение 30 — 60 сек., а сила нажатия тормозных колодок также медленно и постепенно увеличивается. Только таким путем и при наличии быстрого распространения тормозной волны вдоль поезда достигается плавное торможение без толчков и оттяжек и в этом заключается основное отличие тормозов товарного типа от тормозов пассажирского типа.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

11 Задачи и примеры

1) Слесарь-автоматчик при сборке тормоза Вестингауза под вагоном поставил тормозной цилиндр диаметром 10″, а запасный резервуар старой конструкции длиною 24″ диаметром 10″. Определить, правильный ли размер запасного резервуара поставил слесарь под вагон и какое давление будет в тормозном цилиндре с этим запасным резервуаром при полном торможении?

2) Под вагоном поставлен тормозной цилиндр 10″ и запасный резервуар емкостью 30 *л*. Определить, какое давление будет в этом тормозном цилиндре при ступенчатом торможении понижением давления в главном воздухопроводе на 1 *ат* (с 5 до 4 *ат*)? Ход поршня в цилиндре 150 *мм*.

3) Какое будет давление в тормозном цилиндре 12″ при тормозе Вестингауза во время полного служебного торможения, если ход поршня в нем 200 *мм*, об'ем запасного резервуара 50 *л*?

4) Тормозной цилиндр диаметром 12″ имеет пропуск и в заторможенном состоянии теряет воздух в количестве 1,5 *л* в минуту. Об'ем запасного резервуара при нем 55 *л*. Определить: а) на какую величину понизится давление в этом тормозном цилиндре в течение 15 мин. при полном служебном торможении, б) на какую величину понизится давление в этом же тормозном цилиндре в течение тех же 15 мин. при ступенчатом торможении снижением давления в главном воздухопроводе на 0,5 *ат*, в) почему происходит разница понижения давления в тормозном цилиндре через утечку воздуха при полном и ступенчатом торможении?

5) Во время испытания тормоза Вестингауза под вагоном оказалось, что при вполне исправном состоянии тройного клапана и тормозного цилиндра давление в последнем при полном служебном торможении получается только 3,7 *ат* вместо 4 или 4,16 *ат*. Установить причину.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ГЛАВА VI

ТОРМОЗ КАЗАНЦЕВА

1. Чем отличается тормоз Казанцева от тормоза Вестингауза

Тормоз Вестингауза относится к классу непрямодействующих тормозов, т. е. таких тормозов, у которых с момента начала торможения все тормозные приборы под вагонами разобщаются от источника питания их сжатым воздухом или от главного резервуара краном машиниста и тройным клапаном. Весь процесс торможения происходит только за счет запаса сжатого воздуха, находящегося в запасных резервуарах. Если приходится применять длительное торможение, как например при регулировании скорости хода поезда по длинным уклонам, то при наличии, хотя бы незначительных неплотностей в трубопроводе, тройном клапане или тормозном цилиндре, сжатый воздух будет уходить наружу, давление в запасном резрвуаре и тормозном цилиндре будет понижаться, тормозное усилие вагона будет постепенно ослабевать и, наконец, запас тормозной силы может истощиться совсем, — наступит полная разрядка тормоза. Поэтому тормоз Вестингауза относится к числу *истощимых* тормозов, или тормозов с ограниченной продолжительностью торможения.

Для того чтобы восстановить действие тормоза, необходимо его вновь зарядить, или, как говорят, сделать перезарядку. Для этого нужно отпустить тормоз окончательно, т. е. поставить ручку крана машиниста в первое положение и выждать, когда наполнятся вновь все запасные резервуары, на что требуется не менее одной минуты, и только после этого можно будет тормозить вновь.

Постепенное торможение у тормоза Вестингауза осуществляется недостаточно четко и только довольно крупными ступенями,— это есть отрицательное свойство тормоза, даже если он находится в полном порядке. Малые понижения давления краном машиниста не могут сдвинуть поршенька тройного клапана вследствие наличия питательной канавки над поршенъком, через которую сжатый воздух перетекает из золотниковой камеры в магистральную, и трения самого поршенька. Если же тормоза не находятся в полном порядке и имеются значительные утечки воздуха из тормозной магистрали, то степень торможения уже совсем не поддается воле машиниста и, спуская некоторую порцию воздуха из дополнительного резервуара, машинист никогда не может быть уверен в том, какое торможение произойдет в поезде; бывают часто случаи, когда торможение самопроизвольно происходит настолько сильно, что даже на уклоне приходится тормоза отпускать.

Совсем плохо обстоит дело с постепенным отпуском. Ступенчатого отпуска тормоз Вестингауза совершенно не имеет. Он отпускает пол-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ностью и немедленно, как только давление в магистрали будет повышено на 0,1—0,2 *ат*, между тем ступенчатый отпуск является чрезвычайно ценным даже для пассажирских поездов и совершенно необходимо для длинных товарных поездов. Наличие этого качества у тормоза позволяет машинисту с большей легкостью вести поезд по ломаному профилю, по мере надобности усиливая или ослабляя степень торможения без толчков, рывков и набеганий вагонов. Значительное количество обрывов поездов, снабженных непрямодействующими тормозами, следует приписать именно отсутствию ступенчатого отпуска, когда вслед за торможением происходят полный отпуск и рывок головной части вперед.

Тормоз Казанцева (также и тормоз Матросова) относятся к классу прямодействующих тормозов, т. е. таких тормозов, у которых тормозные приборы под вагонами и в процессе торможения не разобщаются от источника питания их сжатым воздухом. Происходит непрерывное пополнение всяких утечек и в заторможенном состоянии, где бы эти утечки ни происходили. При наличии полной исправности приборов тормозное усилие в данном случае может непрерывно поддерживаться продолжительное время. Такой тормоз считается *неистощимым*.

Постепенное торможение у тормозов Казанцева производится более четко и ступенями любой величины, начиная с снижения на 0,1 *ат*, так как внутренние органы распределителя в виде клапанов и диафрагм при отсутствии в них трения перемещаются почти без сопротивления.

Помимо обязательной во всякой системе тормозов постепенности торможения тормоз Казанцева имеет свойство постепенного или ступенчатого отпуска и возможность варьировать в ту и другую сторону, т. е. затормозить, потом немного (не полностью) отпустить, снова затормозить, и еще отпустить, и так сколько угодно, много раз, регулируя степень торможения в ту и другую сторону в пределах от нуля до наибольшего без ущерба для качества действия тормоза. Это свойство называется *совершенной управляемостью тормоза* и имеет решающее значение для тормозов товарного типа.

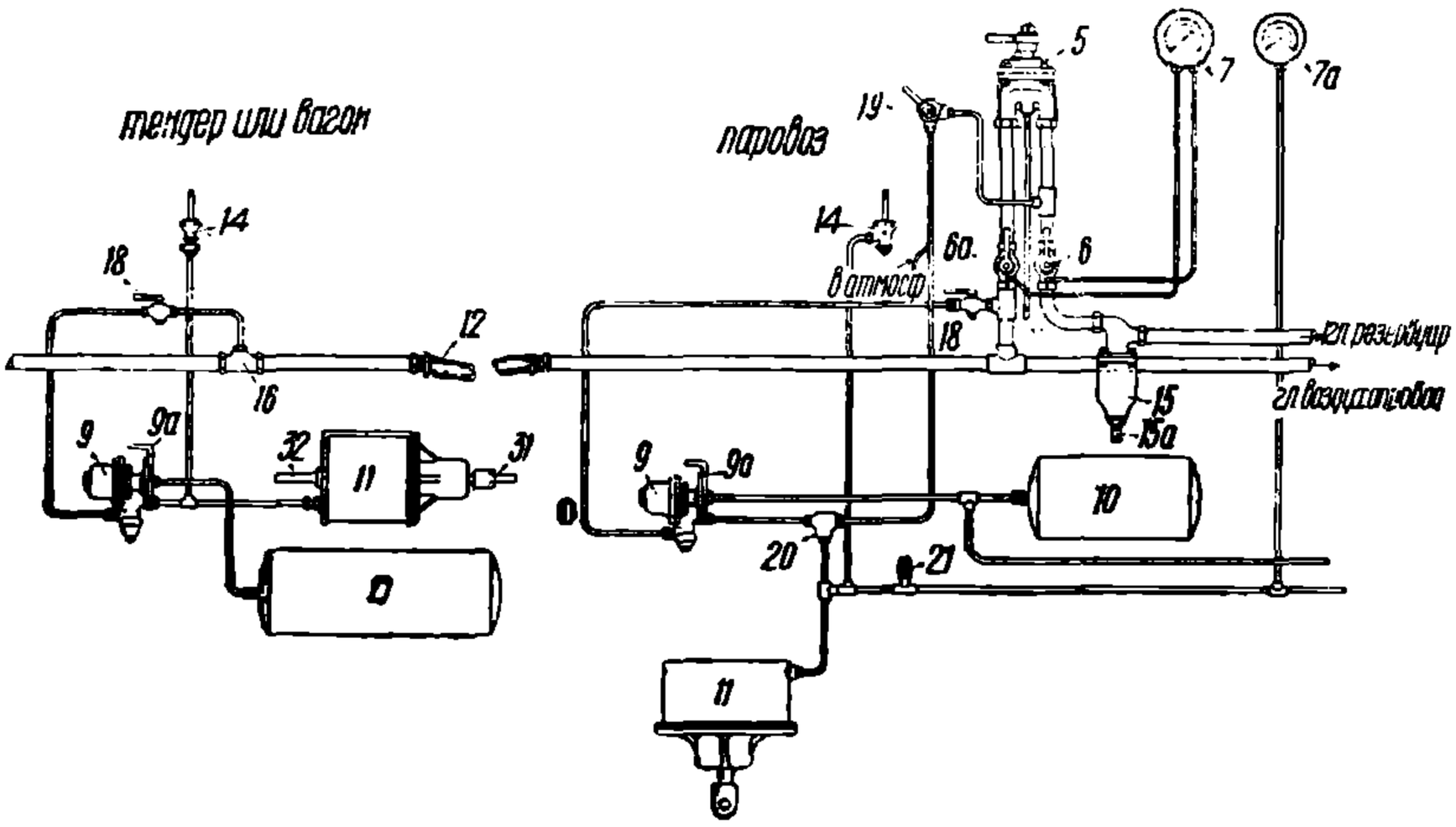
Помимо перечисленных основных отличий, имеется еще ряд других—второстепенных, о которых будет сказано в описании приборов тормоза Казанцева.

Расположение частей и приборов тормоза Казанцева на паровозах и вагонах по схеме фиг. 117 ничем не отличается от расположения частей и приборов тормоза Вестингауза. Отличие одной системы от другой заключается главным образом в устройстве и принципах действия тройных клапанов или распределителей.

Работа тройных клапанов Вестингауза, как представителя непрямодействующих тормозов, основана на взаимодействии и взаимоотношении двух давлений, действующих с двух сторон на распределительный поршень: с одной стороны — давление магистрали, с другой стороны — давление запасного резервуара, тогда как работа распределителей тормоза Казанцева, равно как и всех прочих прямодействующих тормозов, в том числе и Матросова, основана на взаимодействии трех давлений: 1) магистрального, 2) распорядительной камеры и 3) тормозного цилиндра, действующих на три рабочих площади двух диафрагм (у Казанцева) или двух поршней (у Матросова).

НБ УДУИТ (ДИТ)

Одна большая диафрагма — распределительная — имеет две рабочие площади и находится под действием двух давлений: магистрального с одной стороны—со стороны магистральной камеры *M* и постоянного—с другой стороны—со стороны регулирующей камеры или камеры постоянного давления *C*. Другая диафрагма—малая, имеет одну рабочую площадь в три раза меньшую каждой из рабочих площадей большой распределительной диафрагмы. Эта рабочая площадь только в заторможенном состоянии находится под действием давления в тормозном цилиндре со стороны тормозной камеры *T*. Таким образом в тормозе Казанцева, так же как и во всех прочих прямодействующих тормозах, тормозной цилиндр своим давлением во время торможения принимает участие в работе распределителя, и сам себе устанавливает давление или степень торможения через



Фиг. 117. Схема расположения частей тормоза Казанцева.

посредство тормозной диафрагмы в зависимости от величины понижения давления в магистрали.

При всех прямодействующих тормозах давление в тормозных цилиндрах при торможении получается в три раза больше той величины, на которую понижено давление в магистрали. В распределителях тормоза Казанцева это достигается за счет разности или отношений рабочих площадей большой и малой диафрагмы, тогда как у тормоза Вестингауза давление в тормозных цилиндрах определяется исключительно отношением об'емов — запасного резервуара и рабочей камеры тормозного цилиндра.

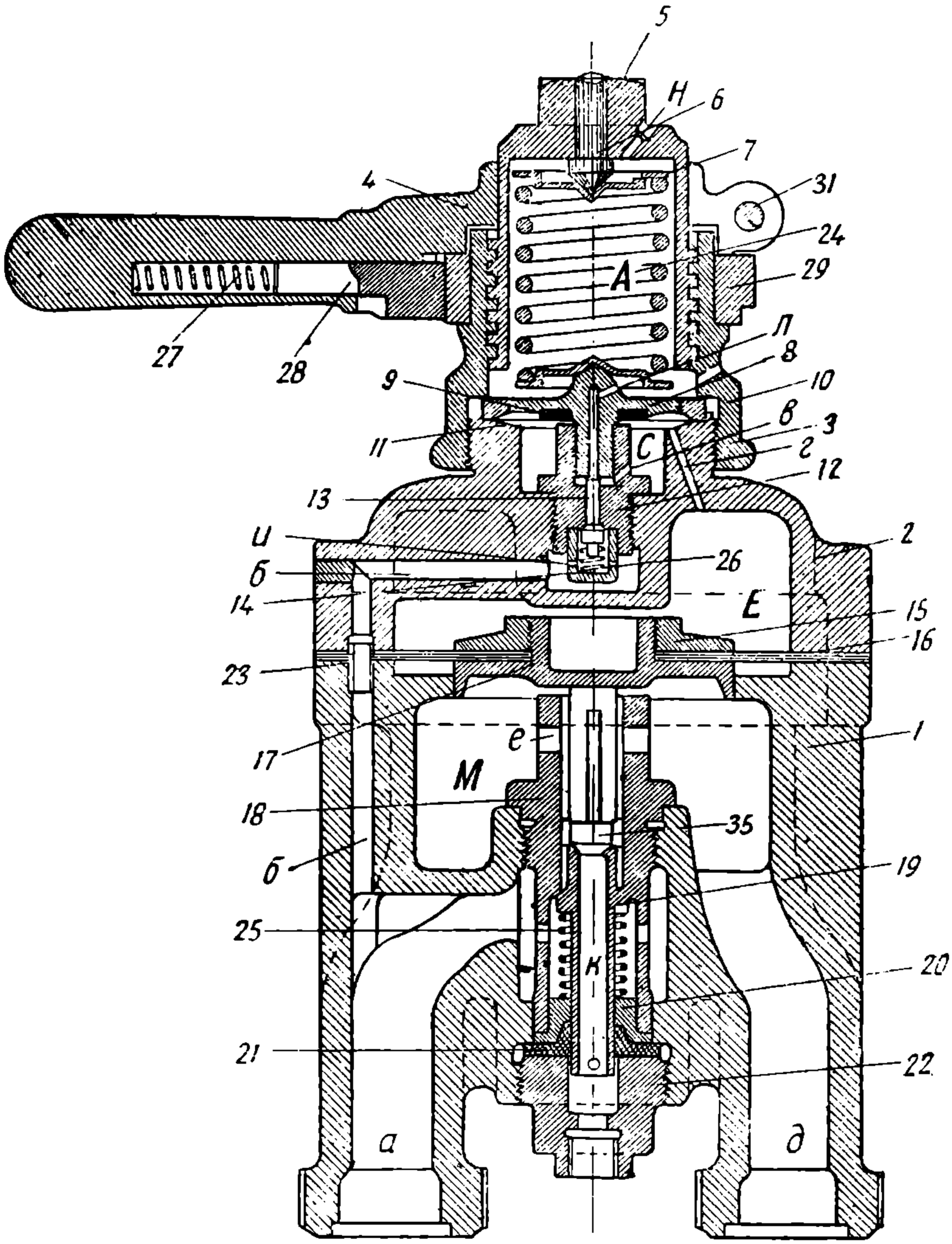
2. Кран машиниста для прямодействующих тормозов

а) Устройство крана

Тормоз Казанцева может работать и при кране машиниста системы Вестингауза, но для наибольшего удобства управления сконструирован специальный кран машиниста для прямодействующих тормозов, который автоматически пополняет магистраль и тормозные приборы в заторможенном состоянии.

НТБ УДУНТ (ДІІТ)

Этот кран, помимо упомянутого свойства, автоматического пополнения тормозной сети и в заторможенном состоянии, отличается от крана машиниста системы Вестингауза еще тем, что при нем нет дополнительного резервуара и золотникового питательного клапана.



Фиг. 118. Кран машиниста для прямодействующих тормозов.

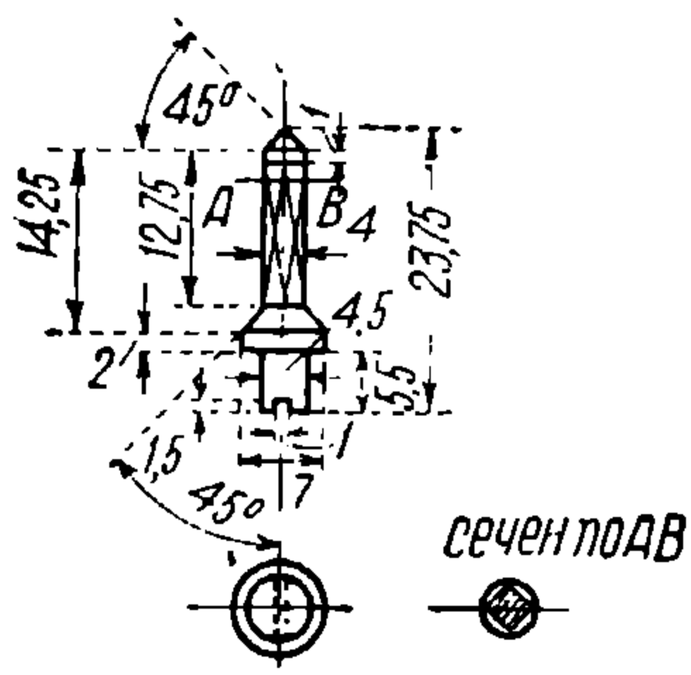
Кран машиниста (фиг. 118) по идее устройства напоминает регулятор хода насоса и состоит из двух основных частей—корпуса и головки.

Внутреннее пространство корпуса большой резиновой диафрагмой *16* разделяется на две части, образуя две отдельных камеры: 1) нижнюю

НБ УрГУПС (ДИТ)

М — магистральную, постоянно сообщенную с магистралью и 2) верхнюю *Е* — промежуточную, постоянно сообщенную с камерой *С* в головке крана. Большая диафрагма *16* по своей окружности зажата между нижней частью и крышкой корпуса и в этой части является прокладкой. К средней части диафрагмы с помощью двух шайб *15* и *17* укреплен выпускной клапан *35*, который с нижней шайбой *17* составляет одно целое.

Выпускной клапан *35* своим концом упирается в устье атмосферного канала *К*, просверленного вдоль впускного клапана *19*. Оба клапана,— как выпускной *35*, так и впускной *19*,— помещены в гнезде *18*, ввернутом в нижнюю часть корпуса. Впускной клапан *19* снизу подперт пружиной *25;* опорой для пружины служит грундбукса *20*. Для уплотнения по штоку впускного клапана, в предупреждение пропуска воздуха из главного резервуара в атмосферный канал, в нижней части сделан кожаный воротник *21*, который прижимается к грундбуксе нажимной гайкой 22.



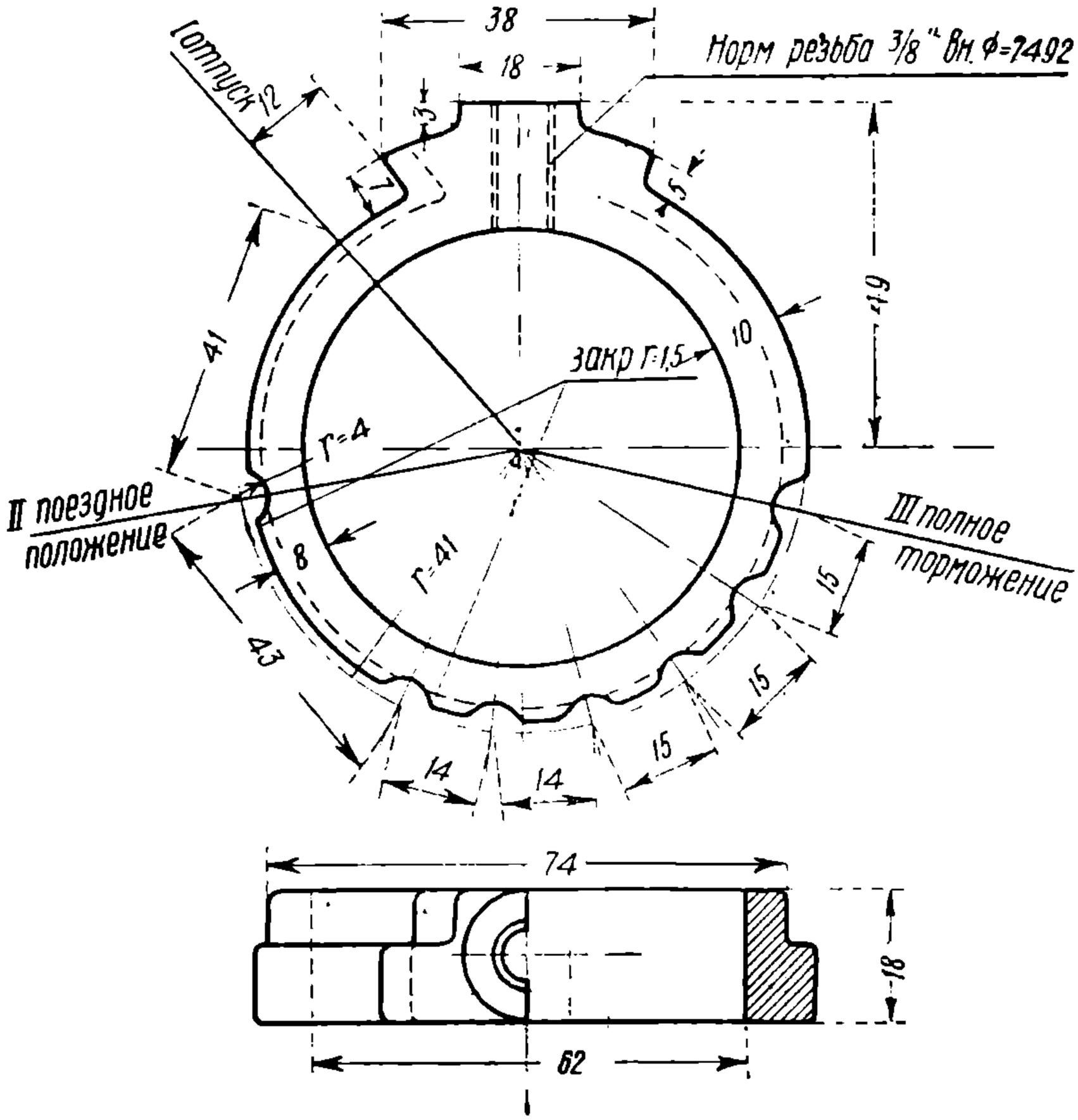
Фиг. 119. Возбудительный клапан в (натуральную величину)

Головка крана имеет сходство с головкой регулятора хода насоса или, вернее, с головкой золотникового питательного клапана с той лишь разницей, что вместо регулирующего винта, который там для установки требующегося давления приходится поворачивать ключом, здесь имеется колпачок с ленточной прямоугольной резьбой, который повертывается постоянной ручкой, и таким образом изменяется давление в магистрали

Внутри головки помещается малая бронзовая диафрама *11*, возбудительный клапан *13* фиг. 119 и регулирующая пружина *24*. Малая бронзовая диафрагма *11* разделяет внутреннее пространство головки крана на две камеры: атмосферную *А*, постоянно сообщенную с атмосферой по каналу *н* и регулирующую *С*, постоянно сообщенную с промежуточной камерой *Е* каналом *Г*. Сверху на диафрагме лежит фасонная шайба или, вернее, гильза *10*, а между гильзой и диафрагмой для уплотнения положена резиновая или кожаная прокладка *9*. Гильза проходит сквозь диафрагму и упирается в верхний конец возбудительного клапана *13*. Внутри гильзы имеется выпускной канал *л*, который снизу закрывается верхнем концом возбудительного клапана. Сверху на гильзу и на диафрагму давит регулирующая пружина *24*, заключенная в колпачок *5* между двумя центрирующими шайбами. Колпачок *5* в нижней своей части имеет ленточную, прямоугольную наружную нарезку, которой он ввертывается в головку крана. На верхней части колпачка укреплена ручка *4*, с помощью которой колпачок повертывается в резьбе, нажимая или отпуская регулирующую пружину *24*. Для того чтобы ручку удерживать в установленном положении, внутри ее имеется кулачок с пружиной, а по сектору вращения ручки, на градационном хомуте крана имеются насечки или углубления, соответствующие положениям ручки (фиг. 120), из которых три: 1) положение отпуска, 2) положение поездное и 3) положение полного торможения являются основными, остальные—промежуточными. Между вторым и третьим положением имеется ряд насечек

НТБ УДУХТ (ДІІТ)

промежуточных торможений; каждая последующая насечка соответствует понижению давления в магистрали приблизительно на 0,3 *ат*. Количество



Фиг. 120. Градационный хомут.

б) Работа крана

этих промежуточных углублений особого значения в работе тормоза не имеет, служит лишь для удобства управления тормозом.

Зарядка тормоза и отпуск производятся при первом положении ручки крана, при котором колпачок ввертывается в головку и нажимает регулирующую пружину с силой, равной давлению на нижнюю площадь малой диафрагмы 6 *ат*. Регулирующая пружина, нажимая на диафрагму *11*, прогибает ее вниз, гильза диафрагмы упирается в верхний конец возбудительного клапана и осаживает его тоже вниз, открывая нижней притирочной поверхностью доступ воздуху из канала *б* в камеру *С*.

Сжатый воздух из главного резервуара через отверстие *а* идет по каналу *б*, через малые отверстия *и* в колпачке возбудительного клапана, через открытый возбудительный клапан, по каналу *в* в седле клапана, заполняет регулирующую камеру *С* и по каналу *Г* поступает в промежуточную камеру *Е*.

НБ УДУНТ (ДІТ)

Как только начнет повышаться давление в промежуточной камере *E* большая резиновая диафрагма прогнется вниз, и, нажав верхний выпускной клапан *35* на нижний впускной клапан *19*, опустит его тоже вниз. Сжатый воздух из главного резервуара через тот же отросток *а*, через открытый впускной клапан *19* и отверстие *е* в гнезде пойдет в магистральную камеру *M* и далее в магистраль через отросток *д*.

Когда давление в тормозной сети по манометру будет приближаться к нормальному рабочему 5 *ат*, ручку крана машиниста ставят в поездное положение, при котором нажатие регулирующей пружины слегка ослабляется и будет соответствовать давлению 5 *ат* на нижнюю площадь малой диафрагмы. Как только давление в промежуточной камере *E* и регулирующей камере *C* станет 5 *ат*, силы, действующие на обе стороны малой диафрагмы (сверху и снизу), сравняются и сама диафрагма выпрямится, благодаря чему возбудительный клапан под действием нижней пружинки *26* поднимается вверх и закроет доступ воздуха из канала *б* в регулирующую камеру *C*. Если давление в регулирующей камере *C* и в промежуточной *E* сколько-нибудь понизится, регулирующая пружина вновь прогнет диафрагму и впустит воздух в обе камеры до установления равновесия. Таким образом в этой части крана происходит совершенно одинаковая работа, как в головке золотникового питательного клапана, с той лишь разницей, что здесь поддерживается установленное давление только в регулирующей и промежуточной камерах. В данном случае при втором положении ручки крана машиниста давление в регулирующей и промежуточной камерах будет поддерживаться постоянным 5 *ат*.

Сжатый воздух из главного резервуара через впускной клапан будет поступать в магистральную камеру *M* и в магистраль, пока там давление не станет тоже 5 *ат* или, иначе говоря, пока давление на обе стороны большой резиновой диафратмы не уравняется. Когда давление в магистрали будет равно давлению в промежуточной камере, то большая резиновая диафрагма выпрямится, слегка поднявшись кверху. Благодаря этому впускной клапан *19* под действием пружины *25* тоже поднимется кверху и закроет проход воздуха из главного резервуара в магистраль.

Если давление в магистрали вследствие утечки будет понижаться, то будет уменьшаться и сила, действующая на нижнюю площадь большой резиновой диафрагмы. Сверху диафрагмы образуется перевес, диафрагма вновь прогнется вниз, открыв впускной клапан, и пополнит утечку. Таким образом с помощью крана машиниста равновесием его большой резиновой диафрагмы поддерживается постоянное давление в магистрали.

Торможение. Для торможения ручку крана машиниста поворачивают в одно из тормозных положений. Колпачок *5* несколько вывертывается из головки и ослабляет нажатие регулирующей пружины *24* на малую диафрагму *11*. Снизу малой диафрагмы со стороны регулирующей камеры *C* получается перевес давления, диафрагма слегка поднимается вверх и нижней частью гильзы *8* снимается с верхнего конца возбудительного клапана *13*. Атмосферный канал *л* в гильзе откроется и сжатый воздух из регулирующей камеры *C* и промежуточной *E* начнет выходить по каналу *л* в атмосферу. Выпуск воздуха будет продолжаться до тех пор, пока сила давления воздуха на нижнюю площадь диафрагмы не будет

НБ УДУНТ (ДІІТ)

равна силе нажатия пружины. Если машинист повернул ручку от поездного положения на две зарубки, что соответствует понижению или уменьшению нажатия пружины на 0,5 *ат* на площадь малой диафрагмы, то воздух из регулирующей камеры *С* и промежуточной камеры *Е* будет выходить до тех пор, пока давление в них не понизится на 0,5 *ат*, после чего наступит равновесие на обе стороны диафрагмы, диафрагма выпрямится и опустится гильзой на верхний конец возбудительного клапана, закрыв канал *л*. Выход воздуха из регулирующей и промежуточной камер прекратится и будет в них поддерживаться постоянным то давление, которое установлено ручкой крана и регулирующей пружиной.

С понижением давления в промежуточной камере *Е* образуется перевес давления со стороны магистральной камеры *М*, благодаря чему большая резиновая диафрагма поднимется вверх вместе с выпускным клапаном *35* и откроет атмосферный или выпускной канал *к*, расположенный внутри впускного клапана. Сжатый воздух из магистрали будет выходить в атмосферу до тех пор, пока давление в магистрали не станет равным давлению в промежуточной камере. Когда наступит равновесие на обе стороны большой резиновой диафрагмы, диафрагма опустится вниз и выпускным клапаном *35* закроет выпускной канал.

Таким образом в магистрали установится такое же давление, как и в промежуточной камере *Е*, и это давление будет поддерживаться постоянным. Если в магистрали вследствие утечек давление будет падать, то большая резиновая диафрагма прогнется вниз, откроет впускной клапан и будет пополнять утечку. Если бы вследствие пропуска впускного клапана давление в магистрали стало бы повышаться, то большая диафрагма поднимется вверх, откроет выпускной клапан и выпустит лишний воздух в атмосферу.

Если требуется усилить степень торможения, то ручку крана машиниста поворачивают еще на одну или несколько зарубок. Регулирующая пружина ослабляется еще больше. Малая диафрагма под перевесом давления со стороны регулирующей камеры *С* снова поднимется вверх и выпустит часть воздуха из регулирующей и промежуточной камер. Вновь образуется перевес давления со стороны магистрали на большую резиновую диафрагму, которая, поднявшись вверх, откроет выпускной клапан *35* и выпустит воздух из магистрали.

Таким образом можно понижать давление в магистрали с любой постепенностью — ступенями, и на каждой ступени установившееся давление будет подлерживаться постоянным какое угодно продолжительное время.

Отпуск. Для отпуска поворачивают обратно ручку крана машиниста, нажатие регулирующей пружины увеличивается, благодаря чему малая диафрагма прогибается вниз, нажимает возбудительный клапан и открывает его нижнюю притирку. Сжатый воздух из главного резервуара по каналу *б* под возбудительный клапан, по каналу *в* поступает в регулирующую камеру *С* и далее по каналу *Г* в промежуточную камеру *Е*.

Как только давление в промежуточной камере повысится, большая резиновая диафрагма *16* прогнется вниз и откроет впускной клапан *19*. Сжатый воздух из главного резервуара будет поступать в магистраль, повышая в ней давление. Отпуск можно производить так же с любой

НТБ УВУНТ (ДІІТ)

постепенностью, ступенями, и на каждой ступени будет поддерживаться соответствующее давление постоянным.

Таким образом этот кран машиниста по существу является регулятором давления в магистрали. С его помощью давление в магистрали устанавливается любой величины, и установленная величина поддерживается постоянной. Изменения давления в магистрали этим краном можно производить только в пределах от 6 до 3,5 *ат;* 6 *ат* устанавливается в положении отпуска и зарядки, 5 *ат* — в поездном положении и 3,5 *ат*— наибольшая степень торможения. Если потребуется понизить давление в магистрали ниже 3,5 *ат*, то это можно сделать только с помощью комбинированного крана, который в тормозах Казанцева заменяет собою кран двойной тяги Вестингауза.

Регулировка крана машиниста производится в поездном положении ручки, при нормальном рабочем давлении в главном резервуаре не менее 6,5 *ат*. В поездном положении ручки отпускается ее хомут, захватывающий колпачок; сама ручка остается на месте, а колпачок повертывают отдельно ключом и, как у регулятора хода насоса и золотникового питательного клапана, колпачком устанавливают давление в магистрали 5 *ат*. После этого хомут ручки вновь закрепляют.

Имея в виду, что на подвижном составе товарного парка сети дорог СССР имеется значительное количество распределителей системы Казанцева жесткого типа АП-1 ***отпуск тормоза, при которых происходит только при повышении давления в магистрали не ниже*** 5 *ат*, то для ускорения отпуска в хвосте поезда и предупреждения самоторможения хвостовых вагонов при возможных утечках, давление в магистрали для тормозов Казанцева правилами НКПС установлено 5,2 *ат*, т. е. на 0,2 *ат* выше нормального.

в) Ремонт крана

Периодический осмотр. Кран машиниста для прямодействующих тормозов по своей конструкции несколько сложнее крана машиниста системы Вестингауза. Наличие в нем резиновой диафрагмы требует более внимательного ухода за ним и частого осмотра, хотя практика последних двух лет показала, что резиновая диафрагма в кране машиниста в течение шести месяцев служит удовлетворительно. Остальные части вполне обеспечивают исправную работу на этот срок. Следовательно, вытекает необходимость производить периодический осмотр крана машиниста через каждые шесть месяцев.

При каждом периодическом осмотре кран машиниста следует разобрать. Его большая резиновая диафрагма обязательно заменяется новой. Впускной *19* и выпускной *35* клапаны (фиг. 118) притираются, причем сначала притирается впускной *19* к своему седлу, после чего он укрепляется наглухо нажатием особого штуцера снизу крана, и к нему притирается выпускной клапан *35*. Кожаный воротник, уплотняющий стержень нижнего клапана, заменяется новым. Оба клапана как нижний, так и верхний должны легко перемещаться по своей оси, причем нижний должен подниматься в верхнее положение усилием одной своей пружины.

Пружина нижнего клапана должна быть достаточно упругой, чтобы возвращать клапан в верхнее положение и поддерживать его в этом по-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ложении, когда нажим верхнего клапана прекращается. Пружина должна быть изготовлена из хорошей стальной проволоки толщиною 2 *мм*, число витков должно быть 7; наружный диаметр витков 17 *мм*, высота в свободном состоянии 31 *мм*.

Верхний клапан при свободном состоянии диафрагмы должен своим концом касаться нижнего и закрывать выпускное отверстие.

Малая диафрагма не должна иметь большого прогиба, забоин и других повреждений, понижающих ее гибкость; неисправная диафрагма заменяется новой.

Возбудительный клапан проверяется на станке и притирается к обоим седлам. Размеры его должны соответствовать указанным на фиг. 119, при этом длина его должна быть такова, чтобы верхний конец выходил из втулки не менее как на 2 — 3 *мм*. Резиновая прокладка шайбы *8*, лежащей на диафрагме, должна быть заменена новой.

Прямоугольная винтовая нарезка подвижного колпачка должна быть плотно пригнана в гнездо, но в то же время колпачок должен легко перемещаться по резьбе (ввертываться) от руки. Слабина в резьбе, вызывающая мертвые ходы ручки, не должна иметь места.

Регулирующая пружина и обе тарелки должны быть вполне исправны. Нормальная пружина должна иметь 5 рабочих витков и два срезанных. Толщина витков — 6 *мм*, наружный диаметр — 41 *мм*. Высота пружины в свободном состоянии — 60 *мм;* допускаются отступления по высоте в ту и другую сторону 2 *мм*.

Регулировка крана для получения нормального давления в магистрали (5,2 *ат*) при постановке ручки крана в поездное положение производится на испытательной установке или на паровозе под давлением сжатого воздуха следующим образом.

Давление в главном резервуаре должно быть 6,5—7 *ат*. Ручка крана машиниста ставится в поездное положение. После этого ослабляется болтик, оттягивающий хомут ручки. Далее, поворотом колпачка *5* в ту или иную сторону, независимо от ручки крана, остающейся все время в одном (поездном) положении, изменяется нажатие регулирующей пружины *24* на диафрагму *11* до тех пор, пока в магистрали не получится давления в 5,2 *ат*. После этого хомут ручки крана стягивается болтиком и этим ручка закрепляется на колпачке.

Испытание крана. После осмотра, ремонта и регулировки кран машиниста подвергается испытанию на чувствительность, на достаточность сечения питающих каналов и открытия питающего клапана и на достаточность сечения атмосферного канала и открытия выпускного клапана.

Для испытания на чувствительность кран машиниста соединяется с главным резервуаром и магистралью, об'емом в 50 *л*. Давление в главном резервуаре доводится до 7 *ат*, при этом давление в магистрали должно быть: когда ручка крана в I (отпускном) положении — 6 *ат*, во II (поездном) — 5,2 *ат* и при крайнем тормозном — 2,5 *ат*.

Делается несколько перемещений ручки крана машиниста последовательно в сторону торможения из отпуска, при этом давление в магистрали должно каждый раз устанавливаться одно и то же, соответствующее данному положению ручки, и должно держаться постоянным, с не-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

значительными колебаниями около 0,1 *ат*, в течение не менее двух-трех минут.

Делается искусственная утечка из тормозной магистрали в ее конце через отверстие в 2 *мм*. Кран машиниста во всех своих положениях должен пополнять утечку и поддерживать давление в магистрали постоянным с колебанием не более 0,15 *ат*.

Испытание на достаточность сечения питающих каналов и открытия питающего клапана производится при тех же соединениях. Давление в главном резервуаре устанавливается в 7 *ат*, при этом повышение давления в магистрали емкостью в 50 *л* при I (отпускном) положении ручки крана машиниста от 0 до 5,2 *ат* должно происходить за время не более 5 сек

Для испытания на достаточность открытия атмосферного канала ручка крана машиниста при давлении в магистрали в 5,2 *ат* перемещается из поездного положения в крайнее тормозное. Давление в магистрали емкостью в 50 *л* должно быть снижение с 5,2 до 3,5 *ат* за время не более 4 сек.

Текущий ремонт крана. Наиболее слабыми местами крана машиниста для прямодействующих тормозов являются: 1) большая резиновая диафрагма *16*, которая расслаивается и прорывается, 2) малая бронзовая диафрагма *11*, 3) регулирующая пружина *24* и 4) нижний впускной клапан *19*.

При прорыве большой резиновой диафрагмы прекращается работа нижней части крана, впускной *19* и выпускной *35* клапаны открываться не будут. Зарядка тормоза, хотя и будет происходить, но настолько медленно, что магистраль не наполнится до полного давления, потому что воздух в магистрали будет поступать только через возбудительный клапан *13* в промежуточную камеру *E*, откуда через прорыв в диафрагме будет уходить в камеру *M* и в магистраль, благодаря чему давление в промежуточной камере *E* будет почти равным давлению в камере *M*; поэтому диафрагма *16* не может нажать впускной клапан *19* и открыть его полностью для доступа воздуха из главного резервуара в магистраль.

При торможении будет происходить следующее: с помощью возбудительного клапана *13* выпускается воздух из промежуточной камеры *E*, где должно понижаться давление, чтобы создать разность на обе площади диафрагмы *16*. В данном случае этой разности не получится, потому что при выпуске воздуха из камеры *E* она будет немедленно пополняться через прорыв диафрагмы *16* из камеры *M*, диафрагма останется бездействующей, и клапан *35* для выпуска воздуха в атмосферу не откроется. Воздух из магистрали будет выходить только через возбудительный клапан. Понижение давления в магистрали будет происходить настолько медленно, что при распределителях мягкого типа торможения может не произойти совсем. Таким образом можно считать, что прорыв большой резиновой диафрагмы *16* вызывает полное бездействие крана с невозможностью производить даже зарядку тормоза. Единственный способ исправить это повреждение крана — сменить поврежденную диафрагму.

Если данное повреждение произойдет в пути, то для того, чтобы следовать с поездом дальше на автоматических тормозах, машинисту необходимо отнять крышку крана и поверх большой резиновой диафрагмы *16* заложить деревяшку плоской формы толщиной 5—6 *мм* с таким

НБ УДУНТ (ДІІТ)

расчетом, чтобы диафрагму и выпускной клапан *35* прижать в нижнее крайнее положние, после чего крышку поставить на место. Крышкой через деревяшку диафрагма *16* будет нажата книзу, благодаря чему будет открыт впускной клапан *19*. Главный воздухопровод сообщится с главным резервуаром и питание воздухопровода будет происходить полным каналом. Но управление тормозом, т. е. торможение и отпуск, в данном случае приходится производить только с помощью комбинированного крана. При этом давление в воздухопроводе при сокойном состоянии тормоза будет равно давлению в главном резервуаре. Поэтому давление в главном резервуаре следует установить 5 *ат;* разности давления между главным резервуаром и магистралью не будет.

Излом малой бронзовой диафрагмы обнаруживается постоянным выходом воздуха через атмосферное отверстие в головке крана. В этом случае кран в зависимости от величины излома или перестает работать совсем, или становится малочувствительным к перемещениям ручки. Поэтому бронзовую диафрагму приходится менять. Никакая пайка ее и другие способы исправления диафрагмы не допускаются. Если излом бронзовой диафрагмы произойдет в пути, то для того, чтобы следовать с поездом дальше на автоматических тормозах, необходимо поступить так же, как и в первом случае, т. е. заложить деревяшку между крышкой и большой резиновой диафрагмой *16* и кроме того развернуть колпачок *5* для того, чтобы прекратить выпуск воздуха через прорванную диафрагму *11*. В этом случае, так же как и в первом, приходится управлять тормозом с помощью комбинированного крана.

Излом регулирующей пружины *24* ведет к полному прекращению работы крана. В этом случае остается также только одно — сменить поврежденную пружину, а если повреждение случилось в пути, то машинист должен заставить кран производить зарядку магистрали и ехать дальше на комбинированном кране. Простейшим средством заставить кран производить зарядку магистрали является подкладка деревянной пробки. Для этого следует отвернуть колпачок *5*, вынуть поврежденную регулирующую пружину, вместо нее поставить деревянную пробку и через эту пробку нажать на диафрагму *11*, для того чтобы открыть возбудительный клапан *13*. Благодаря этому промежуточная камера *Е* будет постоянно наполнена давлением сжатого воздуха, равным давлению в главном резервуаре. Следовательно, большая диафрагма будет все время прижата книзу и впускной клапан *19* будет постоянно открыт для питания магистрали. В этом случае управление тормозом возможно также только с помощью комбинированного крана, и давление в магистрали будет равно давлению в главном резервуаре, следовательно, должно устанавливаться с помощью регулятора хода насоса равным 5 *ат*.

Нижний воздушный клапан часто заедает и тогда пружина *26* не осиливает поднять его в верхнее положение. В этом случае наблюдается сильный пропуск воздуха через нижнее выпускное отверстие. Для того чтобы исправить, следует отнять нижний штуцер *32*, вынуть кожаный воротничок *21*, грундбуксу *20*, и тогда вынется клапан *19* с пружиной *26*. Клапан следует смазать тем же маслом, которым смазываются тройные клапаны, пружину слегка развести, чтобы усилить ее и собрать. После этого кран будет работать удовлетворительно.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

3. Распределитель А-1

а) Общая часть

В настоящее время в эксплоатации на сети жел. дорог СССР имеются три варианта или типа распределителей тормоза Казанцева: распределители А-1 и АП-1, так называемые распределители жесткого типа, т. е. работающие только при определенном давлении в главном воздухопроводе 5 *ат*, и распределитель К-1 — мягкого типа, работающий на любом давлении.

Распределитель А-1 был первым вариантом в числе получивших практическое осуществление и в 1926 г.; после опытов было приступлено к массовому изготовлению его на Московском государственном тормозном заводе.

В работе на товарном подвижном составе в течение одного года распределитель А-1 проявил ряд отрицательных свойств как в конструкции, так и в эксплоатации. Поэтому был отклонен и в 1927 г. изготовление его прекращено. Всего изготовлено около 1000 шт., которые частично сохранились еще в эксплоатации, но заменяются распределителями серии К-1 при первом ремонте вагонов.

С практической точки зрения глубокое изучение распределителя А-1 необязательно, но он представляет интерес в части довольно простого и своеобразного осуществления груженого и порожнего режима. Поэтому ознакомиться с его устройством и главным образом в этой части совершенно необходимо, тем более, что груженый и порожний режим, являясь обязательными для тормоза товарного типа, трудно поддаются осуществлению и проведению в жизнь.

Кроме того распределитель А-1 послужил основанием для распределителя АП-1. Последний является только упрощением конструкции с сохранением всех принципов устройства.

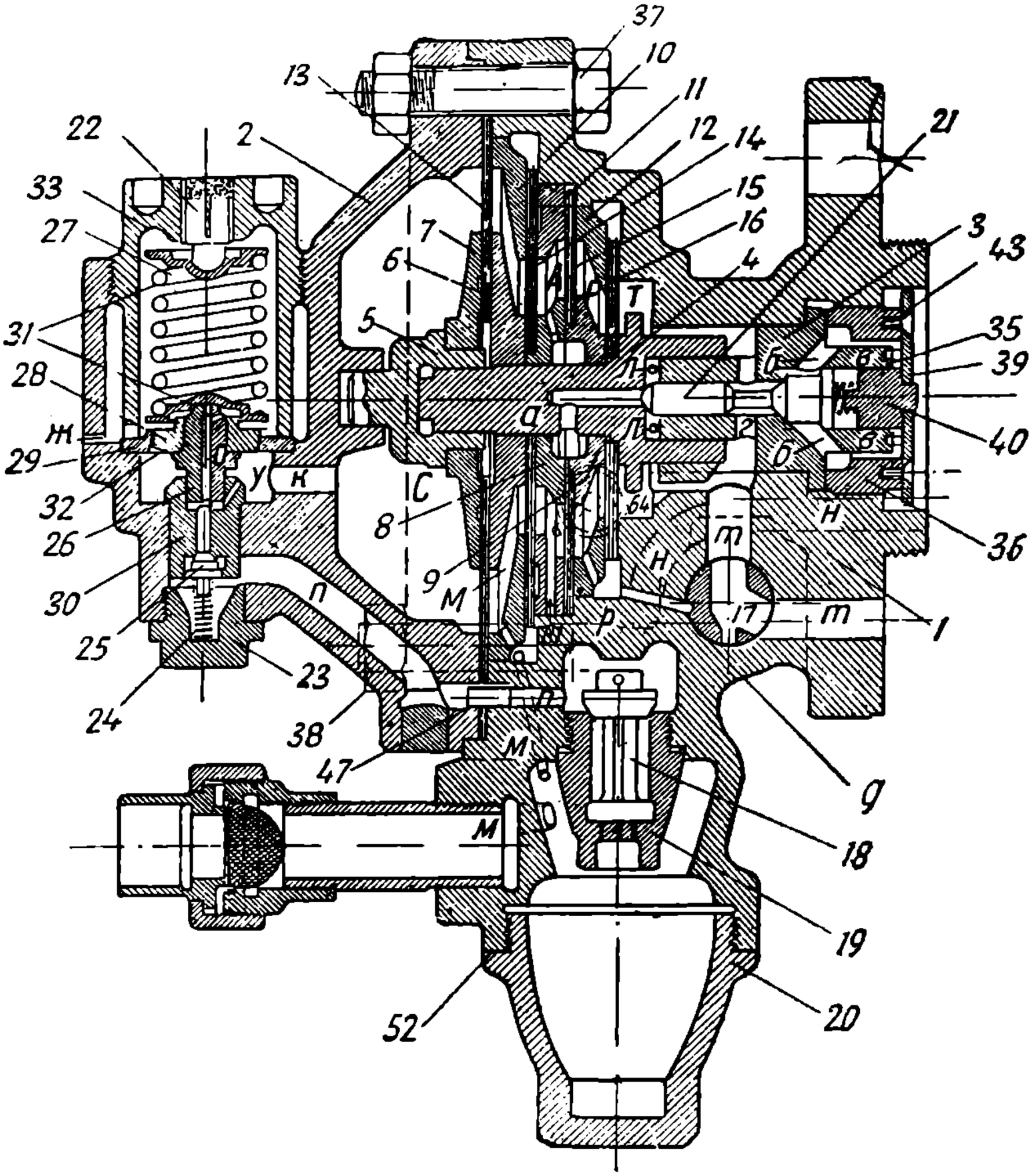
б) Устройство распределителя А-1

Корпус и крышка, распределителя А-1 (фиг. 121) образуют внутреннюю полость, которая разделяется четырьмя резиновыми диафрагмами на пять отдельных пространств или камер: 1) камера постоянного давления *С*, питающаяся сжатым воздухом из магистрали через особый регулятор; 2) камера магистральная *М*, сообщенная постоянно и непосредственно с магистралью, 3) камера атмосферная *А*, сообщенная постоянно с атмосферной; 4) камера режимная *Р*, сообщенная с тормозным цилиндром при постановке переключателя на порожний режим и 5) камера тормозного цилиндра *Т*, сообщенная с тормозным цилиндром постоянно как при груженом, так и при порожнем режиме.

При наличии четырех диафрагм в распределителе А-1 имеется только 4 рабочих площади: большая распределительная диафрагма *13* имеет две рабочих площади — одну со стороны камеры постоянного давления С и другую со стороны магистральной камеры *М;* средняя диафрагма *14* является промежуточной — прикрывающей магистральную камеру, и рабочей площади не имеет, а только уравновешивает или, вернее, устанавливает соотношение рабочих площадей распределительной диафрагмы таким образом, что сила, действующая на рабочую площадь распреде-

НТБ УГУПТ (ДІТ)

лительный диафрагмы со стороны камеры С при давлении 3,2 *ат*, равна силе, действующей на рабочую площадь этой же диафрагмы со стороны магистральной камеры при давлении в ней 5 *ат*. Вторая средняя диафрагма *15* — режимная, имеет одну рабочую площадь со стороны режимной камеры *Р* и, наконец, малая диафрагма — тормозная имеет также одну рабочую площадь со стороны камеры *Т*.



Фиг. 121. Распределитель А-1.

Все четыре диафрагмы своей средней частью насажены на центральный стержень *4* и стянуты на нем гайкой *5* с разделением одна от другой стержневыми шайбами *6, 7, 8* и *9;* они представляют собой как бы одно целое вместе со стержнем, по окружности всей диафрагмы прижаты к корпусу крышкой распределителя также с разделением одна от другой упорными шайбами *10, 11* и *12*.

Со стороны тормозной камеры центральный стержень имеет головку с углублением, в которое входит конец гнезда *3* тормозного клапана,

НБ УДУНТ (ДІТ)

являясь для стержня направлением. Для того чтобы стержень не мог повертываться при завинчивании гайки стягивающей диафрагмы, головка его имеет шпонку, входящую в соответствующее углубление корпуса. По оси стержня со стороны тормозной камеры имеется отверстие или атмосферный канал *а*, просверленный под углом. Этот канал сообщает тормозную камеру с атмосферной и закрывается двойным тормозным клапаном *21*, имеющим две притирочные поверхности. Седлом для второй притирочной поверхности тормозного клапана служит гнездо *3*, впрессованное в корпус распределителя со стороны привалочного фланца и прижатое гайкой *36* к заплечикам. Это же гнездо служит направлением как для тормозного клапана, так и для центрального стержня.

Тормозной клапан *21* прижат к притирочной плоскости гнезда *3* пружиной *35*. Упором для пружины служит стержень *40*, прикрепленный в одно целое со щитком *39*. Щиток *39* по окружности углубления в привалочном фланце образует кольцевую щель, через которую проходит воздух из запасного резервуара в тормозной цилиндр при торможении. Щель делается около 0,5 *мм* для того, чтобы задерживать крупные частицы и грязь, попадающие с воздухом.

В изгибе тормозного канала *т* помещается переключательная режимная пробка *17*, имеющая три попереных канала и один продольный *d*. В положении, показанном на чертеже (фиг. 121), переключательная режимная пробка, сообщает тормозную камеру по каналам *m — m* с тормозным цилиндром, а режимную камеру *Р* по каналу *р* в теле распределителя и по продольному каналу в самой пробке сообщает с атмосферой. При повороте пробки на 90° влево режимная камера сообщается с тормозной камерой широким каналом в пробке, и обе камеры вместе сообщаются с тормозным цилиндром узким каналом в пробке же.

В нижней части распределителя помещен питательный клапан *18*, через который происходит постоянное пополнение запасного резервуара, если давление в нем будет, хотя бы незначительно ниже давления в магистрали. Ниже питательного клапана сделан сборник для собирания влаги и всяких твердых частиц, попадающих в магистраль.

На крышке распределителя для питания камеры постоянного давления С сделан регулятор в виде отдельного прибора. Регулятор представляет собою точную копию головки крана машиниста, отличаясь только тем, что его колпачок *33* остается неподвижным, а регулировка на требующееся давление производится с помощью регулирующего винта *22*. Регулятор состоит из диафрагмы *32*, зажатой между телом крышки и колпачком. В средней части диафрагмы помещена гильза *26* с отверстием *о* посредине. На гильзу *26* сверху давит регулирующая пружина *27*, опирающаяся на две центрирующие шайбы. Отверстие *о* в гильзе *26* снизу закрывается верхней притиркой возбудительного клапана *25*. Нижней притиркой возбудительный клапан сидит в гнезде *30*, к которому его прижимает пружина *24*.

в) Работа распределителя А-1

Зарядка тормоза при распредлителе А-1 происходит следующим образом. воздух из магистрали по каналам *м — м* поступает в сборник и далее непосредственно в магистральную камеру *М*. Одновременно

НБ УДУИТ (ДІІТ)

из того же сборника воздух приподнимает питательный клапан *18*, идет по каналу *н — н*, показанному на чертеже пунктиром, в запасный резервуар и по каналу *п — п* под возбудительный клапан регулятора, и через него в камеру постоянного давления С. Так как пока в камере С и в пространстве под диафрагмой *32* воздуха нет, верхняя пружина *27* выгибает диафрагму книзу, причем гильза *26* отжимает возбудительный клапан *25* от гнезда *30* и открывает проход воздуху из пространства под возбудительный клапан по каналам *у* и *к* в камеру С и под диафрагму *32*. По мере повышения давления под диафрагмой последняя приподнимается и когда давление воздуха на диафрагму уравняется с усилием пружины *27*, диафрагма выпрямится, а возбудительный клапан *25* под давлением пружины *24* прижмется к седлу и прекратит дальнейшее поступление воздуха в камеру С. Если вследствие утечки давление в камере С понизится против установленного пружиной, то неуравновешенная диафрагма несколько подастся вниз и будет держать нижнюю притирочную часть возбудительного клапана в открытом положении до тех пор, пока не пополнится убыль воздуха. Если наоборот, из-за пропуска нижней притирочной части возбудительного клапана давление в камере С повысится сверх нормального, то диафрагма выгнется кверху и откроет канал *о*, дав выход лишнему воздуху в атмосферу через отверстие *ж* в колпачке и теле распределителя. Таким образом регулятор поддерживает постоянное давление в камере С, но для того, чтобы пополнение утечек было возможно во все время нормальной работы тормоза, необходимо в камере С установить давление не свыше того, которое остается в главном воздухопроводе при полном торможении, т. е. 3,2 *ат*, так как иначе в моменты наибольшего снижения давления в главном воздухопроводе утечки в камере С не могли бы быть пополнены.

Давление в главном воздухопроводе при полном торможении снижается до 3,75 *ат*, следовательно, в камере С давление не должно превышать этой величины, в действительности установлено 3,2 *ат*. При установлении соотношений рабочих площадей распредлительной диафрагмы *13* сила, действующая со стороны камеры С при давлении в ней 3,2 *ат*, равна силе, действующей со стороны камеры *М* при давлении в ней 5 *ат*.

Во время зарядки камеры С и *М* наполняются сжатым воздухом одновременно и давление в них повышается одинаково до тех пор, пока в камере С не станет 3,2 *ат*, после чего в камеру С поступление воздуха прекратится, а в камере *М* давление продолжает повышаться до 5 *ат*. При одновременном наполнении и одинаковом повышении давления в камерах С и *М*, благодаря разнице рабочих площадей, сила, действующая на распределительную диафрагму со стороны камеры С, оказывается больше силы, действующей со стороны камеры *М*.

Поэтому образующимся перевесом вся система диафрагм с центральным стержнем отклоняется в сторону тормозного клапана *21* и устьем атмосферного канала *а* в стержне упирается в конец тормозного клапана. Атмосферный канал закрывается, дальнейшим перемещением диафрагмы тормозной клапан отжимается от второй притирки и открывает доступ воздуха из запасного резервуара в тормозной цилиндр. По мере наполнения запасного резервуара сжатый воздух из него проходит по

НТБ УДУНТ (ДІІТ)

кольцевой щели щитка *40* каналам *в* и *б* под тормозной клапан *21*, каналу *г* в гнезде тормозного клапана, по каналам *т — т* и через режимную пробку в тормозной цилиндр. Таким образом во время зарядки одновременно с наполнением запасного резервуара происходит наполнение и тормозного цилиндра, и получается торможение. При постепенном повышении давления в камерах *С* и *М* до 3,2 *ат* торможение постепенно усиливается. Когда давление в камере *М* будет повышаться выше 3,2 *ат*, поступление воздуха в тормозные цилиндры прекратится, начнется постепенный выпуск его и понижение силы торможения или постепенный отпуск. Полный отпуск получается в то время, когда будет полная зарядка или давление в магистрали повысится до 5 *ат*. При этом диафрагмы займут нормальное равновесное положение, при котором конец тормозного клапана слегка открывает атмосферный канал и тормозной цилиндр через тормозную камеру остается сообщенным с атмосферой.

Торможение при распределителе А-1 происходит следующим образом:

При понижении давления в магистрали и магистральной камере *М* система диафрагм вместе с центральным стержнем под перевесом меньшего постоянного давления, но на большую площадь со стороны камеры *С*, передвигается вправо, закрывает концом тормозного клапана *21* атмосферный канал *а* и, отталкивая дальше тормозной клапан *21*, отделяет вторую притирочную поверхность от гнезда *3* и открывает доступ воздуху в камеру *Т* и тормозной цилиндр. Образующееся давление на тормозную диафрагму *16* действует на систему диафрагм в обратную сторону и, когда давление в тормозной камере и в тормозном цилиндре достигнет определенной величины, возвратит систему диафрагм в равновесное положение, причем обе притирки тормозного клапана *21* окажутся закрытыми. Рабочие площади распределительной и тормозной диафрагм рассчитаны таким образом, что давление в тормозной камере должно быть в три раза больше величины снижения давления в главном воздухопроводе. Для того чтобы снова уравновесить систему диафрагм, в этом случае рабочая площадь тормозной диафрагмы сделана в три раза меньше рабочей площади распределительной диафрагмы. Таким образом для полного торможения достаточно снизить давление в главном воздухопроводе на 1,2 *ат* и тогда в тормозном цилиндре получим 3,6 *ат*.

Если давление в тормозном цилиндре будет понижаться, то оно будет понижаться и в тормозной камере, уменьшая силу, действующую на тормозную диафрагму. Равновесие системы диафрагм будет нарушаться, и под действием постоянного давления со стороны камеры *С* диафрагмы вместе с центральным стержнем вновь будут отклонены в сторону тормозного клапана и откроют им доступ воздуха из запасного резервуара в тормозной цилиндр. Таким образом давление в тормозном цилиндре, в зависимости от степени понижения давления в магистрали, будет поддерживаться постоянным продолжительное время.

Порожний режим. Для осуществления порожнего режима вводится в действие вместо тормозной диафрагмы *16* режимная диафрагма *15*, имеющая вдвое большую рабочую площадь. Для этого, как было указано, поворачивается ручка режимной пробки *17* на 90° влево и тем самым сообщаются между собой и с тормозным цилиндром камеры *Т* и *Р*. Тогда давле-

НТБ УДУНТ (ДІІТ)

ние по обе стороны тормозной диафрагмы *16* будет одинаковым и взаимно-уравновешанным, а остается давление на диафрагму *15* влево, причем, так как эта диафрагма имеет площадь вдвое большую, чем у диафрагмы *16*, то для уравновешивания системы потребуется давление вдвое меньшее, т. е. при одинаковом снижении давления в главном воздухопроводе в тормозном цилиндре будет получаться вдвое меньшее давление, чем при груженом режиме.

Как было указано, наибольшее возможное давление при груженом режиме получается при снижении давления в магистрали до 3,8 *ат*. Дальнейшее понижение давления в магистрали бесполезно: усилить торможение больше невозможно, ибо и так запасный резервуар останется сообщенным с тормозным цилиндром и давление в том и другом будет одинаково и равно 3,6 *ат*. Наоборот, дальнейшее понижение давления в магистрали ведет к постепенному ослаблению торможения за счет утечек из тормозного цилиндра, так как пополнять их из магистрали, имеющей низшее давление, невозможно. Поэтому крайнее тормозное положение кранов машиниста для прямодействующих тормозов должно быть установлено на давление в 3,75 — 3.5 *ат*.

Иное дело получается при порожнем режиме при давлении в магистрали, равном 3,75 *ат;* давления в тормозном цилиндре и запасном цилиндре еще далеко не уравнялись и потому при понижении давления в магистрали ниже 3.75 *ат* (при кране Вестингауза или при обрыве поезда) давление в тормозном цилиндре будет повышаться сверх наибольшей расчетной величины (1,8 *ат*) и может вызвать заклинивание колес. Для предотвращения такого явления с камерой порожнего режима соединен предохранительный клапан, находящийся в режимной пробке.

Отпуск тормоза при распределителе А-1 происходит следующим образом: при повышении давления в магистрали и магистральной камере образуется перевес в системе диафрагм со стороны тормозного клапана. Вся система отклоняется в сторону регулирующей камеры С; тормозной клапан садится в гнездо, а концевая притирка его открывает атмосферный канал, и воздух из тормозного цилиндра выходит в атмосферу.

Если повышение давления в магистрали сделано не до полного нормального, а частично, то и выход воздуха из тормозного цилиндра будет происходить только до тех пор, пока не наступит равновесие диафрагм. Таким образом отпуск тормоза при этом распределителе можно производить с любой постепенностью — ступенчато.

4. Распределитель АП-1

а) Общая часть

Распределитель АП-1 типа жестких тормозов явился следующим вариантом однопроводного тормоза Казанцева. К массовому изготовлению его было приступлено в 1927 г. В течение двух лет (до 1929 г.) изготовлено около 30 тыс. приборов, после чего изготовление было прекращено, так как опыт эксплоатационной работы показал, что распределители жесткого типа в наших условиях вносят большое затруднение в эксплоатации. В настоящее время распределители АП-1 применяются

НБ УДУНТ (ДІІТ)

в большинстве случаев на паровозах, где условия работы для них более подходят, чем на вагонах. Поэтому все распределители АП-1 ранее установленные на вагонах, снимаются и заменяются распределителями К-1 мягкого типа, а снятые с вагонов АП-1 устанавливаются на паровозы и тендеры.

б) Устройство распределителя АП-1

Основное отличие в устройстве распределителя АП-1 от распределителя А-1 заключается в том, что в этом распределителе регулирующая камера С вместо постоянного давления сжатого воздуха в 3,2 *ат* имеет две спиральные пружины, действующие на систему диафрагм с такой же силой, поэтому отпала необходимость иметь специальный регулятор давления. Кроме того распределитель АП-1 построен с одним режимом, поэтому имеет только три диафрагмы и не имеет переключательной режимной пробки. В остальном устройство его одинаково с устройством распределителя А-1, но вследствие изменения и из'ятия перечисленных частей конструкция его значительно проще.

Корпус и крышка распределителя (фиг. 122) образуют внутреннюю полость, которая разделяется тремя резиновыми диафрагмами на четыре камеры: 1) камера *С* постоянного давления, осуществляемого двумя спиральными пружинами *22* и *23* и 2) камера *М* — магистральная — постоянно и непосредственно сообщенная с магистралью, 3) камера *А* — атмосферная — постоянно сообщенная с атмосферой и 4) камера *Т* — тормозная — постоянно сообщенная с тормозным цилиндром.

Резиновые диафрагмы насажены своей средней частью на центральный стержень *10* и стянуты гайкой *19* с разделением одна от другой стержневыми шайбами *13, 16* и *18* и представляют собою одну целую систему, которую назовем в дальнейшем системой диафрагм. По окружности диафрагмы прижаты к уступам в стенке корпуса, также с разделением одна от другой нажимными шайбами *12* и *15*.

Центральный стержень *10* со стороны тормозной камеры имеет головку с углублением, которым он входит на конец клапанной втулки *2*, являющейся для него направлением. Для того чтобы стержень не мог повертываться при завинчивании гайки *19*, стягивающей на нем диафрагмы, в головке его устроена шпонка, которая входит в специальное гнездо в теле корпуса.

По оси центрального стержня из углубления головки со стороны тормозной камеры имеется атмосферный канал *а*, просверленный под углом. Этот канал сообщает тормозную камеру *Т*, и тормозной цилиндр — с атмосферной камерой и через нее с атмосферой. Канал *а* в устье закрывается концом тормозного клапана *28*.

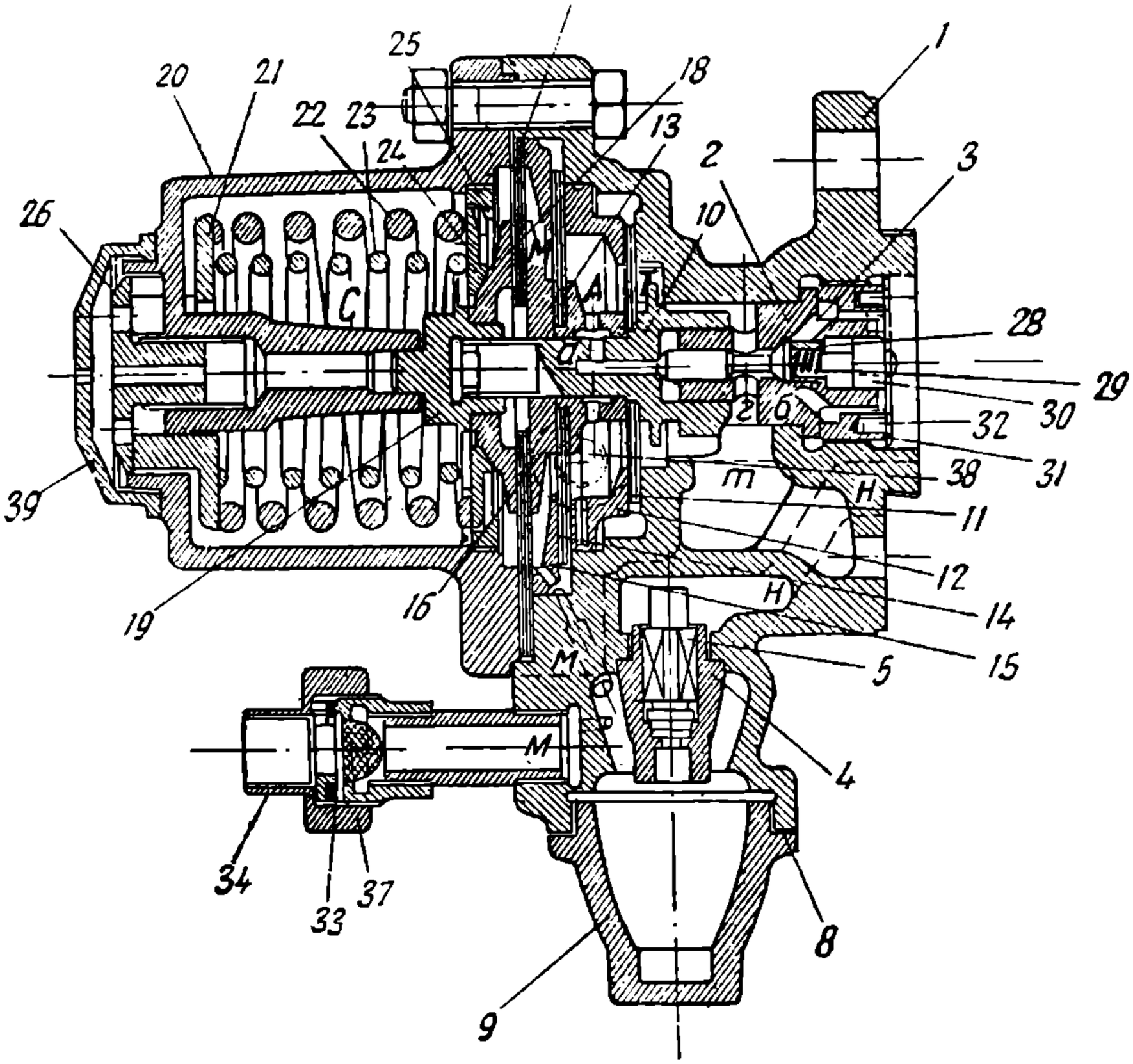
Тормозной клапан *28* имеет две притирочные поверхности: 1) большую, замыкающую проход воздуха из запасного резервуара в тормозной цилиндр, — будем ее называть «тормозной притиркой» и 2) малую торцовую, замыкающую выход воздуха из тормозного цилиндра, или замыкающую атмосферный канал *а*,— будем ее назыать отпускной притиркой».

Гнездом для тормозного клапана служит клапанная втулка *2*, впрессованная в тело корпуса со стороны фланца. Клапан вставляется во

НБ УДУНТ (ДІІТ)

втулку со стороны, привалочной плоскости и прижимается к седлу пружиной *29*. Упором для пружины является стержень *30*, укрепленный в пластинке или щитке *31*. Щиток *31* в свою очередь укреплен двумя шурупами *32* к нажимному ниппелю *3*.

Щиток *31* в углублении привалочной плоскости по окружности образует кольцевую щель около 0,5 *мм*, через которую проходит воздух из запасного резервуара в тормозной цилиндр. Щель устроена для того



Фиг. 122 Распределитель АП-1.

чтобы задерживать крупные твердые частицы и грязь, попадающие с воздухом.

В нижней части распределителя помещен питательный клапан *5*, через который идет непрерывное питание запасного резервуара из главного воздухопровода по каналу *H*.

Питательный клапан *5* помещен в гнезде *4*, которое вместе с ним ввертывается в тело корпуса торцовым ключом. Ниже питательного клапана помещена камера грязесборника в виде колпачка *9*, в котором собираются пыль, твердые частицы и влага.

Обе спиральные пружины *22* и *23* камеры постоянного давления сжаты между двумя шайбами *21* и *24* в углублении крышки. Общая наг-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

рузка пружин в собранном виде около 230 *кг*, что равняется натрузке давления сжатого воздуха 3,2 *ат* на регулирующую диафрагму из камеры постоянного давления в распределителе А-1.

Нагрузка пружин на регулирующую диафрагму со стороны камеры постоянного давления уравновешивает давление сжатого воздуха 5 *ат* на эту же диафрагму со стороны магистральной камеры. Поэтому, когда нет давления в магистральной камере или когда оно ниже 5 *ат*, вся система диафрагм вместе с центральным стержнем отклонена в сторону тормозного клапана (в правую сторону по фиг. 122), и держит тормозной клапан в открытом состоянии в части большой притирки, сообщая запасный резервуар с тормозным цилиндром и в закрытом состоянии в части атмосферного канала.

в) Работа распределителя АП-1

Зарядка. Во время зарядки тормоза сжатый воздух из главного воздухопровода по каналам *m — m* поступает непосредственно в магистральную камеру *M* и одновременно через питательный клапан 5 по каналам *n — n* поступает в запасный резервуар, но в виду того, что тормозной клапан *28* находится в открытом положении, своей большой притиркой и сообщает запасный резервуар с тормозным цилнидром. воздух из главного воздухопровода через запасный резервуар поступает в тормозной цилиндр, повышая давление в обоих одновременно и одинаково. Таким образом с первого момента зарядки тормоз затормаживается.

Пока давление в главном воздухопроводе, в магистральной камере повышается до 3,8 *ат*, одновременно и одинаково повышается в запасном резервуаре и в тормозном цилиндре. Как только давление в магистральной камере перевалит за 3,8 *ат*, силы, действующие на систему диафрагм, начнут постепенно выравниваться или уже выравниваются. Силе пружин противопоставляется сила двух давлений: давление на площадь распределительной диафргмы со стороны магистральной камеры и давление на площадь тормозной диафрагмы со стороны тормозной камеры. Система диафрагм займет почти равновесное положение с некоторым отклонением в сторону пружин. Большая притирка тормозного клапана закроется, разобщив запасный резервуар от тормозного цилиндра и слегка откроется концевая притирка атмосферного канала. Воздух из тормозного цилиндра начнет выходить в атмосферу, и начнется постепенный отпуск тормоза. Тормоз полностью отпустит только тогда, когда давление в главном воздухопроводе и в магистральной камере поднимется до 5 *ат*.

В спокойном состоянии тормоза система диафрагм находится в равновесном положении с легким отклонением в сторону пружин и торцевая притирка тормозного клапана держит атмосферный канал в открытом состоянии.

Торможение. Всякое хотя бы незначительное и сколько угодно медленное понижение давления в главном воздухопроводе и в магистральной камере нарушает равновесие системы диафрагм и вызывает обязательное торможение.

При понижении давления в главном воздухопроводе и в магистральной камере *M* система диафрагм под перевесом постоянной силы пружин отклоняется в сторону тормозного клапана *28*. Центральный стержень устьем атмосферного канала упирается в торцовую притирку клапана.

УДУЦТ (ДІІТ) НБ

Атмосферный канал закрывается, разобщая тормозной цилиндр с атмосферой. Дальнейшим перемещением системы диафрагм тормозной клапан смещается и открывает большую притирку, сообщая запасный резервуар с тормозным цилиндром.

Воздух из запасного резервуара поступает в тормозной цилиндр, одновременно заполняя тормозную камеру *Т* и повышая давление в ней. Давление в камере *Т*, действуя на тормозную диафрагму *14*, помогает давлению в камере *М*, и оба противопоставляются силе спиральных пружин *22* и *23* в камере С. Когда давление в тормозном цилиндре и в камере *Т* достигнет определенной величины и вместе с давлением в камере *М* образует силу, равную силе пружин, система диафрагм займет равновесное положение, при котором будут закрыты обе притирки тормозного клапана *28*, — это будет положение перекрыши.

Рабочие площади большой распределительной и малой тормозной диафрагм рассчитаны таким образом, что давление в тормозной камере должно быть в три раза больше той величины, на которую снижается давление в магистральной камере. Например, если понизить давление в главном воздухопроводе и в камере *М* на 1 *ат*, то для того, чтобы уравновесить систему диафрагм, давление в тормозном цилиндре и в тормозной камере *М* должно быть 3 *ат*.

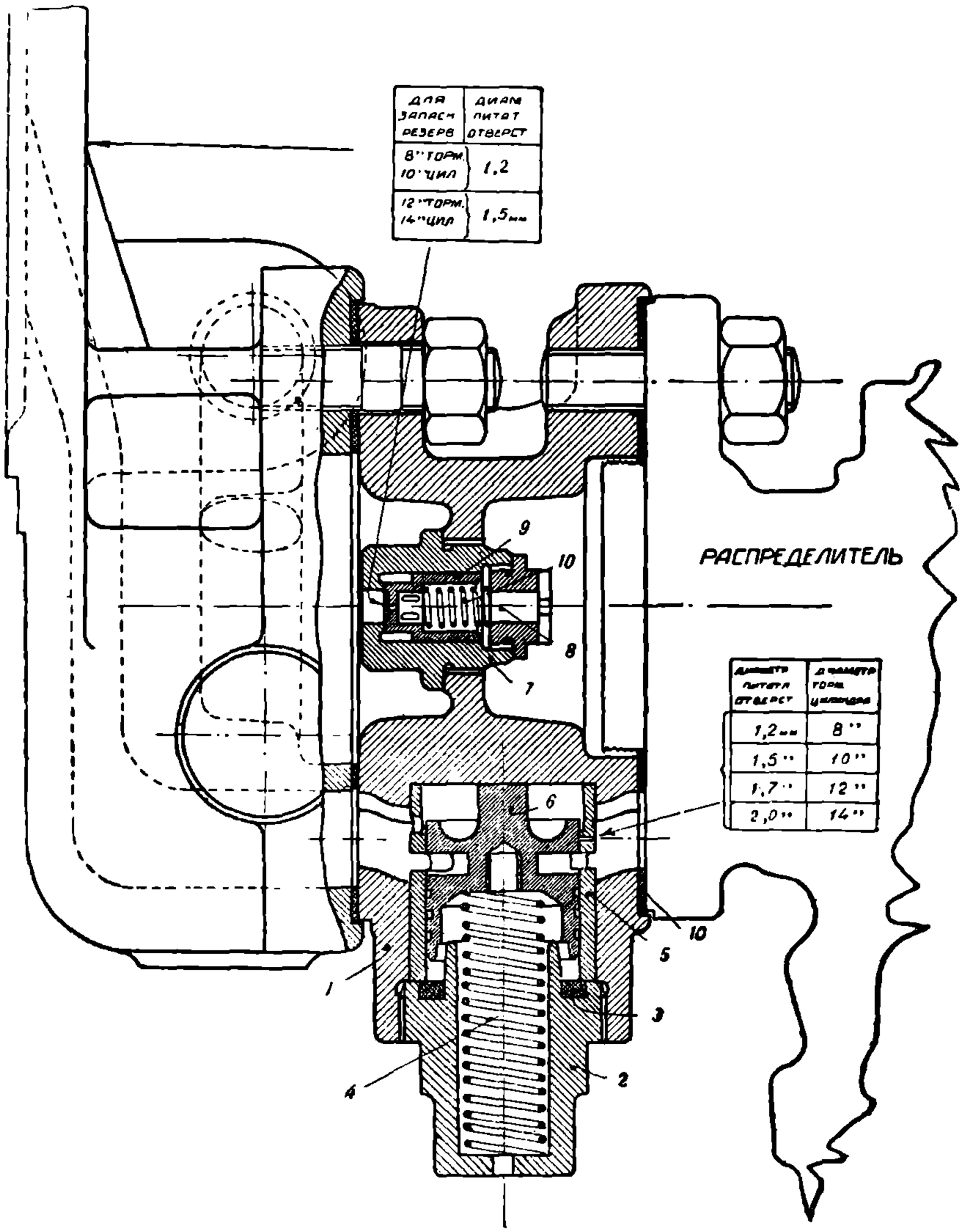
Отпуск тормоза. При повышении давления в главном воздухопроводе повышается давление и в камере *М*. Силы на распределительную диафрагму с обеих сторон выравниваются и образуется лишняя сила на малую диафрагму *14* со стороны камеры *Т*. Эта избыточная сила, образуя перевес, отклоняет систему диафрагм в сторону пружин. Торцовая притирка тормозного клапана открывает атмосферный канал *а* и воздух из тормозного цилиндра и из камеры *Т* начинает уходить в атмосферу. Если прекратить повышение давления в главном воздухопроводе, то прекратится и выпуск воздуха из тормозного цилиндра, сохраняя постоянное отношение давления, т. е. давление в тормозном цилиндре всегда будет больше в три раза той разности между имеющимся и нормальным рабочим, которая установлена в главном воздухопроводе.

Таким образом осуществляется ступенчатый отпуск с любыми ступенями и любой постепенностью при полной возможности вновь усилить степень торможения и варьировать тормозом, или изменить силу торможения в ту и другую сторону сколько угодно много раз без всякого риска разрядить тормоз или понизить качество его действия.

Выводы по распределителям А-1 и АП-1. Весьма ценное свойство рассмотренных распределителей, жесткого типа А-1 и АП-1 — их абсолютная неистощимость достигается за счет сохранения постоянства давления в регулирующей камере С при всех условиях работы тормоза и непрерывного питания запасных резервуаров, а через них и тормозных цилиндров. Это свойство неразрывно связано с другим свойством — тормоз с упомянутыми распределителями поддается управлению при давлении магистрали только 5 *ат*. При давлении магистрали ниже 5 *ат* тормоз остается заторможенным, при давлении выше 5 *ат* тормоз не будет тормозить до тех пор, пока давление не будет понижено ниже 5 *ат*. Это свойство распределителей — их жесткость в эксплоатации — вызывает ряд серьезных затруднений, что заставило перейти на другой вариант рас-

НБ УАДИТ (ДПТ)

пределителя мягкого типа, дающий возможность управлять тормозом при любом давлении в главном воздухопроводе.



Фиг. 123. Промежуточная часть.

5. Промежуточная часть к распределителям А-1 и АП-1

Всякий тормоз для товарных поездов в своей работе должен иметь три обязательных характерных особенности, а именно: 1) замедление наполнения запасных резервуаров, 2) дополнительную разрядку магистрали и 3) скачок первоначального давления в тормозном цилиндре с последующим замедлением наполнения. Для осуществления упомянутых

НТБ УДУЭТ (ДИТ)

особенностей требуются отдельные детали и приспособления, которых в распределителях А-1 и АП-1 нет. Эти детали помещены в особой так называемой промежуточной части, являющейся дополнением к упомянутым распределителям.

Промежуточная часть (фиг. 123) имеет два привалочных фланца, устанавливается между крышкой цилиндра и распределителем и содержит в себе следующие приборы: 1) ускорительный клапан-скачок, 2) обратный питательный клапан и 3) выпускной клапан.

Ускорительный клапан, дающий первоначальный скачок давления в тормозном цилиндре, помещен на канале, идущем из камеры *Т* распределителя в тормозной цилиндр. Устроен этот клапан следующим образом.

В тело промежуточной части *1* впрессована втулка *5*, имеющая широкие окна и над ними узкие. Во втулке помещается поршневой клапан *6*, подпертый пружиной *4*. Опорой для пружины *4* снизу служит гайка *2*. В отпущенном состоянии тормоза клапан *6* пружиной *4* поднят кверху. При этом положении его вырезы совпадают с широкими каналами втулки. Когда начинается торможение, воздух, идущий из камеры *Т* распределителя через широкие окна втулки *5*, быстро заполняет тормозной цилиндр и перемещает его поршень, прижимая колодки к бандажам. Но как только в тормозном цилиндре, а следовательно, и над клапаном *6* создается давление, равное 0,6 — 0,8 *ат*, клапан опустится книзу и перекроет широкие окна во втулке. Дальнейшее поступление воздуха в тормозной цилиндр будет происходить лишь по узкому калиброванному отверстию.

Для устранения пропуска воздуха через клапан в атмосферу, кроме лабиринтовых канавок на самом клапане, в гайке *2* запрессовано кожаное кольцо *3*, на которое клапан садится своей нижней заостренной кромкой.

В соедининении с обратным питательным клапаном *9*, помещенным на пути между распределителем и запасным резервуаром, ускорительный клапан или скачок выполняет и другое назначение, давая дополнительную разрядку главного воздухопровода в первый момент торможения и тем способствуя более ускоренному распространению торможения вдоль поезда или, как принято говорить, увеличивает скорость распространения тормозной волны.

Обратный питательный клапан состоит из гнезда *7* и пустотелого клапана *9*, подпертого пружиной *10*, опирающейся в гайку *8*. При зарядке запасного резервуара давлением воздуха и пружиной *10* обратный питательный клапан прижимается к своему седлу и воздух поступает в запасный резервуар только через малое калиброванное отверстие в самом клапане. Это отверстие делается в соответствии с размером тормозного цилиндра, к которому распределитель предназначен, или, как говорят, калибруется с таким расчетом, чтобы наполнение запасных резервуаров при зарядке от 0 до давления 5 *ат* происходило в течение от 2 до 3 мин.

Медленное наполнение запасных резервуаров в одинаковой степени необходимо для всех систем тормозов и особенно необходимо для тормозов товарного типа, чтобы обеспечить этим более быстрый и одновременный отпуск всех тормозов в длинных составах товарных поездов. Если допустить быстрое наполнение запасных резервуаров, то резервуары передних вагонов поглощали бы из магистрали так много воздуха, что повышение

НБ УрГУПС (ДИТ)

давления в остальных, и особенно хвостовых вагонах, происходило бы с большим опозданием. При малом же отверстии для зарядки запасных резервуаров забор воздуха каждым вагоном при отпуске сравнительно невелик, вследствие чего имеется возможность быстро повысить давление в главном воздухопроводе всего поезда и тем самым в камерах *М* распределителей, что обеспечивает сравнительно быстрый отпуск тормозов всего поезда и незначительное запаздывание хвоста; запасные же резервуары могут продолжать пополняться и после наступившего отпуска. Таким путем тормоз делается более гибким и легким в управлении. Однако узкое отверстие, достаточное для наполнения запасного резервуара при отпуске тормоза, совершенно недостаточно для наполнения цилиндра во время торможения. Этому и помогает обратный питательный клапан, который открывает широкий проход, если давление с правой стороны клапана, т. е. в промежуточной камере будет меньше, чем с левой, т. е. в запасном резервуаре, что имеет место при торможении, когда воздух из пространства перед двойным тормозным клапаном распределителя устремляется через камеру *Т* в тормозной цилиндр. Дополнительная разрядка главного воздухопровода в первый момент торможения (во время скачка давления в тормозном цилиндре) происходит вследствие того, что сечение широкого прохода ускорительного скачка больше, чем у обратного питательного клапана, и потому в промежуточной камере перед запасным резервуаром образуется временное разрежение, благодаря которому открывается питательный клапан *18* в распределителе А-1 (фиг. 121) и *5* в распределителе АП-1 (фиг. 122). Воздух из главного воздухопровода получает доступ через двойной тормозной клапан в тормозной цилиндр, но, как только ускорительный поршень *б* сядет и останется открытым лишь узкое калиброванное отверстие, запасный резервуар сам легко справляется с наполнением цилиндра, и питательный клапан *18* оказывается закрытым избытком давления запасного резервуара сверху.

Эта дополнительная разрядка главного воздухопровода в начальный период торможения, как было указано выше, имеет весьма существенное значение; во-первых, позволяет быстрее снизить давление в главном воздухопроводе до нужных пределов и тем быстрее распространить торможение до последнего вагона, а во-вторых, сберегает некоторое количество воздуха благодаря тому, что лишний воздух из главного воздухопровода используется для наполнения цилиндров.

Кроме описанных двух приборов в промежуточной части помещен выпускной клапан. Назначение выпускного клапана такое же, как и в тормозе Вестингауза, т. е. отпускать тормоз отдельного вагона при его выключении или в случае самопроизвольного торможения. Этот клапан сообщается с пространством, приобщенном к тормозному цилиндру и, таким образом, при открытии клапана воздух из тормозного цилиндра и запасного резервуара выпускается в атмосферу.

Изготовление промежуточной части прекращено одновременно с прекращением изготовления распределителей АП-1 в 1927 г. Постановка на паровозы распределителей АП-1 производится без промежуточной части. Делается замедление наполнения тормозного цилиндра путем стеснения канала в привалочном фланце.

НВ УДУІТ (ДІІТ)

В канал, ведущий из распределителя в тормозной цилиндр, делается ввертыш с малым отверстием около 1,5 *мм*, благодаря чему наполнение тормозного цилиндра происходит в течение 20 — 25 сек., что в условиях паровозного тормоза вполне достаточно.

6. Распределитель К-1

а) Общая часть

Следующим этапом в историческом развитии тормоза Казанцева явился распределитель мягкого типа серии К-1. Этот распределитель в настоящее время является последним вариантом в тормозе Казанцева из числа распределителей мягкого типа. Были еще распределители К-2 и К-3, описанные в книге «Автоматические тормоза» Болонова и Гринштейна, но практического осуществления они не получили.

Распределитель К-1 (фиг. 124 и 125) является прибором вполне законченной конструкции; он включает в себе все элементы, необходимые в действии тормоза для товарных поездов, как-то: 1) замедление наполнения запасных резервуаров, 2) скачок и 3) дополнительную разрядку магистрали и удовлетворяет почти всем условиям, пред'являемым к тормозам товарного типа.

б) Устройство распределителя К-1

Распределитель К-1 (фиг. 124 и 125) состоит из двух частей: 1) основная часть с тремя диафрагмами 9, 9^1 и 10, тормозным клапаном *12*, питательным клапаном *32* (фиг. 125) и обратнопитательными клапанами *16* (фиг. 124), 2) нижняя часть с прибором для скачка и прибором для замыкания регулирующей камеры С постоянного давления.

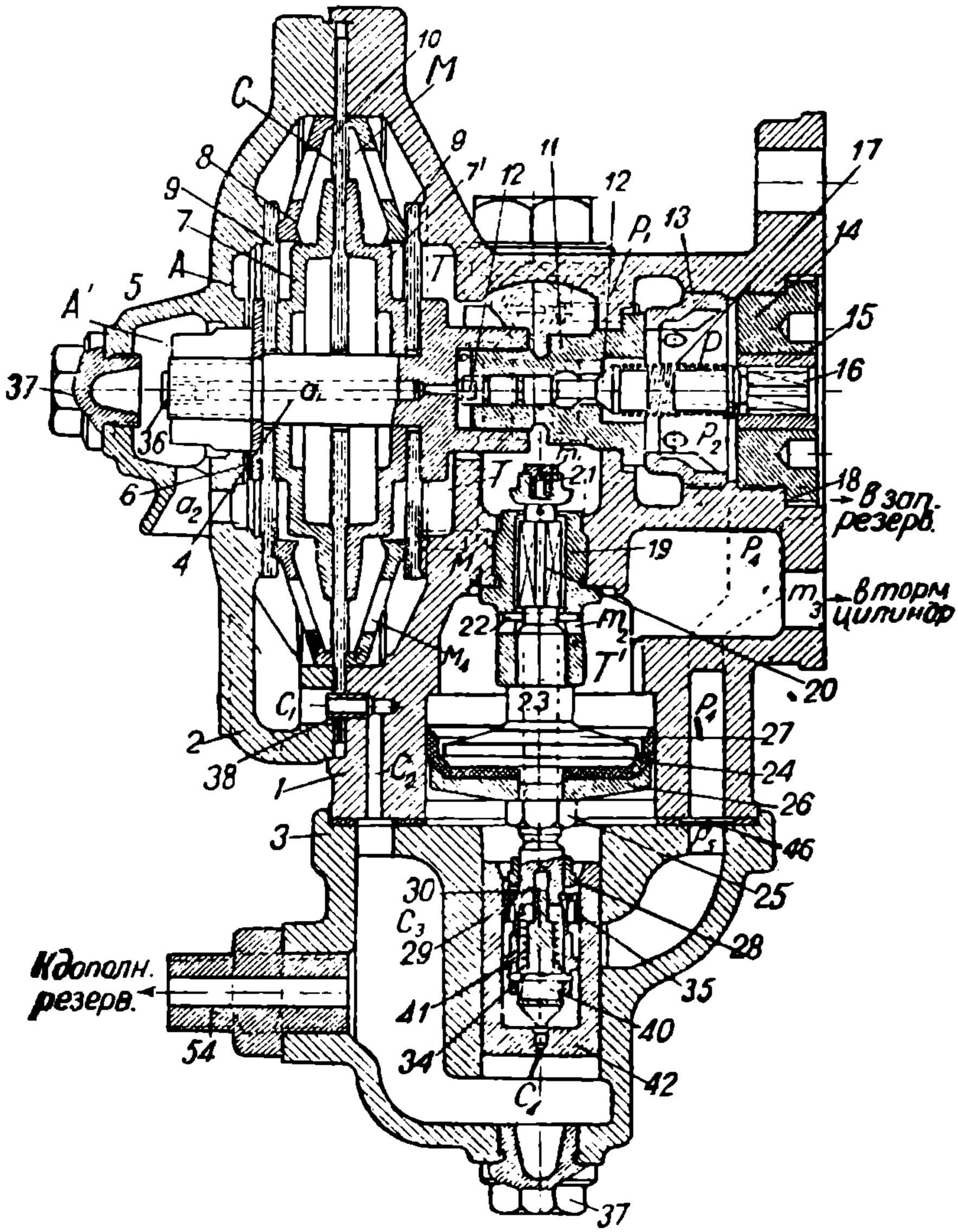
Корпус и крышка основной части распределителя образуют внутреннюю полость, которая тремя диафрагмами разделяется на четыре камеры 1) атмосферную камеру *А*, постоянно сообщенную с атмосферой, 2) камеру постоянного давления или регулирующую камеру С, постоянно сообщенную с дополнительным резервуаром, об'емом около 15 *л*, 3) магистральную камеру *М*, постоянно сообщенную с главным воздухопроводом, и 4) тормозную камеру *Т*, постоянно сообщенную с тормозным цилиндром.

Диафрагмы распределителя, так же как и в предыдущих случаях, своей средней частью посажены на центральном стержне *4* с разделением одна от другой внутренними, так называемыми стержневыми шайбами *7* и 7^1 и затянуты гайкой 5. По своей окружности средняя распределительная диафрагма *10* зажата между корпусом и крышкой и служит этой частью уплотняющей прокладкой. Крайние диафрагмы *9* и 9^1 прижаты к корпусу, другая к крышке особыми нажимными шайбами *8* и 8^1.

Центральный стержень *4* имеет с одного конца головку со шпонкой, с другого — нарезку для гайки 5. Шпонка входит в паз, сделанный в теле корпуса, и служит для того, чтобы стержень не повертывался при посадке и закреплении диафрагмы навинчиванием гайки *5* на месте в самом распределителе. Внутри стержня имеется продольный атмосферный канал *а*, который с внутренней стороны закрывается концевой притиркой

НБ УДУТ (ДИТ)

тормозного клапана *12*, а с наружней стороны в атмосферный канал ввернут ниппель *36* с калиброванным отверстием, устанавливающим время выпуска воздуха из тормозного цилиндра около 30 сек. Центральный стержень имеет продольное перемещение около *2,5 мм* ограничивае-



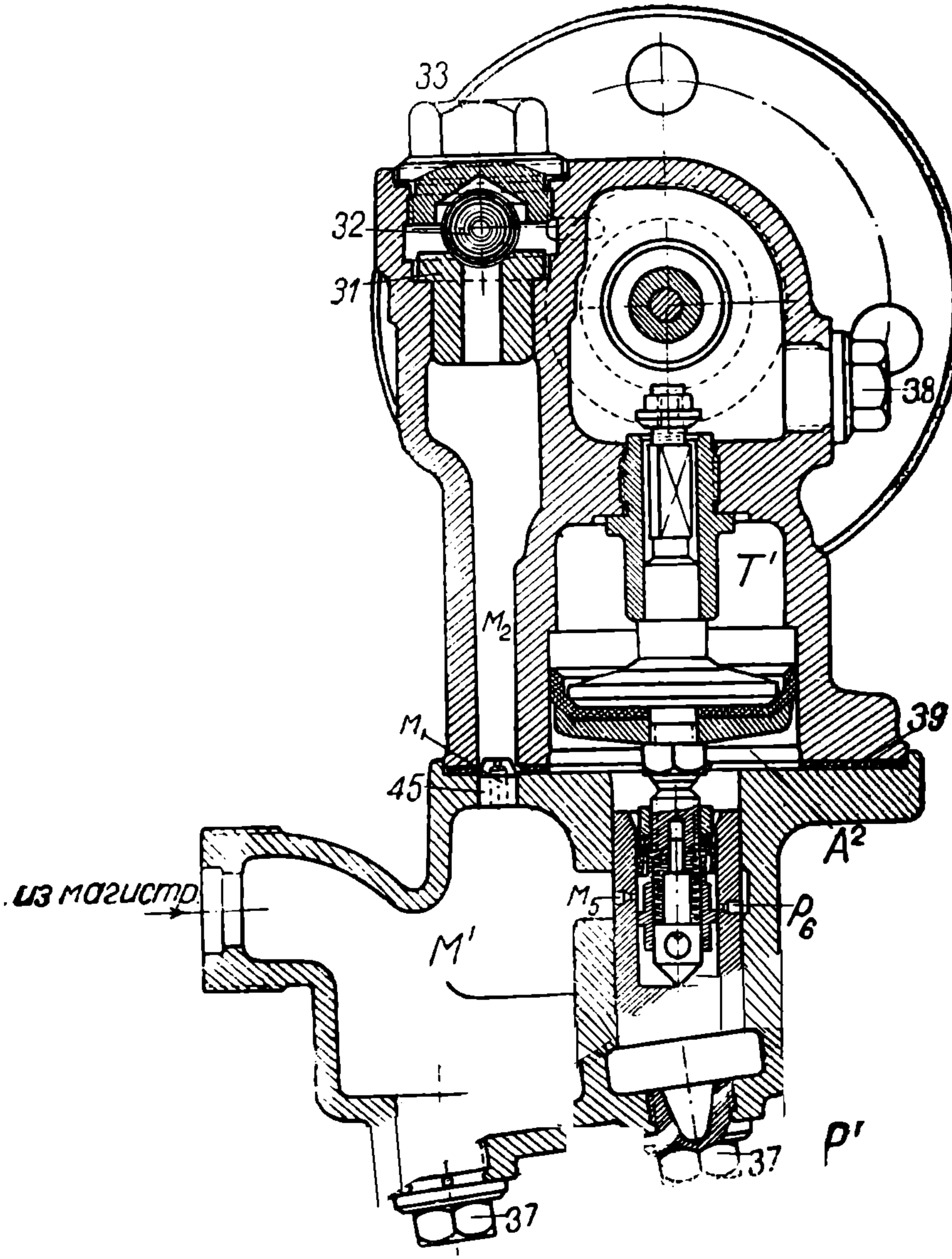
Фиг. 124. Распределитель К-1 (продольный разрез).

мое с одного конца заплечиками его головки, с другой стороны — упором прокладочной шайбы *6* в крышку распределителя.

Гнездо *11* тормозного клапана, так же как и у предыдущих распределителей, впрессовано в корпус и прижато к уступу в корпусе нажимным ниппелем *13*, образующим камеру P^1 дополнительной разрядки.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Один конец клапанного гнезда *11* является направлением для тормозного клапана, в другом конце в устое тормозного канала имеется притирочная часть или седло для большой притирки тормозного клапана.



Фиг. 125. Распределитель К-1 (поперечный разр

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Поршень скачка снизу опирается на стержень запорного клапана (плунжера) *40*.

Плунжер или запорный клапан *40* замыкает камеру постоянного давления с дополнительным резервуаром, разобщая их от магистрали и запасного резервуара. Для более надежного замыкания этот клапан имеет двойное уплотнение: притирочную плоскость и кожаный воротник *29* (плунжер), прижимаемый к стенкам цилиндра давлением сжатого воздуха с внутренней стороны. Кожаный воротник *29*, укрепленный на стержне *26* с помощью гайки *30*, служит для изоляции камеры P^1 (фиг. 125) от магистрали и запасного резрвуара во время нахождения запорного клапана в нижнем положении и от камеры A^2 под поршнем скачка, постоянно сообщенной с атмосферой. У распределителей К-1 прежних выпусков в нижнюю часть втулки *28* ввернут ниппель, *35*, имеющий на боковой поверхности калиброванное отверстие, сообщающее камеру P^1 под запорным стержнем с регулирующей камерой *С*. У распределителей последних выпусков этого ниппеля не имеется, а калиброванное отверстие делается непосредственно во втулке *42*.

в) Работа распределителя К-1

Зарядка тормоза происходит следующим образом. Воздух из главного воздухопровода поступает в распределитель, как указано на фиг. 124, через сетку *50* магистрального отростка и попадает в камеру M^1. Из камеры M^1 воздух идет дальше двумя путями. Первый путь через суженное до 2½—3 *мм* отверстие M^1 в прокладке между нижней частью и корпусом, и дальше по каналу *М-2* к питательному клапану *32*. Из вертикального канала *М-2* ведет боковой канал *М-3* (показанный пунктиром на фиг. 124) непосредственно в магистральную камеру *М*. Вертикальный канал *М-2* подходит к питательному клапану *32*, сделанному в виде резинового шарика. Питательный клапан, приподнимаясь над своим седлом *31*, пропускает воздух по каналу Р-1 в промежуточную камеру *Р* (фиг. 124) между тормозным и обратнопитательным клапанами, и оттуда через калиброванное отверстие *Р-2* в обратнопитательном клапане 16 в запасный резервуар. Второй путь воздуха из сборника *М-1* ведет через калиброванное отверстие *М-5* во втулке *28* в камеру P^1 (фиг. 125). Если перед зарядкой тормоза поршень скачка вместе с запорным клапаном находится в нижнем положении и кожаный воротник *29* перекрывает отверстие *М-5*, то воздух, все же отжимая кожаный воротник, имеет возможность пройти в камеру P^1 под запорным стержнем.

По мере повышения давления воздуха в камере *Р-1* возрастает давление на запорный стержень *40*, который, преодолевая трение кожаного воротника *29* и кожаного воротника *24* поршня скачка, приподнимается сам и поднимает поршень скачка и самый скачок — скачковый клапан вверх до упора. При этом кромка манжета *29* запорного клапана открывает отверстие *М-5*, и воздух из сборника *М-1*, поступая более интенсивно в камеру *Р-1* и оттуда через ниппель *35* и каналы *С-4*, *С-3*, *С-2* и *С-1*, в регулирующую камеру С и в дополнительный резервуар.

Одновременно через отверстие *Р-6* во втулке *28*, расположенной против калиброванного отверстия *М-5*, воздух пойдет через суженное отверстие *Р-5* по каналу *Р-4* в запасный резервуар. Таким образом при

НБ УДУНТ (ДІІТ)

зарядке с момента под'ема запорного клапана и скачкового поршня воздух в запасный резервуар поступает более интенсивно двумя путями, а именно: постоянным путем через калиброванное отверстие *Р-2* в обратнопитательном клапане и через отверстие *Р-6* во втулке *42* запорного стержня.

Магистральная камера *М*, как сообщенная непосредственно с главным воздухопроводом, наполняется сжатым воздухом быстрее, чем регулирующая камера *С* с дополнительным резервуаром, наполнение которых происходит через 2 калиброванных отверстия последовательно, сначала через отверстие *М-5* во втулке плунжера, затем через отверстие *С-4* во втулке 42 или в ниппель *35*. Поэтому во время зарядки в магистральной камере образуется некоторый перевес, и вся система диафрагм вместе с центральным стержнем отклоняется в сторону атмосферной камеры *А*. При этом положении тормозной клапан своей большой притиркой *12* прижимается к седлу, а концевая притирка *12* отстает от атмосферного канала, и тормозной цилиндр сообщается с атмосферой. Поэтому при зарядке тормоза с рспределителем К-1 самопроизвольного торможения не происходит.

Торможение происходит следующим образом: при понижении давления в главном воздухопроводе немедленно понижается давление в магистральной камере *М,* вследствие чего система диафрагм под избытком давления со стороны регулирующей камеры *С* перемещается в правую сторону и, как во всех предыдущих распределителях, центральный стержень *4* сначала наталкивается на концевую притирку тормозного клапана *12* и прекращает сообщение тормозного цилиндра с атмосферой. Дальнейшим перемещением центральный стержень отталкивает клапан *12* от своего седла и тем самым сообщает промежуточную камеру *Р* с тормозной камерой *Т* распределителя, и дальше через клапан скачка *20* — с камерой T^1 и тормозным цилиндром.

В первые моменты процесса торможения происходят следующие явления: как только откроется тормозной клапан, воздух из небольшой промежуточной камеры *Р* и ведущих к ней каналов устремляется в тормозную *камеру Т и дальше под открытый клапан* скачка *20 в* камеру T^1 и очень большое пространство тормозного цилиндра; поэтому давление в промежуточной камере *Р* быстро и резко падает. Вследствие этого оставшееся давление в главном воздухопроводе поднимает питательный клапан *32* (резиновый шарик как более легкий) и почти одновременно давление воздуха со стороны запасного резервуара преодолевает нажатие пружинки *17* на обратный питательный клапан *16* и открывает его. Таким образом воздух из главного воздухопровода и из запасного резервуара потечет в промежуточную камеру *Р* и дальше в тормозной цилиндр не только через калиброванное отверстие *Р-2,* по которому происходит зарядка запасного резервуара, но и через открывшийся обратнопитательный клапан *16.*

Благодаря тому, что воздух из главного воздухопровода в первый момент торможения устремляется в тормозной цилиндр в довольно значительном количестве, происходит дополнительная разрядка воздухопровода, ускоряющая в значительной степени распространение тормозной волны вдоль поезда, и происходит быстрое наполнение тормозных цилиндров. Забор воздуха из главного воздухопровода происходит до тех пор,

НБ УДУНТ (ДІІТ)

пока давление в промежуточной камере *Р* не выравняется с остающимся в главном воздухопроводе. Количество забираемого воздуха или величину дополнительной разрядки можно регулировать нажатием пружины *17*. Если пружину *17* сделать сильнее, то разрядка воздухопровода будет больше, если пружину *17* убавить — разрядка будет меньше.

Быстрое наполнение тормозного цилиндра происходит до тех пор, пока давление в нем и в камере T^1 сверху скачкового поршня *23* не достигнет 0,5 — 0,6 *ат*. Сила давления 0,5 — 0,6 *ат* на большую площадь скачкового поршня будет больше силы давления в 5 *ат* на малую площадь плунжера (запорного клапана) *40*. Поэтому скачковой поршень вместе с плунжером *40* опустится вниз до отказа. Скачковой клапан *20* давлением сжатого воздуха будет прижат к своему седлу и закроет широкий проход из камеры *Т* в камеру T^1 и в тормозной цилиндр. Останется открытым лишь узкое калиброванное отверстие m^1 в ниппеле *21* скачкового клапана. Через это отверстие будет продолжаться дальнейшее медленное наполнение тормозного цилиндра до полного давления.

После того как закроется клапан скачка *20* и начнется медленное наполнение тормозного цилиндра, проход воздуха через приоткрытый обратнопитательный клапан *16* из запасного резервуара в промежуточную камеру *Р* окажется вполне достаточным. Давление в промежуточной камере уравняется с давлением в запасном резервуаре и станет несколько выше магистрального. Поэтому питательный клапан-шарик *32* закроется и прекратит забор воздуха из магистрали. Таким образом в распределителе К1- осуществляются необходимые для работы тормоза в товарных поездах элементы: 1) быстрый впуск воздуха в тормозной цилиндр, или скачок давления в тормозном цилиндре до 0,5 — 0,7 *ат* в начале торможения, 2) замедление наполнения тормозного цилиндра в последующем (после скачка) и 3) дополнительная разрядка магистрали, способствующая ускорению распространения тормозной волны вдоль поезда.

В первый момент торможения, пока идет быстрое наполнение тормозного цилиндра и поршень скачка еще не опустился вниз, запорный клапан *40* регулирующей камеры и дополнительного резервуара остается открытым. Поэтому сжатый воздух по отверстиям *М-5* и *Р-6* во втулке плунжера начинает уходить из камеры *Р-1*, а затем отверстием *С-4* и из камеры С из дополнительного резервуара в главный воздухопровод и в запасный резервуар. Для того чтобы не получилось разрядки регулирующей камеры С и дополнительного резервуара отверстие *С-4* во втулке *42* или в ниппеле *35* делается не более 0,5 *мм*, тогда как отверстие *М-5* и *Р-6* во втулке каждое в отдельности значительно больше (около 2 *мм*). Поэтому под запорным клапаном в первый момент торможения образуется небольшой перепад давления, что способствует более быстрой посадке клапана на место.

По мере повышения давления в тормозном цилиндре и в пространстве *Г-1* над поршнем скачка увеличивается сила нажатия поршня на плунжер и сильнее прижимает запорный клапан к седлу, увеличивая плотность и надежность замыкания регулирующей камеры С и дополнительного резервуара. После того как регулирующая камера и дополнительный резервуар будут замкнуты и давление в них будет сохраняться постоянным, распределитель К-1 приобретает все свойства ранее рассмотренных распре-

УБ УДУНТ (ДІІТ)

делителей А-1 и АП-1 с камерой постоянного давления, т. е. неистощимость, получаемую за счет постоянного пополнения запасных резервуаров и тормозных цилиндров, возможность изменять степень торможения в ту и другую сторону (совершенная управляемость) и проч. Но хотя бы при незначительной неплотности регулирующей камеры или соединения к дополнительному резервуару давление в них будет понижаться и тормоз будет истощаться.

Таким образом степень неистощимости тормоза с распределителем К-1 определяется степенью плотности регулирующей камеры *С* и дополнительного резервуара.

При торможении распределителем К-1 понижение давления в главном воздухопроводе следует делать быстро и сразу, не менее, чем на 0,3 — 0,4 *ат*. Если же снижать давление в магистрали медленно (не быстрее *1 ат* в 5 мин.), то торможение вовсе не произойдет, так как воздух из регулирующей камеры *С* и дополнительного резервуара будет успевать выходить через калиброванное отверстие *С-4* во втулке *42* или в ниппеле *35* и через отверстие *М-5* обратно в магистраль — давление в камерах *С* и *М* будет понижаться одновременно. Как указывалось выше, такое свойство тормоза является необходимым для эксплоатации, так как оно позволяет производить маневровую работу с заряженным поездом (при перекрытых концевых кранах), позволяет в пути временно приостановить насос и в случае надобности переходить с высшего рабочего давления в главном воздухопровде на низшее, не вызывая торможения. Конечно, все эти весьма ценные для эксплоатации свойства приобретаются за счет некоторого уменьшения степени неистощимости тормоза, но с этим приходится мириться.

Отпуск тормоза при распределителях К-1 происходит следующим образом: при повышении давления в главном воздухопроводе одновременно повышается давление и в магистральной камере *М*. Вся система диафрагм вместе с центральным стержнем перевесом давления магистральной камеры отклоняется в сторону атмосферной камеры. Концевая притирка тормозного клапана *12* открывает атмосферный канал a^1 и сжатый воздух сначала из тормозной камеры *Т*, а затем из камеры T^1 и из тормозного цилиндра начинает уходить наружу через калиброванное отверстие в ниппеле *3б* атмосферного канала. Калиброванное выпускное отверстие в ниппеле *3б* делается с таким расчетом, чтобы выпуск воздуха из тормозного цилиндра от давления 3,5 *ат* до 0 происходил в течение 30 сек. Воздух из тормозного цилиндра и камеры T^1 идет через малое отверстие m^1, но так как отверстие m^1 меньше калиброванного выпускного отверстия в ниппеле, то слегка приподнимается скачковой клапан *20*.

Как только давление в тормозном цилиндре и камере T^1 снизится до 0,5 *ат*, а в камере *Р-1* под кожаным воротником плунжера повысится до 5 *ат*, плунжер поднимается вверх, поднимает скачковой поршень *24*, клапан *21* и откроет запорный клапан *40*, сообщив регулирующую камеру и дополнительный резервуар с главным воздухопроводом и запасным резервуаром. В это время давление в запасном резервуаре будет далеко еще не полное, и воздух должен пойти из дополнительного резервуара в запасный. Но этого не получается, потому что калиброванное отверстие C_4 во втулке *42* или в ниппеле 35 *М-5*, во втулке *28* и *Р-5* в кожаной

ВГУ УДУНТ (ДІІТ)

прокладке *34*, подобраны таким образом, что поступающего воздуха из главного воздухопровода через отверстие *М-5* достаточно для того, чтобы поддерживать в камере *Р-1* давление, не допускающее заметного снижения давления воздуха в дополнительном резервуаре, до момента полной зарядки запасного резервуара. С другой стороны, эта же комбинация отверстий предохраняет дополнительный резервуар и распределительную камеру от перегрузок при кратковременном повышении давления в главном воздухопроводе выше нормального, ибо воздух, попадающий в камеру *Р-1* под избыточным давлением магистрали, устремляется в запасный резервуар, имеющий до полной зарядки давление ниже, чем в дополнительном резервуаре. Конечно, после полной зарядки запасного резервуара, давление в нем, так же как и в дополнительном резервуаре, будет повышаться выше нормального, если давление в главном воздухопроводе не будет к этому времени снижено до нормального постановкой ручки крана машиниста во второе поездное положение.

Для того чтобы было возможно более быстро опускать отдельные вагоны вручную при распределителе К-1 выпускной клапан устанавливается на дополнительном резервуаре. При его открытии воздух из дополнительного резервуара и регулирующей камеры уходит, и давление в этой камере быстро уравнивается с давлением в камере *М*, вследствие чего диафрагмы приходят в левое отпускное положение и тормозной цилиндр сообщается с атмосферой.

7. Ремонт распределителей системы Казанцева

а) Периодический осмотр

Говоря о ремонте распределителей тормоза системы Казанцева, следует иметь в виду два типа: 1) распределитель АП-1 как тип паровозного тормоза и 2) распределитель К-1 как тип тормоза вагонов товарного парка. По устройству основных перемещающихся частей — диафрагм и клапанов — оба распределителя имеют много общего, поэтому и некоторые приемы в ремонте их могут быть обобщены.

Слабым местом обоих распределителей являются диафрагмы и тормозной клапан с двойной притиркой. Срок службы диафрагм по составу резины определяется около двух лет, но опытные наблюдения за их работой в условиях службы товарного тормоза говорят за то, что диафрагмы необходимо и в большинстве случаев менять ежегодно. Что касается тормозного клапана, то теми же опытными наблюдениями установлена необходимость притирки его не реже одного раза в год. Таким образом сам распределитель своей конструкцией определяет срок периодического осмотра не реже одного раза в год.

При осмотре распределитель разбирается, внутренние части его очищаются от грязи и подвергаются тщательному освидетельствованию. Изношенные или поврежденные части заменяются новыми.

Особое внимание должно быть обращено на резиновые диафрагмы. При наличии на них хотя бы незначительных отслоений, нажимов и значительной остаточной выпуклости и других признаков разрушения резины диафрагма подлежит обязательной смене.

НБ УДЛИТ (ДИТ)

Тормозной клапан проверяется на токарном станке в обеих притирочных плоскостях, а у тормозного клапана распределителя К-1 обязательно меняется кожаная прокладка в торцовой притирочной поверхности.

После проверки клапана на токарном станке необходимо проверить его длину по клапанной втулке. Клапан должен выходить из втулки своей торцовой притирочной плоскостью (кромкой, а не вершиной) не менее 2 *мм*.

При наличии полной пригодности клапана по его размерам следует его притереть обоими притирочными плоскостями, причем сначала притирается большая притирочная плоскость, а потом ставится на место центральный стержень и к нему притирается торцовая часть.

У распределителя К-1 торцовая часть не притирается, а выравнивается кожаная прокладка, и после притирки большой поверхности устанавливается на место центральный стержень и по тормозному клапану слегка ударяют деревянным молотком со стороны большой притирки для того, чтобы обжать кожу по месту прилегания.

После притирки обеих плоскостей тормозного клапана его необходимо закрепить в гнезде мертво и, опрокинув прибор фланцем вниз. производить сборку диафрагм, причем сначала необходимо поставить на место центральный стержень таким образом, чтобы он атмосферным каналом встал точно на торцовую притирку тормозного клапана. Затем кладется первая малая диафрагма (тормозная), на нее ставится внутренняя стержневая шайба по центральному стержню и потом наружное нажимное кольцо. После этого кладется вторая диафрагма — у распределителя АП-1 атмосферная средней величины или диафрагма *13* (фиг. 122), а у распределителя К-1 большая диафрагма *10* (фиг. 124). На эту диафрагму кладется внутренняя стержневая шайба *16* (фиг. 122) или *7* (фиг. 124) и наружное нажимное кольцо. Наконец кладется последняя диафрагма у распределителя АП-1 большая, а у распределителя К-1 малая — атмосферная. На последнюю диафрагму ставится шайба и вся система диафрагм закрепляется на центральном стержне гайкой, при этом гайка должна быть завернута с большой силой и все это должно делаться аккуратно, чтобы стержень, будучи посажен на торцовую притирку тормозного клапана, не терял своего центрального положения.

Большие спиральные пружины у распределителя АП-1 вынимаются из гнезда для осмотра и проверки, но, имея в виду нагрузку этих пружин, около 230 *кг*, выемку, а так же и постановку их следует производить с особым прибором, показанным на фиг. 126. Выемка пружины без прибора невозможна и опасна для жизни.

Весь прибор состоит из стержня *13*, шайбы *14* и гайки *15*. Для выемки пружины стержень пропускается сквозь крышку (фиг. 126) и пружину, снизу ставится шайба *14* и гайкой *15* пружины стягиваются до тех пор, пока не будет освобождено их нажимное кольцо. После того кольцо отвертывается, пружины вынимаются из крышки вместе с прибором и затем распускаются постепенно гайкой.

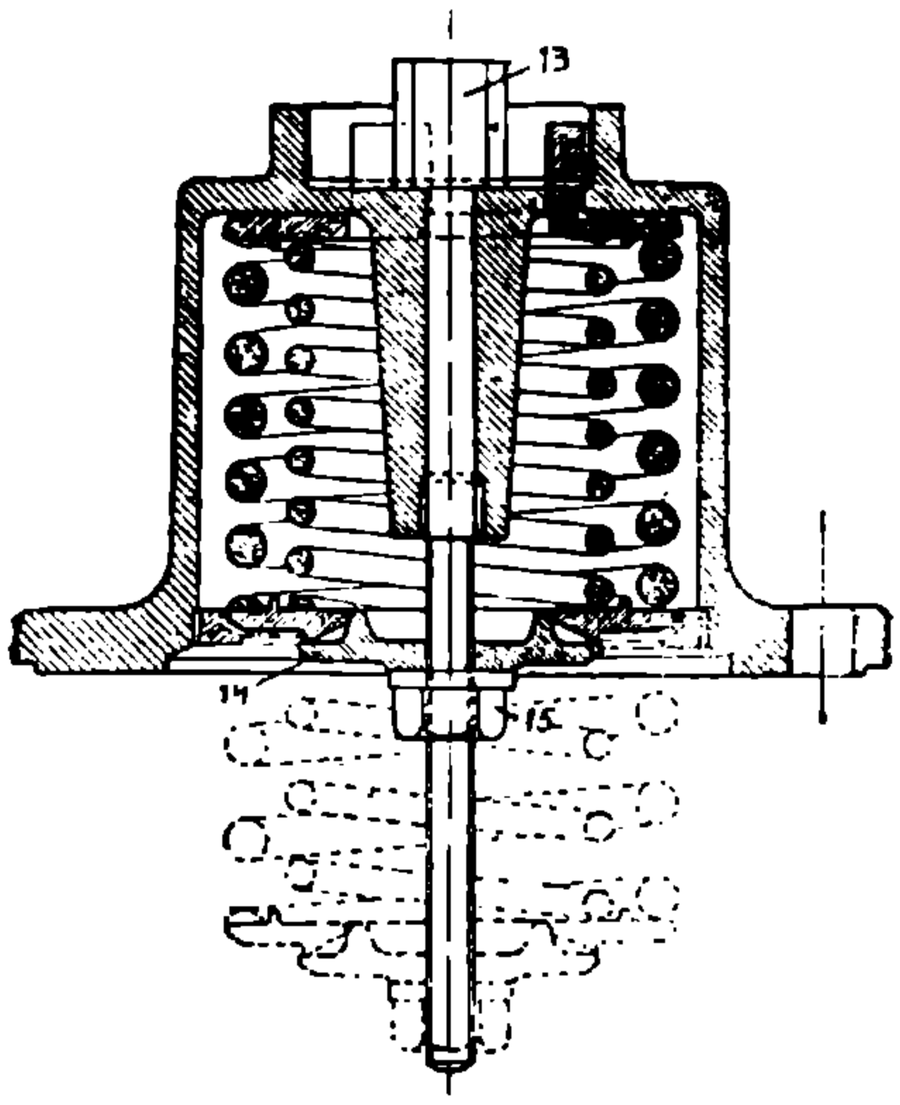
Большая пружина *22* должна иметь 4,5 витка и 2 витка спиленных, толщина проволоки 9 *мм*. Высота самой пружины в свободном (распущенном) состоянии должна быть 127 *мм*, наружный диаметр витков по окружности должен быть 91 *мм*.

НЕ УДУЕТ (ДІІТ)

Малая пружина *23* должна иметь 6 витков и 2 спиленных, толщина проволоки 7 *мм*. Высота пружины в свободном (распущенном) состоянии— 124 *мм*, наружный диаметр витков по окружности должен быть 68 *мм*.

После осмотра пружины должны быть закрашены черным лаком и таким же образом вновь поставлены на место. При постановке обе пружины предварительно стягиваются прибором на упорной шайбе *18*, после чего вводятся в крышку. Нажимное кольцо *29*, удерживающее пружины в крышке, должно быть обязательно зашуруплено для того, чтобы оно не могло развернуться во время работы.

После сборки основной части распределителя должна быть проверена величина хода системы диафрагмы или, вернее, величина перемещений центрального стержня их. Общее перемещение стержня должно быть не более 2,5 *мм*. Открытие тормозного клапана должно быть: 1) в большой притирке в сторону торможения 1,4—1,6 *мм* и 2) в торцевой притирке 0,8—1 *мм*.



Фиг. 126. Прибор для постановки пружин, в распределитель АП-1.

У распределителей АП-1 проверка перемещений центрального стержня делается обмером упорной втулки в самой крышке, так как вся система диафрагм в собранном виде прижата с большой силой в сторону тормозного клапана.

У распределителей К-1 в нарезку для ниппеля *36* ввертывается небольшой железный стержень с кольцом, и с помощью этого стержня систем диафрагм передаются в ту и другую сторону с отметкой величины перемещения по кромке отверстия для заглушки.

Обратнопитательный клапан *16* у распределителей К-1 вынимается вместе с гнездом *14*, проверяется на токарном станке его притирочная плоскость,— притирочная плоскость гнезда прочищается и проверяется его калиброванное отверстие, диаметр которого должен быть 0,9 *мм*, после чего клапан притирается.

Пружина *17* обратнопитательного и тормозного клапанов имеет весьма существенное значение в работе не только самого распределителя, но и тормоза в целом. Она устанавливает степень дополнительной разрядки главного воздухопровода, следовательно, устанавливает скорость распространения тормозной волны по поезду. Поэтому на нее должно быть обращено серьезное внимание. Пружина *17* должна быть изготовлена из фосфористой бронзы. Толщина проволоки должна быть 1,5 *мм*. Количество витков пружины *13* при высоте в свободном состоянии 30 *мм*. Наружный диаметр витков по окружности 15,5 *мм*.

Скачковой прибор распределителя разбирается. Клапан скачка *20* вывертывается торцовым ключом вместе с гнездом *19*. Притирочные плоскости клапана и гнезда проверяются на токарном станке, после чего

НБ УДУНТ (ДИТ)

клапан притирается и устанавливается предел его под'ема шпилькой *22*, вставленной в направляющую часть через отверстия m_2 (фиг. 124).

Скачковый поршень подвергается тщательному осмотру. Его кожаный воротник *24* при наличии исправного состояния слегка разминается и смазывается густым маслом. Неисправный воротник заменяется новым.

Плунжер или запорный клапан *40* состоит из 7 деталей; его следует разобрать. Кожаный воротник *29* также при наличии исправного состояния слегка размять и смазать хорошим густым маслом. Пружина *41* делается из стальной проволоки толщиной 1 *мм*, 9 витков, наружным диаметром 11 *мм*. Высота пружины в свободном состоянии 30 *мм*. Самый запорный клапан *40* следует проверить на токарном станке в части притирочной плоскости и затем тщательно притереть.

Перед постановкой на место плунжера следует проверить прочность запрессовки втулки *42*. При наличии хотя бы незначительной слабины втулка заменяется новой.

При осмотре распределителей необходимо проверить размеры всех калиброванных отверстий и их соответствие с размерами тормозных цилиндров, к которым каждый распределитель предназначается. Размеры указаны в табл. 11.

Таблица 111

Наименование калиброванных отверстий \ Для цилиндров диаметром (в дюймах)		8	10	12	14	16
Выпускное отверстие P_2 обратно-питательного клапана.	К-I	0,95	1,25	1,5	1,8	2, 1
Выпускное отверстие (отпуска тормоза)	АП-I	1,6	2	2 3	2,8	3,1
	К-I	1,2	1,6	2,1	2,5	3
Наполнение тормозного цилиндра.	АП-I	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8
	К I	0,9	1,15	1,5	1,8	2,1

б) Испытание распределителей

При периодическом осмотре после сборки кожуха распределитель подвергается испытанию на специальной испытательной установке (фиг. 142).

Регулировка. Распределитель АП-1 прежде всего регулируется на нормальное рабочее давление в главном воздухопроводе 5 *ат*. Для этого при установившемся давлении в главном воздухопроводе 5 *ат* устанавливают равновесие сил на большую диафрагму с помощью регулирующего винта *26* в торцовой части крышки распределителя. Регулирующим винтом изменяется нажатие на пружины *22* и *23*. Сначала следует слегка ослабить винт до тех пор, пока не начнется пропуск воздуха из запасного резервуара в тормозной цилиндр, т. е. пока не начнется торможение. После этого необходимо винт слегка поджать. Пружины должны быть установле-

НВ УДУНТ (ДІІТ)

ны таким образом, чтобы при понижении давления в главном воздухопроводе ниже 5 *ат* хотя бы на 0,2 *ат* прибор приходил в действие и тормозил.

После осмотра, ремонта и регулировки каждый распределитель подвергается испытанию: на плотность, время наполнения запасного резервуара, время наполнения тормозного цилиндра, время отпуска, на чувствительность, ступенчатое торможение и ступенчатый отпуск.

Для испытания на плотность каждый распределитель устанавливается на тот же кронштейн, на котором испытываются тройные клапаны Вестингауза. Каналы его — магистральный, тормозного цилиндра и запасного резервуара, а у распределителей К-1 и дополнительной камеры,— соединяются каждый с об'емом воздуха в 5—6 *л*. Давление в камерах магистральной и запасного резервуара и дополнительной доводятся до 5 *ат*, давление в тормозной камере остается нулевым. После этого распределитель разобщается от источника питания. Указанное давление во всех камерах не должно падать в течение 1 мин. более, чем на 0,1 *ат*.

Затем магистральная камера сообщением ее с атмосферой разрежается до нуля, сжатый воздух из камеры запасного резервуара переходит в камеру тормозного цилиндра и в обеих устанавливается давление около 2,5 *ат*. Установившееся давление не должно падать в течение 1 мин. более чем на 0,1 *ат*, а в дополнительной камере должно оставаться постоянным.

Все следующие испытания распределителя производятся с краном машиниста той же системы при нормальном тормозном цилиндре и запасном резервуаре. Распределитель испытывается полным комплектом со всей подсобной арматурой, соответствующей данному типу (промежуточная часть, обратнопитательный клапан и ускорительная камера и т. п.). Поршень в тормозном цилиндре при этих испытаниях особым контрфорсом задерживается на длине 150 *мм* своего хода.

Для определения времени наполнения запасного резервуара давление в главном резервуаре устанавливается в 6,5 *ат*, в магистрали — *5 ат*. Запасный резервуар перед испытанием опоражнивается. Распределитель выключается, ручка крана машиниста ставится в поездное положение. После этого распределитель включается и по секундомеру наблюдается время наполнения запасного резервуара. Время это должно заключаться в пределах от 90 до 120 сек. для распределителей АП-1, а для распределителей К-1 — около 180 сек.

Для определения времени наполнения тормозного цилиндра при давлении в магистрали в запасном резервуаре в 5 *ат* ручка крана машиниста быстро перемещается в крайнее тормозное положение, давление в магистрали снижается до 3,5 *ат*. Давление в тормозном цилиндре должно сначала быстро повышаться до 0,6—0,8 *ат* (скачок), затем наполняться медленно, в течение от 35 до 45 сек., считая от момента поворота ручки крана машиниста в тормозное положение до момента достижения максимального давления в тормозном цилиндре.

Для определения времени отпуска после полного торможения при давлении в тормозном цилиндре в 3,5 *ат* ручка крана машиниста из крайнего тормозного положения быстро перемещается в положение отпуска. Давление в магистрали повышается до 5 *ат*, после чего ручка ставится

НБ УДУТ (ДІІТ)

в поездное положение. Время отпуска отсчитывается от момента перемещения ручки из крайнего тормозного положения в тпускное до момента когда в тормозном цилиндре останется давление в 0,4 *ат*. Время отпуска должно быть от 25 до 35 сек.

Испытание на чувствительность производится снижением давления в главном воздухопроводе на 0,2 *ат* (с 5 до 4,8 *ат)*. При этом распределитель должен приходить в действие, за исключением распределителей с камерой постоянного пониженного давления A^1 и пружинных АП-1, которые при снижении до 4,9 *ат* не должны еще действовать, а приходят в действие, начиная с 4,8 *ат*.

При повышении давления в магистрали после торможения до 5 *ат* тормоз должен быть отпущен при любом типе распределителя.

Испытание на ступенчатое торможение и ступенчатый отпуск производится снижением давления в главном воздухопроводе ступенями по 0,2 *ат*, начиная с нормального рабочего давления в 5 *ат* и до 3,5 *ат* с некоторыми промежутками времени.

Каждому снижению давления в главном воздухопроведе должна соответствовать утроенная величина давления в тормозном цилиндре.

Таким же образом при отпуске повышением давления в главном воздухопроводе ступениями по *0,2 ат* с некоторыми промежутками производится уменьшение давления в тормозном цилиндре. При этом давление в тормозном цилиндре должно соответствовать известному положению ручки крана машиниста при каждой постановке ее в это положение как в сторону торможения, так и отпуска. Колебания допускаются не более 0,2 *ат*.

в) Текущий ремонт распределителей

Доброкачественно выполненный ремонт распределителей при периодическом осмотре, хорошая проверка и точная регулировка их вполне обеспечивают исправную работу в течение года. Случаи повреждений и порчи распределителей могут быть как редкое исключение.

Из особо характерных случаев порчи распределителей наблюдаются: 1) прорыв одной из трех диафрагм, 2) пропуск одной из притирок тормозного клапана, 3) у распределителей К-1 пропуск запорного клапана *40* камеры постоянного давления или пропуск в соединениях к дополнительному резервуару, 4) засорение одного из калиброванных отверстий, 5) излом регулирующей пружины (у распределителя АП-1).

Все перечисленные случаи проявляются тремя внешними признаками в работе распределителя: отказ в действии, самоторможение и сильный пропуск воздуха через атмосферный канал. Но так как каждое повреждение сопряжено с обязательной разборкой прибора и каждый признак указывает одинаково несколько неисправностей, поэтому точно определить неисправность по внешним признакам весьма трудно. В каждом отдельном случае порчи распределителя приходится отнимать ту или другую часть его или весь распределитель от места, разбирать и определять неисправность путем осмотра частей.

1) Прорыв одной из трех диафрагм. У распределителей АП-1 все три диафрагмы работают под давлением с одной стороны и особенно напряжена большая диафрагма *17*, у которой обнаженная или от-

НБ УДУНТ (ДІІТ)

крытая площадь противоположной давлению стороны значительно больше, чем у других диафрагм. В обнаженной части всех диафрагм, а у большой диафрагмы особенно, образуется большая выпуклость в сторону атмосферного давления. В местах зажима диафрагм образуются крутые переломы и, если кромки плохо зачищены, мало закруглены и не зашлифованы, то в местах перелома образуются сначала надрезы, а потом прорыв.

Прорыв большой диафрагмы у распределителя АП-1 определяется по пропуску воздуха через малое отверстие в колпачке *39* крышки распределителя, а так как утечка воздуха из магистральной камеры ***M*** понижает давление в ней, то образуется перевес со стороны пружины, вся система диафрагм отклоняется в сторону тормозного клапана, и происходит торможение.

Прорыв средней диафрагмы распределителей АП-1 определяется по выходу воздуха в атмосферный канал — канал отпуска. В этом случае тоже наблюдается легкое притормаживание ввиду, того, что утечка из камеры ***M*** понижает давление в ней.

В обоих случаях путем регулировки можно заставить прибор некоторое время работать, но утечка воздуха будет продолжаться, постепенно увеличиваясь; поэтому лучше прибор выключить из сети и сменить поврежденные диафрагмы.

Прорыв тормозной диафрагмы *11* определяется по пропуску в атмосферный (отпускной) канал в заторможенном состоянии и этим ослабляется нажатие тормозных колодок.

Смену диафрагмы можно производить на месте, не отнимая самого распределителя, но ввиду необходимости проверки хода центрального стержня и регулировки, необходимо сменить весь распределитель, имея для этой цели несколько штук в запасе.

У распределителя К-1 средняя большая диафратма работает под давлением с обеих сторон и почти не имеет выпуклости, поэтому и не наблюдается случаев ее прорыва, тем более, что перемещение системы диафрагм всего лишь около 2,5 *мм*. Если бы произошел прорыв этой диафрагмы, то, очевидно, тормоз отказался бы действовать, так как камера С постоянного давления сообщалась бы с главным воздухопроводом. При понижении давления в главном воздухопроводе во время торможения будет понижаться давление и в камере С. Равновесие по обе стороны диафрагмы сохранится и тормоз будет бездействовать.

Прорыв малой диафрагмы 9^1 со стороны камеры С ведет также к прекращению действия тормоза, так как воздух из камеры постоянного давления будет уходить и зарядки ее не получится, причем, имея в виду, что питание камеры С идет через очень малое 0,5 *мм* калиброванное отверстие C_4 во втулке плунжера, выход воздуха через поврежденную диафрагму с внешней стороны распределителя не обнаруживается. В этом случае следует открыть выпускной клапан на дополнительном резервуаре. При поврежденной диафратме 9^1 выхода воздуха через выпускной клапан не будет

Прорыв тормозной диафрагмы *9* вызывает торможение прибора, так как утечкой воздуха из камеры ***M*** понижается давление в ней и образуется перевес со стороны камеры *С*, благодаря чему вся система диафрагм отклоняется в сторону тормозного клапана, открывает его и сообщает запасный резервуар с тормозным цилиндром. Кроме того воздух, прохо-

НВ УДУЕТ (ДІТ)

дящий через поврежденную диафрагму, поступает через камеру *Т* тоже в тормозной цилиндр.

Во всех случаях исправление возможно только путем смены поврежденных диафрагм, что сопряжено с разборкой распределителя, следовательно, и с от'емкой его от места; поэтому наиболее целесообразным следует признать и в данном случае смену самого распределителя.

2. Пропуск одной из притирок тормозного клапана. При пропуске большой притирки наблюдается постоянный выход воздуха в атмосферный (выпускной) канал. Пропуск может быть от загрязнения, поэтому в распределителях К-1 следует сделать попытку продуть клапан. Для этого нужно с большой силой нажать на торцовую часть центрального стержня, отклонив его этим на полный ход в сторону тормозного клапана. Воздух из запасного резервуара быстро устремится под клапан и продует грязь. Для этого необходимо отнять распределитель от места и разобрать его часть со стороны привалочного фланца. Отнять гнездо *14* обратнопитательного клапана *16* и ниппель *13*, после чего клапан вынимается.

Пропуск малой притирки (торцовой) проявляется выходом воздуха через атмосферный канал в заторможенном состояни тормоза. В этом случае у распределителей АП-1 необходимо клапан притереть, а у распределителей К-1 сменить кожаную прокладку. В том и другом случае приходится распределитель отнимать от места и разбирать его часть со стороны привалочного фланца, как указано выше.

3. Пропуск запорного клапана *40* камеры *С* постоянного давления и вообще утечка воздуха из этой камеры ведет к истощению тормоза или к разрядке его во время торможения. В заторможенном состоянии тормоза через неплотность клапана, или другие неплотности воздух из камеры постоянного давления будет уходить и давление в ней будет понижаться, сравниваясь с давлением в главном воздухопроводе, вследствие чего тормоз сначала будет понижать степень нажатия колодок, а потом отпустит совсем. В этом случае необходимо тщательным образом устранить неплотности. Если пропуск только через запорный клапан, то его можно притереть, отняв нижнюю часть, но не отнимая всего распределителя.

4. Засорение одного из калиброванных отверстий. В этом отношении самым слабым местом является калиброванное отверстие C_4, ведущее в камеру постоянного давления. Самое отверстие имеет диаметр всего лишь 0,5 *мм* с большой засверловкой сверху и расположено в самой нижней части распределителя, куда могут попадать всякие наиболее тяжелые частицы и собираться влага. Засорение калиброванного отверстия C_4 ведет к полному прекращению действия распределителя, так как зарядки камеры постоянного давления не будет. Для того чтобы убедиться в отсутствии или недостаточности зарядки камеры постоянного давления, следует открыть выпускной клапан. По выходу воздуха через клапан из дополнительного резервуара вполне возможно и достаточно точно определить степень зарядки, а если воздуха в дополнительном резервуаре совсем нет, то значит, что он не заряжен и калиброванное отверстие C_4 засорено. В этом случае необходимо отнять нижнюю часть, вынуть весь плунжер и отверстие прочистить тонкой стальной

НБ УДУТ (ДІІТ)

проволокой толщиной не более 0,5 *мм* чтобы сохранить диаметр самого отверстия.

При засорении калиброванного отверстия в скачковом клапане *20* или ниппеля *21* ведет к тому, что тормоз будет тормозить до давления в торомзном цилиндре только 0,5 *ат*. Эта неисправность не имеет внешних признаков и определить ее, не разбирая прибора, не представляется возможным, так как неизвестно, с какой силой колодки прижимаются к бандажам. Вместе с тем тормоз будет держать очень слабо и два-три вагона в поезде с такой неисправностью могут наделать больших неприятностей. Поэтому на калиброванное отверстие в скачковом клапане приходится обращать очень серьезное внимание и при всяком заявлении машиниста о плохой работе тормоза производить осмотр скачковых приборов. главным образом в части состояния калиброванных отверстий.

Засорение выпускного отверстия ведет к тому, что тормоз не будет отпускать. В этом случае отверстие легко прочистить, не разбирая прибора. У распределителя АП-1 выпускное отверстие находится снаружи — сбоку распределителя, а у распределителя К-1 следует отвернуть торцовую пробку *37* в крышке и вывернуть ниппель *36*.

5. **Излом регулирующей пружины** *22* **или** *23* у распределителя АП-1 ведет к полному прекращению действия распределителя. Исправление возможно только сменой пружины.

НБ УДУНТ (ДІТ)

ГЛАВА VII

ТОРМОЗ МАТРОСОВА

1. Чем отличается тормоз Матросова от тормоза Казанцева

Распределители всех вариантов тормоза Казанцева построены таким образом, что решающее значение в их работе имеет регулирующая камера *С* с постоянным давлением. Постоянство давления в распределителях жесткого типа А-1 и АП-1 достигается двумя различными способами: 1) простейший способ— две спиральные пружины, как это сделано в распределителях АП-1, 2) более сложный способ — помощью особого прибора — регулятора, устанавливающего в регулирующей камере *С* постоянное давление ниже магистрального с возможностью непрерывного пополнения этой камеры из магистрали в случаях утечки сжатого воздуха через неплотности. Так сделано в распределителях А-1. В распределителях мягкого типа К-1 регулирующая камера имеет давление, равное магистральному, и должна сохранять его постоянным за все время процесса торможения Всякое, хотя бы незначительное и медленное, изменение давления в регулирующей камере нарушает правильность работы тормоза.

При наличии регулирующей камеры с постоянным давлением конструктивное оформление прибора и его внутренних перемещающихся органов возможно лишь путем применения резиновых или другого материала гибких диафрагм с клапанным замыканием при очень малых перемещениях, всего около 2 *мм*. Применение поршней, а тем более с увеличенным ходом, в данном случае совершенно невозможно, так как при поршнях труднее достигнуть плотности, а главное перемещение более 2 *мм* увеличивает об'ем регулирующей камеры и изменяет давление в ней При малом перемещении внутренних органов возможно лишь клапанное замыкание, применение золотников совершенно невозможно.

В распределителе Матросова регулирующая камера также имеется, но действие ее основано на принципе изотермического расширения. Давление в регулирующей камере в данном случае всегда равно магистральному. Это дает широкий простор в осуществлении конструкции и возможность применять диафрагмы или поршни с любыми величинами их перемещения и любое замыкание—залотниковое или клапанное. В конструкции распределителя Матросова применены поршни и золотники.

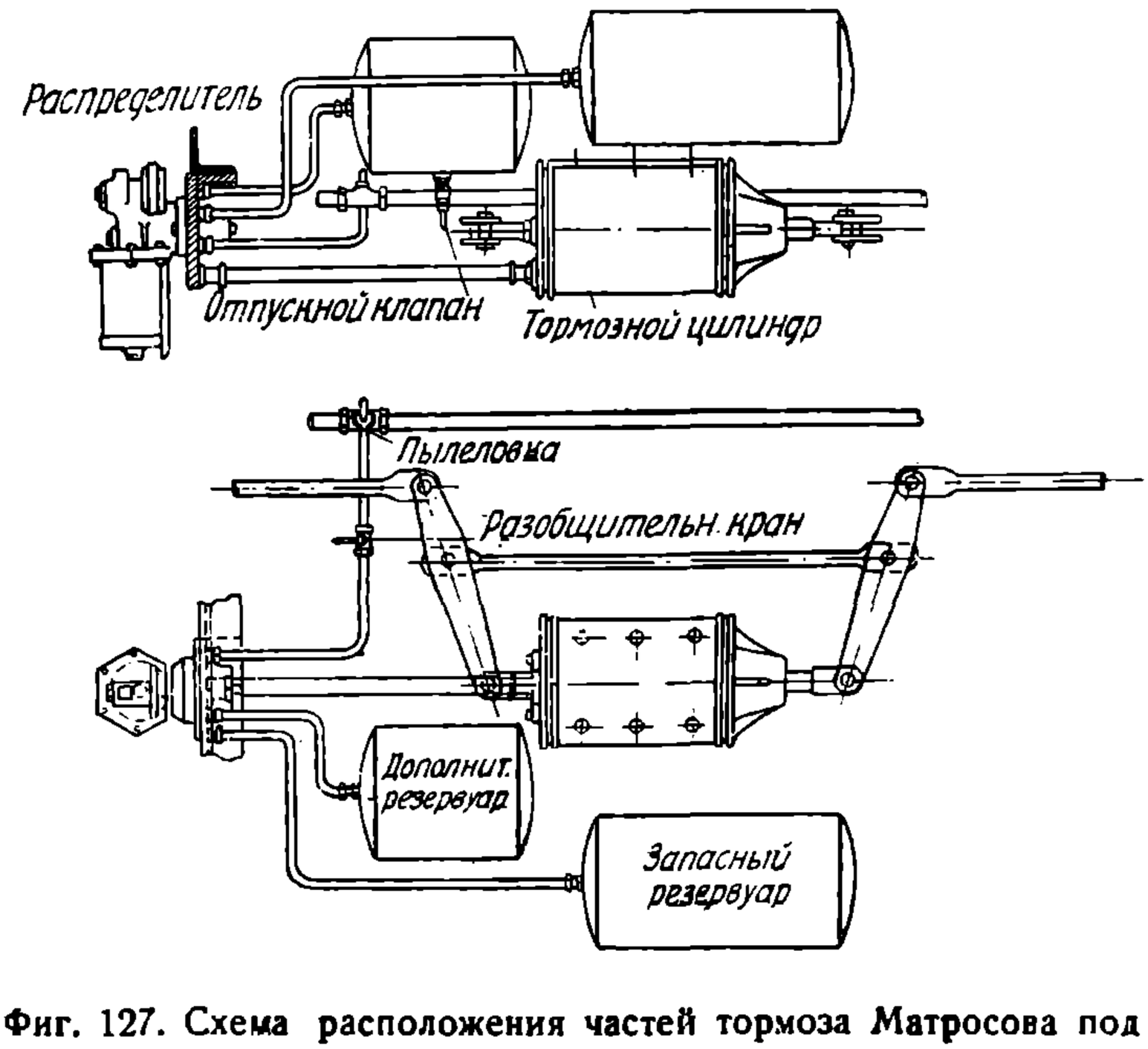
2. Устройство распределителя М

а) Общая часть

Распределитель Матросова устанавливается отдельно от тормозного цилиндра и его можно помещать в любом месте под вагоном, где представляется более удобным по части укрепления и доступности осмотра и

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ремонта. Для укрепления распределителя служит привалочный кронштейн. который своей верхней полкой может быть укреплен к любому бруску или швеллеру под вагоном. От привалочного кронштейна идут все присоединения распределителя: 1) трубка к магистрали, 2) к запасному резервуару, 3) дополнительному резервуару и 4) к тормозному цилиндру (фиг. 26).



Фиг. 127. Схема расположения частей тормоза Матросова под вагоном.

Таким образом упрощается от'емка распределителя для осмотра и ремонта: чтобы снять его, приходится развернуть только три болта от привалочной плоскости, а трубки все остаются на своих местах и раз'единять их не требуется.

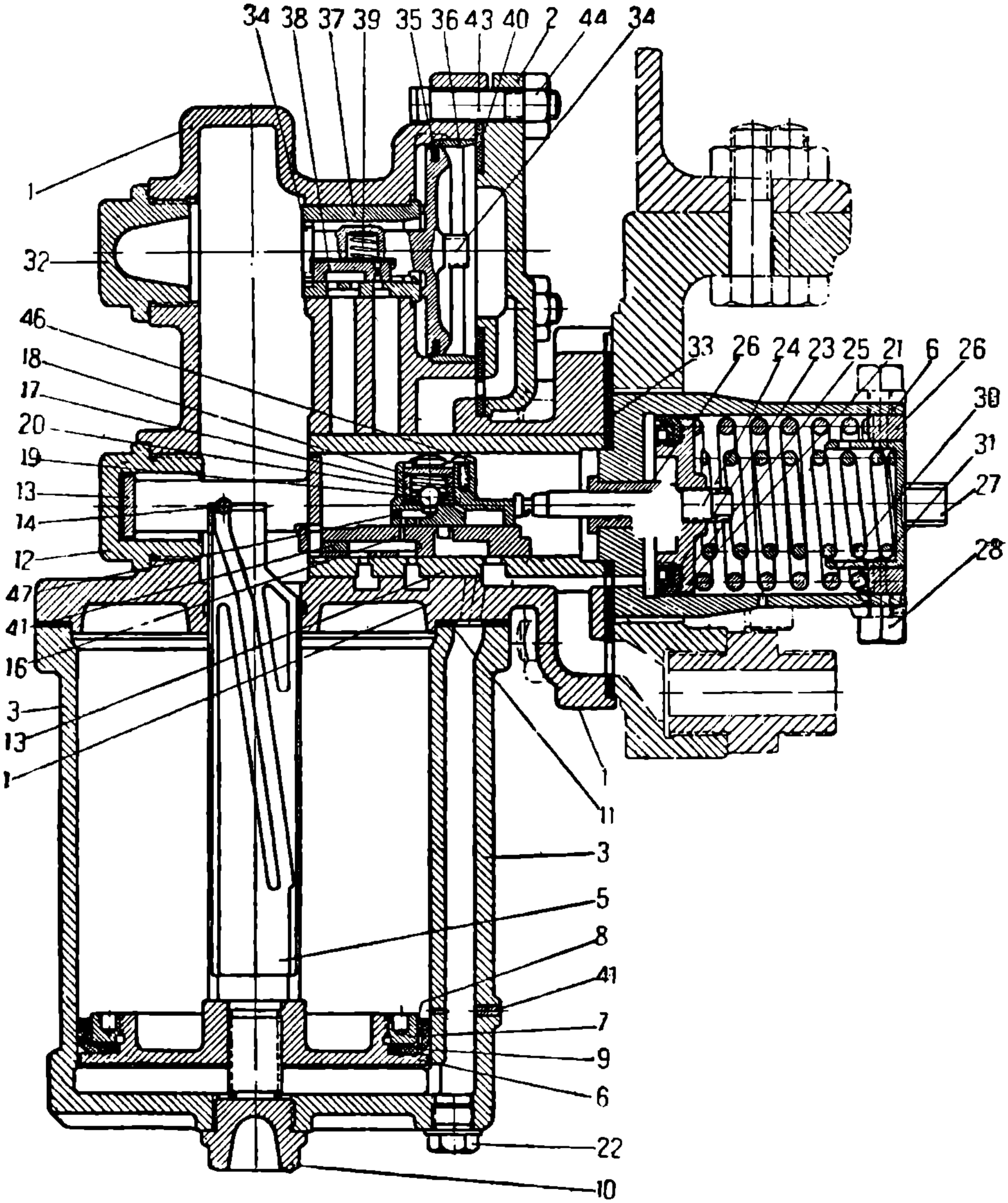
б) Устройство распределителя

Устройство распределителя. показанное на фиг. 128, заключается в следующем. Внутри распределителя помещены три поршня и три золотника: 1) магистральный поршень *5* с возбудительным золотником *6*, помещенным в головке распределителя, 2) главный распределительный поршень *7* с кулисой *8* и кулисным камнем *9;* распределительный поршень через посредство кулисы и кулисного камня связан с главным распределительным золотником *11,* 3) уравнительный поршень *15* и связанный с ним посредством поршневого штока *19* уравнительный золотник *12.*

Поршни распределителя образуют три отдельных камеры: 1) магистральный поршень образует магистральную камеру *M*, сообщенную непосредственно с магистралью, 2) главный распределительный поршень образует регулирующую камеру *C*, сообщенную непосредственно с дополнительным резервуаром; 3) уравнительный поршень образует тормозную

НБ УрГУПС (ДИТ)

камеру *1*, сообщенную непосредственно с тормозным цилиндром. Внутренняя полость распределителя представляет собою одну сплошную четвертую, так называемую золотниковую рабочую камеру *В*. Камера *А* сзади



Фиг. 128. Общий вид распределителя М.

тормозного поршня всегда сообщена с атмосферой, своим пространством в работе распределителя не участвует, поэтому в расчет не принимается.

Магистральный поршень *5* имеет диаметр *82 мм* и две рабочие площади, испытывая на себе со стороны магистральной камеры давление магистрали, а со стороны золотника — давление камеры *В*. По существу вы-

РГБ УДУНТ (ДІІТ)

СПЕЦИФИКАЦИЯ

Общий вид распределителя серии М (конструкция см. фиг. 128)

№ детал.	Наименование деталей	Кол.	Материалы	Примечание
1	Корпус	1	Чугун	
2	Крышка корпуса	1	"	
3	Цилиндр	1	"	
4	Колпак	1	"	
5	Кулиса	1	Сталь	Штамповать
6	Главный поршень	1	"	
7	Зажимное кольцо главного поршня	1	"	
8	Пружинная шайба главного поршня	1	"	
9	Манжет главного поршня	1	Кожа	
10	Заглушка цилиндра	1	Чугун	
11	Большая прокладка	1	Кожа	
12	Направляющие рамки главного золотника	1	Чугун	
13	Золотниковая рамка	1	Спец-бронза	
14	Кулисный камень	2	Сталь	
15	Главная втулка	1	Спец-бронза	
16	Золотник главного поршня	1	Спец-бронза	
17	Золотник уравн. поршня	1	Спец-бронза	
18	Разгр. поршенек ур. золотник	1	Латунь	
19	Шаровой клапан	1	Сталь	
20	Пружина уравнительного золотника	1	Фосф. бронза	Штамповать
21	Уравнительный поршень	1	Сталь	
22	Заглушка канала цилиндра	1	"	
23	Зажимное кольцо уравнительного поршня	1	"	Штамповать
24	Шток уравнительного поршня	1	"	
25	Манжет уравнительного поршня	1	Кожа	
26	Втулка штока	1	Латунь	
27	Режимная упорка	1	Чугун	
28	Направляющ. болт. упорки	2	Сталь	
29	Вкладыш большой пружины	1	Чугун	
30	Большая пружина	1	Сталь	
31	Малая пружина	1	"	
32	Заглушка корпуса	1	Чугун	
33	Прокладка привалочного фланца.	1	Кожа	
34	Магистральный поршень	1	Спец-бронза	
35	Кольцо магистрального поршня	1	"	
36	Втулка магистрального поршня	1	"	
37	Втулка магистрального золотника	1	"	
38	Золотник магистрального поршня	1	"	
39	Пружина магистрального золотника	1	Фосфор бронза	
40	Малая прокладка.	1		
41	Заглушка ответ. цил. и главн. золотника	2	Латунь	
42	Болт колпака	2	Сталь	
43	Болт цилиндра и крышки	9	"	
44	Гайки черн. шестерн. ½" ост. 147	11	"	
45	Заглушка канала прив. фл.	3	Латунь	
46	Винт уравнительного золотника	1	Сталь	
47	Заглушка отвер. ур. зол.	1	Латунь	

НБ УДУНТ (ДІІТ)

полняемой работы магистральный поршень вместе с возбудительным золотником можно назвать возбудителем, так как он возбуждает действие или, вернее, вызывает к действию основные органы распредлителя, не принимая сам участия в распределении воздуха.

Поршень *5* во втулке *35* уплотняется металлическим кольцом *34*, кроме того имеет притирочную кольцевую плоскость, которой прилегает к золотниковой втулке *36*.

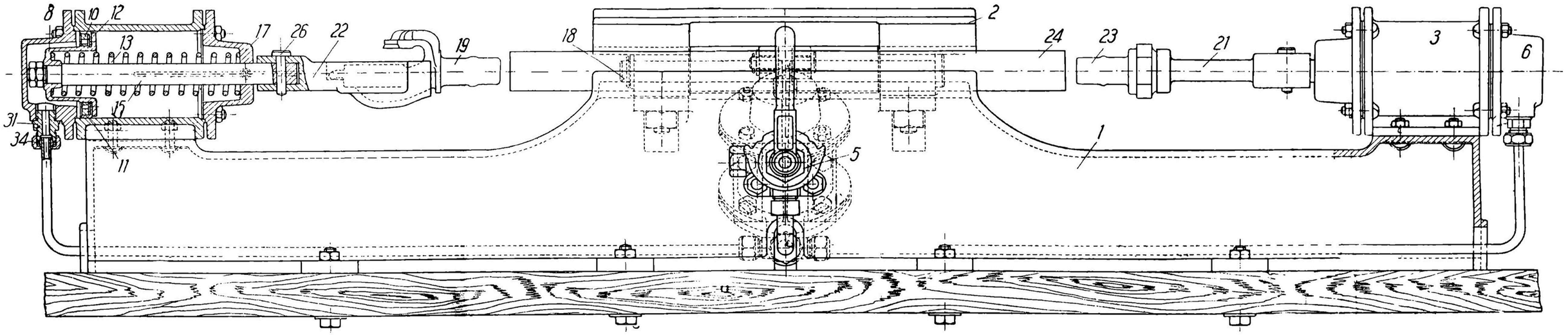
Во втулке поршня и его притирочной плоскости имеются калиброванные питательные отверстия *21* (фиг. 128) диаметром 0,6 *мм* и *22* — 1,5 *мм*, через которые воздух проходит из магистрали в камеру *B* при зарядке и отпуске тормоза. В зеркале золотника имеется три отверстия: отверстие и канал *26* сообщаются каналом с отверстием *25* в зеркале главного золотника, два отверстия через один общий канал *45* сообщены с отверстием *43* в зеркале главного золотника. В лице золотника имеется выемка *4* и отверстие *27* диаметром 0,8 *мм*. Выемка *46* служит главным образом для дополнительной разрядки магистрали и камеры *B*, а отверстие *27* — для дополнительного питания камеры *B* во время зарядки и отпуска в помощь питательным отверстиям *21* и *22*.

Главный распределительный поршень *7* имеет диаметр 140 *мм* и также две рабочие площади, испытывая на себе снизу давление регулирующей камеры *C*, а сверху камеры *B*, длина хода распределительного поршня или величина перемещения его из одного крайнего положения в другое 145 *мм*. С помощью кулисы *8* и кулисного камня *9* распределительный поршень связан с рамкой главного золотника *11*. При движении поршня вверх вырезом кулисы кулисный камень, а вместе с ним и главный золотник, передвигаются вправо. Длина хода или перемещения главного золотника при полном торможении равна 25 *мм*. В качестве уплотнения распределительного поршня применяется кожаный или резиновый воротник *9* со стальной пружинящей шайбой (фиг. 127). На уровне верхней кромки воротника поршня в стенке цилиндра имеется малое питательное отверстие диаметром *1 мм* для питания регулирующей камеры *C* и рабочей камеры.

Распределительный золотник *11* и уравнительный золотник *12* расположены горизонтально один на другом, причем верхняя плоскость распределительного золотника служит зеркалом для уравнительного золотника. Уравнительный золотник прижат к спинке главного золотника буфером *13* с пружиной и лабиринтовым уплотнением и связан посредством поршневого штока *14* с тормозным или уравнительным поршнем *15*, имея величину перемещения 19 *мм*.

Тормозной или уравнительный поршень *15* имеет диаметр 70 *мм* и одну рабочую площадь со стороны тормозной камеры *T*, сообщенной непосредственно с тормозным цилиндром. С другой стороны тормозного поршня на него нажимают две спиральные пружины. Большая пружина *16* сделана из проволоки 7 *мм* имеет 4,5 витка и высоту в свободном состоянии 80 *мм*. Малая пружина *17* сделана из проволоки 6 *мм*, имеет 6 витков и высоту в свободном состоянии 77 *мм*. Начальное нажатие пружины на поршень при его нормальном положении соответствует 0,2—0,3 *ат* давления в тормозной камере или на противоположную площадь поршня.

НБ УДУНТ (ДІІТ)



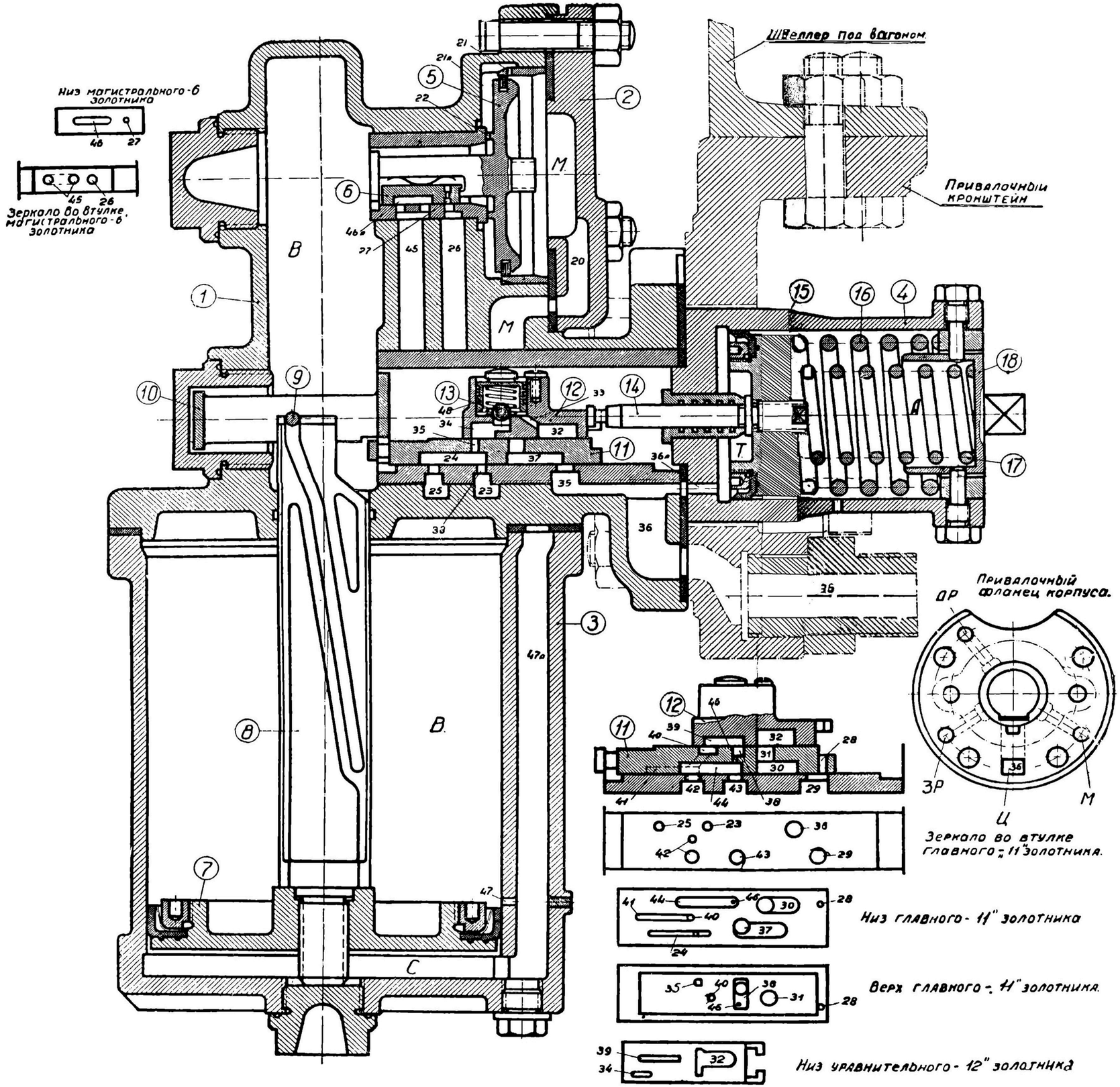
№№ ретал	Наименование	Колич.	Матер.	Примечание
1а	Станина	1	чугун	
2	Крышка станины	1		
3	Цилинд крайний	2		
4	средний	1		
5	Четырехходовой кран	2		
6	Задняя крышка крайнего цилиндра	2		
7	Задняя крышка среднего цилиндра	1		
8	Поршень крайнего цилинара	2	бронза	
9	Поршень среднего	1		
10	Зажимное кольцо к поршню крайнего цилиндра	2		
11	Манжет к поршню крайнего цилиндра	2	кожа	

№№ ретал	Наименование	Колич.	Матер	Примечание
12	Прокладка	2	прессшпан	
13	Большая пружина	2	сталь	
14	Малая пружина	1		
15	Шток поршня крайнего цилиндра	2	железо	
16	среднего цилиндра	1		
17	Передняя крышка		чугун	
18	Валик зажима	1	железо	
19	Головка	1		
20	Поддержка вала	1		5×300 ст. 150
21	Стержень для након ваг рукава	1		
22	Держазка головки вагон рукава	1	чугун	

№№ ретал.	Наименование	Колич.	Матер.	Примечание
23	Наконечник	1	железо	
24	Резиновая трубка	1	чугун	
25	Крышка державки изогнутого наконечника	1		
26	Валик к штоку поршня	3	желез	
27	Валик для соед штока с крышк ст.	1		
30	Крестовина	1	бронза	
31	Штуцер $1/2'' \times 1/2''$		железо	
32	$3/4'' \times 1/2''$	1		
33	Соединительная гайка $3/4''$	4	бронза	
34	Соединительная гайка $1/2''$	4	железо	

Фиг. 38. Станок для пересадки резиновых рукавов (продольный разрез, поперечный разрез см. стр. 59).

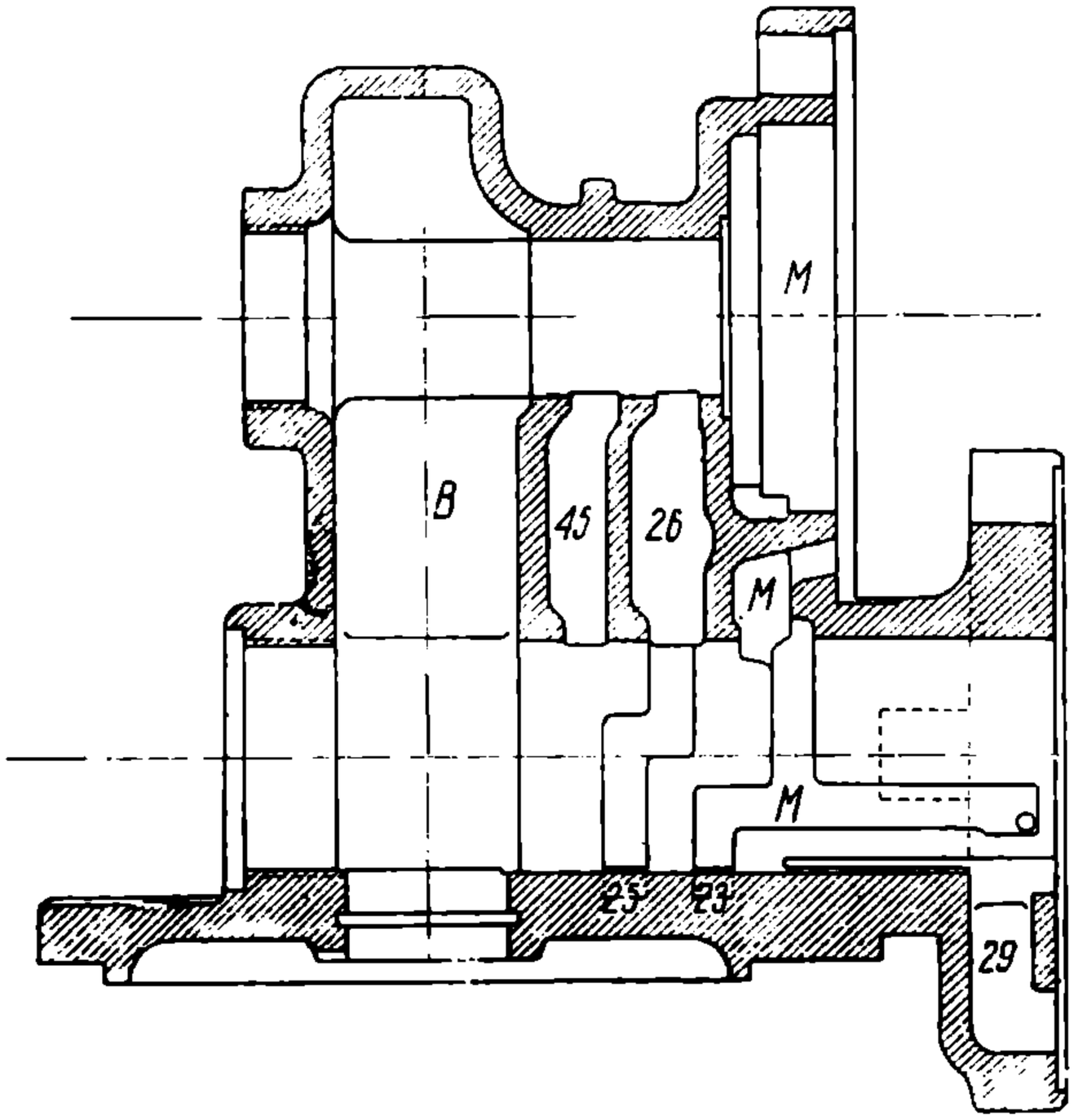
НБ УДУНТ (ДІІТ)



Фиг. 129. Распределитель М сист. Матросова

НБ УДУНТ (ДІІТ)

При полном ходе поршня или перемещения его в сторону пружин на 19 *мм* нажатие обеих пружин будет соответствовать давлению на противоположную сторону 3,6 *ат*. Это будет груженый режим, или торможение груженого вагона с большей силой нажатия тормозных колодок. Если с помощью упорного колпачка *16* поворотом его за квадрат на 90° среднюю пружину выключить, ослабив ее нажатие, то при том же ходе поршня 19 *мм* нажатие одной большой пружины будет соответствовать давлению на противоположную сторону поршня около 2 *ат*. Это будет порожний режим, или торможение порожнего вагона с меньшей силой



Фиг. 130. Расположение каналов в корпусе распределителя М.

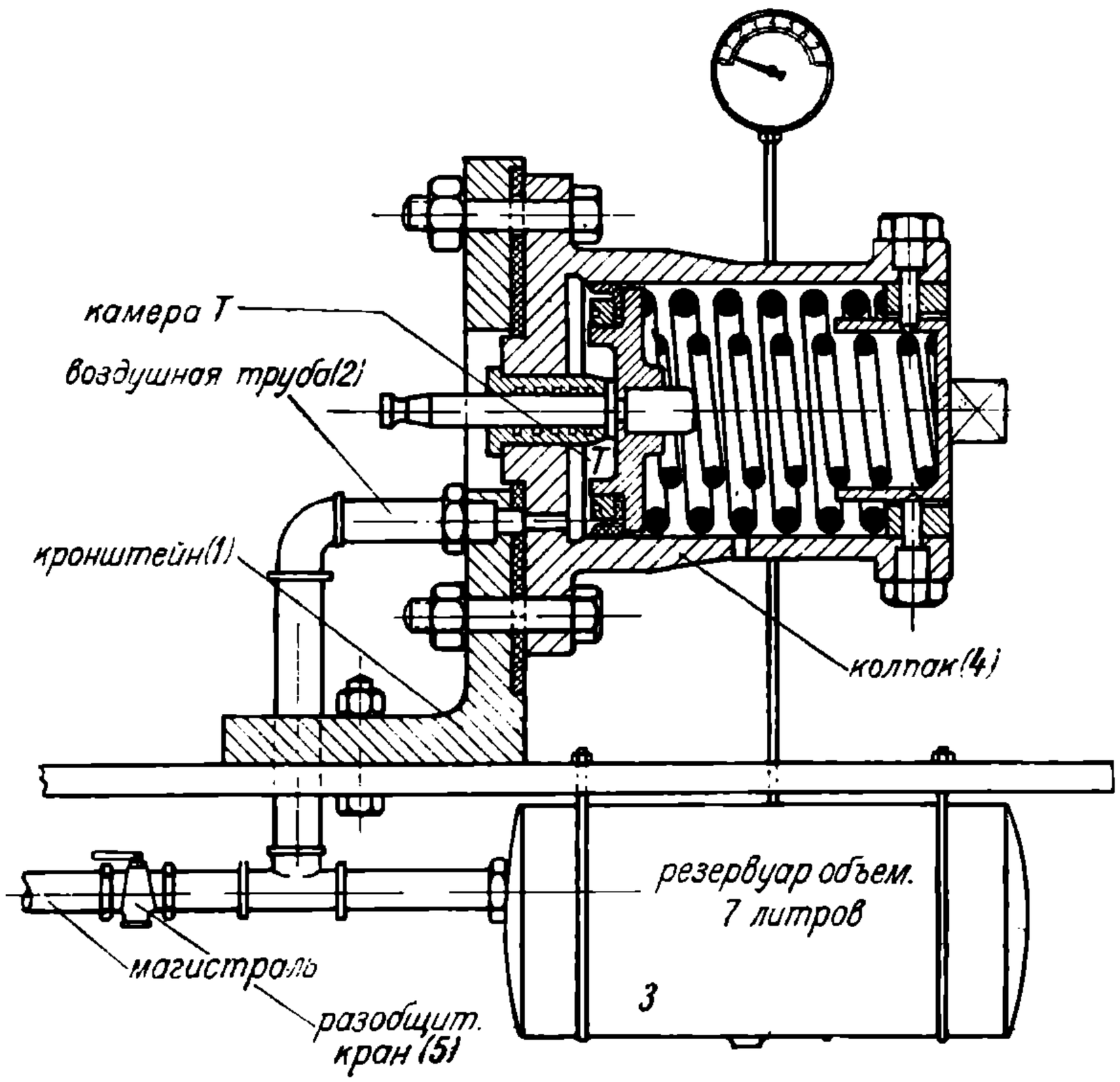
нажатия тормозных колодок. По штоку уравнительного поршня в перегородке между золотниковой камерой *В* и тормозной камерой *Т* сделано лабиринтовое уплотнение в виде втулки с канавками по внутренней поверхности трения.

В зеркале главного золотника имеется семь каналов или отверстий (см. вклейку в конце книги, фиг. 129): 1) канал *29* ведет к запасному резервуару, 2) канал *36* ведет к тормозному цилиндру, 3) и 4) два канала: малый и большой *42*-атмосферные, сообщены непосредственно с атмосферой, 5) канал *23* сообщен с магистралью и служит для дополнительной разрядки магистрали в начале торможения и наполнения запасного ре-
ервуара при длительном торможении, когда давление в нем становится ниже магистрального, 6) канал *25* постоянно сообщен с каналом *26* в зеркале возбудительного золотника, служит для дополнительного питания золотниковой камеры во время зарядки, отпуска и при спокойном

НБ УДУНТ (ДИТ)

состоянии тормоза и для дополнительной разрядки магистрали в начале торможения, когда этот канал сообщается с каналом *23*, 7) канал *43* сообщается с каналом *45* в зеркале возбудительного золотника, служит для первоначальной быстрой разрядки камеры *В* в начале торможения и дальнейшего медленного пропуска воздуха из этой камеры в тормозной цилиндр в последующем процессе торможения.

В лице главного золотника имеется пять продольных выемок со

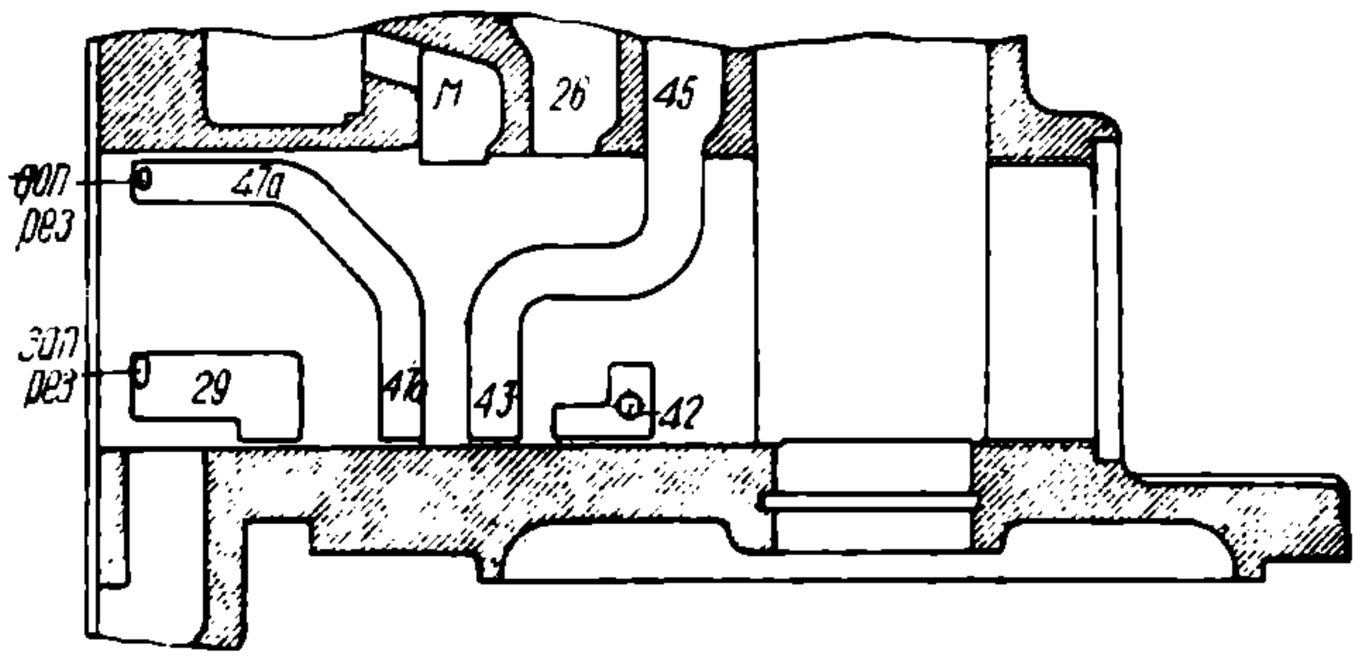


Фиг 130а. Установка для испытания плотности частей колпака.

сквозными отверстиями и одно отдельное отверстие: 1) выемка *24* сообщает каналы *23* и *25* и служит для ускорения зарядки золотниковой камеры *В* при отпуске, для дополнительной разрядки магистрали в начале торможения и для питания запасного резервуара через отверстие *35*, через шариковый клапан и далее отверстие *33;* 2) выемка *30* с отверстием *31* служит для прохода воздуха из запасного резервуара в тормозной цилиндр в начале торможения (скачок); 3) выемка *37* с отверстием *38* в начале торможения соединяется поперечной выемкой *38* в верхней плоскости главного золотника с выемкой *30* и служит также для прохода воздуха в тормозной цилиндр; 4) выемка *41* с отверстием *40* отпускная, служит для выпуска воздуха из тормозного цилиндра при отпуске; 5) выемка *44* с калиброванным отверстием *46* сообщает каналы — атмосферный *42* и дополнительной разрядки *43*, в начале тормо-

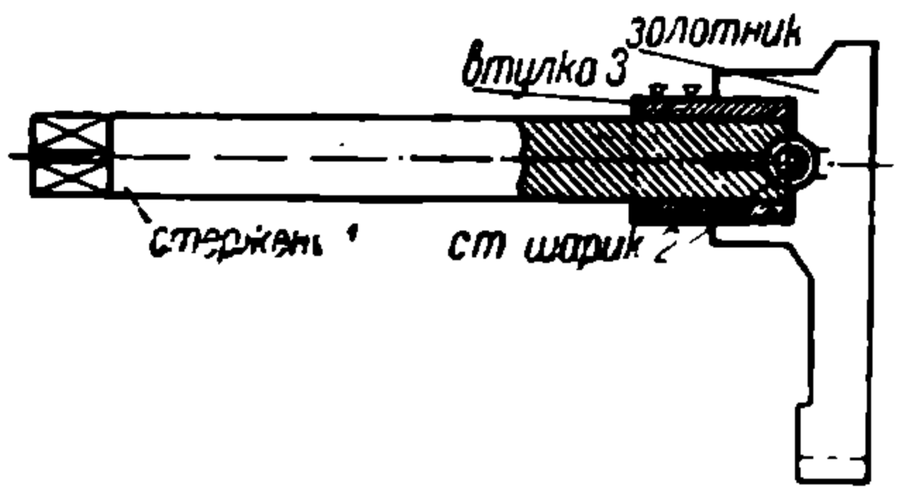
НТБ УДУЭТ (ДІІТ)

жения служит для дополнительной разрядки магистрали и рабочей камеры, в последующем процессе торможения служит для пропуска воздуха из рабочей камеры в тормозной цилиндр через калиброванное отверстие *46;* 6) отверстие *28* сообщается с отверстием запасного резервуара *29* в зеркале и служит для питания запасного резервуара во время зарядки, отпуска и в спокойном состоянии тормоза.



Фиг. 131. Расположение каналов в корпусе распределителя М.

На верхней плоскости главного золотника, являющейся зеркалом для уравнительного золотника, имеется пять отверстий и одна выемка: 1) отверстие *31* и выемка *38* сообщаются выемкой *32* в зеркале уравнительного золотника и служат для пропуска воздуха из запасного резер-



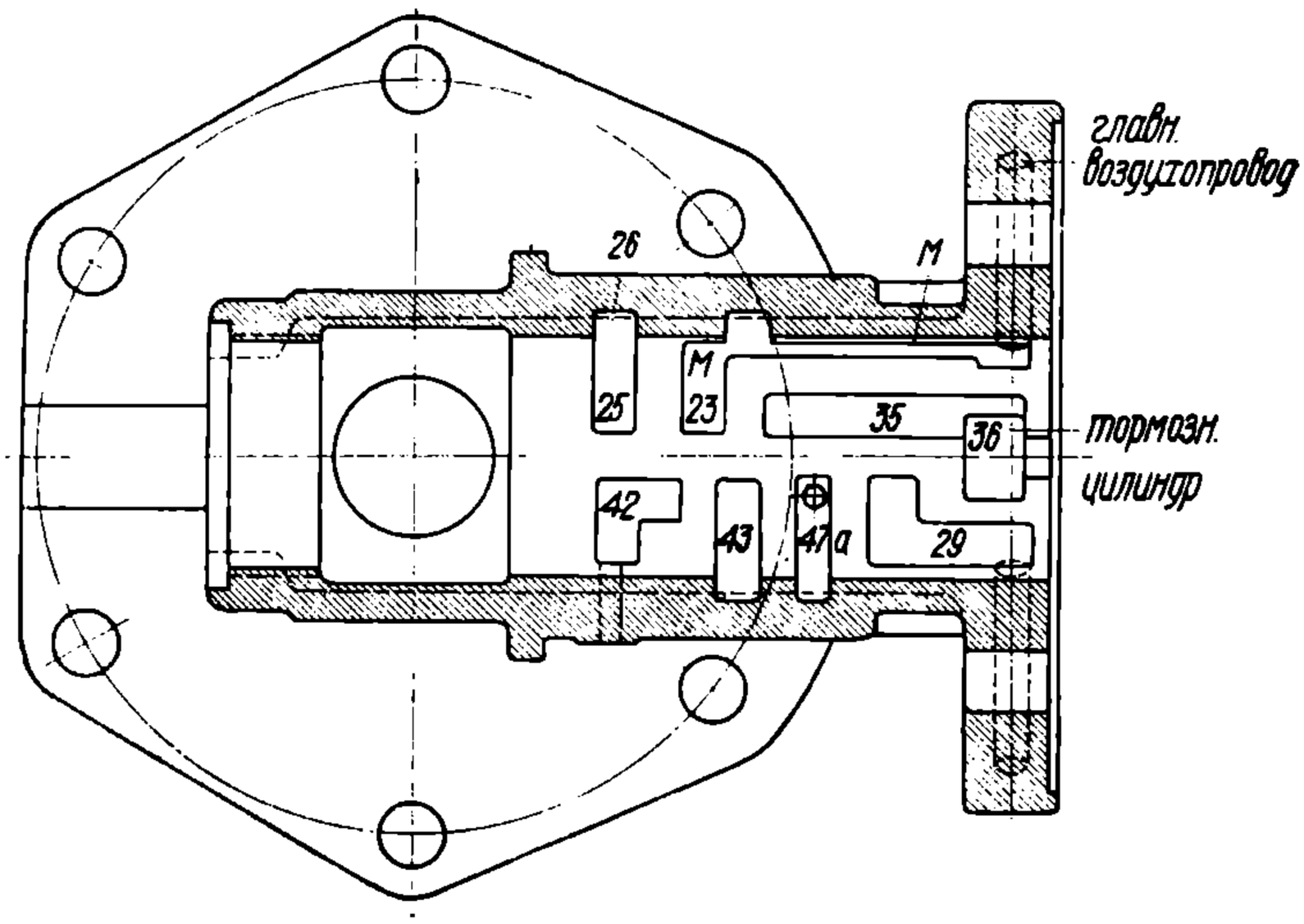
Фиг. 131а. Приспособление для притирки шариков.

вуара в тормозной цилиндр в начале торможения «скачок»; 2) калиброванное отверстие **46** служит для медленного перехода воздуха из золотниковой рабочей камеры *В* в тормозной цилиндр после скачка; 3) отверстие *40* соединяется выемкой *30* в зеркале уравнительного золотника с выемкой *38* и служит для выпуска воздуха из тормозного цилиндра при отпуске; 4) отверстие *35* сообщается с выемкой *34* в зеркале уравнительного золотника, имеющей отверстие под шариковый клапан. Отверстие *35* служит для пополнения запасного резервуара при длительных торможениях.

В зеркале уравнительного золотника имеется три выемки: 1) выемка *32* — тормозная, соединяет отверстие *31* с выемкой *38* на верхней плоскости главного золотника во время скачка и слегка приоткрывает в по-

НБ УДУНТ (ДГТ)

следующем процессе торможения; 2) выемка *39* — отпускная, сообщает выемку *38* с отверстием *40* в верхней плоскости главного золотника при отпуске тормоза; 3) выемка или два рядом расположенные и сообщен-



Фиг. 132. Расположение каналов в корпусе распределителя М.

ные между собой отверстия *34* совпадают с каналом *35* в верхней плоскости главного золотника, при длительном торможении служат для пополнения запасного резервуара из магистрали через шариковый обратный клапан.

3. Работа распределителя М.

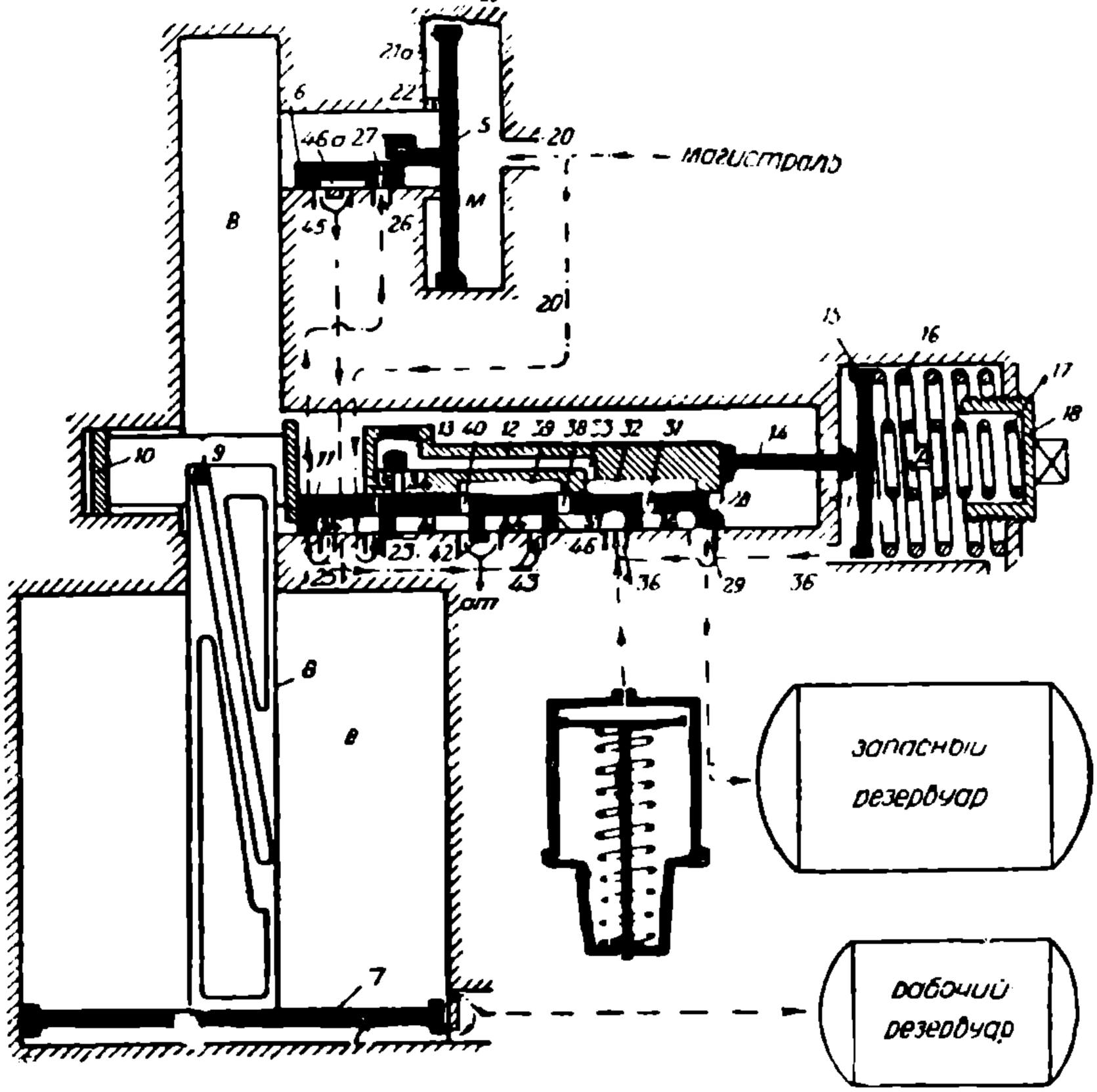
Зарядка. Нормальное положение внутренних частей распределителя при зарядке, отпуске и в спокойном состоянии тормоза показано на фиг. 27. В этом положении магистральный поршень прижат к золотниковой втулке, распределительный поршень опущен в нижнее крайнее положение и уравнительный поршень прижат пружинами к стенке золотниковой рабочей камеры. На фиг. 133 для лучшей усвояемости показана схема распределителя в период зарядки и отпуска тормоза, где каналы зеркала и золотника изображены в развернутом виде.

Сжатый воздух из магистрали, поступая по каналу *M* в корпусе и по каналу *20* в крышке, заполняет магистральную камеру *M*. Из камеры *M* по калиброванному питательному отверстию *21* и выемке *22* воздух проникает в золотниковую камеру *B*. Одновременно с этим сжатый воздух из магистрали же по отростку магистрального канала *M* в корпусе поступает через отверстие *23* в зеркале главного золотника, по выемке *24* в самом главном золотнике, через отверстие *25* в зеркале и далее по

УДИТ НБ (ДІТ)

каналу *26* в корпусе через калиброванное отверстие *27* в возбудительном золотнике — в золотниковую рабочую камеру *B*.

Таким образом золотниковая рабочая камера одновременно по двум путям наполняется сжатым воздухом. Из золотниковой камеры сжатый воздух проходит через калиброванное отверстие *47* в стенке цилиндра распределительного поршня и по каналу *47а* в дополнительный резервуар. Одновременно через малое отверстие *28* в главном золотнике и по каналу *29* в корпусе воздух поступает в запасный резервуар. Давление в



Фиг. 133. Схема расположения частей и каналов распределителя М в период зарядки тормоза.

золотниковой камере *B*, в дополнительном резервуаре и регулирующей камере С и в запасном резервуаре устанавливается равным магистральному 5 *ат*. В спокойном состоянии тормоза сообщения магистрали с золотниковой камерой, а через нее с дополнительным и запасным резервуарами остаются открытыми.

Для того чтобы сжатый воздух, попадая из магистрали через отверстие *23* в выемку *24* главного золотника, не мог поднять его, сверху золотника сделан буфер с пружиной в виде лабиринтового поршня, а в последних приборах лабиринтовый поршень заменен пружиной. Сжатый воздух при зарядке из выемки *24* через отверстие *35* поднимает шари-

НВЧ УДУЧТ (ДІІТ)

ковый клапан *13* и заполняет пространство под буферным поршнем, чем усиливает прижатие обоих золотников к нижнему зеркалу.

При указанном на фиг. 129 нормальном положении частей распределителя тормозной цилиндр и тормозная камера *Т* сообщаются с атмосферой через отверстие *36* в зеркале главного золотника, по выемке *37* снизу и по выемке *38* сверху главного золотника, по выемке *39* уравнительного золотника, отверстием *40* сверху главного золотника, по выемке *41* снизу главного золотника и через атмосферное отверстие *42* в зеркале главного золотника.

Торможение. При быстром понижении давления в магистрали и в магистральной камере *М*, сжатый воздух, проходя обратно в магистраль из рабочей золотниковой камеры через узкие питательные отверстия *21* в тормозной втулке и *27* в возбудительном золотнике, не успевает выравнять давление по обе стороны магистрального поршня, и со стороны золотниковой камеры на поршень образуется перевес давления. Вследствие этого магистральный поршень вместе с золотником переместится в крайнее положение к крышке до упора в кожаную прокладку. Питательные отверстия *21* и *27* перекроются и сообщение золотниковой камеры с магистралью прекратится.

Для наглядности на фиг. 134 показана схема расположения частей каналов распределителя в развернутом виде и стрелками — течение воздуха по ним в первый момент начала торможения.

Возбудительный золотник *6* своей кромкой открывает левое отверстие канала *45*, а правое отверстие этого канала выемкой сообщает с отверстием канала *26*. Таким образом золотниковая камера и магистраль одновременно получают сообщение с атмосферой; золотниковая рабочая камера сообщается по каналу *45* через отверстие *43* в зеркале главного золотника, по выемке *44* в главном золотнике и через атмосферный канал *42*. Магистраль сообщается по отростку магистрального канала *М* в теле, через отверстие *23* в зеркале золотника, по выемке *24* в главном золотнике, через отверстие *25* в зеркале, по каналу *26* в теле, по выемке возбудительного золотника, через правое отверстие канала *45* в зеркале возбудительного золотника, по каналу *45* в теле, через отверстие *43* в зеркале главного золотника, по выемке *44* в главном золотнике и через атмосферное отверстие *42* в зеркале. По указанному пути происходит дополнительная разрядка магистрали, способствующая ускорению распространения тормозной волны вдоль поезда и быстрая первоначальная разрядка золотниковой рабочей камеры, способствующая быстрому смещению распределительного поршня 7.

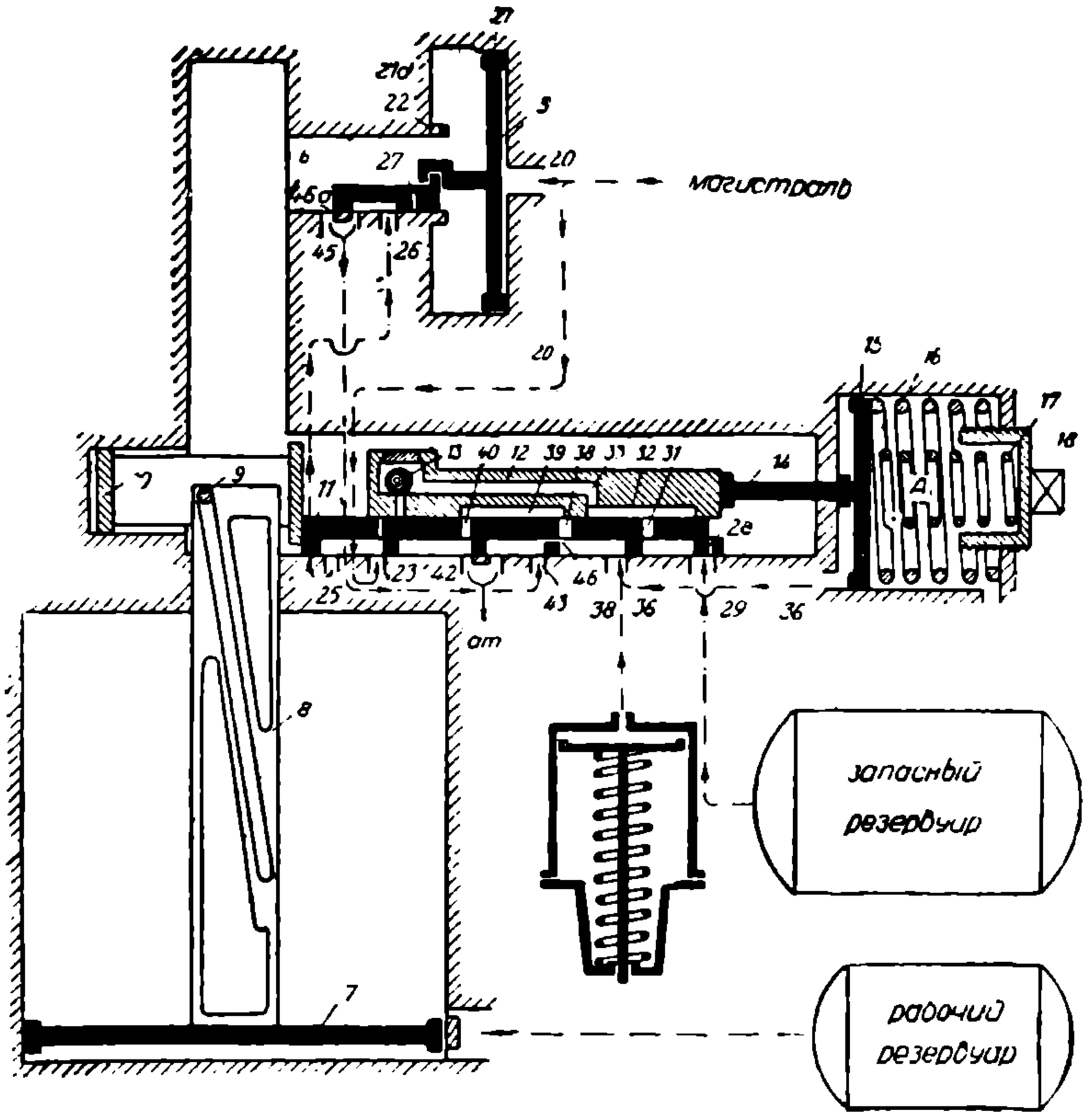
Неизбежное в данном случае обратное перетекание воздуха из дополнительного резервуара в золотниковую рабочую камеру через малое питательное отверстие *47* не успеет выравнять давление на обе стороны распределительного поршня *7* и со стороны регулирующей камеры *С* образуется перевес. Вследствие этого распределительный поршень быстро перемещается вверх и прежде всего своим кожаным воротником закрывает питательное отверстие *47*, разобщая дополнительный резервуар и регулирующую камеру *С* с золотниковой рабочей камерой *В*.

Дальнейшее перемещение распределительного поршня вверх передает поступательное движение главному золотнику *11* через посредство кулисы *8* кулисного камня *9* и рамки *10*.

НВ УДУНТ (ДІІТ)

Главный золотник *11* (нижний) начинает двигаться вправо — в сторону уравнительного поршня, а уравнительный золотник *12* (верхний) пока остается на месте, как показано на фиг. 134, при этом происходит следующее.

1. Питательное отверстие *28* в главном золотнике смещается с отверстия *29* в зеркале, и этим прекращается сообщение золотниковой рабочей камеры с запасным резервуаром.



Фиг. 134. Схема расположения частей и каналов распределителя М в момент начала торможения.

2. Выемка *38* в верхней плоскости главного золотника смещается с отпускной выемкой *39* уравнительного золотника и этим прекращается сообщение тормозного цилиндра с атмосферой.

3. Выемка *24* в главном золотнике смещается с отверстием *25* в зеркале, этим магистраль разобщается с атмосферой и прекращается выпуск воздуха из магистрали или дополнительная разрядка.

4. Выемка *44* в главном золотнике смещается с атмосферного канала *42* в зеркале, этим разобщается золотниковая рабочая камера с атмосферной и прекращается первоначальное быстрое понижение давления или выпуск воздуха из золотниковой рабочей камеры в атмосферу. Момент перекрытия каналов *25* и *42* совпадает с тем моментом, когда в золотни-

НБ УДУНТ (ДІТ)

ковой рабочей камере давление понизится на 0,4 — 0,5 *ат*, что соответствует перемещению распределительного поршня на одну третью частью своего хода.

5. Устанавливается сообщение золотниковой рабочей камеры с тормозным цилиндром через левое отверстие канала *45* в зеркале возбудительного золотника, через отверстие *43* в зеркале главного золотника, по выемке *44* и через калиброванное отверстие *46* в главном золотнике, по выемке *38* в верхней плоскости главного золотника, через отверстие и выемку *37* и канал *36*. Благодаря стеснению прохода узким калиброванным отверстием *46* начинается медленное перетекание воздуха из золотниковой рабочей камеры в тормозной цилиндр и медленное понижение давления в этой камере.

6. Выемка *30* в главном золотнике приходит в совпадение с отверстием *29* в зеркале, и устанавливается сообщение запасного резервуара с тормозным цилиндром по широким каналам *29, 30, 31,* по выемке *32* уравнительного золотника, по выемке *38* в верхней плоскости уравнительного золотника, отверстием и выемкой *37* и каналом *36* в зеркале. Сжатый воздух из запасного резервуара быстро заполняет тормозной цилиндр и делает скачок первоначального давления.

Одновременно с повышением давления в тормозном цилиндре повышается давление и в тормозной камере *Т*, начиная действовать на рабочую площадь уравнительного поршня *15*. Но на поршень с противоположной стороны нажимают пружины *16* и *17*, нажатие которых равно силе давления воздуха 0,2—0,3 *ат* на рабочую площадь поршня. Поэтому поршень начнет передвигаться в сторону пружин только тогда, когда давление в тормозной камере и в тормозном цилиндре достигнет 0,2—0,3 *ат*. Когда уравнительный поршень пройдет 3—4 *мм*, сила нажатия пружин и давление в тормозной камере и в тормозном цилиндре будет около 0,6 *ат;* в этот момент уравнительный золотник смещается выемкой *32* с выемки *38* в верхней плоскости главного золотника, и этим прекращается сообщение запасного резервуара с тормозным цилиндром по широким каналам. Остается сообщение только через узкое калиброванное отверстие *46* золотниковой рабочей камеры с тормозным цилиндром и происходит дальнейшее медленное наполнение тормозного цилиндра из золотниковой рабочей камеры.

Давление в золотниковой рабочей камере вследствие протекания воздуха из нее в тормозной цилиндр будет медленно понижаться. Поэтому регулирующий поршень *8* будет медленно подниматься вверх под действием расширяющегося воздуха в регулирующей камере *С* и дополнительном резервуаре, сохраняя приблизительно равенство давления на обе стороны. Главный золотник *11* еще медленнее будет двигаться в сторону уравнительного поршня (вправо).. По мере повышения давления в тормозной камере и тормозном цилиндре уравнительный поршень тоже перемещается вправо, увлекая за собою уравнительный золотник.

Калиброванное отверстие *46* в главном золотнике сделано по размеру 0,6 *мм* с таким расчетом, чтобы понижение давления в золотниковой рабочей камере с 5 до 3,8 *ат* происходило в течение 40 сек., следовательно, перемещение поршня и золотников на полный ход будет происходить в течение этого же времени.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Работа регулирующего поршня *7* основана на законе изотермического расширения сжатого воздуха в регулирущей камере *С* и дополнительном резервуаре. По мере понижения давления в золотниковой рабочей камере и перемещения вверх распределительного поршня увеличивается об'ем регулирующей камеры *С* и дополнительного резервуара, поэтому в это время там происходит такое же понижение давления за счет увеличения об'ема и с сохранением приблизительного равенства по обе стороны поршня с некоторым незначительным избытком на сопротивление от трения. Размер дополнительного резервуара подобран таким образом, что при понижении давления в золотниковой рабочей камере *В* с 5 до 3,8 *ат* распределительный поршень должен пройти всю величину своего хода до крайнего верхнего положения. При этом давление в дополнительном резервуаре и регулирующей камере *С* должно стать тоже около 3,8 *ат*.

При малых размерах тормозного цилиндра и малом ходе поршня в нем, когда об'ем золотниковой рабочей камеры и количество сжатого в ней воздуха окажется достаточным для наполнения тормозного цилиндра до полного давления 3,6 *ат*, само наполнение после скачка происходит только через малое калиброванное отверстие *46* в главном золотнике, и оба золотника медленно перемещаются вправо с одинаковой скоростью в течение 40 сек.

Если об'ем тормозного цилиндра больше об'ема золотниковой рабочей камеры, то давление в нем должно было бы повышаться медленнее, чем оно понижается в золотниковой рабочей камере, но этого не происходит, так как уравнительный золотник слегка отстает и приоткрывает щель, сообщаясь выемкой *32* с выемкой *38* в верхней плоскости главного золотника. Поэтому воздух пойдет в тормозной цилиндр не только из золотниковой рабочей камеры, но через упомянутую щель и из запасного резервуара. Чем больше об'ем тормозного цилиндра об'ема золотниковой камеры, тем больше будет открытие щели выемок *38* и *32*, и тем больше будет пополнение воздуха в тормозной цилиндр из запасного резервуара, но при том же постоянном времени наполнения до полного давления в течение 40 сек.

Может быть и такой случай, что об'ем тормозного цилиндра окажется меньше об'ема золотниковой рабочей камеры, для его наполнения до полного давления потребуется меньшее количество воздуха, чем имеется в золотниковой рабочей камере и сам процесс его наполнения через тоже калиброванное отверстие *46* должен был бы происходить быстрее, но этого не будет. Наполнение тормозного цилиндра будет происходить в те же 40 сек., так как при более быстром наполнении тормозного цилиндра уравнительный поршень и уравнительный золотник уйдут слегка вперед главного золотника. Благодаря этому выемка *39* уравнительного золотника сообщит выемку *38* в верхней плоскости главного золотника с отверстием *40* и лишний воздух будет уходить в атмосферу.

Таким образом при любом размере тормозного цилиндра и даже при наличии неплотностей в нем наполнение его при торможении всегда будет происходить в течение определенного времени — 40 сек. и равномерно в соответствии с равномерностью движения распределительного поршня.

НБ УДУТ (ДІТ)

При частичном торможении, когда давление в магистрали понижается меньше, чем требуется для полного торможения, тогда и давление в золотниковой рабочей камере понизится на столько же, на сколько понижено в магистрали; распределительный поршень пройдет только часть своего хода, соответствующую величине понижения давления в золотниковой рабочей камере. Впуск воздуха в тормозной цилиндр прекратится в тот момент, когда давление в золотниковой рабочей камере станет равно или незначительно ниже магистрального.

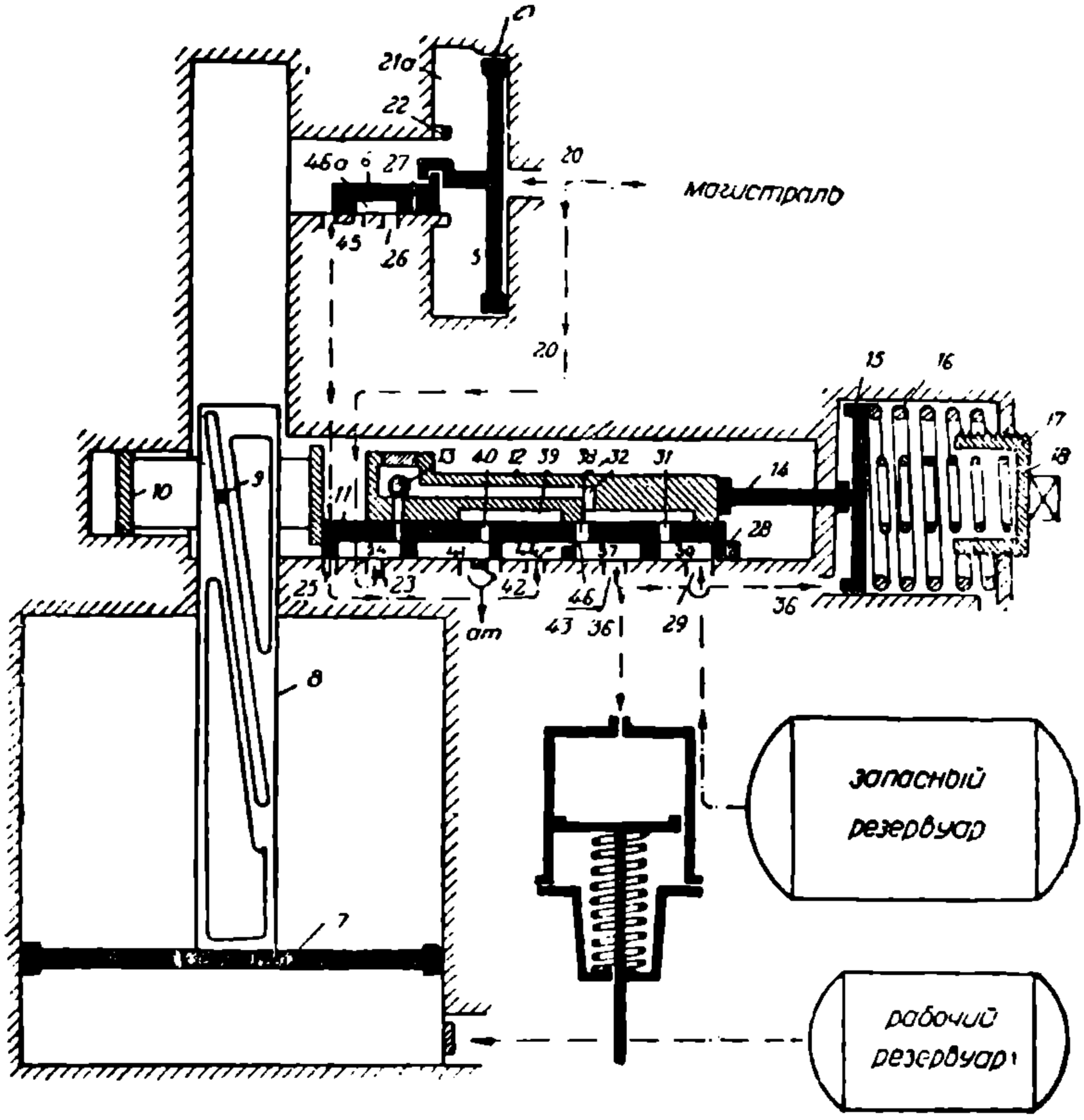
Предположим, машинист понизил давление в магистрали на 0,5 *ат*. Магистральный поршень с возбудительным золотником перемещается вправо. Сначала происходит одновременно дополнительная разрядка магистрали путем выпуска из нее части воздуха через главный и уравнительный золотники наружу, и таким же путем первоначальная разрядка золотниковой рабочей камеры на 0,2 *ат*. Распределительный поршень быстрее перемещается вверх на некоторую часть своего хода, перемещая и главный золотник. Атмосферные каналы перекрываются и открывается широкий путь воздуха из запасного резервуара в тормозной цилиндр. Происходит скачок первоначального давления в тормозном цилиндре до 0,5 *ат*, который заставляет быстро передвинуться вправо уравнительный поршень *15* и уравнительным золотником *12* перекрывается широкий канал из запасного резервуара в тормозной цилиндр. С моментта прекращения первоначальной разрядки золотниковой рабочей камеры давление в ней медленно понижается за счет перетекания воздуха через малое калиброванное отверстие в тормозной цилиндр. Распределительный поршень медленно двигается вверх.

Когда давление в золотниковой рабочей камере станет несколько ниже оставшегося давления в магистрали, магистральный поршень *5* вместе с возбудительным золотником *6* слегка переместится влево — в сторону золотниковой рабочей камеры, как показано на фиг. 136. Возбудительный золотник закроет левое отверстие канала *45* и этим прекратит дальнейшее течение воздуха из золотниковой рабочей камеры в тормозной цилиндр и дальнейшее понижение давления в ней. Распределительный поршень остановится и, если была открыта щель выемок *32* и *38* (при больших тормозных цилиндрах), то уравнительный поршень, продвинувшись еще несколько вправо после остановки распределительного поршня, закроет щель упомянутых выемок и тоже остановится. Таким образом в распределителе наступит момент перекрыши (фиг. 136). Если давление в магистрали поддерживается постоянным 4,5 *ат*, то в золотниковой рабочей камере будет тоже около 4,5 *ат*, в регулирующей камере С и дополнительном резервуаре будет тоже около 4,5 *ат*, а в тормозном цилиндре будет в три раза больше той величины, на которую понижено давление в магистрали; для данного случая будет 1,5 *ат*.

Если машинисту требуется еще усилить степень торможения, он еще понижает давление в магистрали. Магистральный поршень вновь перемещается в крайнее правое положение. Возбудительный золотник открывает левое отверстие канала *45*, и сжатый воздух из золотниковой рабочей камеры снова пойдет в тормозной цилиндр по каналу *45*, отверстие *43* в зеркале главного золотника, по выемке *44* и через калиброванное отверстие *46* в главном золотнике, по выемке *38* в верхней

НБ УДУНТ (ДІІТ)

плоскости главного золотника, через отверстие и выемку *37* и канал *36*. Давление в золотниковой рабочей камере будет вновь понижаться и распределительный поршень пойдет вверх, перемещая главный золотник вправо. В тормозном цилиндре давление будет повышаться и уравнительный поршень пойдет вправо, перемещая уравнительный золотник. Как только давление в золотниковой рабочей камере будет немного ниже магистрального, магистральный поршень снова переместится в сторону золотниковой рабочей камеры и закроет левое отверстие канала *45*, прекратив течение воздуха из золотниковой рабочей камеры в тормозной



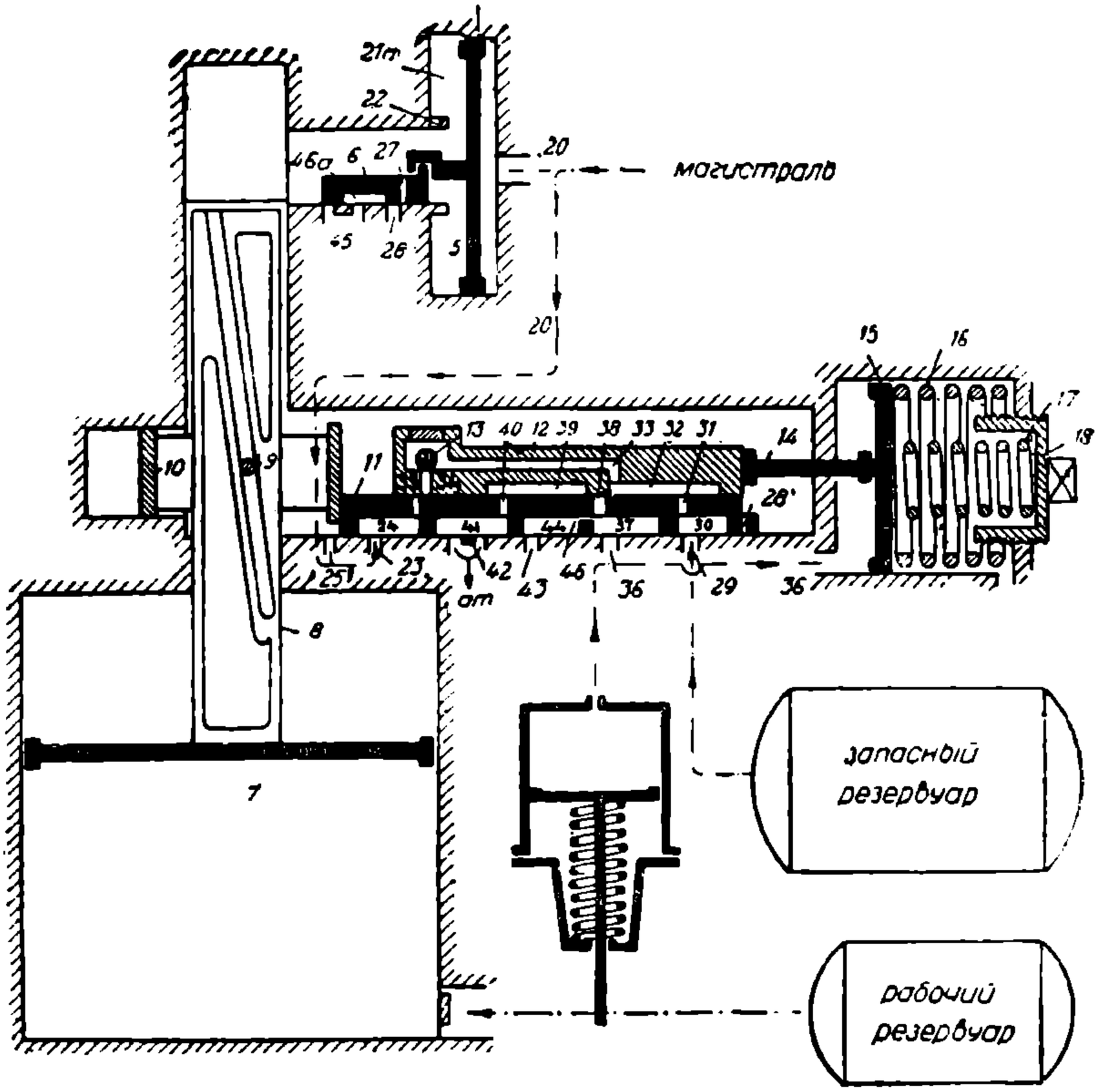
Фиг. 135. Схема расположения частей и каналов распределителя М во время торможения.

цилиндр. Распределительный поршень остановится, а за ним остановится и уравнительный, закрыв щель выемок *32* и *38*.

Установленная степень торможения, все равно — полного или промежуточного, будет автоматически поддерживаться неопределенно продолжительное время. Если давление в тормозном цилиндре будет понижаться вследствие неплотностей, то будет понижаться давление и в тормозной камере *Т*. На уравнительном поршне со стороны пружин получится перевес и поршень вместе с уравнительным золотником будет сдвинут влево. Уравнительный золотник своей выемкой *32* приоткроет

НБ УДУНТ (ДГТ)

щель в выемке *38* и воздух из запасного резервуара через отверстие *29*, по выемке *30* и через отверстие *31* в главном золотнике, по выемке *32* в уравнительном золотнике, по выемке *38*, через отверстие и выемку *37* и по каналу *36* потечет в тормозной цилиндр и восстановит давление в нем, после чего уравнительный поршень отойдет в первоначальное положение перекрыши. Если утечка воздуха из тормозного цилиндра значительна, то уравнительный поршень откроет щель выемок *32* и *38* настолько, что будет пополнять непрерывно расход воздуха из цилиндра, поддерживая в нем постоянное давление.



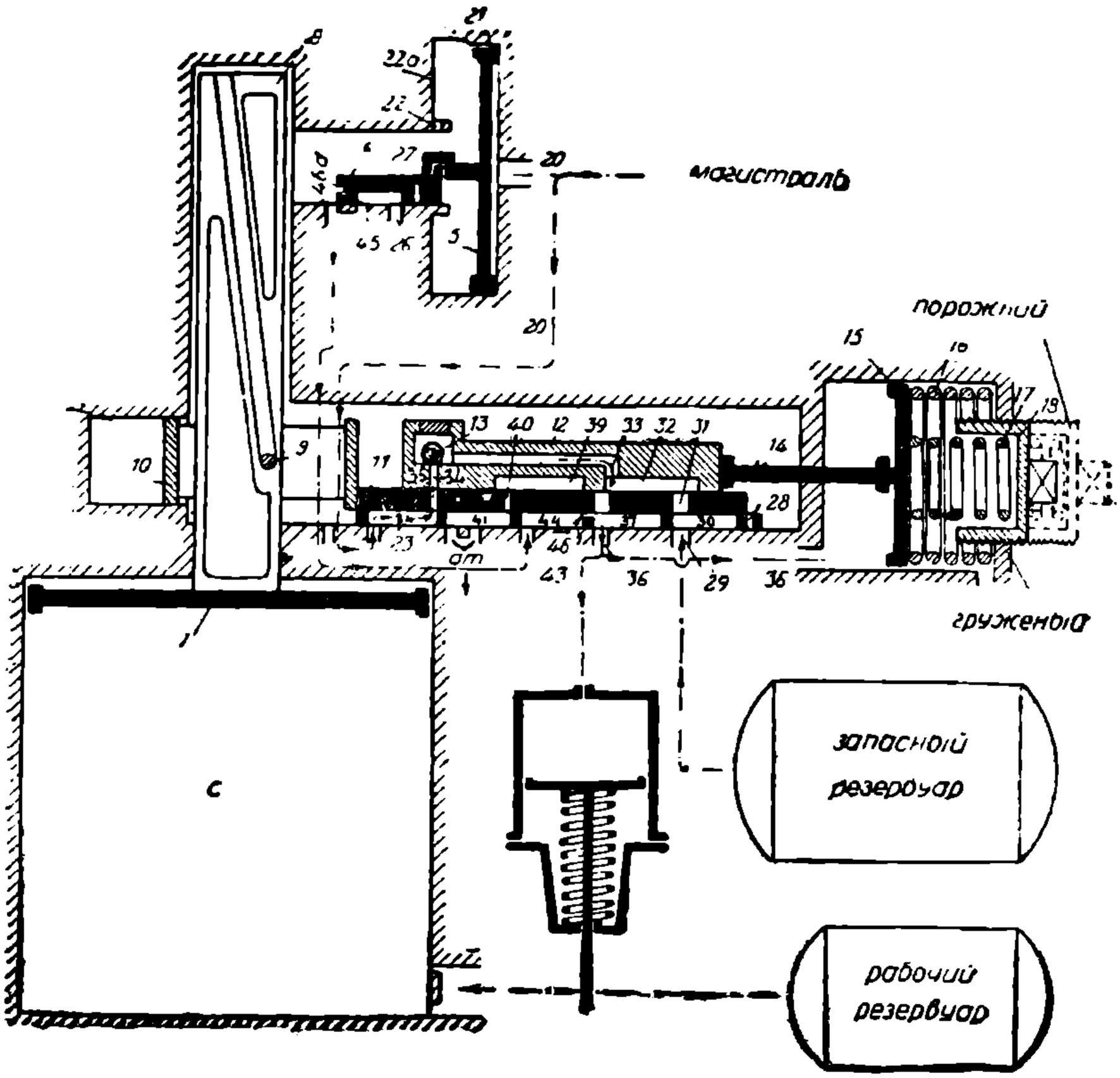
Фиг. 136. Схема расположения частей и каналов распределителя М в период перекрыши при ступенчатом торможении.

При длительном торможении и значительной утечке воздуха из тормозного цилиндра запас воздуха в запасном резервуаре окажется недостаточным, давление в нем будет быстро понижаться, но как только давление в запасном резервуаре будет несколько ниже магистрального, магистральный воздух, постоянно подходящий к отверстию *23* в зеркале главного золотника, выемке *24*, отверстию *35* в главном золотнике и выемке *34* в уравнительном золотнике поднимет шариковый клапан *13*, через отверстие *33* заполнит выемку *32* и через отверстие и выемку *37*

НВ УДУНТ (ДІІТ)

по каналу *36* пойдет в тормозной цилиндр. Давление в тормозном цилиндре будет поддерживаться постоянным, так же как и в первом случае. Если бы утечка воздуха была из запасного резервуара, то из магистрали воздух тем же путем до выемки *32* и далее отверстием *31*, по выемке *30* и каналу *29* станет наполнять запасный резервуар, поддерживая в нем давление, равное магистральному.

Для полного торможения давление в магистрали следует понизить на 1,2 *ат* от нормального рабочего 5 *ат* или до 3,8 *ат*. При давлении в магистрали выше нормального снижение должно быть больше. например



Фиг. 137. Схема расположения частей распределителя М при полном торможении.

при 6 *ат* снижать следует не менее 1,4 *ат*, т. е. до 4,6 *ат*. При давлении в магистрали ниже нормального, например при 4 *ат*, для полного торможения снижать следует не больше 1 *ат*. Во всех случаях, когда давление в магистрали 5 *ат* и выше, давление в тормозных цилиндрах будет не более 3,6 *ат*. При давлении магистрали ниже нормального давление в тормозном цилиндре будет ниже 3,6 *ат*.

При снижении давления в магистрали на 1,2 *ат* от нормального распределительный поршень проходит полный ход как показано на

НБ УДУНТ (ДИТ)

фиг. 137, и упирается в верхнюю крышку. Давление в золотниковой рабочей камере, в регулирующей камере и в тормозном цилиндре будет почти одинаково, с самой незначительной разностью за счет сопротивления от трения перемещающихся частей. Уравнительный поршень тоже пройдет свой полный ход. Дальнейшее снижение давления в магистрали расположения частей распределителя не изменит и торможения не усилит. Поэтому снижать давление в магистрали больше упомянутого не только бесполезно, но и вредно, так как при длительном торможении с понижением давления в магистрали ниже 3,8 *ат*, в случае утечек и расхода воздуха из запасных резервуаров, сами запасные резервуары пополняться не будут, поэтому возможно понижение и в тормозных цилиндрах.

На уравнительный поршень *15* нажимают две пружины *16* и *17*, одна из них—*16* имеет постоянную опору на крышке цилиндра, другая—*17* опирается на режимный колпачек *18*, имеющий квадратную головку. В стенках режимного колпака имеются два винтообразных прореза, в которые входят концы стопорных винтов. При повертывании колпачка за квадрат в направлении справа налево на 90° он вывертывается на 15 *мм* и освобождает малую пружину *17*, выводя ее из действия. После этого действующей остается только одна большая пружина *16*. В том случае, когда работают обе пружины, давление в тормозном цилиндре будет 3,6 *ат*, что соответствует груженому режиму. Когда же будет повернут колпачок и выключена вторая пружина, то давление в тормозном цилиндре и при полном торможении будет только *2 ат*, хотя сам процесс торможения останется таким же, как и при груженом режиме, т. е. сначала будет скачок начального давления до 0,5 *ат* и дальнейшее медленное наполнение тормозного цилиндра в течение 40 сек.

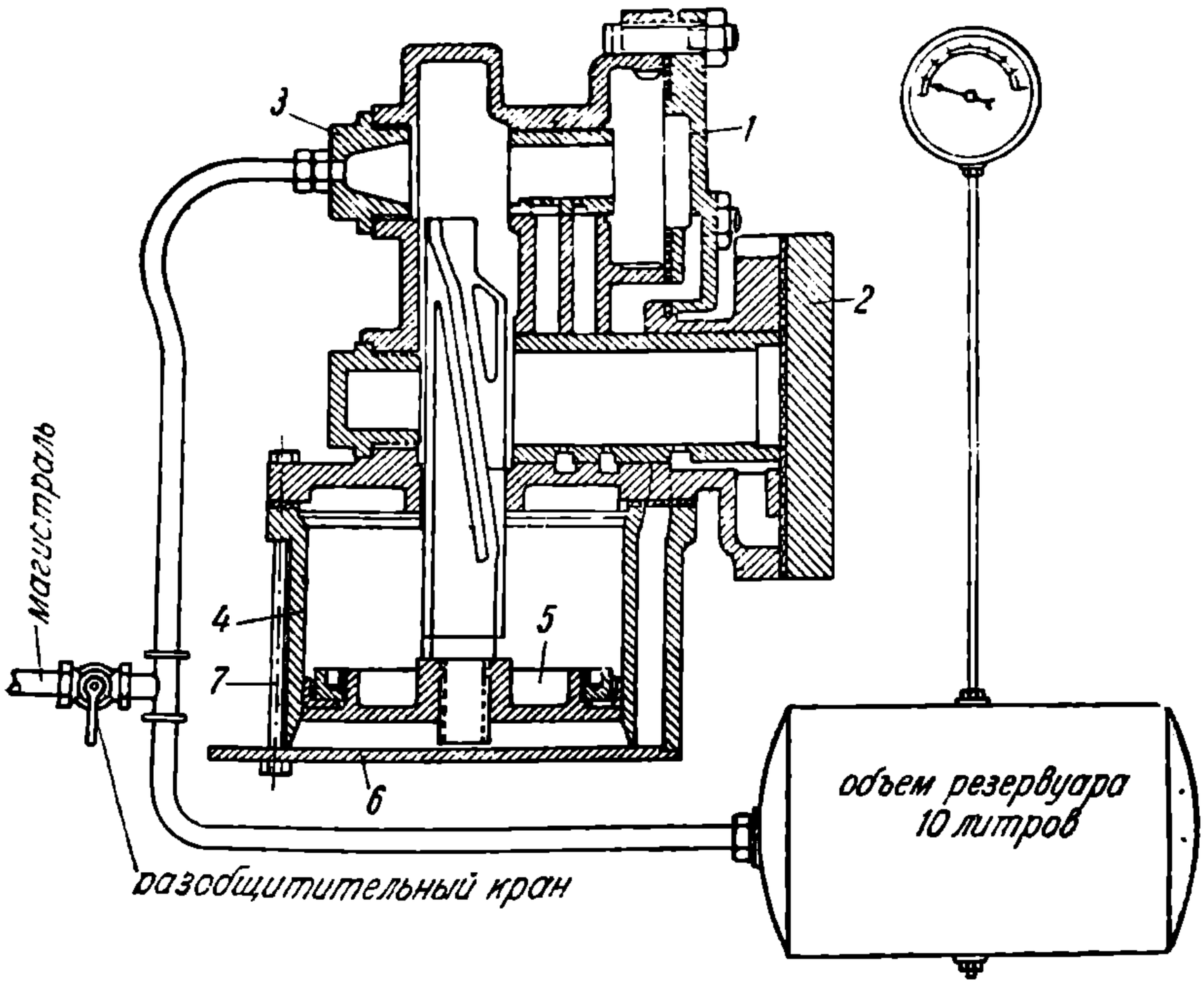
Устройство груженого и порожнего режима дает возможность груженый вагон тормозить с силой большей на 80% порожнего вагона.

Отпуск тормоза. При повышении давления в магистрали и магистральной камере *M* магистральный поршень *5* вместе с возбудительным золотником *6* перемещается влево и занимает крайнее левое положение, при котором открывается питательное отверстие *21*. Сжатый воздух из магистрали начинает протекать через питательное отверстие *21* в золотниковую камеру *B* и медленно повышать давление в ней. Распределительный поршень *7* под избытком давления сверху будет медленно перемещаться вниз, сжимая воздух в регулирующей камере *C* (под поршнем) и в рабочем резервуаре, где давление будет повышаться. Главный золотник будет перемещаться влево и сообщит выемкой *39* в зеркале уравнительного золотника-отверстие *40* с выемкой *38* в своей верхней плоскости. Благодаря этому тормозной цилиндр получит сообщение с атмосферой по каналу *36*, выемке *37* в нижней плоскости и выемке *38* верхней плоскости главного золотника, по выемке *39* уравнительного золотника, через отверстие *40*, по выемке *41* главного золотника и через малый атмосферный канал *42* в зеркале, и воздух из него будет уходить наружу.

По мере понижения давления в тормозном цилиндре и тормозной камере *T* уравнительный поршень под действием разжимающихся пружин будет также перемещаться влево, продвигая и уравнительный золотник.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Если бы давление в тормозном цилиндре стало понижаться быстрее, чем оно повышается в золотниковой рабочей камере, то уравнительный поршень стал бы двигаться также быстрее, чем движется главный золотник, уравнительным золотником перекрыл бы отверстие *40* и прекратил бы выпуск воздуха из тормозного цилиндра. Действительно, получается так, что главный золотник и уравнительный поршень с золотником движутся влево с одинаковой скоростью, открыв щель отпускной выемки *39* и *38* на величину, соответствующую об'ему тормозного цилиндра, и времени перемещения распределительного поршня и главного золотника на всю величину их хода.



Фиг. 137а. Установка для испытания плотности уравнительного поршня

Время отпуска или выпуска воздуха из тормозного цилиндра определяется скоростью и временем перемещения распределительного поршня сверху вниз. Эта скорость зависит главным образом от калиброванного питательного отверстия *21* во втулке магистрального поршня, через которое во время отпуска воздух из магистрали поступает в золотниковую камеру. Размер питательного отверстия 0,6 *мм* подобран таким образом, что если повысить давление в магистрали быстро с 3,2 до 5 *ат*, то наполнение золотниковой камеры тоже до 5 *ат* и продвижение распределительного поршня на весь его ход от верхнего крайнего положения до нижнего пройдет в течение 35 сек.

НТБ УДУНТ (ДІІТ)

Когда машинисту требуется уменьшить степень торможения не отпуская тормоза полностью, тогда он частично повышает давление в магистрали, например с 3,8 до 4,5 *ат*. Магистральный поршень с возбудительным золотником также отклоняется в левое крайнее положение, и в этом положении остается. Давление в золотниковой камере повысится до той же величины, что и в магистрали, т. е. 4,5 *ат*, и золотниковая рабочая камера останется сообщенной с магистралью, но распределительный поршень передвинется не на всю величину своего хода, а только на некоторую часть. Передвигаясь вниз, распределительный поршень уменьшает об'ем регулирующей камеры и рабочего резервуара, сжимает в них воздух, увеличивая давление. В данном случае поршень будет передвигаться только до тех пор, пока давление в регулирующей камере и рабочем резервуаре не сравняется с давлением магистрали и в золотниковой камере, иначе говоря, пока не будет тоже 4,5 *ат*, после чего остановится. Главный золотник переместится влево также на соответствующую часть своего хода и остановится. Уравнительный поршень и золотник по мере понижения давления в тормозном цилиндре двигаются вслед за главным золотником, поддерживая постоянное открытие щели отпускной выемки *39* и *38* для равномерного выхода воздуха из тормозного цилиндра. Как только главный золотник остановится, уравнительный золотник догонит его и закроет щель выемок *39* и *38*, прекратив дальнейший выпуск воздуха из тормозного цилиндра.

Отпуск можно производить в несколько приемов или, как говорят, делать ступенчатый отпуск. При этом распределительный поршень может быть задержан в любом положении и каждому положению будет соответствовать определенное давление в тормозном цилиндре, например, если повысить давление в магистрали на 0,5 *ат*, распределительный поршень пройдет около одной третьей части своего хода, а давление в тормозном цилиндре понизится на 1,5 *ат*. Иначе говоря, изменяя давление в магистрали на любую величину в пределах от 5 до 3,8 *ат* в ту и другую сторону, изменяем давление в тормозном цилиндре на величину в три раза большую. Это отношение установлено подбором упругости пружин *16* и *17*, нажимающих на уравнительный поршень.

При ступенчатом отпуске установленное на любой степени давление в тормозном цилиндре будет поддерживаться автоматически неопределенно продолжительное время, так же как и при ступенчатом торможении. Кроме того после уменьшения степени торможения ступенчатым отпуском можно вновь усилить торможение до первоначального или до полного. Для этого следует вновь понизить давление в магистрали на требующуюся величину или до 3,8 *ат*. Магистральный поршень вновь отклонится вправо и откроет возбудительным золотником левое отверстие канала *45*. Из золотниковой камеры воздух потечет в тормозной цилиндр по каналу *45*, через отверстие *43* в зеркале, по выемке *44* через калиброванное отверстие *46*, по выемке *38* в верхней плоскости, через отверстие и выемку *37* и по каналу *36*. Давление в золотниковой камере будет понижаться и распределительный поршень пойдет вверх. В остальном процесс будет происходить так, как было указано раньше. Таким образом тормоз дает возможность регулировать степень торможения в ту и другую сторону, что называется **совершенной управляемостью**

НБ УДИТ (ДІІТ)

При отпуске тормоза, пока распределительный поршень движется вниз, воздух в запасный резервуар не поступает, следовательно, расход воздуха из магистрали вначале производится только на пополнение золотниковой камеры по всему поезду. Поэтому само распространение отпуска вдоль поезда происходит быстрее, чем у других тормозов, и отпуск каждого вагона происходит равномерно и у всех вагонов одинаково, так как он зависит исключительно от времени наполнения золотниковых камер, а эти камеры у всех распределителей наполняются одинаково.

Наполнение запасного резервуара начинается в то время, когда распределительный поршень немного не дойдет до своего нижнего крайнего положения. Тогда сквозное отверстие *28* в главном золотнике совпадет с каналом *29* в зеркале и воздух из золотниковой камеры пойдет в запасный резервуар. В это же время выемка *24* главного золотника откроет отверстие *25* в зеркале. Сжатый воздух из магистрали по отростку магистрального канала *23*, по выемке *24*, через отверстие *25*, по каналу *26* и через малое калиброванное отверстие *27* будет поступать в золотниковую камеру. Таким образом с этого момента устанавливается питание золотниковой камеры по двум путям: через питательное отверстие *21* во втулке магистрального поршня и через отверстие *27* в возбудительном золотнике.

Оба питательные отверстия: *21* — диаметром 0,6 *мм* и *27* — диаметром 0,8 *мм* в сумме меньше отверстия *28* в главном золотнике, диаметр которого 2 *мм*. Поэтому с момента открытия отверстия *28* и начала поступления воздуха в запасный резервуар повышение давления в золотниковой камере приостанавливается и распределительный поршень останавливается, не дойдя до своего крайнего положения. Питательное отверстие *47* в дополнительный резервуар остается закрытым. Поэтому воздух из магистрали и золотниковой камеры расходуется только на пополнение запасных резервуаров. Благодаря небольшому вертикальному участку в начале выреза кулисы *8* главный золотник при этом положении распределительного поршня уже дошел до своего крайнего правого положения, и тормоз отпущен. Когда запасный резервуар будет наполнен до давления, равного давлению в золотниковой камере, в последней давление вновь начнет повышаться, распределительный поршень сдвинется до своего крайнего нижнего положения и откроет питательное отверстие *47*. После этого воздух из золотниковой камеры пойдет в дополнительный резервуар. Такая последовательность наполнения золотниковой камеры, запасных резервуаров и дополнительных резервуаров при отпуске создает равномерность расхода воздуха из магистрали и в значительной мере улучшает процесс отпуска каждого вагона в отдельности и всего состава в целом, предохраняя в то же время от перезарядки дополнительные резервуары при временном повышении давления в магистрали выше нормального 5 *ат*.

Если в заторможенном состоянии тормоза выпустить воздух из дополнительного резервуара и регулирующей камеры С, то регулирующий поршень *7* под перевесом давления сверху опустится вниз и тормоз будет отпущен. Даже, если не совсем выпустить воздух, а слегка понизить давление в дополнительном резервуаре, то регулирующий поршень на некоторую соответствующую величину опустится вниз, вследствие чего степень

НВ УДИТ (ДИТ)

торможения будет понижена. Например, если давление в рабочем резервуаре понизить на 0,5 *ат*, то в тормозном цилиндре оно будет понижено приблизительно на 1,2 *ат*. Дальнейшее, хотя бы полное торможение уже не даст полного давления в тормозном цилиндре 3,6 *ат* до тех пор, пока рабочий резервуар не будет пополнен до полного давления. Поэтому все соединения рабочего резервуара должны быть совершенно плотны. Понижением давления в рабочем резервуаре пользуются для отпуска тормозов, если они оказались заторможенными после отцепки паровоза от поезда. Для этого на рабочем резервуаре установлен выпускной клапан.

4 Ремонт распределителя М сист. Матросова

а) Общая часть

Как видно из описания устройства распределителя *М*, он представляет собою более прочную конструкцию в сравнении с устройством распределителей Казанцева и по расположению внутренних перемещающихся рабочих органов устроен несколько проще распределителей Казанцева. Эти два обстоятельства являются существенным положительным свойством распределителя М в части его ремонта и обслуживания.

Конструктивное осуществление внутренних перемещающихся органов распределителя М в виде поршней и золотников обеспечивает более надежную работу его в эксплоатации и на более продолжительный срок службы в сравнении с распределителями Казанцева.

В отношении прочности устройства и сроков службы распределитель М можно с успехом приравнять к тройным клапанам Вестингауза, с которыми наблюдаются случаи, что они в течение 3—5 лет работают в пассажирских поездах вполне удовлетворительно без осмотра и ремотна; при осмотре только смазываются их трущиеся части и клапаны вновь пускаются в эксплоатацию.

На основании приведенных соображений можно с полной уверенностью утверждать, что при доброкачественном изготовлении частей и правильной сборке распределителя годичный срок между периодическими осмотрами вполне обеспечивается исправной его работой. А опыт и практика первых же лет эксплоатации покажут, что можно срок между периодическими осмотрами увеличить до двух лет, как это делают немцы с тормозами Кунце-Кнорр, а может быть даже и до трех лет, но, понятно, при обязательном условии что при периодическом осмотре весь ремонт должен делаться самым тщательным образом.

б) Периодический осмотр

При периодическом осмотре распределитель М, так же как и все остальные, разбирается, все части его очищаются от грязи (лучше промыть скипидаром или керосином), после того все части подвергаются тщательному освидетельствованию, поврежденные или изношенные части исправляются или заменяются новыми.

Золотники и втулки золотников требуют к себе особого внимания. При малейшей неисправности на лице или зеркале золотника необходимо их пришлифовать или пришабрить. Лучшим способом исправления золотникового лица и зеркала следует считать притирку лица по плите, а зеркала бруском «индия» с последующей проверкой специальным стальным бруском. Плита и брусок должны быть обязательным инструментом

НБ УДУЦТ (ДІІТ)

на каждом пункте ремонта распределителей; при отсутствии их лицо золотника и зеркало приходится шабрить под краску, что требует значительно больше времени.

Уравнительный золотник должен плотно входить между направляющими выступами верхней плоскости главного золотника без всякой поперечной игры. Расстояние между внутренними кромками направляющих выступов верхней плоскости главного золотника должно превышать ширину нижней плоскости уравнительного золотника не более как на 0,1 *мм*.

Магистральный поршень 5 должен легко перемещаться во втулке и кольцо его должно быть плотно пригнано в ручье без слабины и зазора в замке. При наличии слабины в ручье или зазора в замке кольцо должно быть заменено новым. Новое кольцо после пригонки в ручей обязательно пришлифовывается во втулке и кроме того притирается внутренняя кольцевая плоскость поршня к торцовой части втулки, причем притирка производится не непосредственно к самой втулке, а к специальной оправке в виде стальной каленой втулки с торцовой поверхностью, соответствующей по форме настоящей золотниковой втулке. Притирать магистральный поршень непосредственно к золотниковой втулке не следует, так как при таком способе притирки может получиться выработка поршневой втулки и будет нарушена плотность набивочного кольца самого поршня.

Втулки магистрального поршня и золотника должны быть плотно впрессованы в тело корпуса. При малейших признаках их слабины или хотя бы незначительной выработки втулки должны быть обязательно сменены. При осмотре поршневой втулки следует обратить внимание на состояние калиброванного отверстия *21*, проверить его размер, который должен быть 0,6 мм.

Торцовая часть втулки со стороны магистрального поршня должна быть проверена и пришлифована или притерта специальным прибором в виде стального каленого стержня с заплечиком. Самый стержень входит во втулку в качестве направляющего, а плоскость заплечика является притирочной плоскостью для торцовой части втулки.

Кожаная прокладка *40* служит не только уплотнением в постановке крышки *2* магистрального поршня, но и является как бы клапаном для уплотнения поршня при его крайнем положении во время торможения. Магистральный поршень в своем крайнем положении при торможении, прижимаясь к кожаной прокладке своей закругленной частью, дополнительно уплотняет золотниковую камеру, не давая выходить из нее воздуху обратно в магистраль. Поэтому кожаная прокладка в части прилегания к ней поршней должна быть гладкой и обращена в сторону поршня своей глянцевой поверхностью. При наличии забоин или большого углубления, выбитого закругленной частью поршня, прокладку необходимо сменить.

Главный поршень должен быть прочно укреплен на хвостовике кулисы. Воротник или манжет поршня (последнее время изготовляется из специальной резины) должен быть плотно прижат к стенкам цилиндра и иметь нормальную толщину кромок трения не менее 2 *мм*. При наличии изнюса, надломов или надрывов в загибе воротник должен быть заменен новым. Пружинящая шайба воротника должна плотно прижимать его к стенкам цилиндра, имея для этого достаточную упругость. При наличии

НБ УДУНТ (ДИТ)

на ней деформации шайбы или забоин ее следует заменить. Паз кулисы для кулисного камня должен иметь гладкие внутренние стенки. При наличии выработки стенок паза кулисным камнем необходимо стенки зачистить, проверить и в данном случае обязательно сменить кулисный камень, поставив новый по размерам паза. При осмотре главного поршня следует проверить канал *47* для питания дополнительного резервуара. Размер канала должен быть 1 *мм*. При наличии засорения канала его необходимо прочистить.

Уравнительный поршень *15* должен быть прочно укреплен на штоке *14*. Уплотняющий воротник его, так же как и главного поршня, должен быть плотно прижат к стенкам колпака пружинящей шайбой и иметь нормальную толщину *2 мм;* при наличии износа заменяется новым.

Поршневой шток *14* должен быть плотно пригнан в лабиринтовую втулку и не пропускать воздуха, иначе воздух из золотниковой камеры *В* будет все время перетекать по штоку в тормозную камеру *Т*. В спокойном (отпущенном) состоянии тормоза будут вызывать постоянный расход воздуха. В заторможенном состоянии пропуск по штоку *14* будет ускорять тормозные процессы. Поэтому уплотнение штока *14* во втулке совершенно обязательно, а заплечик поршневого штока со стороны уравнительного поршня должен быть притерт к торцовой части лабиринтовой втулки, так как этот заплечик в отпущенном состоянии тормоза вместе с уравнительным поршнем прижимается большой пружиной *16* к лабиринтовой втулке и служит клапаном, закрывая возможность перетекания воздуха из золотниковой камеры в тормозную в случае пропуска лабиринтовой втулки.

Уравнительные пружины *16* и *17* должны быть осмотрены и проверены по размерам, указанным в описании устройства распределителя. Большая пружина *16* в свободном состоянии должна иметь высоту 79—81 *мм*, малая—76—78 *мм*. Меньшая высота пружин не даст полного расчетного давления в тормозном цилиндре при торможении и величина скачка начального давления в цилиндре будет меньше. После осмотра пружины необходимо закрасить лаковой краской или специальным лаком.

Режимная упорка *18* имеет два прореза, в которые входят концы удерживающих винтов. Стенки прорезов могут вырабатываться, поэтому при осмотре их необходимо проверять.

Кожаная прокладка *33* (фиг. 141) служит уплотнением между колпаком и корпусом одновременно между корпусом распределителя и привалочным кронштейном. Прокладка должна быть гладкой, вполне равномерной по толщине и хорошо прожированной. Толщина прокладки должна быть от 2,5 до 3 *мм* и глянцевая сторона ее должна быть обращена в наружную сторону (к привалочному кронштейну). Следует помнить, что толщина этой прокладки имеет весьма существенное значение. Незначительные отклонения по толщине прокладки от чертежных размеров изменяют место расположения уравнительного золотника по отношению к главному, а это нарушит правильность работы распределителя (размеры прокладки показаны на фиг. 141).

При сборке все трущиеся части распределителя необходимо смазать хорошим невысыхающим маслом, которое могло бы обеспечить ему работу в течение года. Воротники главного и уравнительного поршней должны

НБ УГЛУНТ (ДІТ)

быть особенно тщательно смазаны специальной смазкой, изготовленной для кожи или для резины; для того и другого материала смазка требуется различная, причем следует положить некоторое количество смазки сверху воротника у зажимного кольца и в зазоры между воротников и кольцом, сделав этим как бы некоторый запас. По мере расхода смазки на трущихся поверхностях воротник будет впитывать в себя смазку, находящуюся сверх его, и этим продолжать смазывание стенок.

в) Сборка прибора

Сборка прибора производится следующим образом. Сначала собирается головка, т. е. устанавливается на место магистральный поршень *5* с золотником. Предварительно магистральный золотник *38* вставляется в рамку поршня сбоку и удерживается в ней благодаря имеющимся на золотнике выступам. Золотник заводится в прибор вместе с поршнем, причем перед постановкой поршень наклоняется книзу, и в этом положении рамка с золотником заводится во втулку *37*, после того поршень приподнимается в нормальное положение и проталкивается внутрь корпуса, после чего закрывается крышкой с прокладкой.

Главный и уравнительный золотники *16* и *17* заводятся в корпус распределителя со стороны колпака вместе с золотниковой рамкой *13*. Рамка вставляется предварительно в шип главного золотника. При постановке золотников в корпус рамка должна дойти до упора в заглушку *12*. В этом положении рамки главный золотник будет отстоять от наружной кромки золотниковой втулки *15* на расстоянии 30 — 32 *мм*. Если золотники не входят до своего правильного положения, то это означает, что рамка золотника уперлась в заглушку, и тогда следует ее направить снизу со стороны отверстия для кулисы рукой или каким-либо инструментом.

Колпак или цилиндр уравнительного поршня собирается отдельно. Сначала впрессовывается лабиринтовая втулка *21*, затем вставляется поршень *15*, предварительно смазанный, как указывалось выше. Потом ставится большая пружина *16* и нажимается кольцом *29*, и затем ставится малая пружина *17* с режимной упоркой *18*. Упорка *18* закрепляется двумя винтами: один сверху и один снизу; концы винтов входят в прорезы, сделанные на цилиндрической части упорки. Перед постановкой на место колпак уравнительного поршня следует подвергнуть испытанию на плотность (см. ниже испытания прибора).

При постановке колпака следует несколько выдвинуть уравнительный золотник в наружную сторону, надеть головку штока в шип золотника и затем ставить колпак на место, обращая внимание на совпадение отверстия в корпусе и колпаке, сообщающего пространство с левой стороны уравнительного поршня с тормозным цилиндром. При закреплении колпака болтами нужно следить за равномерностью зажатия болтов с тем, чтобы не создать перекоса штока уравнительного поршня в лабиринтовой втулке при одностороннем зажиме колпака, так как перекосом можно повредить втулку и шток.

После установки золотников и колпака уравнительного поршня следует ставить на место главный поршень и цилиндр. Но прежде, чем укреплять цилиндр к корпусу, необходимо сцепить кулису с золотнико-

НБ УИИНТ (ДІІТ)

вой рамкой (главного золотника). Для этого рамка с золотником должны быть продвинуты в крайнее отпускное положение до упора в заглушках (влево по фиг. 129). Кулиса вводится верхним концом в прорез корпуса и когда кулисный камень попадает в паз, то кулиса продвигается сквозь рамку в глубину корпуса до верхнего крайнего положения поршня (до упора), причем кулиса должна быть направлена в прорез корпуса таким образом, чтобы угловой вырез верхнего конца или уступ был обращен в сторочу золотника,— иначе кулиса в прорез не войдет.

После того как поршень с кулисой будет вдвинут в корпус, можно ставить на месте цилиндр, надевая его на поршень. Ставить цилиндр с заранее вдвинутым в него главным поршнем не следует, так как при этом сборщик не имеет возможности уведиться в правильном положении кулисы и правильном ее зацеплении с золотниковой рамкой. Если кулиса будет вставлена неправильно, то после зарядки тормоза и последующем торможении кулиса упрется в цапфы рамки и обязательно их повредит.

Цилиндр должен приваливаться к корпусу так, чтобы продольный канал, ведущий в рабочий резервуар, был обращен в сторону колпака. Следует также обратить внимание на то, чтобы отверстие в кожаной прокладке между фланцами корпуса цилиндра точно совпадало с отверстием в корпусе, ведущим в рабочий резервуар, отнюдь его не перекрывая.

г) Испытание прибора

После сборки распределитель подвергается индивидуальному испытанию на специальной установке (фиг. 142). Сначала испытываются отдельные части прибора в собранном виде и затем весь прибор в целом.

Плотность пригонки магистрального поршня и запрессовки его втулки проверяется со специальным приспособлением, которое должно быть на каждом ремонтном пункте. Приспособление состоит из специальной заглушки со стержнем и фланца со штуцером. Заглушка изготовляется по форме затылочной заглушки *32*, но со стержнем с внутренней стороны. Стержень должен быть такой длины, чтобы при завернутом состоянии заглушки уперся в рамку магистрального золотника и сдвинул поршень на 5 — 6 *мм* в сторону крышки. Фланец делается по форме крышки *2*, но без магистрального канала *М* и со штуцером для трубки или рукава подводящего воздух.

При испытании вместо настоящей заглушки *32* ставят специальную со стержнем, завертывая ее до конца; этим магистральный поршень сдвигается в среднее положение. Крышка *2* заменяется специальным фланцем. К фланцу присоединяется резервуар емкостью 6—8 *л* с манометром. Резервуар наполняется сжатым воздухом давлением 5 *ат*, после чего разобщается от источника питания.

После разобщения резервуара давление в нем не должно понизиться больше чем на 0,3 *ат* в течение 1 мин.

Плотность уравнительного поршня и колпака проверяется перед постановкой колпака на место на особом привалочном фланце (фиг. 137а), сделанном по форме фланца уравнительного колпака с отверстием для прохода воздуха и с вырезом для выступа самого колпака лабиринтовой втулки и поршневого штока *14*. Отверстие во фланце должно совпадать с каналом, ведущим в уравнительную камеру колпака, и в него ввертыва-

НТБ УДУНТ (ДІІТ)

ется штуцер для присоединения резервуара емкостью 6—8 *л* с манометром и воздухопровода.

Этим испытанием проверяется плотность обоих элементов колпака: плотность прилегания воротника уравнительного поршня к стенкам колпака и плотность лабиринтовой втулки и проверяется работа обеих пружин *16* и *17*.

При испытании тормозная камера наполняется сжатым воздухом давлением 3,5 *ат*, при этом уравнительный поршень должен передвинуться на 19 *мм* в сторону пружин. Путем обмыливания мыльным раствором проверяется плотность лабиринтовой втулки и воротника поршня.

Вторично делается испытание при давлении 1,8 *ат* на порожнем режиме. В этом случае, перед тем как пустить воздух в тормозную камеру, следует переключить режимную упорку *18*, вывернув ее за квадрат на четверть оборота. Уравнительный поршень при давлении 1,8 — 2,1 *ат* должен пройти также полный ход 19 *мм*.

Для более тщательных испытаний уравнительного прибора (поршня, лабиринтовой втулки и пружин) к испытательному привалочному фланцу делается специальная камера емкостью 6—8 *л* с манометром. В этом случае, наполнив дополнительную тормозную камеру, разобщают их от источника питания. Давление в камерах с 3,5 *ат* не должно падать более 0,2 *ат* за 1 мин.

Плотность главного поршня проверяется на специальном приспособлении, до окончательной сборки и общего испытания распределителя—на испытательной установке. Для этого фланец магистрального горения и привалочный заглушиваются особыми крышками. В крышке привалочного фланца делается отверстие 2 *мм* против канала в дополнительный резервуар. Поршень прокладкой на дно цилиндра поднимается на 0,5 своего хода, после чего в рабочую камеру впускается воздух. Воротник можно считать вполне плотным, если при этом давление в рабочем резервуаре в течение 30—40 сек. заметно не понизится. Плотность всех заглушек и фланцевых соединений необходимо проверить обмыливанием после полной зарядки прибора на испытательном столе.

Качество притирки золотников определяется отсутствием пропуска воздуха через атмосферный канал в отпущенном состоянии тормоза и в установившемся заторможенном состоянии. Эта проверка производится при общем испытании прибора на испытательной установке.

Для проверки общей плотности распределителя следует после зарядки его на испытательной установке или на испытательном столе перекрыть все разобщительные краны, изолировав распределитель от магистрали и от запасного и рабочего резервуаров. Манометр, указывающий давление в рабочем резервуаре и подпоршневом пространстве, должен быть присоединен таким образом, чтобы при изоляции рабочего резервуара он оставался приключенным к пространству под главным поршнем.

После изоляции прибора от магистрали и резервуаров давление по манометру не должно понизиться в течение 1 мин. больше, чем на 0,25 *ат* (все камеры распределителя, за исключением тормозной, сообщены между собой, и любая из утечек в атмосферу или в тормозной цилиндр отразиться на давлении подпоршневого пространства).

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Для проверки основных показателей работы распределителей каждый из них должен быть испытан на столе контрольного или ремонтного пункта. При этом следует руководствоваться следующими данными.

а) Время повышения давления в тормозном цилиндре от 0 до 3,5 *ат* (любого диаметра с любым допускаемым ходом поршня) при полном торможении должно быть в пределах между 37—43 сек.

б) Предельное давление в тормозном цилиндре при груженом режиме должно быть в пределах от 3,4 до 3,8 *ат*, а при порожнем режиме — от 1,8 до 2,2 *ат*.

в) Время отпуска, считая от 3,5 до 0.3 *ат* в тормозном цилиндре при давлении в магистрали в 5,4 *ат*, должно быть в пределах от 34 до 40 сек.

г) Величина скачка первоначального давления в тормозном цилиндре должна быть от 0,6 до 0,8 *ат*.

д) Время зарядки запасного и рабочего резервуара от 0 до 4,8 *ат* при установившемся давлении в магистрали в 5,5 *ат* должно быть в пределах от 200 до 240 сек. при 10-тормозном цилиндре и соответствующем об'еме запасного резервуара.

е) Чувствительность прибора проверяется установленным порядком путем открытия специальных пробных кранов с отверстием в 0,8 и 2,0 *мм*, поставленных в конце магистрали. При открытии первого крана с отверстием 0,8 *мм* после изоляции установки от источника питания вследствие медленного понижения давления в магистрали торможения не должно происходить, а при открытии второго крана, вследствие того, что давление в магистрали будет понижаться несколько быстрее, торможение должно произойти при понижении не больше чем на 0,3 *ат*.

Если время повышения давления в тормозном цилиндре получается короче заданных норм, то прежде всего следует проверить плотность прилегания магистрального поршня к кожаной прокладке между корпусом и крышкой распределителя. Слишком затяжное время торможения указывает на засорение или несоответствие отверстия в главном золотнике, через которое протекает воздух из золотниковой камеры в тормозной цилиндр. Несоответствие величины предельных давлений в тормозном цилиндре и величины скачка первоначального давления зависит исключительно от несоответствия пружин чертежным размерам.

Если при понижении давления в магистрали торможения не происходит и долго не прекращается выпуск воздуха в атмосферу (дополнительная разрядка), то это свидетельствует о том, что главный поршень не перемещается к верху. Такое явление может происходить, потому что кожаная прокладка между корпусом и привалочным кронштейном или между корпусом и цилиндром перекрыла отверстие из рабочего резервуара в подпоршневое пространство, и воздух из рабочего резервуара совсем не поступает под главный поршень или же поступает чрезвычайно медленно и успевает перетекать в золотниковую камеру. Торможение не произойдет также и в том случае, если главный поршень или кулиса по какой-либо причине будут сильно зажаты (перекос, изгиб кулисы, кулисных камней и т. п.), что также воспрепятствует перемещению главного поршня кверху. В указанных случаях прежде всего надлежит осмотреть привалочные фланцы и убедиться в открытии полного сечения каналов

НБ УДУТ (ДІІТ)

между цилиндром и рабочим резервуаром; если же перекрытие этих каналов не имеет места, то требуется произвести осмотр главного поршня и кулисы.

д) Текущий ремонт прибора

Случайные порчи и повреждения распределителя *М* системы Матросова следует по их последствиям разделить на четыре группы. Перечислим их в порядке серьезности и сложности исправлений.

1. Порчи и повреждения, вызывающие сильный пропуск воздуха в атмосферный канал.

2. Порчи и повреждения, вызывающие самопроизвольное торможение распределителя.

3. Порчи и повреждения, вызывающие самопроизвольный отпуск.

4. Порчи и повреждения, вызывающие отказ в действии распределителя.

Пропуск воздуха в атмосферный канал может быть главным образом вследствие неисправности распределительных золотников, чаще всего наблюдается под'ем малого золотника особенно в приборах первого выпуска. В этом случае при полной зарядке тормоза следует главный воздухопровод этого вагона отделить от остальных и быстро выпустить из него воздух с помощью концевого крана (произвести резкое торможение). после чего снова включить в сеть воздухопровода. Если после первой операции воздух продолжает выходить, повторить еще один-два раза. Если после этого пропуск воздуха не прекратится,— то неисправность более серьезного характера и тогда приходится распределитель разобрать, вынув для осмотра оба золотника.

Для того чтобы вынуть золотники, необходимо распределитель отнять от места, затем отнять его колпак с уравнительным поршнем и цилиндр с главным поршнем. После этого оба золотника вынимаются в сторону привалочного фланца.

В случае задира в какой-либо плоскости золотников приходится эту плоскость подшабривать или прошлифовывать, но такое повреждение может быть как редкое исключение, наблюдается просто засорение или загрязнение трущихся поверхностей, в результате которого и получается пропуск воздуха в атмосферный канал.

Помимо неисправности золотников пропуск воздуха в атмосферный канал бывает вследствие неплотности лабиринтовой втулки. В этом случае в отпущенном состоянии тормоза воздух из золотниковой камеры поступает в тормозную камеру и по каналам отпуска проходит в атмосферу. Устранение этой неисправности возможно лишь сменой лабиринтовой втулки с последующей притиркой заплечиков штока уравнительного поршня к торцовой части втулки.

Третье слабое место, которое может вызвать пропуск воздуха в атмосферный канал,— это кожаная прокладка в части канала *3б* ведущего в тормозную камеру *Т*. Отверстие в прокладке для этого канала расположено на расстоянии *7 мм* от внутреннего края, а прижимается к телу привалочной плоскости всего лишь на величину *4 мм*. Незначительный перегиб прокладки или надлом ее в этом месте вызывает пропуск воздуха из золотниковой рабочей камеры в канал *3б*. Течением воздуха кожа

НБ УДУИТ (ДИТ)

раз'едается, пропуск постепенно увеличивается и может дойти до таких размеров, при которых работа распределителя станет невозможной.

Самопроизвольный отпуск тормоза при распределителе М может быть вследствие неплотности регулирующей камеры С, дополнительного резервуара и воздухопроводов между камерой С и дополнительным резервуаром. Это происходит потому, что в заторможенном состоянии, когда дополнительный резервуар разобщен от источника питания его сжатым воздухом, давление в нем вследствие утечек понижается, главный поршень садится вниз и отпускает тормоз. В таких случаях следует внимательно осмотреть все соединения от регулирующей камеры к дополнительному резервуару и проверить их плотность; при наличии хотя бы незначительной утечки ее необходимо устранить.

Отказ в действии распределителя может получиться по следующим причинам: 1) значительный пропуск воздуха из регулирующей камеры С, 2) излом уравнительной пружины *16* (прибор не будет работать на порожнем режиме), 3) сильный пропуск главного поршня или прокладки между цилиндром и корпусом против канала *47а* к дополнительному резервуару.

При значительном пропуске камеры С и дополнительного резервуара во время торможения одновременно с понижением давления в золотниковой камере происходит понижение давления в камере С. Поэтому главный поршень остается неподвижным или же, если тронется с места, то снова вернется в свое первоначальное положение и тормоз действовать не будет. Способ исправления указан выше.

При изломе уравнительной пружины *16* распределитель не будет работать на порожнем режиме. На груженом режиме тормоз затормозит. но всего лишь примерно на одну третью часть тормозной силы, так как давление в тормозном цилиндре будет только около 1,8 *ат*, что дает малая пружина *17*.

В случае излома малой пружины тормоз будет действовать, но также с малым давлением в тормозном цилиндре (около 1,8 *ат*). В этом случае устранить неисправность можно только сменой поврежденной пружины.

Сильный пропуск главного поршня может быть вследствие износа, повреждения или усыхания воротника. Довольно часто наблюдается, что при постановке цилиндра на место слесарь невнимательно направляет воротник поршня, вследствие чего получаются загибы воротника и надлом его материала.

Вначале воротник работает исправно, а потом в поврежденном месте происходит окончательное разрушение и образуется значительный пропуск. Исправление в данном случае возможно лишь сменой воротника.

Пропуск прокладки против канала *47а* вызывает те же последствия, что и пропуск поршня. Обнаружить эту неисправность, так же как неисправность главного поршня, по внешним признакам очень трудно. Поэтому как в первом, так и во втором случае приходится отнимать цилиндр и осматривать слабые места. В данном случае требуется смена прокладки.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ГЛАВА VIII

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ТОРМОЗ НА ПАРОВОЗЕ

1. Назначение дополнительного тормоза

Дополнительный тормоз устанавливается исключительно на товарных паровозах и служит для торможения колес только самого паровоза, а в некоторых случаях и тендера. Основное назначение дополнительного тормоза сводится к тому, чтобы иметь возможность регулировать или управлять движением поезда при длинном составе на перевалах, где обычно в предупреждение оттяжек приходится притормаживать один паровоз, не трогая поезда. Для этой цели до сих пор пользовались ручным тормозом тендера. С устройством дополнительного тормоза необходимость применения ручного тендерного тормоза отпадает, дополнительный заменяет его более совершенным образом.

Дополнительный тормоз должен быть установлен при любой системе автоматического тормоза как необходимая принадлежность каждого товарного паровоза. Схема расположения частей дополнительного тормоза показана на фиг. 117. Этот тормоз включает в себе только четыре части: 1) прямодействующий или дополнительный кран машиниста, 2) переключательный клапан, 3) предохранительный клапан и 4) отдельный манометр для тормозного цилиндра.

2. Кран для управления дополнительным тормозом

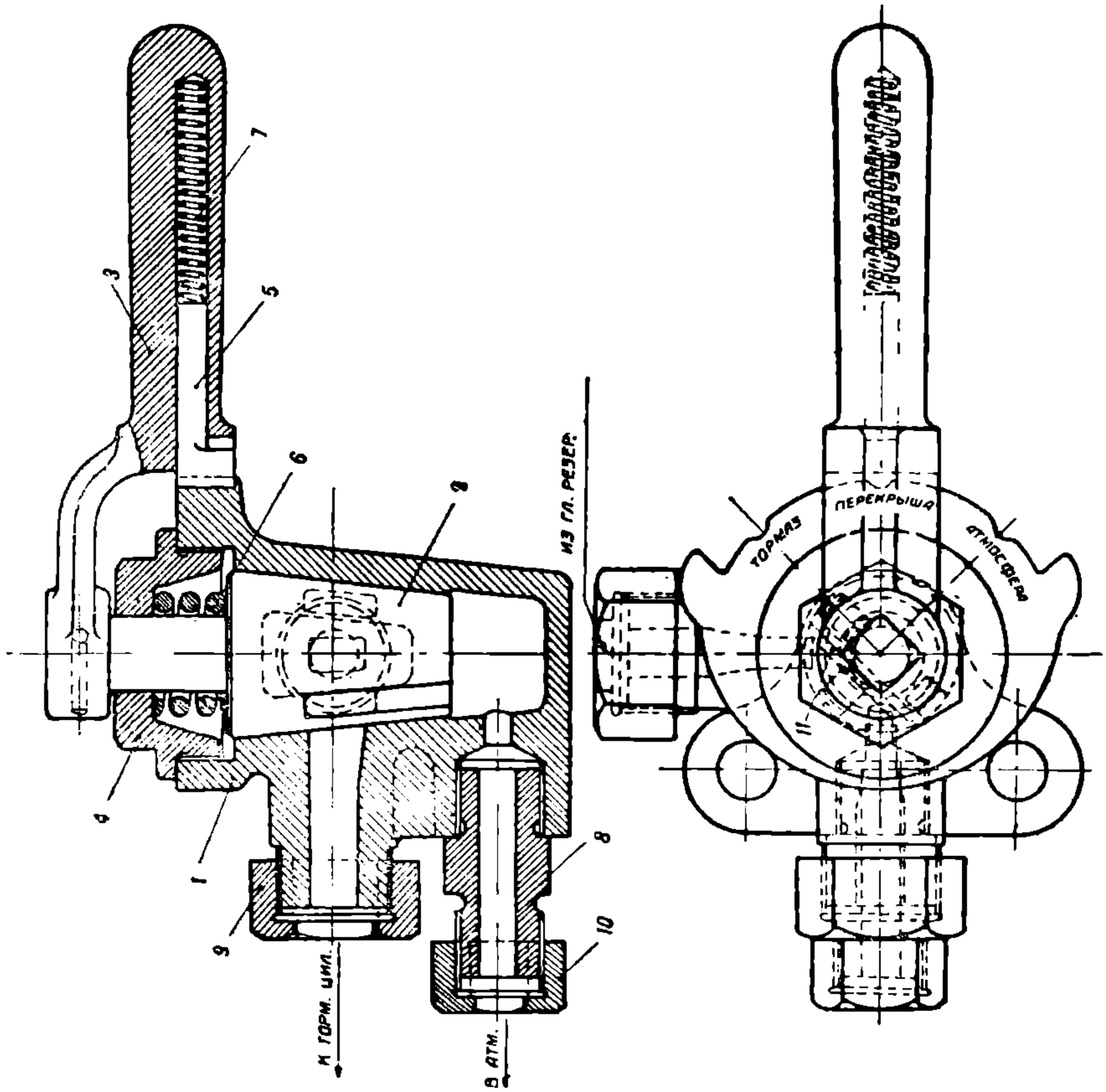
Прямодействующий или дополнительный кран машиниста фиг. 138 устанавливается возле основного крана машиниста. Он представляет собой трехходовой пробковый кран, сообщенный боковым отростком с трубой главного резервуара, передним нижним отростком с тормозным цилиндром и задним нижним отростком с атмосферой. Назначение дополнительного крана — впускать воздух из главного резервуара в тормозной цилиндр при торможении и выпускать воздух из тормозного цилиндра при отпуске. В соответствии с этим ручка крана имеет три положения: первое положение — торможение, ручка крана отклонена вперед, пробка его сообщает главный резервуар с тормозным цилиндром; второе положение — перекрыша, ручка крана посредине, пробка перекрывает все отверстия; третье положение — отпуск, ручка крана отклонена назад, пробка сообщает тормозной цилиндр с атмосферой.

3. Переключательный клапан

Переключательный клапан (фиг. 139) устанавливается между распределителем основного тормоза, дополнительным краном машиниста и тормозным цилиндром. Он при торможении дополнительным краном ав-

НБ УДУНТ (ДІТ)

томатически разобщает тормозной цилиндр от распределителя и сообщает непосредственно с дополнительным краном и, наоборот, при торможении основным автоматическим тормозом он сообщает тормозной цилиндр с распределителем и разобщает от дополнительного крана. Переключатель состоит всего лишь из трех частей: корпуса *1*, двойного клапана *2*,



Фиг. 138. Дополнительный кран машиниста.

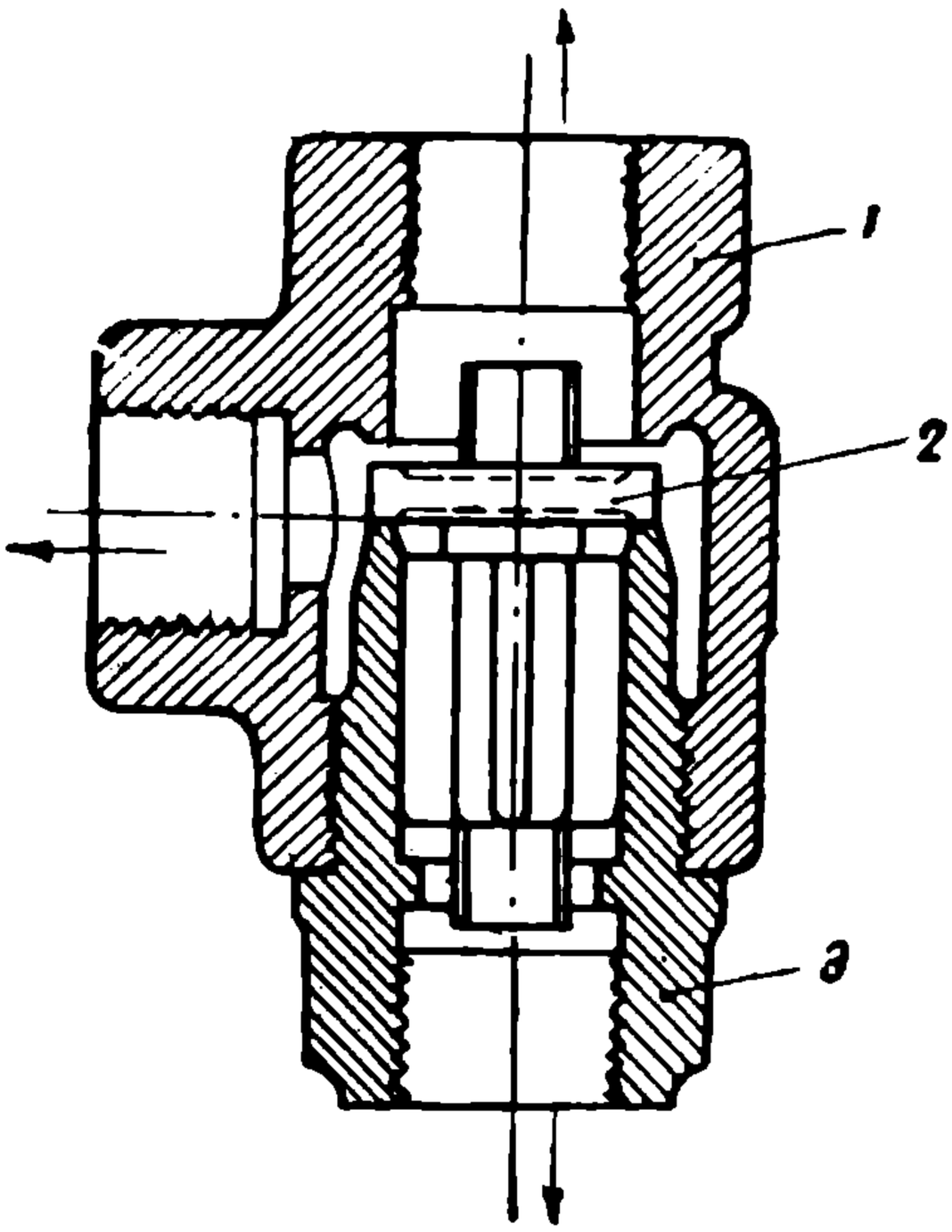
имеющего две притирочные поверхности и седла клапана *3*, ввернутого в корпус клапана. Корпус и седло образуют тройник, один конец которого сообщен с трубкой к дополнительному крану, другой конец со стороны седла соединен с трубкой к распределителю, и боковой отросток соединен с трубкой к тормозному цилиндру.

4. Предохранительный клапан

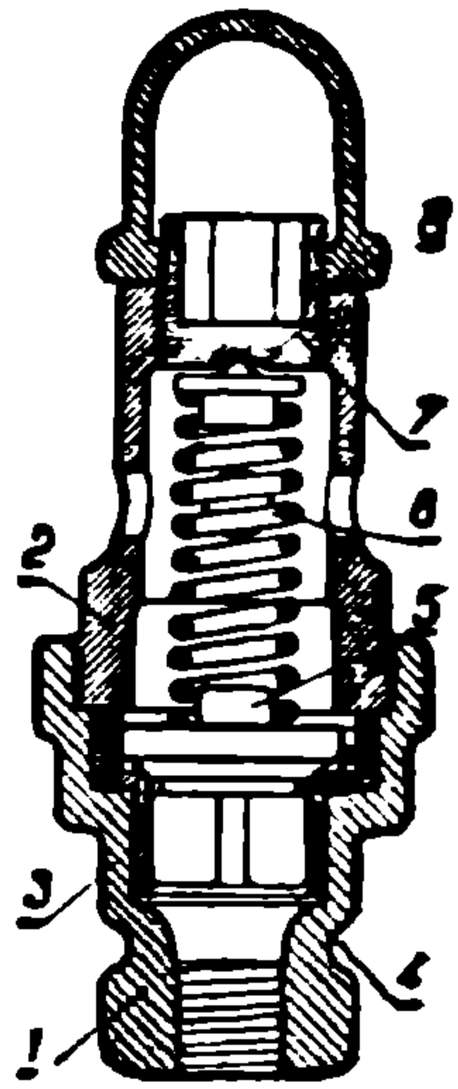
Предохранительный клапан (фиг. 140) устанавливается на трубке, ведущей к тормозному цилиндру, и служит для того, чтобы не допускать большого давления в тормозном цилиндре. Для этого пружина клапана

НБ УДУНТ (ДІІТ)

устанавливается на давление 4 *ат*. При пользовании дополнительным краном машинист должен обращать внимание на отдельный манометр тормозного цилиндра и не допускать давления в цилиндре больше 4 *ат*. При



Фиг. 139. Переключательный клапан.



Фиг. 140. Предохранительный клапан.

повышении давления в цилиндре больше 4 *ат* колеса паровоза остановятся и поползут «юзом». Чтобы не допустить остановки колес, предохранительный клапан выпускает лишний воздух из цилиндра наружу.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ГЛАВА IX

ПРИБОРЫ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ РЕМОНТА И ИСПЫТАНИЯ ТОРМОЗОВ

1. Стол для индивидуальных испытаний приборов

Из всех технических средств и способов, имеющих целью обеспечить безопасность движения на жел. дорогах, первое место вполне справедливо занимает автоматический тормоз. Ответственность той роли, которую выполняет автоматический тормоз в движении поездов, требует, чтобы каждый прибор тормозной системы, каждая часть тормоза и каждая отдельная деталь были гарантированы или обеспечены исправным состоянием и бесперебойностью в работе на вполне определенный срок службы.

Поэтому как при изготовлении приборов и частей тормоза на тормозных заводах, так и после ремонта их на контрольных пунктах, производится обязательное испытание каждого прибора с самой тщательной проверкой состояния и действия всех его рабочих элементов. Самый процесс испытания указан в разделе ремонта по каждому прибору. а в настоящей главе мы поставили задачей изучить приспособление для испытания тормозных приборов и порядок пользования ими.

Испытание приборов автоматического тормоза подразделяется на два вида: 1) испытания индивидуальные, когда каждый прибор или даже некоторые части прибора испытываются отдельно и 2) испытания групновые, когда испытываются несколько приборов одновременно и в совокупности со всеми остальными приборами и частями, входящими в систему автоматического тормоза. В соответствии с этим и приспособления для испытания имеются двух видов: а) стол или верстак для индивидуального испытания (фиг. 142) и станция или установка для группового испытания.

Индивидуальное испытание тормозных приборов должно производиться в обязательном порядке при каждом ремонте их в депо или на контрольных пунктах осмотра. Поэтому стол для испытания должен быть в каждом депо и на каждом контрольном пункте.

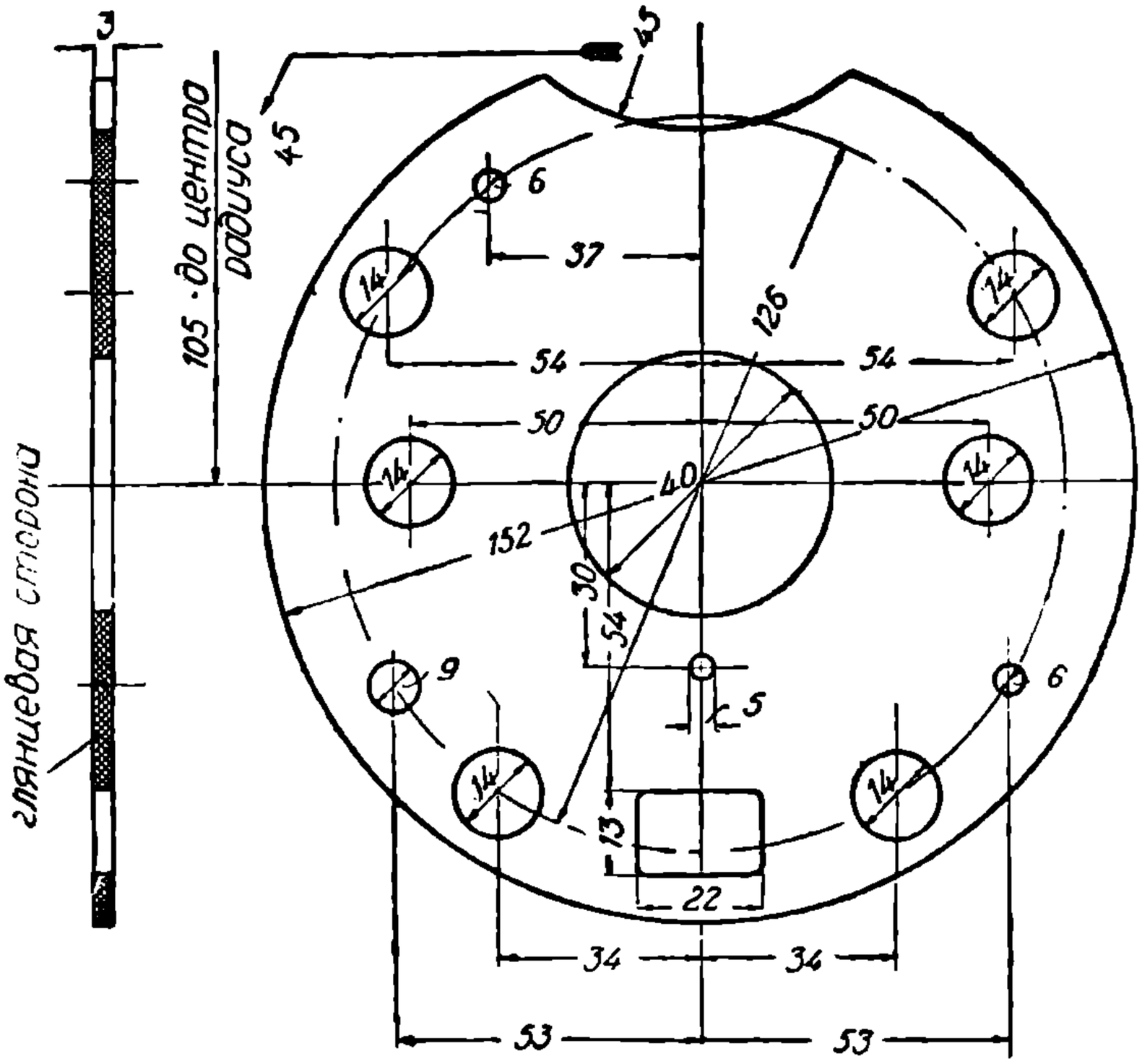
Стол для индивидуального испытания приборов (фиг. 142) представляет собою переносную испытательную установку легкого типа. Устройство стола заключается в следующем: на клепаном из углового железа каркасе укреплены постоянные, несменяемые части тормоза: тормозной цилиндр 10″ или 12″, запасный резервуар соотвествующих цилиндру размеров, дополнительный резервуар, специальные резервуары емкостью 5—7 *л* для испытания плотности отдельных частей распределителя и кра-

НБ УДУТ (ДІІТ)

на машиниста, сеть воздухопровода с разобщительными кранами, манометры и прочая арматура.

Сжатый воздух к столу подводится от общей имеющейся в депо или на контрольном посту компрессорной установки. Главного резервуара в данном случае не требуется. Воздухопровод от компрессорной установки присоединяется к отростку с разобщительным краном *1*. Присоединение в зависимости от местных условий можно сделать гибкое с помощью резинового рукава или жесткое с помощью трубы диаметром 1″.

Для постановки крана машиниста имеются два отростка и они устроены таким образом, что можно устанавливать кран любой системы,



Фиг. 141. Привалочный фланец распределителя М (кожаная прокладка).

причем постановка крана заключается лишь в соединении нижних гаек труб от главного резервуара и к магистрали, а так как отростки и их нарезка у всех кранов делаются одинаковыми, то, следовательно, все краны подходят к одним гайкам.

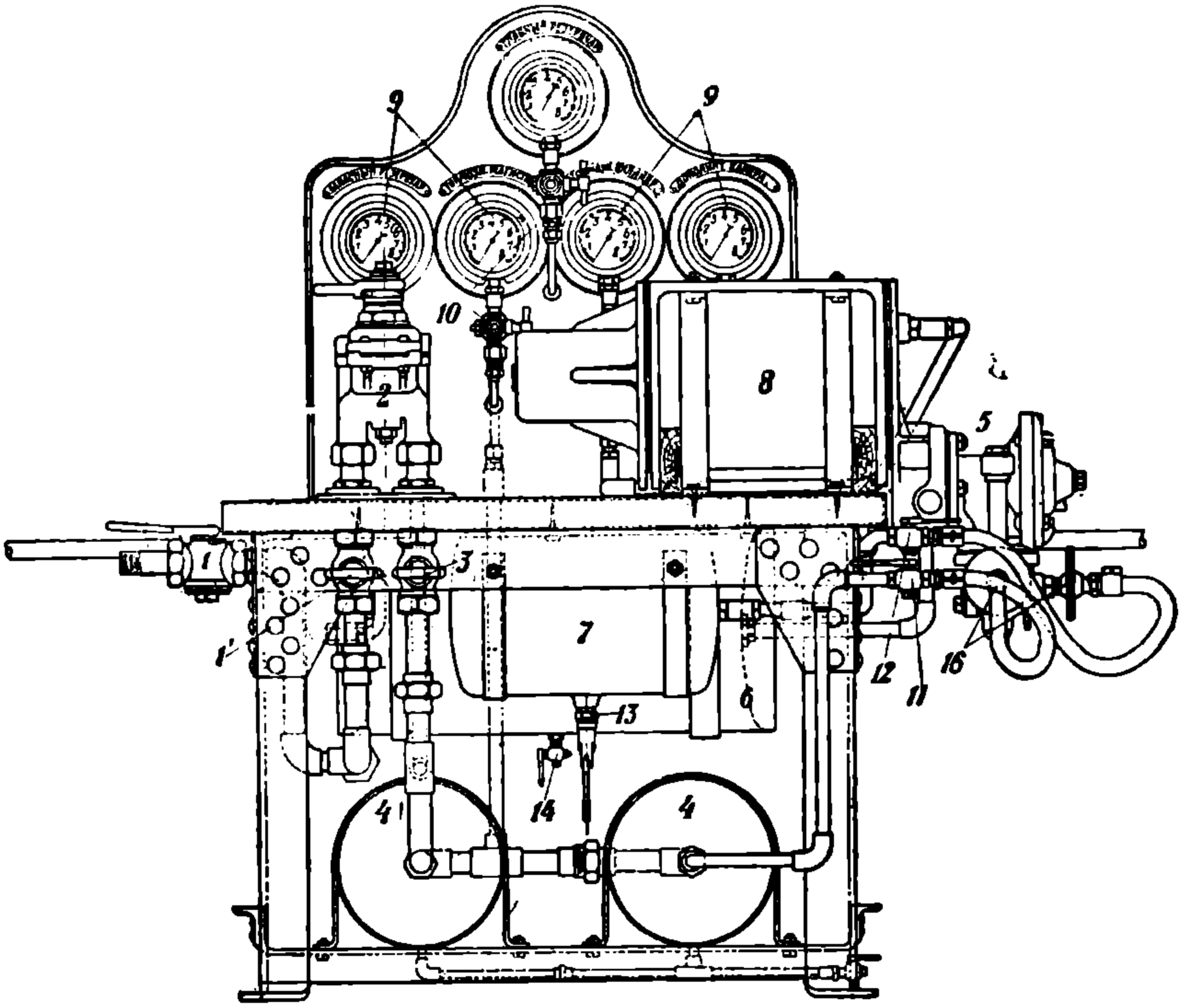
Главный воздухопровод (магистраль) емкостью около 50 *л*, равной длине около 100 *м* дюймовой трубы заменяется двумя резервуарами *4* размером 10 × 24″, установленными под столом и соединенными между собой дюймовой трубкой. На трубе между краном машиниста и магистралью (резервуарами) установлен применяемый при тормозах Казанцева комбинированный кран *3*.

Под столом к верхней его доске укреплены запасный и дополнительный резервуары. Запасный резервуар устанавливается размеров, соответ-

НЕБ УДУНТ (ДПТ)

ствующих размерам тормозного цилиндра. При тормозном цилиндре 10″ резервуар должен быть 12 × 26″ или других размеров, но емкостью 38 *л*. При тормозном цилиндре 12″ резервуар должен быть 12 × 36″ емкостью 55 *л*. Тут же устанавливается дополнительный резервуар емкостью 25 *л*, необходимый для распределителей типа К систмы Казанцева и для тормозов Матросова.

Тормозной цилиндр устанавливается 10″ или 12″, но лучше устанавливать 10″ и делать переменный ход поршня посредством специальной



Фиг. 142. Установка для испытания тормозных приборов.

втулки. Изменяя величину хода поршня в цилиндре и этим изменяя рабочий об'ем его, можно приспосабливать по об'ему, равным рабочему об'ему цилиндров 8″ × 12″ и при среднем ходе их поршней 150 *мм*. При этом если установить ход поршня в 10″ цилиндре около *мм*, то рабочий об'ем его будет равен рабочему об'ему 8″ цилиндра или при ходе поршня в 150 *мм*. Для того чтобы установить рабочий об'ем 12″ цилиндра при том же ходе поршня 150 *мм* в 10″ цилиндре, надо сделать ход поршня 220 *мм*. Таким образом можно получить возможность испытывать распределители, предназначенные для любого из указанных размеров цилиндра.

Распределитель укрепляется к привалочной плоскости на задней крышке цилиндра тремя нормальными шпильками или же к отдельному кронштейну особыми цапфами с помощью сжатого воздуха. Привалоч-

НБ УАЗУНТ (ДІТ)

ные плоскости всех тройных клапанов и распределителей одинаковы, следовательно, в данном случае можно испытывать любой из них.

Запасный резервуар соединен трубкой с привалочной частью цилиндра или с кронштейном. а магистраль и дополнительный резервуар соединяются с распределителем помощью гибких резиновых рукавов. Присоединение рукавов производится с помощью особых дисков *16* с внутренней нарезкой. Диски заменяют собой соединительные гайки и, имея сравнительно большую окружность, навертываются достаточно крепко без помощи ключа. На соединительных трубках имеются разобщительные краны *12,* благодаря которым можно менять распределитель, не выпуская сжатый воздух из запасного и дополнительного резервуаров.

На тыловой стороне стола укреплен щит, на котором расположены 5 манометров, показывающих давление: главного резервуара, запасного резервуара, магистрали, тормозного цилиндра и дополнительной камеры. На трубке к каждому манометру установлен трехходовой кран для укрепления контрольного манометра в тех случаях, если в том явится необходимость.

Стол дает возможность испытывать тройные клапаны или распределители по всем основным элементам их действия, как-то: 1) время наполнения запасного резервуара, 2) время наполнения дополнительного резервуара, 3) величину и характер скачка, 4) время наполнения тормозного цилиндра, 5) чувствительность приборов на торможение, отпуск и утечки и 6) время и характер отпуска. При этом время должно определяться по секундомеру.

Кроме перечисленных приборов на испытательном столе должен быть установлен привалочный фланец для испытания плотности колпака и уравнительного поршня распределителя М тормоза Матросова с особой камерой емкостью 5—6 *л* и манометром.

Для более тщательного испытания распределителей на плотность их отдельных основных частей на трубках, ведущих от привалочного фланца к тормозному цилиндру, к запасному резервуару, дополнительному резервуару и к магистрали, должны быть установлены особые камеры емкостью 5—6 *л* каждая с отдельными манометрами.

На испытательном столе в депо, где производится ремонт паровозного оборудования и главным образом паровоздушных насосов, должен быть установлен отдельный привалочный фланец с камерой емкостью 5—6 *л* для испытания на плотность воздушных клапанов насоса.

2. Тормозная испытательная установка

Испытание паровоздушных насосов в собранном виде как в депо, так и на ремонтных заводах производится на особой испытательной установке, расположенной в помещении бригады автоматчиков, или в отдельном помещении в зависимости от количества одновременно испытываемых насосов.

Установка для испытания насосов состоит из привалочных приспособлений или кронштейнов главного резервуара парового котелка или подводки пара от общей котельной и соответствующих измерительных приборов, манометров, счетчиков хода и в некоторых случаях индикатора.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Привалочных приспособлений для установки испытываемых насосов должно быть не менее двух. На одном должен стоять постоянный насос, как эталон или образец, по работе которого должны равняться все подвергаемые испытанию насосы; на этом насосе испытываются отдельно верхние крышки с пораспределительным механизмом.

Главный резервуар емкостью около 500 *л* должен быть точно прокалиброван, иметь спускной кран в нижней части для спуска воды и в верхней части для спуска воздуха. Кран верхней части должен иметь несколько наконечников с различными отверстиями — 2, 4, 6, 8 и 10 *мм* для определения темпа или скорости работы насоса при различных расходах воздуха и различном давлении в резервуаре.

Паровой котелок или подводка пара от общей котельной совершенно необходимы, так как, с одной стороны, испытание работы паровоздушных насосов с помощью сжатого воздуха следует считать недостаточным, такое испытание не определяет качество работы насоса, а с другой стороны, одновременно с испытанием насоса должно проиводиться испытание регулятора хода насоса, последний же можно испытывать только напару.

В качестве измерительных приборов при испытании насосов употребляются манометры, счетчики числа ходов и индикаторы. Манометры должны быть установлены на пароподводящей трубе и на главном резервуаре. Счетчик числа ходов укрепляется в верхней крышке насоса и приводится в действие от золотникового стержня. Для этого верхний штуцер *20* ходопеременного золотника заменяется другим со сквозным отверстием и сальником, а золотниковый стержень ставится с удлиненным верхним концом, выходящим наружу. Конец золотникового стержня соединяется с приводом счетчика и во время работы насоса приводит в действие счетчики. Индикатор при испытании насоса применяется в исключительных случаях и только с научной целью для изучения процессов всасывания и сжатия воздуха в большом или малом цилиндрах при различных условиях

Групповые испытания тормозных приборов производятся только опытным порядком для исследования и изучения новых систем или вариантов тормоза. Поэтому установки для группового испытания имеются только на тормозных заводах Московском. Ярославском и в вагоне Испытательной станции НКПС.

НБ УДУНТ (ДІІТ)

ОГЛАВЛЕНИЕ

		Стр.
	Предисловие	3
	Гл. I. Теория торможения	
1.	Понятие о профиле пути . .	5
2.	Силы, действующие на поезд	7
3.	Сила тяги паровоза .	7
4.	Живая сила поезда	7
5.	Сопротивление движению поезда (естественное)	9
6.	Торможение и тормозная сила	13
7.	Предел нажатия тормозных колодок	15
8.	Расчет тормозов	17
9.	Способы нажатия тормозных колодок	19
10.	Схема рычажных передач и расчет нажатия тормозных колодок	22
11	Задачи и примеры .	25
	Гл. II. Ручной тормоз, рычажная передача и переход на автоматическое торможение	
1.	Ручной тормоз	27
2.	Устройство общей рычажной передачи ручного и автоматического тормоза	29
3.	Способы регулировки тормозной рычажной передачи . . .	34
4.	Основные правила сборки и ремонта рычажных передач	36
5.	Переход с ручного торможения в товарных поездах на автоматическое	37
	Гл. III. Автоматические тормоза (общая часть)	
1.	Принцип устройства и действия автоматических тормозов	40
2.	Действие автоматических тормозов . .	43
3.	Главный воздушный резервуар .	44
4.	Главный воздухопровод и арматура . . .	46
5.	Концевые краны главного воздухопровода	53
6.	Междувагонные соединения главного воздухопровода .	55
7.	Правила укладки главного воздухопровода . .	57
8.	Ремонт и насадка соединительных рукавов .	58
9.	Краны остановки или стоп-кран . . .	61
10.	Выпускные клапаны	61
11.	Тормозные цилиндры	63
12.	Ремонт тормозных цилиндров .	68
13.	Запасные резервуары	69
14.	Задачи и примеры	72
	Гл. IV. Паровоздушные насосы	
1	Классификация насосов	73
2.	Теория рабочего процесса воздушной части насоса	75
	а) всасывание	75
	б) изотермическое сжатие	76
	в) адиабатическое сжатие	78
	г) политропическое сжатие	79
	д) вредные пространства	80
	е) степень наполнения	81
	ж) двукратное или ступенчатое сжатие	83

НБ УДУНТ (ДІІТ)

	Стр.
3. Простые паровоздушные насосы	85
4. Тандем-насос	89
а) устройство тандем-насоса	89
б) работа паровой части тандем-насоса .	100
в) работа воздушной части тандем-насоса	102
г) производительность тандем-насоса . . .	104
д) предельная величина сжатия тандем-насоса	105
е) ремонт тандем-насоса	107
ж) периодический осмотр тандем насоса	107
з) текущий ремонт тандем-насоса	113
5. Дуплекс насос (Нью-Йорк)	120
а) устройство насоса . .	120
б) работа дуплекс-насоса	122
6. Дуплекс-компаунд-насосы	124
7. Дуплекс-компаунд-насос (Нилебок-Кнорр)	125
а) устройство	125
б) работа насоса Нилебок-Кнорр	128
8. Гросс-Компаунд-насосы . .	131
а) устройство	131
б) работа гросс-компаунд-насоса	133
9 Новый дуплекс-компаунд-насос МГТЗ (Московского государственного тормозного завода)	135
а) устройство	135
б) работа . . .	139
10. Регуляторы хода насоса	142
а) регулятор хода насоса Вестингауза	142
б) регулятор хода насоса МГТЗ	145
в) регулятор хода насоса Нью-Йорк	147
г) двойной регулятор хода насоса	148
11. Паровой вентиль	150
Задачи и примеры	151

Гл. V. Тормоз Вестингауза

1. Кран машиниста системы Вестингауза	152
а) устройство крана	152
б) работа крана машиниста системы Вестингауза . . .	155
в) ремонт и испытание крана машиниста системы Вестингауза	159

Распределители (тройные клапаны)

2. Общие сведения	162
3. Системы тройных клапанов Вестингауза	162
4. Теория или основной принцип устройства и действия тройных клапанов	163
5. Тройной клапан обыкновенный .	168
6. Тройной клапан экстренного торможения	169
7. Тройной клапан скородействующий . . .	172
8. Тройной клапан усовершенствованный и универсальный	184
9. Ремонт тройных клапанов	190
10. Разница между тормозами пассажирского и товарного типа	196
11. Задачи и примеры	199

Гл. VI. Тормоз Казанцева

1. Чем отличается тормоз Казанцева от тормоза Вестингауза	200
2. Кран машиниста для прямодействующих тормозов	202
а) устройство крана	202

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Стр.

б) работа крана 205
в) ремонт крана . 208
3. Распределитель А-1 . 212
4. Распределитель АП-1 217
5. Промежуточная часть к распределителям А-1, АП-1 . 222
6. Распределитель К-1 225
7. Ремонт распределительной системы Казанцева . 233

Гл. VII. Тормоз Матросова

1. Чем отличается тормоз Матросова от тормоза Казанцева 242
2. Устройство распределителя М 242
3. Работа распределителя М 250
4. Ремонт распределителя М сист. Матросова . 264

Гл. VIII. Дополнительный тормоз на паровозе

1. Назначение дополнительного тормоза 273
2. Кран для управления дополнительным тормозом . 273
3. Переключательный клапан 273
4. Предохранительный клапан . 274

Гл. IX. Приборы и приспособления для ремонта и испытания тормозов

1. Стол для индивидуальных испытаний приборов 276
2. Тормозная испытательная установка 279

НБ УДУНТ (ДІІТ)

Цена 3 руб.
Переплет 55 к.

Сканувала Сідорчик О.В.

Издания
Трансжелдориздата
продаются в магазинах
Книгообъединения
ОГИЗ'а
Единичные экземпляры
высылает наложенным
платежем
„Книга-почтой"
Москва 64.

НБ
УДУНТ
(ДІТ)