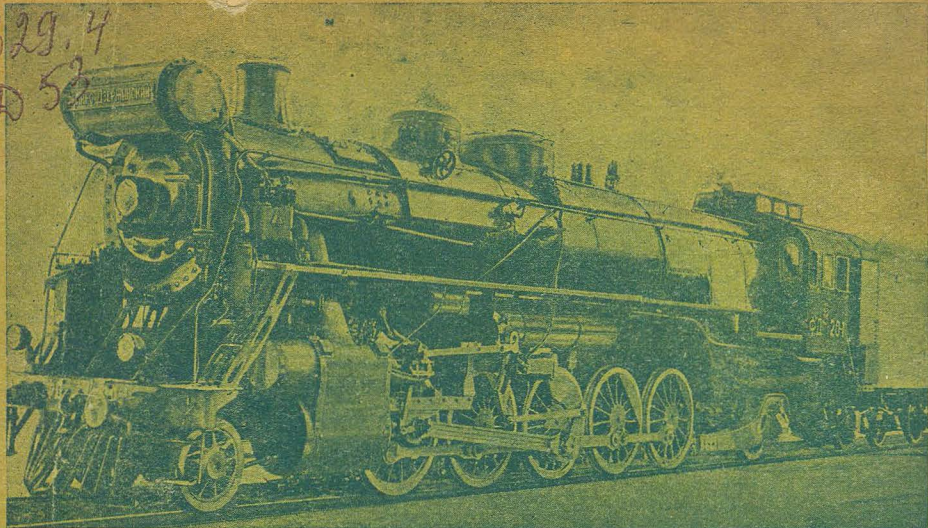


629.4  
Д 52



Инж. А. Н. ДМОХОВСКИЙ и Н. И. ИВАНОВ

# ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ



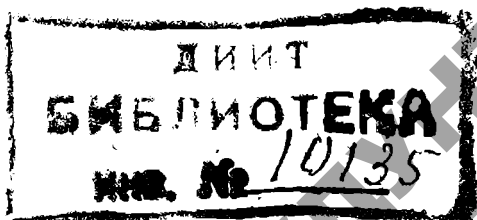
ГОСТРАНСИЗДАТ • МОСКВА • ЛЕНИНГРАД • 1932

НБ УДУНТ  
(ДИТ)

А. Н. ДМОХОВСКИЙ и Н. И. ИВАНОВ

**ПОДВИЖНОЙ  
СОСТАВ  
ЖЕЛЕЗНЫХ  
Д О Р О Г**

ОПИСАТЕЛЬНЫЙ КУРС



ОГИЗ — ГОСТРАНСИЗДАТ  
МОСКВА 1932 ЛЕНИНГРАД

НБ УРД  
(ДИИТ)

---

2-я типография Транспечати НКПС им. Лоханкова. Ленинград, ул. Правды, 15.

НБ УДУНТ  
(ДІІТ)

## О Г Л А В Л Е Н И Е

---

	Стр.
Предисловие	4
Введение	5
Глава I. Общее описание паровоза	8
II. Котел	9
III. Экипаж	39
IV. Паровая машина паровоза	47
V. Меры к увеличению силы сцепления	94
VI. Подогрев питат. воды на паровозах	97
VII. Тормоза	111
VIII. Тендеры	122
IX. Вагоны	123
X. Тепловоз и электровоз	149
XI. Паровозный парк СССР и перспективы его реконструкции	154

---

НБ УДУНТ  
(ДИПТ)

## ПРЕДИСЛОВИЕ

**„Техника в период  
реконструкции ре-  
шает все“.**

*Сталин.*

Существующие пособия по паровозам и вагонам в силу излишней перегруженности материалом, к тому же изложенным без достаточной методической последовательности, не могут быть увязаны с программами фабзавучей и целой сети курсов и кружков политехнизации рабочих. Потребность в кратком, но вместе с тем всеобъемлющем руководстве по подвижному составу (необходимому даже и для лиц, начинающих впервые знакомиться с подвижным составом железных дорог) чувствовалась уже давно. Труд А. Н. Дмоховского и Н. И. Иванова ликвидирует этот пробел. Отличаясь простотой изложения, данный труд имеет специально выполненные (в большинстве перспективные) чертежи, позволяющие при надписях на них без особых трудностей уяснить довольно сложные устройства.

Кроме краткости и достаточной ясности, с которой авторам удалось преподать столь обширный материал и что следует особенно отметить, при пояснении наиболее трудной части паровоза—парораспределения применен совершенно новый методический прием, при помощи которого авторы совершенно последовательно переходят от рассмотрения простого коробчатого золотника к современному механизму Вальсхарта, минуя старые эксцентриковые механизмы. Кроме того в данном руководстве нашли отражение все основные элементы реконструкции подвижного состава; имеется описание стоккера, бустера, инжектора мятого пара, саморазгружающихся вагонов, контейнеров и пр.

Курс А. Н. Дмоховского и Н. И. Иванова должен принести несомненную пользу в деле освоения техники массами.

Бригада Дома Техники  
им. т. Сталина Окт.  
и Мурм. ж. д.  
Бригадир Л. Б. Януш.

НБ УДУНТ  
(ДИТ)

## ВВЕДЕНИЕ

Железные дороги представляют собою одно из самых могущественных средств развития производительных сил страны. Транспорт Советского Союза находится в совершенно отличных по сравнению с транспортом капиталистических стран условиях. В то время, как капиталистические страны под влиянием экономического кризиса используют мощь имеющегося у них подвижного состава только частично, наша страна ощущает в транспорте нужду. Это положение вызывается тем, что социалистическое строительство, наряду с социалистической реконструкцией сельского хозяйства, предъявляет большие требования на перевозки грузов и пассажиров. Если в 1913 году, в год наибольшего грузооборота довоенного периода, было перевезено 132,4 млн. тонн и 184,8 млн. пассажиров, то в 1929—1930 г. железными дорогами СССР перевезено 235 млн. тонн грузов и 510,2 млн. пассажиров.

По своему грузообороту дороги СССР догнали САСШ, идущие впереди всех капиталистических стран. Если на 1 км на дорогах САСШ выполнено в 1928 г. — 1.785 тысяч *т/км* — то на дорогах СССР в 1929—1930 г. выполнено 1.731 тыс. *т/км*.

По ориентировочным подсчетам грузоперевозки к 1938 г. достигнут 1,5 млн. тонн.

В настоящем 1932 г. перед транспортом стоят задачи огромной важности. Наиболее ответственная работа предстоит в период осенне-зимних перевозок. В этом году надлежит перевезти 320 млн. тонн грузов или на 28% больше, чем в 1931 г. и 890 млн. пассажиров или на 26% больше чем в 1931 г.

Осенне-зимние перевозки 1932 г., завершая последний год первой пятилетки, должны обеспечить начало второго пятилетия. Целые края и районы, как напр.: Западная и Восточная Сибирь, Дальний Восток, Север, интенсивно включаясь в строительство социализма, требуют реконструкции транспорта — этого „узкого места“ в народном хозяйстве.

Наше хозяйство и оборона нашей страны требуют от транспортников четкой работы и боевой реконструкции технических средств подвижного состава, вместе с программой развертывания рационализаторских мероприятий.

XVII партконференция дала по этому вопросу твердую установку и указала основные пути ее проведения:

„Провести коренную реконструкцию ж.-д. транспорта с развертыванием строительства новых железных дорог не менее 25—30 тысяч км, с постройкой нескольких десятков новых мостов через главные водные пути, с введением мощных паровозов и большегрузных вагонов, с развертыванием электрификации на ряде железных дорог, с широким введением автосцепки, автоблокировки и тепловозов.“

1932 год является годом огромного развертывания работ по техническому перевооружению дорог.

Попутно с проведением электрификации и с введением тепловозов на безводных пространствах — вопрос укрепления паровозного хозяйства является неотложной задачей. Это положение нашло отражение в январском (1931 г.) обращении ЦК Партии и Совнаркома, положившем конец обезличке, в июньском и октябрьских пленумах ЦК ВКП(б) и в приказе Наркома П. С. Андреева от 13 октября 1931 г.

Укрепление паровозного хозяйства полностью соответствует намеченным планам второго пятилетия. Растут перевозки, увеличивается вес перевозимых поездов, растет количество большегрузных вагонов. Число последних должно быть срочно увеличено. В связи с этим, кроме уже существующих, два новых завода-гиганта будут выпускать большегрузные 4-осные вагоны, из которых каждый равен по грузоемкости трем вагонам ныне существующей конструкции. Первый из этих заводов — Тагильский — полностью заканчивается в этом году. Другой завод, такого же типа, закладывается в Воронеже и вступит в строй в 1933 году. По постройке пассажирских вагонов закладывается завод в Казани (с огромной производительностью), который будет пущен в 1933 году.

Состав, сцепленный из тяжеловесных вагонов, будет значительно тяжелее передвигающихся теперь и потребует мощного паровоза. Программой реконструкции намечено полное обновление вагонного, а следовательно и паровозного парка. 1 октября 1932 года вступает в строй Луганский комбинат — Луганстрой. Луганский комбинат в своих заготовительных цехах-заводах будет производить все полуфабрикаты, кроме рамных листов и цельнонатянутых труб, перерабатывая ежегодно 300 тысяч тонн металла. На заводе собрано все, что есть передового в мировой технике.

Коломенский завод строит мощный пассажирский паровоз типа 1—4—2, также с нагрузкой на ось в 20 т. Этот паровоз должен на 100% усилить паровозную способность загруженных пассажирских магистралей. Кроме достраиваемого Луганского завода, в этом году закладываются еще два других паровозостроительных завода: один в Орске, другой в Кузнецке. Оба они должны быть пущены в конце будущего года.

Усиление паровоза и вагона вызывает необходимость введения автосцепки и автотормозов, которые дадут возможность увеличить вес и скорость движения поездов. В 1932 г. намечено перевести 20% вагонного парка на тормоза советской конструкции, а в будущем году намечен перевод в основном всего подвижного состава.

Автосцепка ускоряет процесс сцепки и расцепки, сокращает маневровые работы и облегчает труд сцепщиков. Благодаря автосцепке укорачивается длина поездов, так как автосцепка не требует буферов, а также улучшается оборот вагонов. Сейчас вопрос о выборе типовой сцепки из имеющихся советских конструкций, победивших заграничные, еще оставлен открытым. Между жестким и нежестким типом советских сцепок идет спор, решить который должны конечно практические испытания. Переход на автосцепку намечен с 1932 года, с полным переводом всего подвижного состава в 1936 году. В 1932 г. намечается закончить строительство двух сталелитейных цехов по изготовлению автосцепок: одного при Нижне-Тагильском вагоностроительном комбинате с годовой мощностью в 120 тысяч комплектов и второго — при Брянском заводе „Красный Профинтерн“ с производительностью в 23 тысячи комплектов. Кроме того, решено построить новый завод автосцепок мощностью в 120 тысяч комплектов.

В настоящее время в СССР заканчивается электрофикация участков: Зестафони-Хашури (Сурамский перевал) и Кизел-Чусовая. В эксплуатации уже находится небольшой участок линии Северных железных дорог.

В 1932 г. у нас должно быть выпущено 24 шестиосных электровоза постоянного тока 3.000 вольт. Строят их по частям 16 предприятий Советского Союза.

В отношении тепловозов СССР первая в мире страна, построившая мощные грузовые тепловозы, работающие уже 8 лет. Итоги работы показывают, что тепловоз расходует в 4 раза меньше топлива, чем паровоз. Для дальнейшего развития тепловозной тяги начата постройка нового тепловозного завода.

Таким образом, техническое перевооружение транспорта уже началось. В этом году в транспорт вкладывается 3 миллиарда руб. (в прошлом году 1.800 тыс. рублей). Становится ясным, что 1932 год является годом широкого развертывания всех работ; намеченные мероприятия и взятые темпы полностью обеспечивают возможность догнать и перегнать транспорт даже передовых капиталистических стран, в том числе и Америки, имеющей первоклассное железнодорожное хозяйство.

Стоящую перед транспортом проблему кадров надлежит решать одновременно с техническим перевооружением железных дорог. Поэтому вполне ясен становится раздел о подготовке к осенне-зимним перевозкам приказа НКПС, в котором говорится: „Цукадру подготовить семь тысяч паровозных бригад, повысить квалификацию пяти тысяч бригад и т. д.“

Наряду с этим, следует отметить, что вводимые технические мероприятия значительно облегчают управление машинами и позволяет уменьшить расход обслуживающего персонала на транспорте.

Если в САСШ это снижение расхода рабсилы происходит на основе механизации производственного процесса и капиталистической рационализации, сопровождаясь усилением эксплуатации рабочего класса, увеличением безработицы и обострением классовых противоречий, то в условиях социалистического хозяйства снижение расхода по применению ручного труда, помимо устранения опасности для работников железных дорог, пассажиров и грузов, упрощает разрешение проблемы кадров. Механизация на транспорте в СССР сопровождается сокращением ручного труда. Снижение расхода рабсилы дает большие возможности и для дальнейшего сокращения рабочего дня. Вопросы повышения технической грамотности, передача опыта и знаний работников ведущих профессий менее квалифицированным рабочим, ликвидация технической неграмотности — должно стать делом самих рабочих. Организация курсов, кружков, домов техники, заочного обучения, учебных заведений способствует этому. **Выпускаемая техническая литература должна быть подспорьем для закрепления знаний.**

*Авторы*

**НБ УДУНТ  
(ДІТ)**



## ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ ПАРОВОЗА

Паровоз представляет паросиловую установку, служащую для передвижения грузов и пассажиров по рельсовым путям. Состоит он из трех главных частей: котла, машины и экипажа (рис. 1 и 2). Топливо, сжигаемое в топке котла, нагревает воду; образующийся при этом пар пускается



Рис. 1. Общий вид паровоза серии Э.

в цилиндры машины, перемещает поршень, соединенный механизмом с колесами, последние под влиянием этой силы начинают вращаться. Так как между колесами и рельсами существует трение, то колеса стремятся перемещать рельсы назад, чего, однако, не бывает вследствие того, что рельсы со шпалами плотно уложены на жел.-дор. полотне, поэтому колеса как бы упираются в рельсы и двигают паровоз вперед. Первая паровозная железная дорога была открыта между Стоктоном и Дарлингтоном в 1825 г. (в Англии), однако паровозы этой дороги пришлось еще 4 года „нянчить“ на рельсах (по выражению проф. Ломоносова) и лишь в 1829 году появился паровоз, в схеме своей носивший все задатки для успешного развития паровой тяги. Паровоз этот по имени „Ракета“ был построен Георгом Стефенсоном, который использовал не только свой опыт, но и взял все лучшее из работ своих предшественников. Таким образом появление „ходячего“ паровоза обязано работе над этим вопросом целого коллектива людей. В продолжение почти ста лет паровоз был единственным железнодорожным двигателем, так как его достоинства — простота конструкции и возможность сильно перегружать двигатель в отдельные моменты его работы, делали паровоз чрезвычайно подходящей машиной для транспорта.

НБ УДУНТ  
(ДИТ)

Однако несмотря на эти достоинства, паровоз имеет недостатки и притом весьма крупные: первый из них — это крайне неэкономное расходование топлива — действительно только 0,08 энергии топлива, сожженного в топке используется на полезную работу; второй — это беспокойная работа машины, вредно влияющая на путь.

Эти недостатки и ряд других более мелких, заставили в настоящее время рассматривать основным видом двигателя для транспорта в СССР не паровоз, а электровоз и тепловоз (о схеме их действия см. в конце книги).

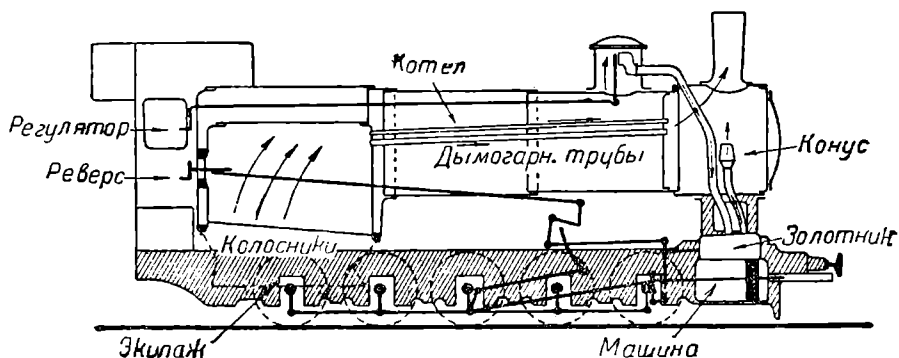


Рис. 2. Схема паровоза.

Разумеется паровоз никто хоронить не собирается, он лишь с первого места переходит на второе и вместе с электровозом и тепловозом будет служить дальнейшей индустриализации Союза.

## ГЛАВА ВТОРАЯ

### КОТЕЛ

Паровозный котел служит для получения пара, необходимого для работы машины. Котел (рис. 3) состоит из трех главных частей: топке — места, где происходит сжигание топлива, цилиндрической части, проходя через которую по трубкам, горячие газы из топки нагревают воду, налитую в эту часть котла, и дымовой коробки, собирающей газы, прошедшие через трубки цилиндрической части, и выводящей их наружу.

Трубы, расположенные в цилиндрической части и соединяющие топку с дымовой коробкой, называются дымогарными. От сжигания в топке топлива выделяется большое количество горячих газов, которые устремляются в дымогарные трубы и нагревают их. Последние окружены водой, вода очевидно тоже будет нагреваться, а так как в котле помещается определенное количество воды, то нагревая мы заставим ее закипеть (обращаться в пар). Так как котел у нас закрыт со всех сторон, то образовавшемуся пару нет выхода, мы же продолжаем нагревать воду, т. е. заставляем ее кипеть дальше. Количество пара будет увеличиваться, а объем котла остается тот же, вследствие чего давление пара в котле повышается. Когда оно достигнет достаточной величины пар пускают в машину и он своим давлением

сдвинет поршень в цилиндре и приведет в движение колеса. По мере расхода пара из котла надо в последний подкачивать воду, из которой образуются новые количества пара, поддерживающие работу машины.

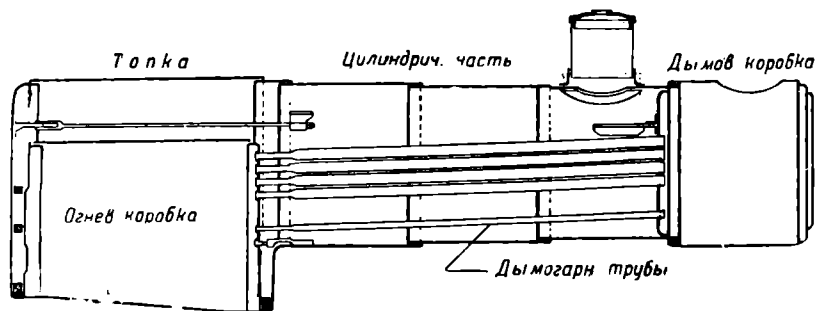


Рис. 3. Котел.

Современные мощные паровозы расходуют в короткий промежуток времени весьма большие объемы пара. Поэтому в котел приходится часто добавлять много воды, и если бы через котел проходила только одна дымогарная труба большого диаметра, то котел бы не успевал готовить пар, — для того, чтобы прогреть большую массу воды, потребовалось бы много времени. Для ускорения парообразования цилиндрическую часть котла пронизывают трубками небольшого диаметра количеством до 300 штук, увеличивая таким образом площадь соприкосновения воды с горячей поверхностью (т. е. как бы уменьшают слой воды), чем обеспечивают быстрое превращение ее в пар. Эта поверхность, омываемая с одной стороны водой, а с другой — горячими газами, называется **поверхностью нагрева котла**. Чем больше будет в котле поверхность нагрева, тем он будет мощнее и наоборот, чем мощнее паровоз, тем больше поверхность нагрева (котел может дать больше пара). Величина поверхности нагрева в современных паровозах доходит до 500 кв. метров.

Перейдем теперь к более подробному ознакомлению с основными частями котла.

## Топка

Топка устроена следующим образом: взят большой лист мягкой стали и согнут в виде буквы П, этот лист называется **шинельным**. С одной стороны к нему приклепывается лист с отверстиями для укрепления дымогарных труб; так как этих отверстий будет столько же, сколько и труб (а последних, как мы уже знаем, бывает до 300 штук), то самый лист с таким большим количеством дыр будет иметь вид решетки. Этот лист называется **задней решеткой** (рис. 4). С другой стороны к шинельному листу присоединяют лист, имеющий овальное отверстие, через которое забрасывают топливо; отверстие это называется **шуровочным**, а самый лист **лобовым**. Таким образом мы получили из трех листов (шинельного, задней решетки и лобового) коробку, опрокинутую вверх дном. К открытой

стороне этой коробки прикрепляют балки, на которые укладываются чугунные бруски-колосники. На колосниках происходит сжигание топлива, а воздух, необходимый для этого, подводится через прозоры между колосниками, укладываемыми для этой цели не вплотную друг к другу, чему препятствует форма колосников, а с некоторыми промежутками. Чем больше площадь, занимаемая колосниками или, как говорят, **колосниковой решеткой**, тем больше можно на них сжечь топлива, а следовательно больше передать тепла воде котла или в конечном счете получить больше пару. На современных мощных паровозах площадь колосниковой решетки достигает 8 кв. метров. В Америке имеются паровозы с площадью колосниковой решетки, достигающей до 15 кв. метров.

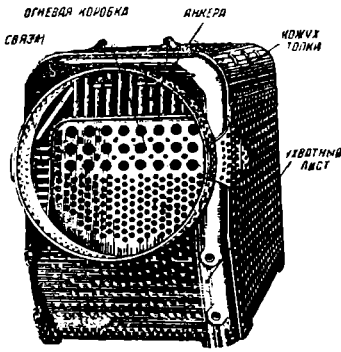


Рис. 4. Топка с кожухом.

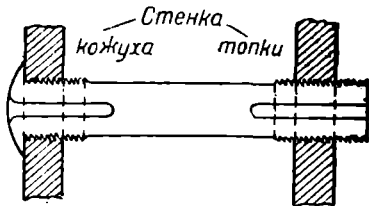


Рис. 5. Связь.

Коробка, составленная из указанных выше листов, называется **огневой коробкой**, так как в ней происходит сжигание топлива. При сжигании топлива стенки огневой коробки будут сильно нагреваться. Чтобы использовать это тепло, огневую коробку окружают точно такой же коробкой, но большего объема, называемой **кожухом топки**. Образовавшийся промежуток между кожухом топки и огневой коробкой заполняют водой. Внизу огневая коробка соединяется с кожухом помощью железного кольца квадратного сечения. Кольцо это, называемое **топочной рамой**, охватывает весь низ (снаружи) огневой коробки, и уже к нему приклепывается кожух. Кожух присоединяется к цилиндрической части, а так как последняя, как указывает само название, имеет цилиндрическую форму, а кожух, как мы уже говорили, имеет вид коробки, то для плотного соединения надо вставить между ними лист, который присоединяется одной стороной к кожуху, а другой — к цилиндрической части. Лист этот (рис. 4) называется **ухватным**.

Подобная конструкция топки (кожуха и огневой коробки), распространенная по всему миру, отличается одним весьма существенным недостатком. Дело в том, что пространство между огневой коробкой и кожухом составляет часть объема котла и следовательно давление в нем будет такое же, как и в цилиндрической части котла. С другой стороны внутри огневой коробки давление будет немного ниже атмосферного, таким образом стенку огневой коробки пар выдавит внутрь, а стенку кожуха наружу, т. е. котел может разорваться. Для устранения этого кожух связывают с огневой

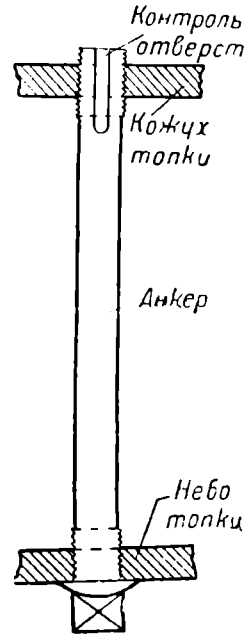


Рис. 6. Анкер.

коробкой болтами, которые, ввертываясь в кожух, проходят через него, пронизывают пространство между кожухом и огневой коробкой и закручиваются в последнюю. Болты эти, связывающие боковые стенки огневой коробки и кожуха, называются связями (рис. 5), а связывающие потолок огневой коробки или, как его называют, небо толчки с потолком кожуха — анкерами (рис. 6).

Анкеров и связей на паровозе бывает до 2.000 штук и более, так как ввиду большого давления в котле является необходимостью густо ставить эти болты, чтобы воспрепятствовать разрушению огневой коробки и кожуха. Само по себе уже наличие такого числа болтов причиняет известное беспокойство, но самое главное то, что эти болты могут оборваться,

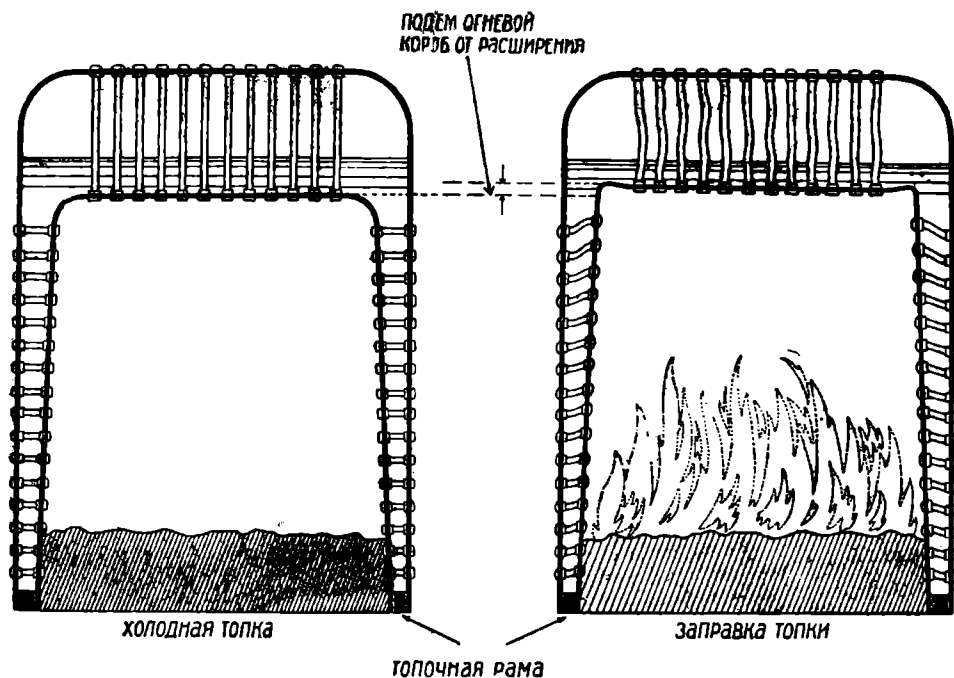


Рис. 7. Влияние заправки паровоза на топку.

и тогда стенки топки, ничем не поддерживаемые, выпучатся, отчего может произойти взрыв котла. Причина разрушения связей и анкеров весьма проста. Из рисунка 7 видим топку с кожухом (поперечный разрез) в двух положениях: налево — огонь на колосниках не разведен, температура воды в котле та же, что и окружающего воздуха, и связи занимают нормальное положение. Посмотрим теперь направо: при разведении огня огневая коробка, нагреваясь, стремится расширяться, но вниз ее не пускает топочная рама, естественно, что она поднимается вверх. Связи получают перекося, ибо стенки кожуха еще не нагрелись (их отделяет от огневой коробки слой воды) и он не расширился. Так как подобное явление в несколько уменьшенном виде происходит не только при заправке, а при каждом изменении температуры котла (забрасывание топлива, качание воды и т. д.), то естественно, что от таких частых изгибов связь может оборваться. Явление

это усиливается, если связь покрыта накипью, что бывает часто при небрежном отношении к котлу и на дорогах с плохой водой. Обрыв всегда происходит в месте заделки связи в стенку. Ввиду ответственной роли связи для выяснения, какая из них оборвалась, в связях с обоих концов просверливаются контрольные отверстия (рис. 5). При обрыве через отверстие пойдет пар с водой, либо наружу — в случае обрыва у кожуха, либо в топку — в случае обрыва у огневой коробки. Как в том, так и в другом случае это будет видно, и подобную связь в депо заменяют новой.

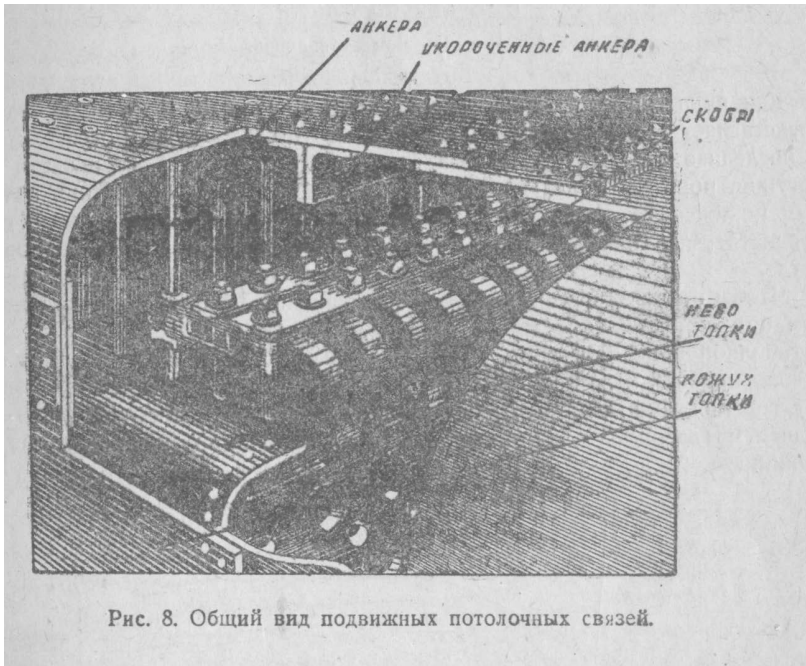


Рис. 8. Общий вид подвижных потолочных связей.

Анкера вообще расстраиваются реже связей, так как имеют большую длину и поэтому могут свободнее гнуться. При колебаниях температуры в небу топки происходят другие явления, которые также могут разрушить огневую коробку. Небу мешают подниматься анкера, а лобовой лист и задняя решетка расширяясь поднимаются кверху, отчего в месте их соединения с небом может появиться трещина. Для устранения этого последние ряды анкеров перед задней решеткой заменяют подвижными анкерами. Последние дают возможность небу несколько подниматься вместе с верхней частью задней решетки и тем самым предупреждать появление трещины в этом углу. Устройство таких подвижных анкеров показано на рис. 8. К скобам, опирающимся одним концом на верх задней решетки, а другим на неподвижный ряд анкеров, в середине прикреплены анкера небольшой длины, поддерживающие конец неба. При расширении задней решетки последние поднимают один конец скобы, а вместе с тем и малый анкер, плавно изгибая при этом небо и устраняя появление трещины в углу присоединения неба к задней решетке. Задняя решетка удерживается от выпучивания сверху вставленными в нее дымогарными трубами, а снизу связями, пропущенными через ухватный лист. В промежутке между дымогарными

трубами и связями задняя решетка удерживается лапчатыми связями (рис. 9), которые одним своим концом ввернуты в лапу, приклепанную к цилиндрической части.

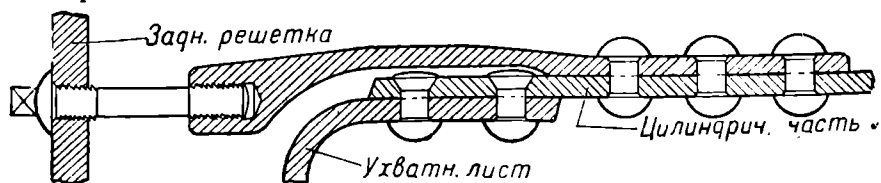


Рис. 9. Лапчатая связь.

Как видно из описанного и из рис. 10, топка с кожухом и креплениями представляет громоздкую конструкцию, к тому же легко расстраиваемую. В последнее время на паровозах ставят шарнирные анкеры и связи (Тэта) могущие поворачиваться во втулках, вставленных в кожух топки, и тем самым понижающие возможность обрывов. Однако, несмотря на это, следует признать связи и анкеры одним из слабых мест конструкции паровозного котла.

Чтобы закончить описание топки, остановимся еще на ящике, подвешенном под колосниками. Ящик этот, называемый зольником, прикреплен к топочной раме и служит для сбора золы и шлаков, попадающих в него с колосниковой решетки, и для регулировки притока воздуха, необходимого для горения. Для этой цели он снабжается в передней и задней частях клапанами (дверцами), которые можно открывать помощью привода из будки машиниста. Ящик с клапанами называется поддувалом.

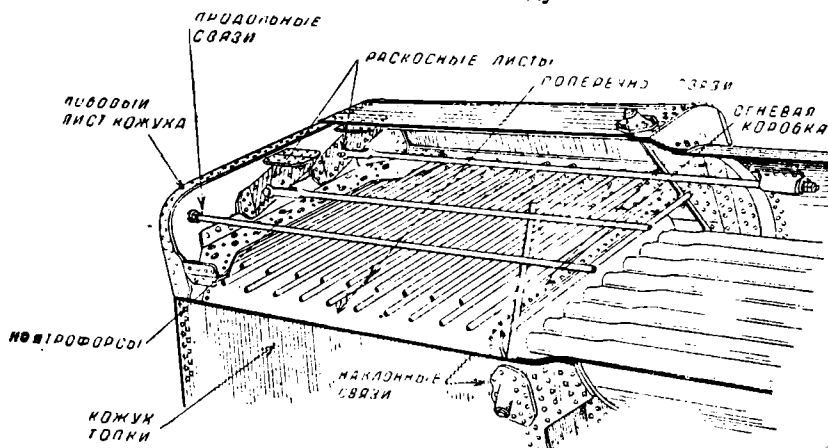


Рис. 10. Крепление кожуха топки паровоза серии С.

Шуровочное отверстие в лобовом листе закрывается топочной дверцей, либо откидной, либо раздвижной. Последняя предпочтительнее, так как при открывании дверца не занимает места в будке машиниста и открывание ее не так охлаждает топку. При раздвижных дверцах на современных мощных паровозах устраивается приспособление, помощью которого дверца открывается автоматически сжатым воздухом.

## Цилиндрическая часть

Цилиндрическая часть состоит из отдельных барабанов, склепанных или сваренных между собой. Швы барабанов называются продольными швами котла, а швы, соединяющие барабаны между собой,—поперечными швами. Цилиндрическая часть, как мы уже говорили, помощью ухватного листа соединяется с кожухом топки. С противоположной стороны в цилиндрическую часть вставляется днище, отделяющее ее от дымовой коробки. Так как цилиндрическая часть котла пронизана дымогарными трубами, соединяющими заднюю решетку с дымовой коробкой, то днище, отделяющее цилиндрическую часть от дымовой коробки, называется **передней решеткой**.

Дымогарные трубы вставляются через переднюю решетку, затем конец их, слегка обжатый, заправляется в заднюю решетку (рис. 11), где место соединения трубы с решеткой уплотняется вальцовкой, выступающий же конец дымо-

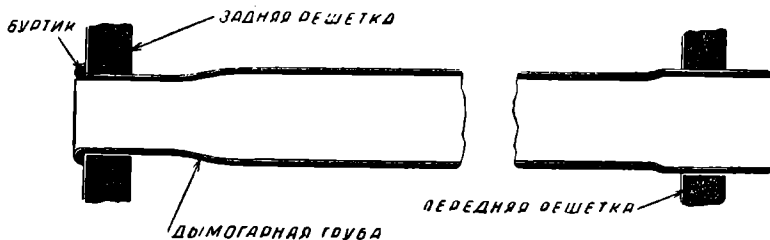


Рис. 11. Дымогарная труба.

гарной трубы в огневой коробке отгибается, образуя буртик. Таким образом получается относительно прочное соединение огневой коробки с дымогарными трубами.

Для того чтобы при ремонте покрытые накипью трубы можно было вытаскивать обратно через переднюю решетку, отверстие последней делается несколько большим, чем диаметр трубы, и в то время как в задней решетке труба обжимается, в передней она раздается, а у конца ее выступающий в дымовую коробку буртик не отгибается, ибо здесь нечего опасаться, что пламя обожжет концы. Подобная схема установки дымогарных труб, широко применяемая во всем мире, страдает одним весьма существенным недостатком, а именно: возможностью появления течи со стороны огня, в задней решетке, в месте развальцовки. Явление это весьма распространено и объясняется тем, что при охлаждении дымогарных труб (много сразу накачали холодной воды в котел или через прогоревшее на колосниках топливо проник холодный воздух из поддувала и т. д.) последние сжимаются и расстраивают соединение. Приходится заново их вальцовать, т. е. гасить паровоз, вызывая этим непроизводительные простои в ремонте. Повторная развальцовка нарушает правильную форму отверстий в задней решетке, а это в свою очередь ускоряет появление новой течи. Таким образом наиболее правильным устранением течи труб является их перестановка. Наряду с обилием связей и анкеров задняя решетка с вальцованными трубами представляет одно из самых слабых мест конструкции паровозного котла. В настоящее время выход из этого положения почти найден, путем приварки дымогарных труб к задней решетке.



На одном из барабанов цилиндрической части наверху ставится колпак увеличивающий с одной стороны объем пространства в котле, занимаемого паром, а с другой—служащий для размещения головки трубы, отводящей пар из котла в машину. Колпак этот называется **сухопарником**.

## **Дымовая коробка**

Дымовая коробка имеет форму барабана. Листы этого барабана берутся значительно тоньше, чем листы цилиндрической части или кожуха, так как давление дымовой коробки близко к атмосферному и изнутри ее ничто не распирает. Дымовая коробка присоединяется либо непосредственно к цилиндрической части, либо между ней и цилиндрической частью прокладывается кольцо, которое приклепано или приварено к цилиндрической части. К этому кольцу приклепывается или приваривается барабан дымовой коробки. В передней части барабан закрывается крышкой, удерживаемой барашками и кроме того притягиваемой для увеличения плотности маховичком

Сверху в дымовой коробке устраивается отверстие, служащее местом для присоединения дымовой трубы. Как мы уже знаем, на колосниковой решетке, имеющей весьма внушительные размеры, сжигается большое количество топлива, выделяющего еще большее количество газов, которые устремляются в дымогарные трубы, в последних отдают тепло котловой воде и выносятся в дымовую коробку, откуда через трубу вылетают наружу.

Выясним силу, которая сообщает ускорение газам и заставляет их быстро выходить в дымовую трубу. На заводских установках сильная тяга в топке достигается тем, что дымовую трубу делают высокой и за счет разности весов нагретого (в трубе) и холодного (атмосферного) воздуха получают силу, сообщающую ускорение топочным газам. Ясно, что на паровозе поставить такую трубу нельзя, поэтому сильная тяга здесь достигается тем, что отработанный в машине пар выпускается трубой, снабженной конической насадкой, в дымовую коробку. Насадка расположена как раз по оси дымовой трубы; пар, выходящий с большой скоростью из насадки, устремляется в дымовую трубу, высасывая при этом воздух, заключающийся в дымовой коробке; таким образом давление в ней становится ниже, чем давление окружающего наружного воздуха. Но дымовая коробка соединена дымогарными трубами с огневой коробкой, следовательно давление в ней тоже понижается. Тогда, чтобы восстановить равновесие, наружный воздух, как имеющий в этот момент большее давление, чем давление в огневой и дымовой коробках, устремляется под колосники, раздувая этим огонь. Таким образом при каждом выпуске отработанного пара через коническую насадку будет происходить присасывание воздуха под колосники и вытягивание горячих газов из огневой коробки через дымогарные трубы в дымовую коробку, а оттуда в атмосферу. Подобных же выпусков пара будет за один оборот колес 4, а так как колеса делают от 200 до 300 оборотов в минуту, то практически можно считать, что тяга происходит непрерывно

Коническая насадка называется **конусом** и является одной из отличительных особенностей паровозного котла. Устройство этого важного прибора мы рассмотрим несколько ниже.

Для устранения потери тепла, кожух топки, цилиндрическая часть с сухопарником покрываются плохо проводящей тепло обмазкой, поверх обмазка обшивается тонкими железными листами, которые называются **обшивкой**.

Против контрольных дыр связей в обшивке оставляются отверстия. Сама обшивка либо покрывается краской, либо воронится. Последнее предпочтительнее, так как дает возможность легче содержать снаружи котел в чистоте. Для обеспечения безопасного и непрерывного действия котла последний снабжается рядом приборов, составляющих арматуру котла. К рассмотрению их и перейдем.

## Инжектор

Современные мощные паровозы расходуют в час около 8—10 тонн воды, очевидно для поддержания постоянного уровня в котле такое же количество надо подать туда из тендера. На паровозах для питания котла водой пользуются приборами называемыми инжекторами. Действие этого прибора заключается в следующем: в цилиндрическую трубку (рис. 12)

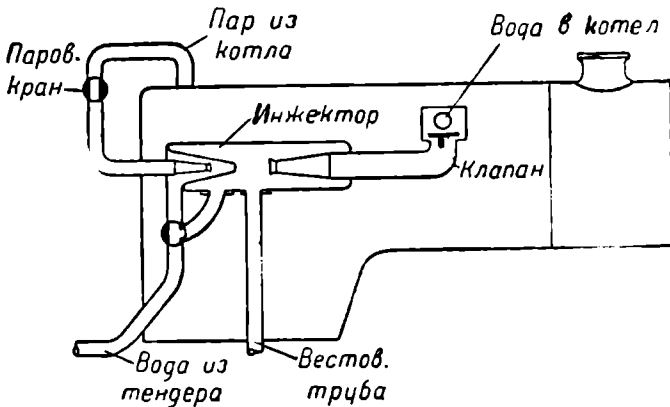
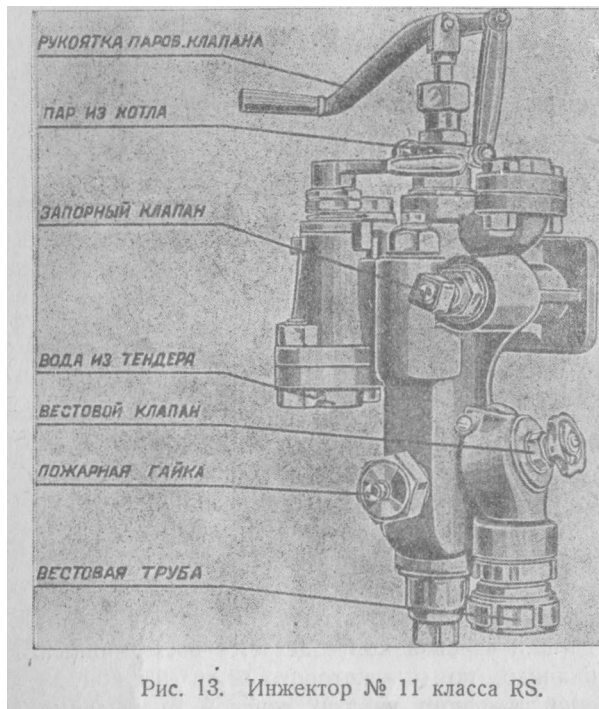


Рис. 12. Схема всасывающего инжектора.

вставлены три конуса: два из них направлены в одну сторону, а третий в противоположную, причем первый паровой конус делается расходящимся в сторону инжектора. Самый цилиндр, по оси которого вставлены конуса, трубкой сообщается с атмосферой. К одному из двух конусов, обращенных в одну сторону, подводится пар из котла, причем приток его регулируется вентилем, другой конус, направленный в противоположную сторону, соединяется с водяным тендерным баком. Третий конус, направленный в ту же сторону, как и первый, соединен с котлом. Для того, чтобы вода из котла не могла вытечь на трубе, соединяющей котел с третьим конусом инжектора, ставится клапан, открывающийся в сторону котла, так что по этой трубе вода может двигаться только в одну сторону, а именно: от инжектора в котел, в обратном направлении ее не пустит клапан. Открыв паровой вентиль, мы пускаем пар через конус в инжектор, пар заполняет корпус инжектора и через трубу, сообщающую его с атмосферой (труба эта называется вестовой), выходит наружу. Так как пар, имеющий высокое (котловое) давление, двигается с большой скоростью, то он увлекает воздух из корпуса инжектора и из конуса, соединенного трубой с тендерным баком. Под влиянием создавшегося разрежения тендерная вода атмосферным давлением гонится в инжектор. Инжектор засосал воду из тендера, в этом нас убедит то обстоятельство, что через вестовую трубу вместо выходившего до сего

НБ  
10135

времени пара полетит вода. Когда произойдет присасывание, то увеличат количество впускаемого пара в инжектор, открывая больше паровой вентиль. Пар, придя в соприкосновение с водой, охлаждается и превращается в воду, при этом из него выделяется скрытая теплота парообразования (540 калорий на килограмм). Так как пар движется с очень большой скоростью, то лишь незначительное количество выделившейся теплоты идет на нагревание воды (приблизительно до температуры 60°), и она не успевает прогреться. Остальная же выделившаяся из охлажденного пара энергия действует на воду, как поршень. Вода получает настолько сильный толчок, что преодо-



левает котловое давление и, поднимая клапан (упомянутый выше), поступает в котел. Так как действие инжектора зависит от количества выделившейся теплоты из пара, ибо количество механической энергии, сообщаемой толчком воде, пропорционально количеству выделившейся из пара тепловой энергии, а последнее количество пропорционально разности температур между паром и водой, то ясно, что, чем выше температура воды (при той же температуре пара), тем меньше эта разность и тем меньше выделяется при охлаждении пара энергии и следовательно при некоторой высокой температуре воды энергии будет выделяться так мало, что она будет не в состоянии пре-

одолеть котловое давление и поднять клапан, для того, чтобы подать воду в котел. Поэтому инжектор горячей воды качать не может и если температура тендерной воды выше 40°, то инжектор срывает и сколько бы мы ни пускали пара в него, он будет гнать воду через вестовую трубу наружу. Рассмотрим схему действия инжектора, разберем устройство его в натуре (рис. 13, разрез рис. 14 и рис. 14-а). Клапан, регулирующий подачу пара, помещается наверху прибора. Шпindel его закрывает паровые конуса. Конуса эти вставлены один в другой, причем из одного пар выходит кольцевой струей, а из другого сплошной. Поднимая ручку парового клапана, мы откроем сначала кольцевое сопло. Пар выходя заполняет корпус инжектора и, подняв вестовой клапан, уходит наружу, — при этом произойдет присасывание. Как только инжектор присосет воду, то рукоятку поднимают дальше, открывая этим центральное сопло, пар из него устремляется в заборную воронку (рис. 14) и, соединяясь в ней с водой, поступающей через щели, охлаждается, превращаясь в воду. Эта смесь с большой скоростью устремляется под питательный клапан, поднимает его и поступает в котел.

НБ (Д)

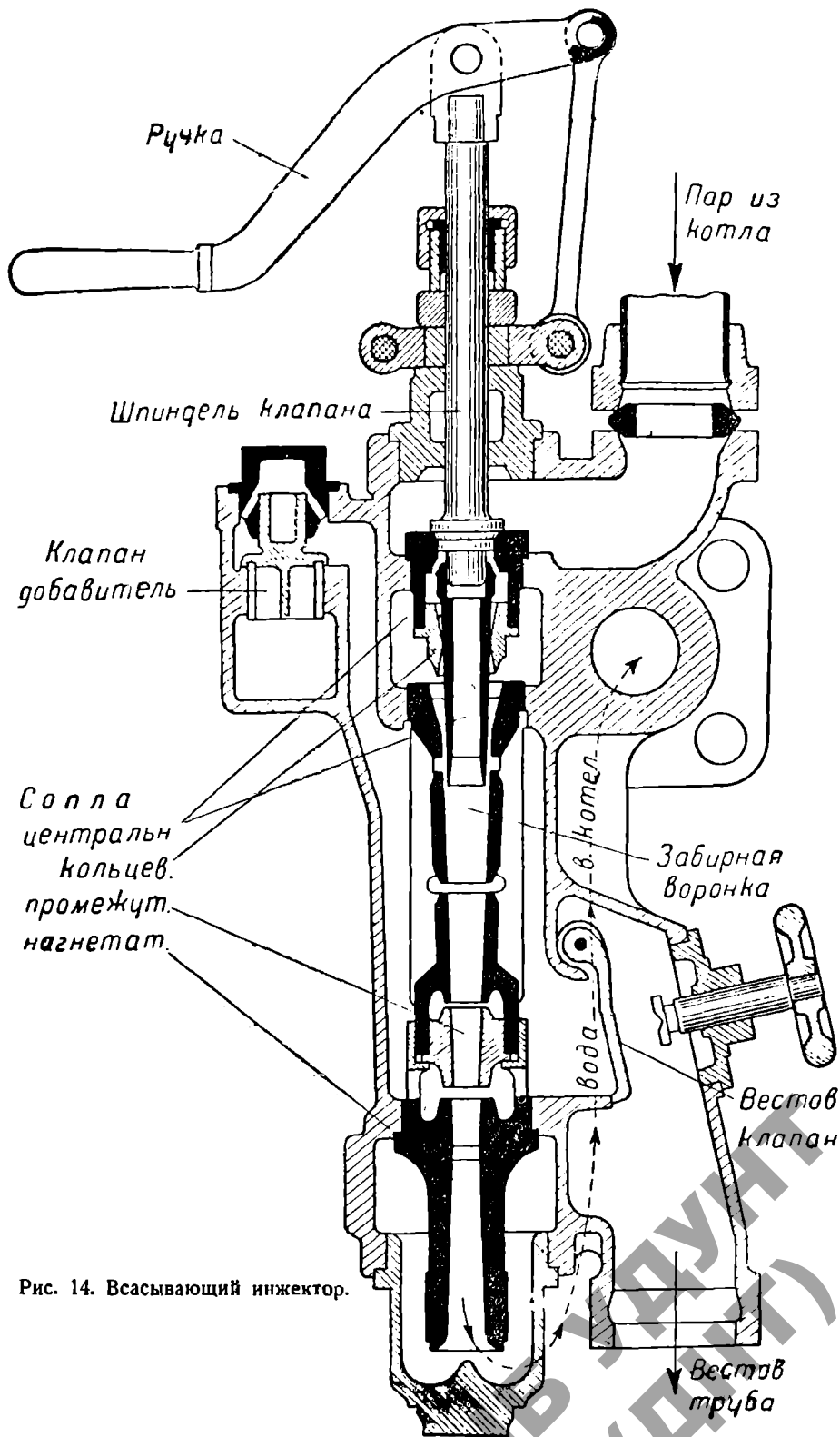


Рис. 14. Всасывающий инжектор.

Каждый инжектор снабжается пожарным отростком, к которому может быть привинчен рукав с брандспойтом. Кроме того инжектором пользуются для поливки угля на тендере, для заливки горячего мусора в дымовой коробке и для тушения шлаков в зольнике. Расположение этих трубок показано на рис. 15. Размер и производительность инжектора определяются диаметром узкого места нагнетательного конуса. Диаметр этот, выраженный в миллиметрах, называется номером инжектора. На рис. 14 представлен инжектор № 11. Инжекторов на паровозе ставят два, дабы в случае порчи одного из них не сорвать питание котла водой.

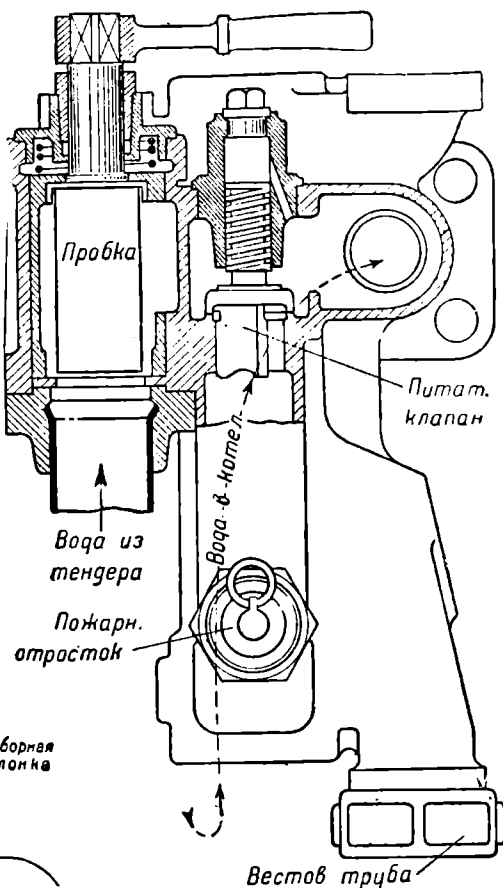


Рис. 14-а. Всасывающий инжектор.

### Наблюдение за уровнем воды в котле

Для того, чтобы котел находился в благоприятных условиях для работы, вода должна покрывать все его части, соприкасающиеся с огнем и горячими газами, и кроме того образовывать над ними некоторый слой. Обычно самой высокой точкой в котле, на которую действуют горячие газы является небо топки, поэтому отсюда и отмеряют уровень воды в котле. Этот наинизший уровень должен отстоять на 100 мм от неба топки и вода

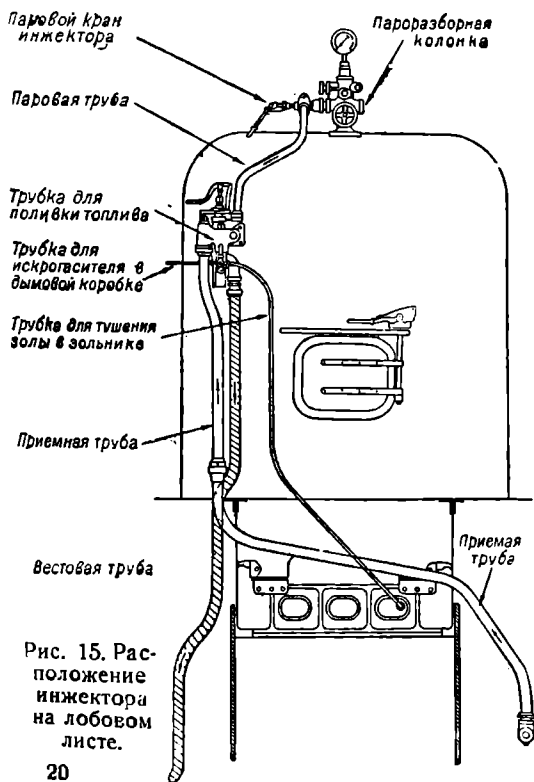


Рис. 15. Расположение инжектора на лобовом листе.

в действующем котле никогда не должна спускаться ниже, так как при этом нёбо, не охлаждаемое водой, покоробится, анкера потекут, и паровоз потребует капитального ремонта.

Кроме того в тяжелых случаях может произойти излом нёба и взрыв паровозного котла. Низший уровень воды и нёба топки обозначаются дощечками на лобовом листе (рис. 16).

Для постоянного наблюдения устанавливается водомерное стекло, представляющее стеклянную трубку, вставленную в штуцера, расположенные на лобовом листе. Нижний штуцер ставится на уровень неба топки, а верхний соединен с паровым пространством котла (рис. 17), таким образом паровозная бригада видит по стеклу уровень воды в котле. Для предохранения лиц, находящихся в будке от ошпаривания и ранений в случае

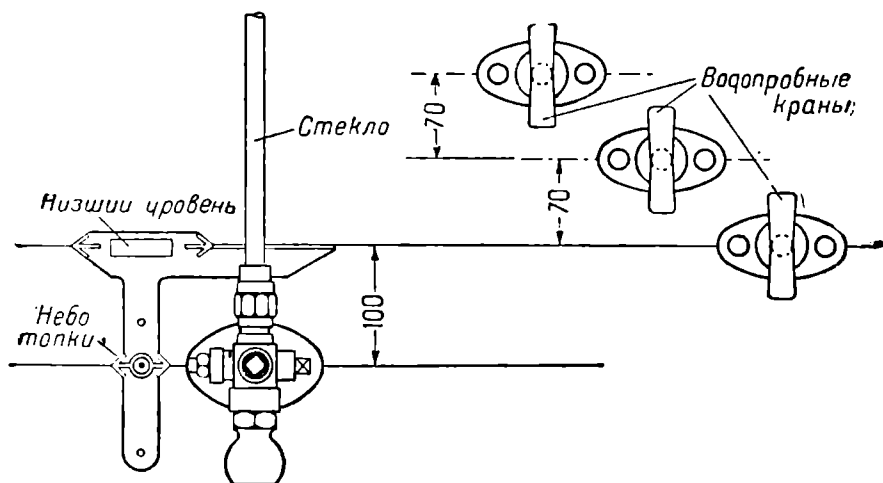


Рис. 16. Расположение водоуказателей приборов на лобовом листе.

поломки стекла, последнее окружается предохранительным стеклом или сеткой. Когда стекло лопнет, то следует перекрыть краны, имеющиеся на штуцерах, дабы устранить попадание горячей воды и пара в будку машиниста.

Для прочистки стекла в нижнем штуцере имеется кран, открывая который, мы сообщаем стекло с атмосферой, и пар котлового давления, проходя по стеклу и выходя через указанную трубку наружу, продувает стекло. Для контроля показаний стекла на лобовом листе устанавливаются водопробные краны. Обычно их три штуки (рис. 16): нижний из них ставится на наинизшем уровне воды, и при открывании его должна всегда идти вода, остальные два ставятся через 100—70 мм, причем из верхнего обычно должен идти пар. Устройство кранов показано на рис. 18. В случае, если уровень воды опустится ниже, чем 100 мм над нёбом топки, то придут в действие так называемые легкоплавкие пробки. Эти пробки устанавливаются в нёбе топки (рис. 19) и представляют полую пробку, середина которой заливается легкоплавким металлом. Как только уровень воды понизится, легкоплавкий металл, до сего времени охлаждаемый водой, перестает охлаждаться и выплавится. Вода из котла через образовавшееся отверстие в пробке начинает бить в огневую коробку и шумом обращает

внимание бригады на расплавление. Так как выплавка пробок с одной стороны ведет к необходимости немедленного охлаждения паровоза, а с другой к ремонту покоробившегося в большинстве случаев при этом неба топки, то за выправку пробок бригады несут серьезную ответственность.

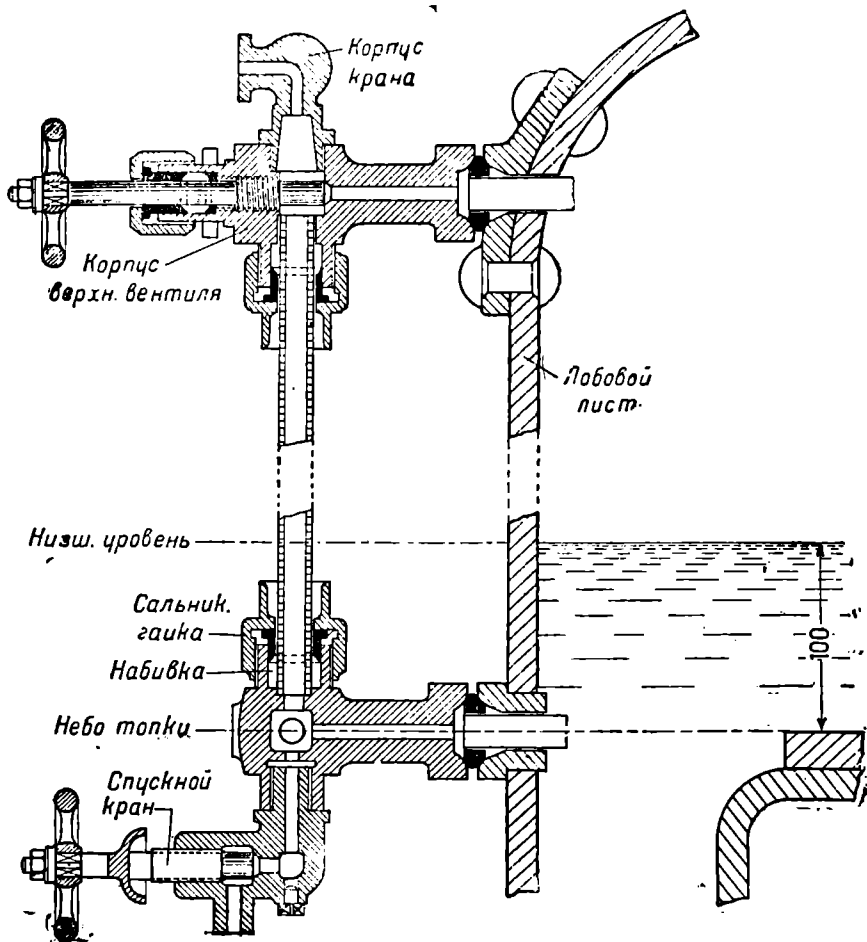


Рис. 17. Водомерное стекло.  
(размер 100 мм берется от наивысшей точки неба топки, при наклонном небе по переднему краю).

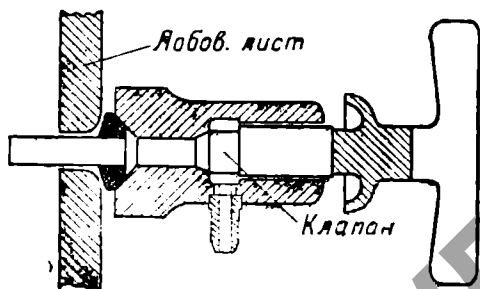


Рис. 18. Водопробный кран.

НБ УЧУНТ  
(ДИТ)

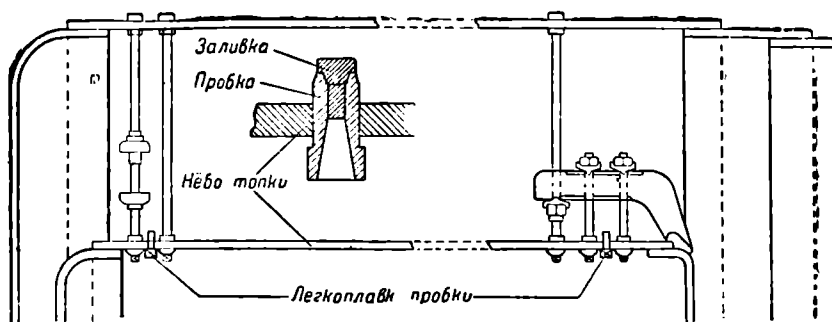


Рис. 19. Легкоплавкие пробки.

## Наблюдение за давлением пара

Современные паровозы имеют котлы, приготовляющие пар давлением в 12 и выше атмосфер. Прочность котла при его изготовлении на заводе определяется этим рабочим давлением пара. Если это давление превысить, то котел, как рассчитанный на восприятие значительной дополнительной нагрузки, от случайного повышения давления может разрушиться (взорваться). С другой стороны если давление в котле будет меньше рабочего, то машина получит пар меньшего давления, чем это было установлено при ее расчете, и она не даст полной работы. Для постоянного наблюдения за давлением пара устанавливается прибор манометр. Устройство его видно на рис. 20. Трубка, имеющая поперечное сечение в виде

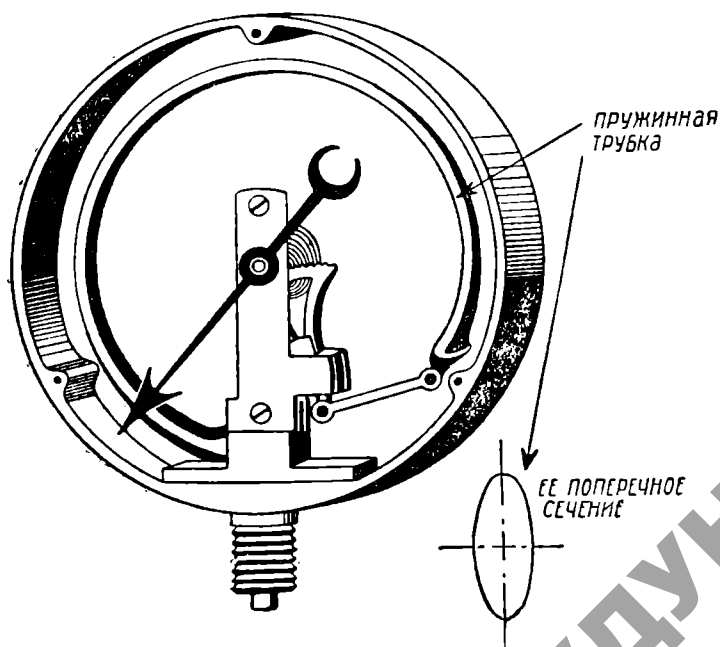


Рис. 20. Манометр Бурдона.



чечевицы, согнута в дугу и с одного конца запаяна, другой конец присоединен к трубке, сообщающей манометр с котлом. Пар, входя в трубку, стремится ее выпрямить, и, чем больше давление, тем сильнее будет отходить запаянный конец трубки. Если помощью рычажков его соединить со стрелкой, то отклонения последней будут показывать колебания давления в котле. Стрелка ходит по циферблату, на котором нанесены деления, указывающие давление в атмосферах. Предельное (рабочее) давление на циферблате отмечается красной чертой. Для того чтобы контролировать бригаду, не допустила ли она перегрузки котла, против красной черты ставится контрольная стрелка. Если стрелка манометра поравняется с контрольной и будет двигаться дальше, то она потянет за собой контрольную, когда же после этого стрелка начнет уходить, то контрольная останется на том

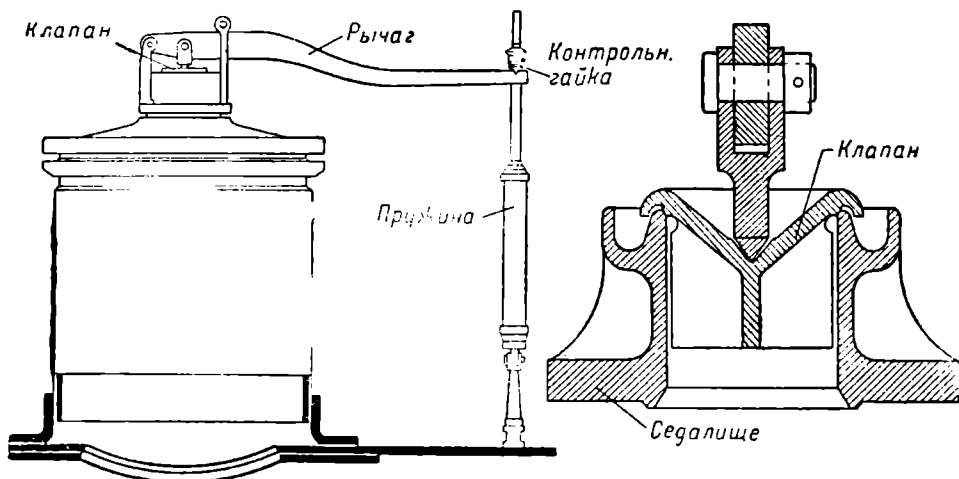


Рис. 21. Предохранительный клапан.

месте, куда ее загнали, обратно поставить ее можно только от руки. Для этого нужно открыть футляр манометра, который запломбирован. Таким образом машинист, загнавший стрелку, не может сам ее поставить на место. Манометр присоединяется к котлу помощью трубки, согнутой в кольцо, для того, чтобы пар не нагревал пружину манометра, так как последняя от этого сильно портится. Показания манометра проверяются периодически контрольным манометром, присоединяемым к верхнему штуцеру водомерного стекла (рис. 17). Когда машинист превысит рабочее давление, то придут в действие предохранительные клапаны. Простейший из них, называемый весовым (рис. 21), устанавливается обычно на крышке сухопарника и удерживается на своем месте одноплечим рычагом. Конец рычага пружиной (помещенной в трубку) притянут к котлу. Пружина гайками натянута настолько, что если давление на клапан станет выше рабочего, то она слезет и клапан, отжав рычаг, поднимется, выпуская излишек пара из котла в атмосферу. Когда давление в котле, понижающееся при этом, станет опять равным рабочему, то пружина, справясь с ним, рычагом прижмет клапан к седлу и прекратит выход пара. Для того чтобы машинист не мог произвольно натягивать пружину, между чехлом пружины и рычагом ставят контрольную втулку, а самую гайку запломбировывают. Такие

клапаны несмотря на их простоту, имеют весьма важные недостатки: они допускают значительное превышение давления, так как более сильный вы-  
 пуск пара из котла возможен только при большом подъеме клапана (клапан открывает большее отверстие), создающим сильное растяжение пружины, а растяжение пружины требует дополнительного усилия, которое в данном случае может дать только клапан. Но площадь клапана не меняется, значит для увеличения силы надо повысить на него давление, т. е. давление в котле. Кроме того пар, выходя с большой скоростью в атмосферу, уносит с собой частицы воды. Таким образом потеря воды из котла может достигать значительной величины. Теперь подобные клапаны вытесняются более совершенными. К рассмотрению их мы и перейдем.

Наиболее распространенным является клапан „Альфа“ (рис. 22). Здесь устраивают дополнительную нагрузку паром при открытом клапане, чем устраняют воздействие сжатой пружины при поднятом клапане. Пар при самом малом открытии клапана попадает в кольцевое пространство, производит давление на значительно большую площадь и почти моментально поднимает клапан. Из кольцевого пространства пар попадает под шайбы, снабженные дырочками; проходя через них он теряет скорость и следовательно не увлекает воды. Для регулирования скорости оседания клапана служит зубчатое кольцо, удерживаемое винтом. Поворачивая кольцо, можно

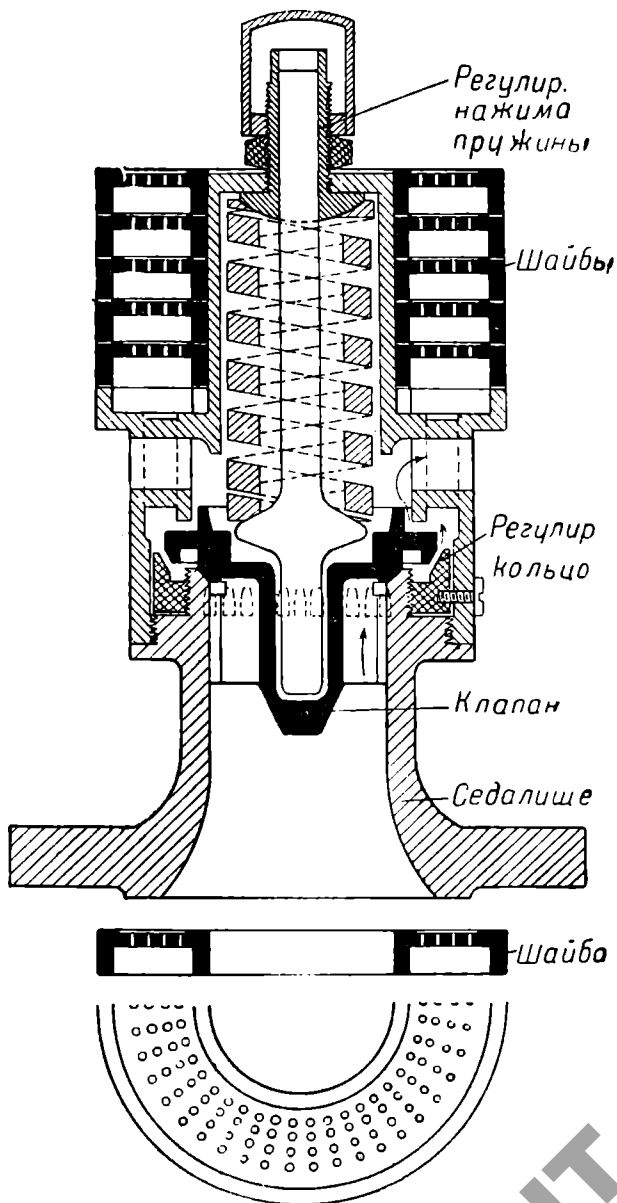
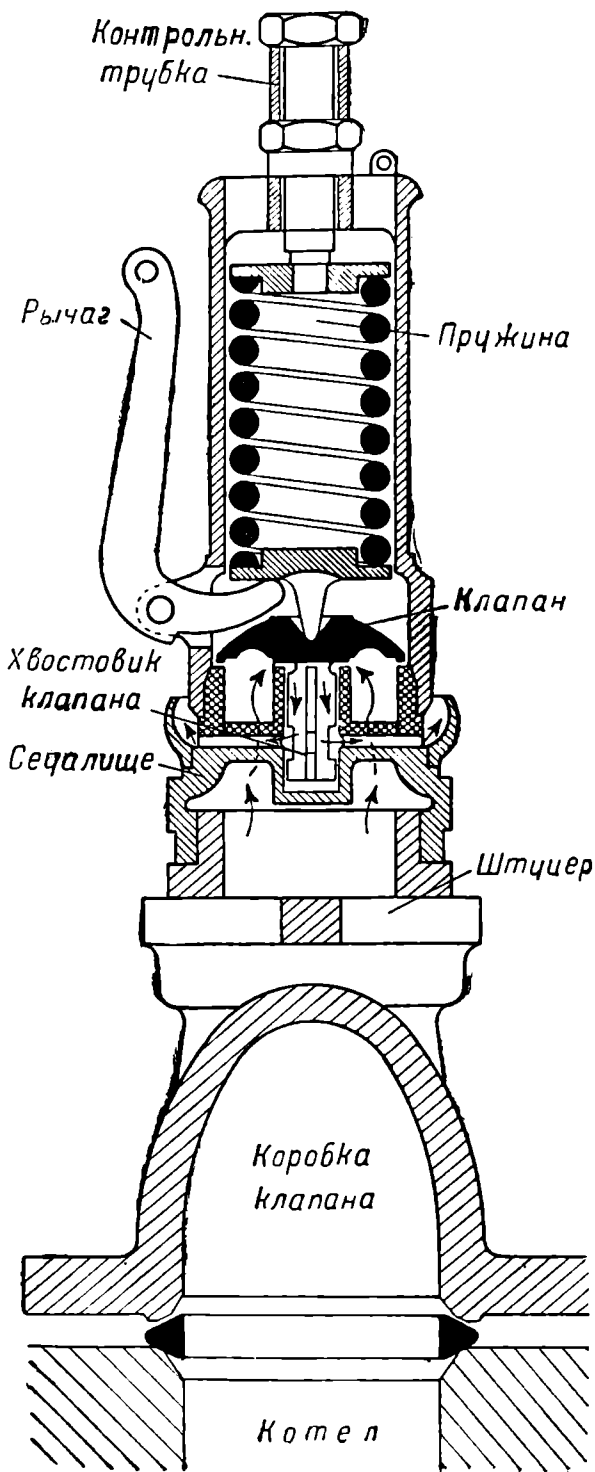


Рис. 22. Предохранительный клапан „Альфа“.



установить между ним и клапаном расстояние, соответствующее наименьшему (при опускании клапана) падению рабочего давления. При регулировании повышают давление пара, клапан приходит в действие, при этом по манометру следят за падением давления, — чем меньше разница между давлением пара при закрытом клапане и рабочим давлением, тем точнее установлено зубчатое кольцо и значит тем точнее отрегулирован клапан. Для регулировки нажатия пружины служит гайка, закрываемая чехлом, который пломбируется. По этому же принципу устроены клапаны „Альфа“ без шайб (рис. 23). Здесь пар поднимает клапан, выходит через боковые отверстия, а также прямо поднимается по стакану, окружающему пружину клапана. Эти клапаны быстро выпускают пар, не дают повышаться давлению в котле (как весовые), но плохо садятся на место (так как пар действует на добавочную поверхность), чем вызывают излишний расход пара ввиду позднего закрытия клапанов. Воды эти клапаны также почти не увлекают. В силу этого конструкция „Альфа“ и ее разновидности получили весьма широкое распространение.

Рис. 23. Предохранительный клапан „Альфа“ без шайб.

## Приборы, регулирующие горение в топке

Ранее (в описании дымовой коробки) мы ознакомились с работой конуса, рассмотрим теперь его устройство. Трубы, отводящие отработанный пар из цилиндров машины, на дне дымовой коробки присоединяются к чугунной отливке, называемой корпусом конуса (рис. 24). Корпус закрывается насадкой, через которую с большой скоростью выходит отработанный пар, создающий тягу. Кроме этого внутрь корпуса конуса вставлена подвижная часть, называемая грушей. Эту грушу можно опускать

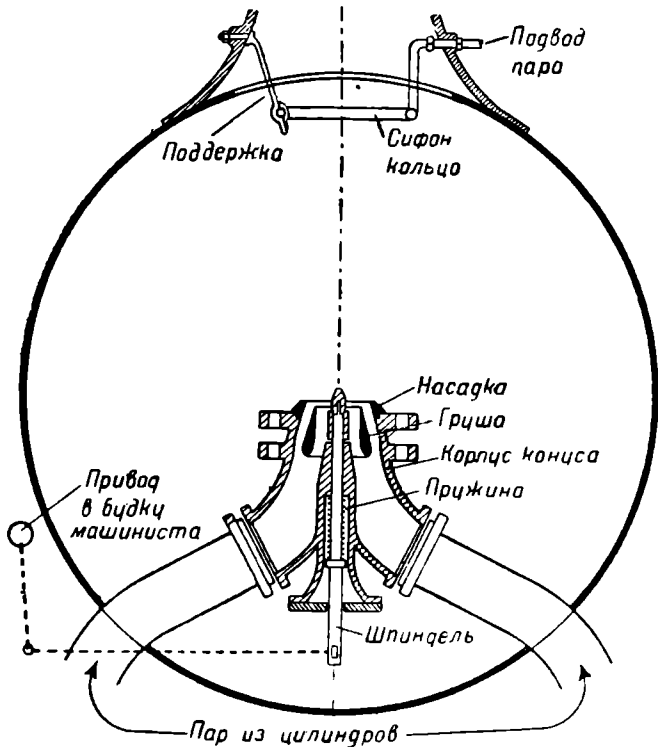


Рис. 24. Конус и сифон.

или поднимать из будки машиниста помощью привода. Если в конусе мы поднимем грушу, то она будет входить в насадку и там стеснять выход пара, если же будем опускать, как бы убирать ее из насадки, то пар может выходить через большое отверстие, т. е. груша служит для регулировки выходного отверстия конуса. Подобное устройство называется конусом с переменным сечением, оно дает возможность машинисту регулировать скорость выходящего из конуса пара и тем самым усиливать или ослаблять выталкивание газов из дымовой коробки, т. е. в конечном счете раздувать огонь в топке. При подъеме груши отверстие конуса сужается, а так как количество выходящего пара в минуту остается то же самое, то, чтобы он успел пройти через отверстие меньшего сечения, ему нужно двигаться с большей скоростью. В настоящее время, в целях улучше-

ния работы конуса — усиления тяги, последние снабжены насадкой, имеющей звездчатое или крестообразное сечение

Над конусом ставится конусная труба, называемая петикотом; назначение ее — не давать разбрасываться по дымовой коробке струе пара, выходящей из конуса. Конус с петикотом в работе (на ходу) представлен на рис. 25. На стоянках, когда конус не работает, для высасывания воздуха

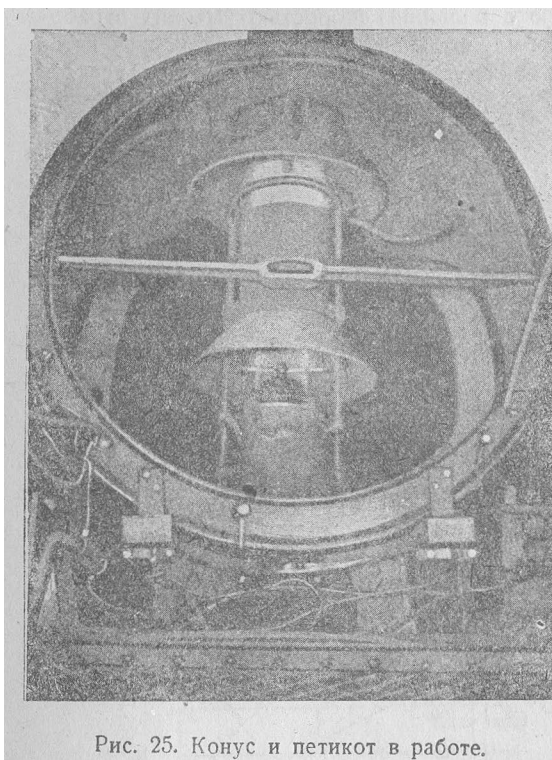


Рис. 25. Конус и петикот в работе.

из дымовой коробки и тем самым для раздувания огня в топке пользуются прибором сифоном. Последний представляет трубку, свернутую в кольцо и вставленную горизонтально внизу дымовой трубы (рис. 24). Трубка соединяется с паровым пространством котла. В верхней части кольца имеются отверстия. Если мы пустим в сифон пар из котла, то он будет выходить через отверстия, т. е. проделывать то же, что и пар, выходящий из конуса, а именно высасывать воздух из дымовой коробки, а это, как мы уже знаем, вызывает приток воздуха в топку и раздувание там огня. Сифоном пользуются почти исключительно на стоянках и действие его не такое сильное, как конуса, ибо количество пара, пропускаемое через сифон, значительно меньше, чем через конус, отсюда и высасывание из дымовой коробки воздуха менее сильно, чем при конусе.

Так как на ходу конус все время работает независимо от нашего желания, то есть еще другой способ регулировать приток воздуха к топливу в топке, а именно клапанами поддувала (см. выше) и толщиной слоя топлива.

## Паропровод

Труба, отводящая пар из котла в машину, как мы уже говорили, начинается в сухопарнике. Здесь начало ее — головка — закрывается заслонкой или клапаном, открываемым из будки машиниста. Этот затвор называется регулятором. Устроен он следующим образом (рис. 26): в заделанном отверстии трубы сделаны два выреза, на них положена планка с двумя узкими и с одним широким прорезом, а на эту планку наложена другая, имеющая такие же прорезы, как и первая, но снабженная еще заплечиками, которыми она может передвигать первую планку по заделанному отверстию трубы. Планка эта уже, чем первая. Планку же с заплечиками можно передвигать вниз или вверх приводом из будки машиниста. Вся эта система подвижных планок или, как их называют, золотников прижата пружиной

к головке регуляторной трубы. Когда регулятор закрыт, то золотники занимают положение, указанное на рис. 26 (крайний левый). Желая пустить пар в машину, машинист приводом из будки тянет узкую (первую) планку,

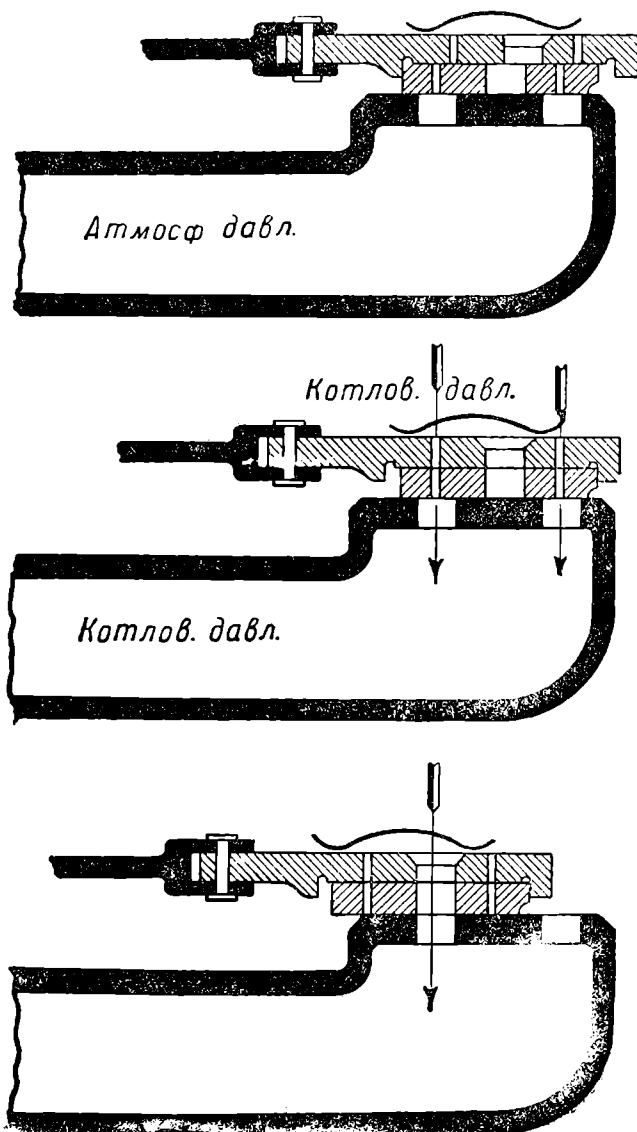


Рис. 26. Плоский регулятор.

(называемую **малым золотником**) книзу. Когда узкие отверстия малого клапана совпадут с узкими отверстиями во второй планке (широкой называемой **большим золотником**), то пар из котла попадает в регуляторную трубу. Таким образом давление на большой клапан с обеих сторон (как со стороны котла, так и со стороны трубы) сравняется, и, двигая малый клапан ниже, мы без труда переместим его заплечиками большой юпан

и поставим последний в такое положение (рис. 26, крайний правый), при котором все три большие отверстия (в малом клапане, большим и в головке регуляторной трубы) совпадут, и пар пойдет в машину. На первый взгляд неясно значение малого клапана, однако если мы вспомним, что давление в котле около 16 килограмм на квадратный сантиметр (16 атм.), а в регуляторной трубе, когда она закрыта, оно равно атмосферному, то ясно, что давлением пара

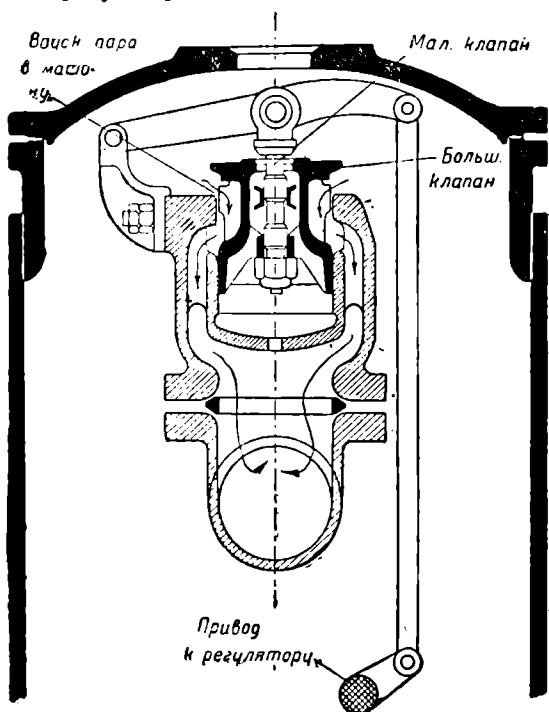


Рис. 27. Клапанный аппарат „Цара“. Клапан открыт.

клапан настолько сильно прижат к регуляторной трубе, что машинист не в состоянии его сдвинуть с места, тем более для того, чтобы не стеснять проход пара в машину, отверстие, а следовательно и заслонки должны быть большой площади. Вот для разгрузки от этого давления большого клапана и делается второй узкий (малый), площадь которого относительно невелика, а следовательно и сила прижимания его паром может быть преодолена машинистом. Когда, передвигая малый клапан, мы поставим его в положение, указанное на средней фигуре (рис. 26), то он сообщит регуляторную трубу с котлом, давление на большой клапан сравняется, и последний, не прижимаемый паром, может быть легко перемещаем машинистом. Такая

конструкция регулятора называется **плоской**. Недостатки ее—пропуск пара по ползушкам (золотникам), быстрый их износ и необходимость смазки всей конструкции — заставили отходить от ее применения и она в настоящее время вытесняется клапанными регуляторами. Одну из этих систем, широко применяющуюся у нас, а именно систему „Цара“, мы и рассмотрим.

Здесь золотники устроены в виде круглых, односедельных клапанов (рис. 27). Для этой цели регуляторная головка делается в виде цилиндра, заодно с которым отлит другой цилиндр, входящий в первый. В дне этого (внутреннего) цилиндра имеется отверстие. Большой клапан, вставленный во внутренний цилиндр, может по нему перемещаться вверх и вниз, этот клапан закрывает отверстие регуляторной головки. Малый клапан представляет стержень, проходящий в тело большого и закрывающий отверстие в большом клапане. Стержень этот можно передвигать (поднимать или опускать) приводом из будки машиниста. Подняв малый клапан, мы дадим возможность пару пройти внутрь большого клапана и заполнить цилиндр, в котором ходит большой клапан. Таким образом давление на большой клапан как со стороны котла (сверху), так и со стороны

паропроводной трубы (снизу) сравнивается и большой клапан может быть легко поднят со своего места и тем самым отверстие регуляторной трубы будет открыто на всю площадь. Подъем большого клапана производится путем дальнейшего поднимания малого, хвостовик которого для этой цели снабжен гайкой, упирающейся в приливы в теле большого клапана. Пар, пущенный малым клапаном в цилиндр, вмещающий в себе большой клапан, через дыру в дне этого цилиндра уходит в трубопровод. Преимущества подобного клапанного регулятора, а именно: легкое и плавное открытие, удобный ремонт в случае износа и отсутствие в необходимости смазки, обеспечили ему широкое распространение. Пар из регулятора поступает в регуляторную трубу, которая проходит через переднюю решетку и выходит в дымовую коробку, где разделяется на паропроводные трубы, идущие в машину.

### Прочая гарнитура котла

Свисток служит для подачи сигналов. Устанавливается он обычно в наиболее высоком месте котла, где пар суше, чтобы предохранить свисток от попадания капель воды (последние засоряют свисток и делают звук его глухим и плохо слышным). Самый свисток состоит из корпуса, в который вставлен клапан, открывающий доступ пара в свисток. Верхнее отверстие корпуса прикрывается бронзовым диском, имеющим меньший диаметр, чем отверстие корпуса. Пар, устремляясь в эту щель, выходит наружу и ударяется в торец латунной трубки, подвешенной над этим отверстием. Трубка от удара пара дрожит и усиливает звук от выходящего

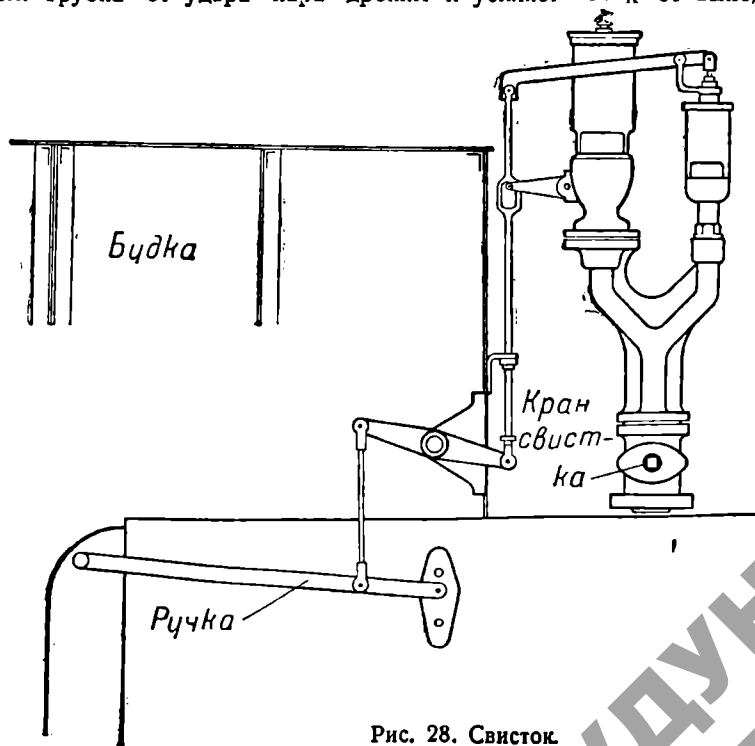


Рис. 28. Свисток



пара. На современных паровозах ставят обычно два свистка — один большой для сигналов в пути, другой меньший — для сигналов на станциях (рис. 28) Приводятся они одной рукояткой из будки машиниста: легкое нажатие на последнюю заставляет звучать малый свисток, а сильное — большой и малый вместе. В случае порчи свистка последний может быть выключен краном, расположенным у низа колонки свистка.

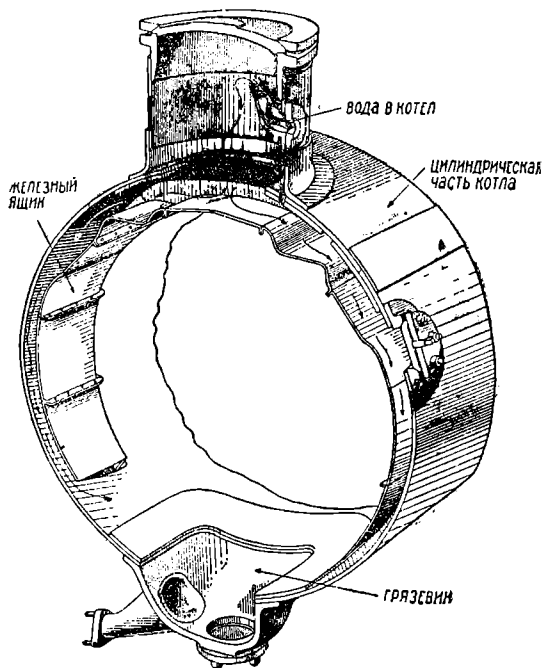


Рис. 29. Накипеуловитель (водоочиститель).

кущую в тяжелых случаях к взрыву котла. Борьба с образованием накипи ведется либо путем впуска в котел различных химических веществ, которые превращают накипь из твердой в рыхлую, легко удаляемую, либо путем постановки внутри котла приборов, собирающих накипь в одном месте, откуда она может быть легко удалена. К первому способу относится питание котла водой с примесью раствора коллоидального графита, ко второму — устройство накипеуловителя.

Рассмотрим конструкцию этого прибора. Вода из инжектора поступает в железный ящик, помещенный внутри цилиндрической части котла и охватывающий дымогарные трубы (рис. 29). Ящик представляет род карманов, из которых вода может пройти в котел только через узкие щели в ящике. Так как площадь трубы, подводящей воду от инжектора, сравнительно небольшая, то вода, выходя из нее в большой ящик, теряет свою скорость, и примеси, заключенные в воде, остаются на стенках ящика. Затем, проходя через узкие щели ящика в котел, вода при вступлении в последний опять теряет скорость и происходит новое осаждение примесей; на этот раз примеси осаждаются в грязевик, приделанный снизу цилиндрической части накипеуловителя. Таким образом главное количество заключенной в воде накипи осаждается во-первых в накипеуловителе, а во-вторых в грязевике под накипеуловителем, т. е. накипь сосредоточена в одном

## Приборы для очистки котла от накипи

Вода, подаваемая в котел, содержит твердые частицы, которые при выпаривании воды в котле осаждаются на стенках дымогарных труб и огневой коробки, образуя корку (накипь). Так как накипь дурно проводит тепло, то при загрязненном накипью котле приходится расходовать больше топлива для получения пара (надо прогреть слой накипи). Кроме того накипь, покрывая стенки огневой коробки, не дает возможности последним охлаждаться водой; они сильно перегреваются, материал делается хрупким и может дать трещи у, вле-

месте котла, откуда удалить ее удобнее, чем чистить все стенки котла и дымогарных труб. Все эти способы уменьшают образование накипи, но не

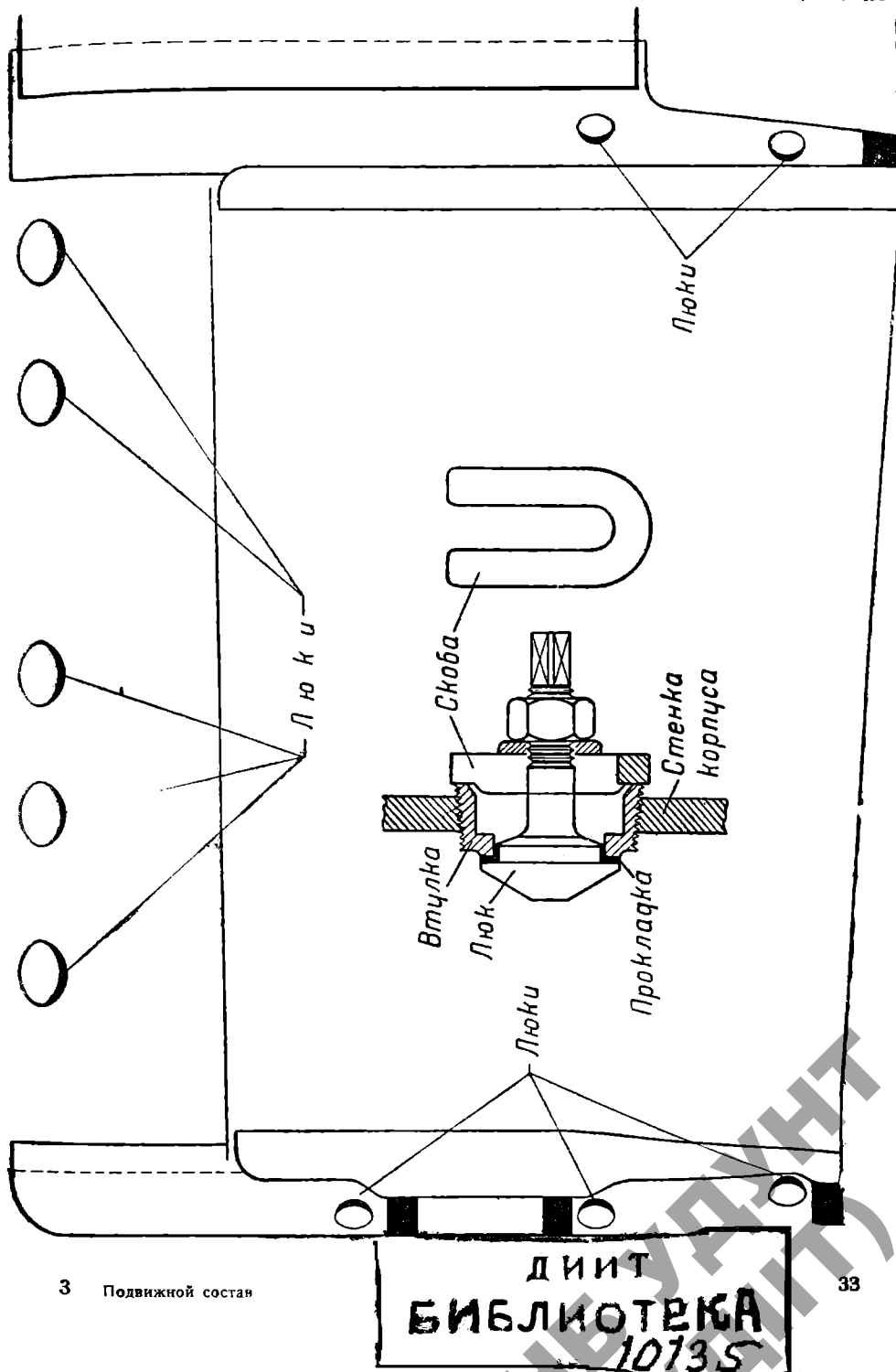


Рис. 30. Расположение люков.

устраняют ее совсем, она все же образуется и время от времени (приблизительно после пробега 1500—2000 км) котел надо промывать. Промывка промывки мы описывать не будем, ибо это не входит в задачу данной книги. Остановимся только на тех отверстиях, через которые производится очистка котла.

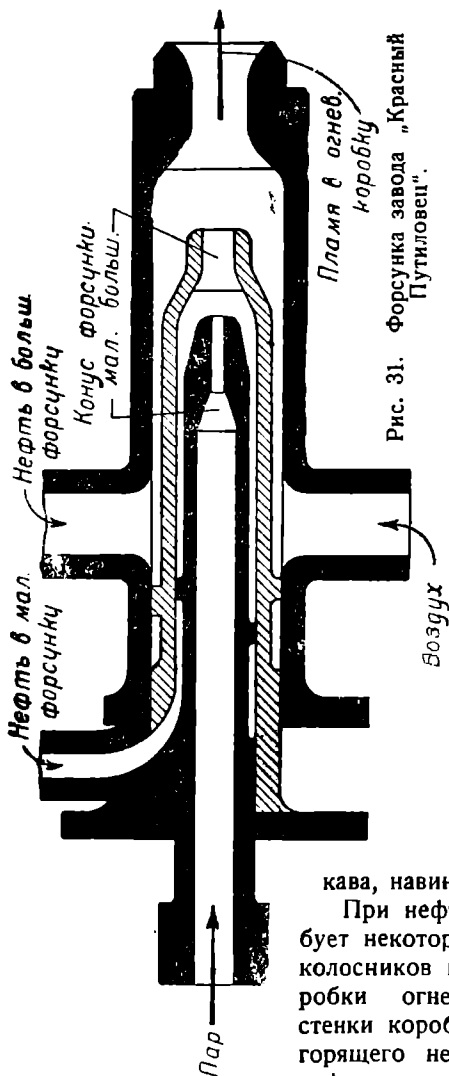


Рис. 31. Форсунка завода „Красный Путиловец“.

В стенках котла и передней решетки делается большое количество отверстий, числом около 20—25 штук на паровоз. В отверстие ставится на резьбе втулка (рис. 30), которая служит опорой для люка, имеющего овальную форму, позволяющую его вынимать наружу. На хвостовике люка имеется нарезка, по ней ходит гайка, помощью которой люк плотно притягивается к втулке. Для уплотнения в месте прилегания люка к втулке прокладывается свинцовое кольцо. Если поставленный люк начнет на горячем паровозе парить, то его надо подтянуть гайкой и тем уплотнить прокладное кольцо. Больше всего отверстий для люков располагают в кожухе топки (рис. 30), потому что здесь во-первых осаждается много накипи, а во-вторых обилие связей затрудняет очистку в этом месте. Чтобы иметь возможность добраться до любой точки, и приходится часто ставить люки.

Вода из котла паровоза после его охлаждения спускается через спускной кран, расположенный внизу ухватного листа; через этот же кран производится и наполнение котла водой помощью рукава, навинчиваемого на патрубок спускного крана.

При нефтяном отоплении паровоза последний требует некоторых переделок, заключающихся в снятии колосников и выкладке зольника и низа огневой коробки огнеупорными кирпичами, предохраняющими стенки коробки от ожога непосредственным действием горящего нефтяного факела. Самое распыливание нефти и сжигание ее производится помощью прибора—

пульверизатора, называемого форсункой. Так как форсунки имеют очень много конструкций и так как нефтяное отопление паровозов, с точки зрения народного хозяйства страны в целом, не может считаться целесообразным, мы не будем углубляться в этот вопрос и рассмотрим только одну схему форсунок, а именно тип завода „Красный Путиловец“ применяющийся у нас на быстроходных паровозах Октябрьской железной дороги. В трубку (рис. 31), которая называется корпусом форсунки, вставлены два конуса входящие один в другой. Конечная часть корпуса форсунки, обращенная к огневой коробке, имеет наконечник цилиндрической формы; к корпусу также под-

ведена трубка, подающая нефть, и трубка, доставляющая необходимый для горения воздух.

Наружный из вставленных в корпус форсунки конусов также сообщен с нефтяным резервуаром, а внутренний с паровым пространством котла. Форсунка ставится на задней стенке поддувала (ниже топочной рамы), т. е. ниже нефтяного бака. Таким образом нефть самотеком поступает в форсунку, пуская же во внутренний конус форсунки пар, мы будем распылять нефтяную струю. Если эту струю поджечь, то она загорится в виде факела.

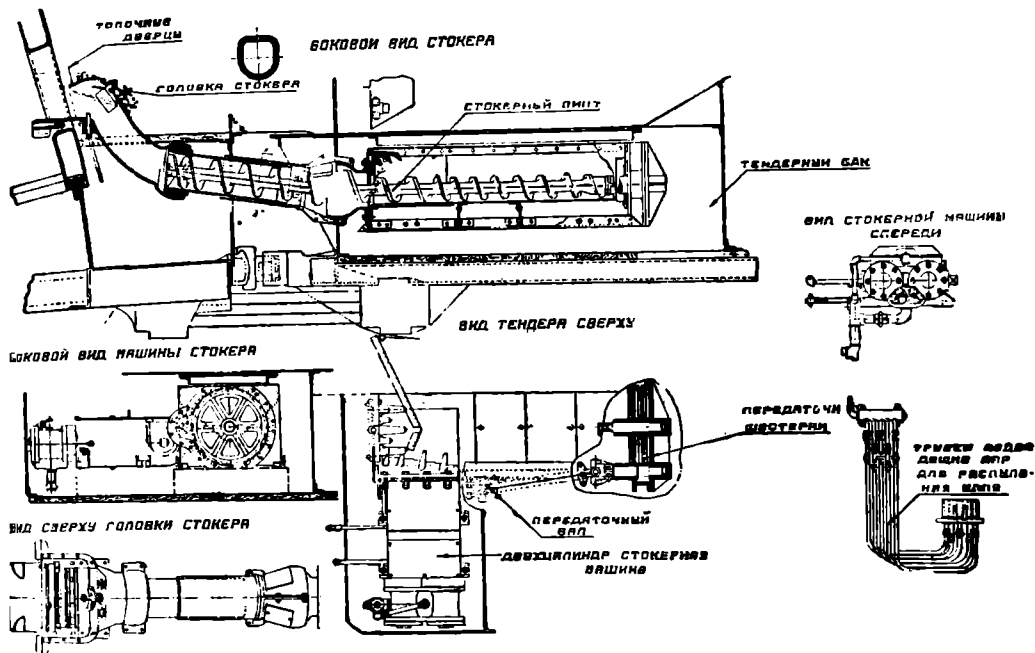


Рис. 32. Стоккер типа ВК.

При потребности в большом количестве тепла нефть пускают в трубку, соединенную с корпусом форсунки (работает большая форсунка), при менее сильной работе нефть подают к внутреннему конусу (работает малая форсунка). Таким образом в конструкции завода „Красный Путиловец“ имеются как бы две форсунки, вставленные одна в другую, а именно большая форсунка, состоящая из паровой трубки и корпуса форсунки, и малая из той же паровой трубки и нефтяного конуса. Все вентили и краны от форсунки выведены в будку машиниста. В случае засорения форсунки ее продувают паром. Форсунок, как мы ниже говорили, имеется много систем, но почти все они построены на тех же основаниях, что и система завода „Красный Путиловец“, а именно на распылении струей пара струи нефти.

Современные мощные паровозы, имеющие площадь колосниковой решетки 6 и выше квадратных метров и сжигающие в час 1½ — 2 тонны угля, требуют для обслуживания топки людей исключительной физической силы, поставленных к тому же в чрезвычайно тяжелые условия работы.

Очень долго сила кочевара ограничивала мощность паровоза, но последняя зависела от размеров котла, т. е. в конечном счете от сожженного количества топлива в час на колосниковой решетке, а человек при крайнем напряжении всех своих сил даст сравнительно мало. Все сказанное заставило искать путей механизированной подачи угля в топку. В настоящее время эта задача более или менее разрешена удовлетворительно путем применения механических кочеваров-стоккеров. Одну из конструкций этих приборов мы и рассмотрим.

Угольный ящик на тендере (рис. 32) имеет внизу канаву-желоб, в которой лежит винт с лопастями. Желоб переходит в трубу, соединяющую тендер с паровозом. На паровозе эта труба пропускается через лобовый лист.

Если вспомогательной машиной расположенной на тендере, начать вращать винт в желобе, то он станет забирать уголь и вталкивать его в трубу, соединяющую тендер с огневой коробкой. Продолжая набивание трубы, мы в конце концов заставим уголь появиться у другого конца этой трубы, который, как мы уже знаем, расположен в лобовом листе над колосниковой решеткой. Так как машина, вращающая винт, работает непрерывно, то уголь будет кучей высыпаться через отверстие трубы на колосниковую решетку. Для разбрасывания угля по всей площади решетки у устья угольной трубы стоккера поставлены пять трубок, направленных пораздельно к оси трубы. Пуская в эти трубки пар, мы будем разбрасывать им уголь, выходящий из стоккерной трубы. Трубки эти поставлены таким образом, что каждая из них разбрасывает уголь только в определенную часть топки, таким образом помощник машиниста, регулируя вентилями пар той или иной трубки, тем самым направляет подачу топлива в ту или другую часть топки. Как видно, при стоккере труд паровозной бригады значительно облегчается и сводится лишь к уходу за стоккерной машиной и к регулировке вентилями пара, подаваемого в головку стоккерной трубы (разбрасывание топлива).

К стоккерному винту на тендере уголь поступает частью самотеком, а частью с помощью пневматической лопаты-пушера. Таким образом этими двумя приборами решен вопрос о механизации обслуживания топки паровоза.

## **Перегрев пара и пароперегреватель**

Пар, образующийся в котле, находится в непосредственном соприкосновении с водой, его образовавшей. Как мы знаем из физики, такой пар называется насыщенным.

Давление насыщенного пара будет зависеть от его температуры, таким образом при каждом, даже незначительном понижении температуры (на  $10—15^{\circ}$ ) давление его будет падать. Так как на пути пара из котла в цилиндры паровой машины происходит неизбежная потеря тепла, то и пар, попавший в машину, будет давить на поршень не с силой котлового давления, а меньше (на 2—3 атм.). Произошло это потому, что, теряя температуру, насыщенный пар потерял и давление.

Вторым недостатком насыщенного пара является свойство его—конденсироваться или обращаться в воду при сильном понижении температуры. Явление это (конденсация) особенно вредно сказывается в цилиндрах паровой машины.

Действительно к концу работы пар в цилиндре, теряя свое давление и температуру, конденсируется и в виде росы оседает на стенках цилиндра.

Впуская в этот же цилиндр снова свежий пар, мы заставляем последний расходовать часть своего тепла на осушение стенок цилиндра. Это в свою очередь влечет большой расход пара, что в конечном счете отражается на количестве сожженного топлива, т. е. машина, работающая насыщенным паром, расходует много топлива. Эти два недостатка насыщенного пара — потеря давления при движении из котла в цилиндры и конденсация в цилиндрах, вызывающие неэкономное расходование топлива паровозом, — заставили в настоящее время перейти к работе перегретым паром.

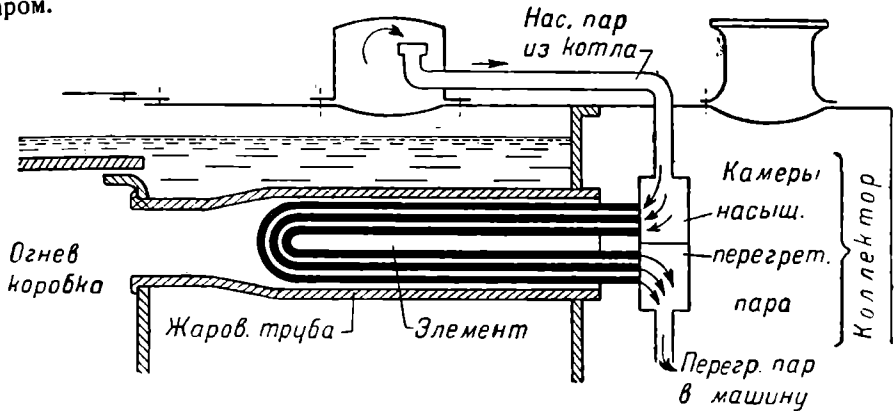


Рис. 33. Схема перегревателя Неймара (Чусова).

Перегретый пар, т. е. пар, нагретый до температуры более высокой, чем температура образовавшей его воды, лишен указанных недостатков насыщенного пара. Действительно, если мы имеем положим перегретый пар с температурой  $350^{\circ}$  и давлением 12 атмосфер, то при понижении температуры даже на  $100^{\circ}$ , т. е. до температуры  $250^{\circ}$ , давление пара остается то же и следовательно давление на поршень паровой машины не уменьшится. Затем при работе в цилиндрах перегретый пар также теряет давление, как и насыщенный, но не будет конденсироваться до тех пор, пока вследствие охлаждения он не снизит свою температуру до температуры насыщенного пара. Таким образом устраняется появление на стенках цилиндра росы, и следовательно входящий пар не теряет теплоты на ее высушивание, т. е. конденсация уменьшается. Эти преимущества перегретого пара приносят значительную экономию топлива, и если мы сравним два одинаковых паровоза — один работающий насыщенным паром, а другой перегретым, то увидим, что первый при тех же условиях работы израсходует на 10—15% больше топлива.

Отсюда ясно, что теперь паровозы, работающие насыщенным паром, почти не строятся.

Перегрев пара достигается путем помещения в паровозном котле паро-перегревателя. Схема этого прибора (рис. 33) следующая: верхние ряды дымогарных труб вынимаются и в них вставляются трубы большого диаметра, называемые жаровыми. В жаровые трубы вставляются трубки меньшего диаметра, делающие каждая один оборот. Таких трубок в одну жаровую

трубу ставят три штуки. Этот комплект называется элементом перегревателя. Концы элементов присоединяются к чугунной коробке, помещенной в дымовой коробке. Коробка эта, называемая **коллектором перегревателя**, разделена перегородкой на две камеры. Одна из этих камер соединена тру-

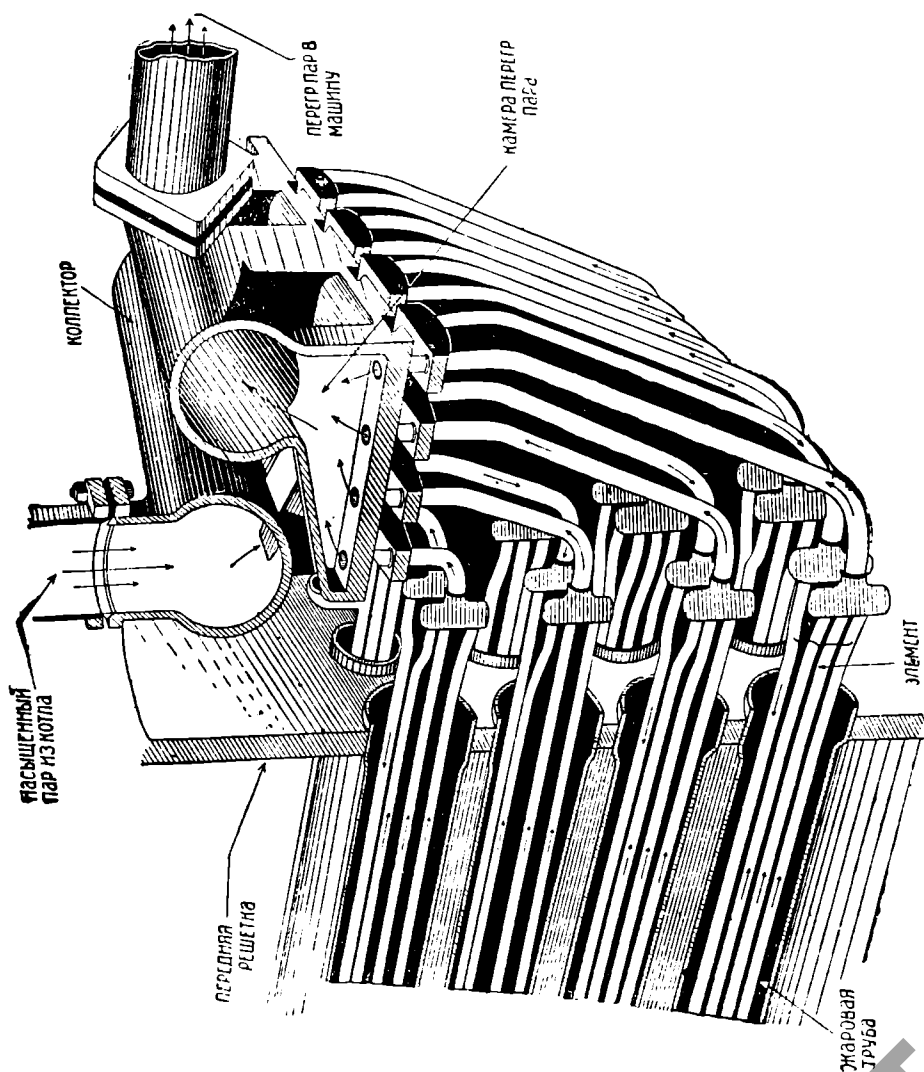


Рис. 34. Перегреватель системы Неймара (Чусова).

бой с паровым пространством котла, а другая с трубой, отводящей пар в машину. Насыщенный пар из котла через регулятор попадает в камеру насыщенного пара коллектора, к дну этой камеры присоединены концы элементов. Пар, совершая оборот по элементам, под влиянием потока горячих газов, окружающих элементы, сначала высушивается, а затем (к моменту выхода из элемента) перегревается и выходит из элементов через другие концы, которые присоединены к камере перегретого пара коллектора. Здесь

перегретый пар собирается и поступает по трубе в машину. Подобный перегреватель с элементами, делающими в жаровых трубах один оборот, широко распространен на дорогах СССР. Схема эта называется системой Неймара (Чусова). Конструктивный вид ее представлен на рис. 34.

Кроме этой системы существует система Шмидта, в которой пар делает два оборота по элементам.

В настоящее время коллектор отливается вместе с устанавливаемым многоклапанным регулятором. На приобретенных 10 американских паровозах стоят многоклапанные регуляторы системы „Элеско“.

## ЭКИПАЖ

Экипаж паровоза, состоящий из колесного ската, рессорного подвешивания и рамы, служит фундаментом для котла и машины, связывающим их в одно целое.

Колесный скат паровоза составлен из нескольких колесных пар. Каждая колесная пара представляет собой два колеса, насаженных наглухо на ось. Самая насадка колес на ось производится гидравлическим прессом. Части

колеса имеют такие же названия, как и части колеса телеги, а именно: ступица, спицы и обод. Так как очевидно наиболее быстро изнашивается у колеса обод, то, для того, чтобы при его износе не менять всего колеса, обод обтягивают шиной, называемой бандажом. Бандаж делается из стали высшего качества и по внешнему кругу катания снабжается **ребром** или **ребордой**, предохраняющей сход колес с рельс. Для того, чтобы бандаж сидел прочно на ободе, внутренний диаметр бандажа делается меньше диаметра обода на  $1\frac{1}{2}$  — 2 мм, так что в холодном состоянии бандаж на обод не надеть; для надевания бандаж нагревают и тогда в него можно вставить колесо. Охлаждаясь, бандаж плотно охватывает обод и прочно держится на нем. Однако этого крепления недостаточно. Действительно, если бандаж ослабится, то он сможет легко соскочить с колеса, а так как на бандаже имеется гребень, который удерживает колесную пару в железнодорожной колее,

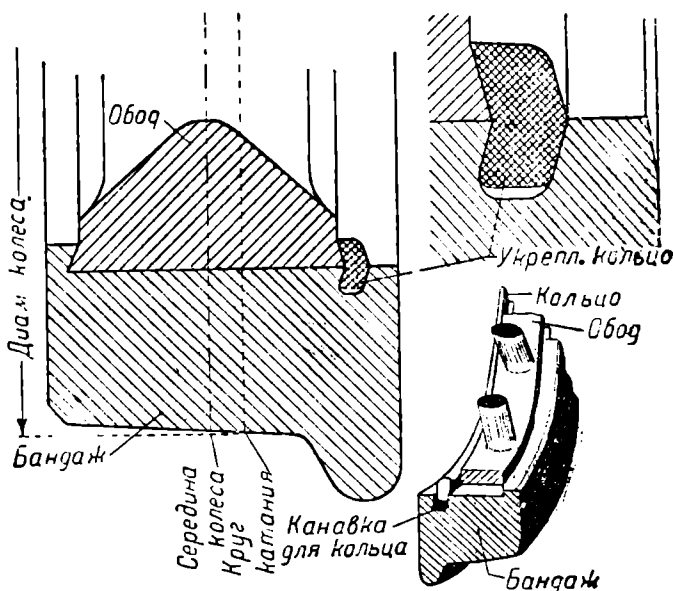


Рис. 35. Непрерывное крепление бандажа.



то при ослаблении бандажа возможен сход паровоза с рельс. Для обеспечения от подобных неожиданностей бандаж соединяют с ободом еще **непрерывным креплением**, которое бы предохраняло бандаж от соскакивания.

Из двух главнейших систем этих креплений (коломенский и русско-германский) мы рассмотрим лишь наиболее распространенный способ, а именно русско-германский (рис. 35). При этой схеме на внутренней поверхности бандажа делается заплечик скошенной формы, в который упирается обод. С другой стороны обод прижимается целым кольцом, имеющим

сечение в виде хвоста ласточки. Половина поперечного сечения кольца входит в выточенную во внутренней поверхности бандажа канавку, а половина своим скосом прижимается к ободу. Таким образом бандаж охватывает обод с одной стороны заплечиком, а с другой—кольцом, заправленным в тело бандажа. При ослаблении бандажа он с обода соскочить не может, ибо ему мешает это сделать заплечик и кольцо. По мере износа на поверхности бандажа образуется канавка; когда она достигнет глубины 5 мм для пассажирских паровозов, товарных 6 мм, маневровых 7 мм, тендерных 8 мм, то колесную пару ставят в станок и обтачивают, придавая бандажу первоначальную форму. После не-

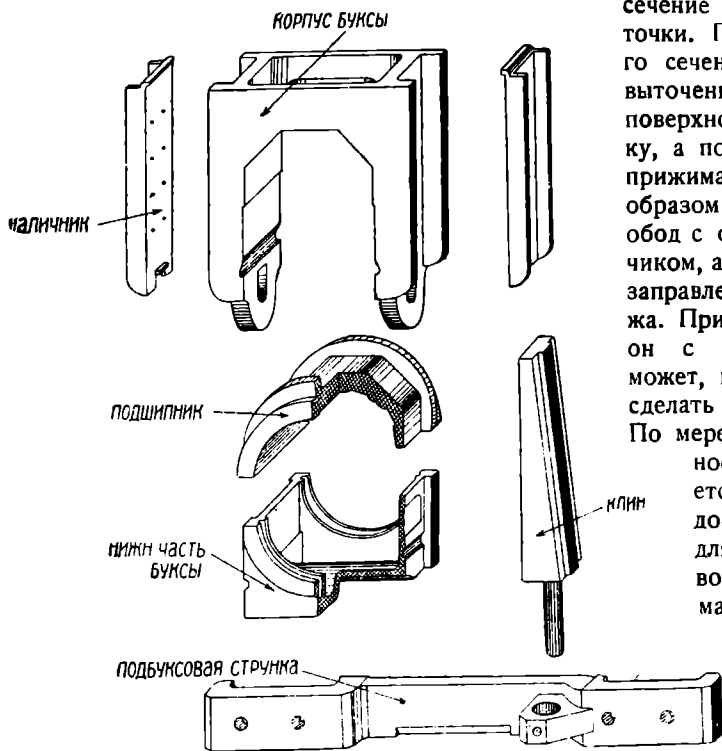


Рис. 36. Букса и подшипник.

скольких обточек бандаж делается тонким, тогда его нагревают, вынимают кольцо и снимают с обода, а взамен его надевают описанным выше способом новый бандаж.

Нагрузка от паровоза на оси передается через подшипник. Часть оси, на которую опирается подшипник, называется **шейкой**. Для уменьшения трения шейка тщательно обрабатывается и шлифуется. Сам подшипник, обычно медный, плотно охватывает верхнюю половину шейки оси. Так как при недостаточной смазке при попадании грязи и т. д. между подшипником и шейкой трение увеличивается, то шейка начинает нагреваться и в дальнейшем может раскалиться добела. Тогда подшипник начнет скрести шейку и делать на ней канавки-риски. Все это может привести к поломке шейки и тем самым к крушению поезда, но даже если бригада заметит это явление вовремя, то все же появление рисок на шейке требует новой ее обработки с целью придания ей опять гладкой поверхности.

Для устранения этих вредных явлений с внутренней стороны подшипника делаются впадины, которые заливаются мягким металлом — баббитом. Таким образом при нагревании страдает не шейка, а заливка, которую легче возобновить, чем обтачивать шейку. Подшипник вставляется в коробку, называемую буксой (рис. 36 и 37). Для предохранения шейки оси от пыли в буксу снизу вставляется коробка (нижняя часть буксы), охватывающая шейку снизу. В коробку кладутся концы, пропитанные смазкой. Букса вставляется в раму паровоза, для чего в последней делаются вырезы, называемые буксовыми вырезами. Так как на буксу действует не только вес паровоза, но также и боковые силы от работы машины, то для восприятия этих боковых сил необходимо иметь достаточную площадь прилегания буксы к раме. Для этой цели к буксовому вырезу рамы по бокам приклепывают уголок. Таким образом боковое усилие от буксы передается не на кромку рамы, а на полку уголка, т. е. на большую поверхность. Этот уголок образует **буксовую челюсть**. Таким образом букса вставлена в челюсть. Буксовая челюсть имеет еще целью усилить раму, ослабленную в этом месте буксовым вырезом. Когда букса поставлена в челюсть, то снизу челюсти ставится полбуксовая струнка, связывающая края челюсти.

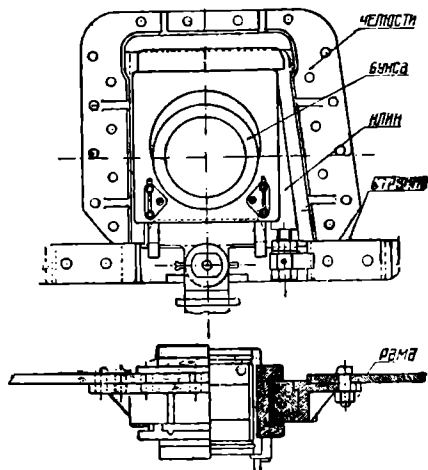


Рис. 37. Букса, вставленная в раму.

Как мы уже говорили, машина, действующая на оси, стремится их перемещать взад и вперед, отсюда и букса, надетая на ось, будет играть в челюсти из стороны в сторону, расстраивая этим как челюсть, так и весь паровоз. Чтобы это устранить, надо буксу плотно вставлять в челюсти. Но здесь возникает другое обстоятельство: если поставить буксу в челюсти так, что она не будет в состоянии перемещаться в челюстях в вертикальной плоскости, то зажата таким образом букса будет передавать вертикальные толчки от неровностей пути раме и всему паровозу. Для устранения этого буксу вставляют в челюсть с некоторой слабину и на боковые поверхности буксы ставят медные наделки, называемые **наличниками**. Таким образом букса может свободно перемещаться вверх и вниз и не будет застревать в раме. Нажим на буксу в челюсти регулируется **буксовым клином**, вставленным в челюсть между наличником буксы и челюстью. Для этой цели одна из челюстей делается наклонной с таким расчетом, чтобы поставленный в нее клин другой своей стороной был бы параллелен противоположной челюсти. Поднимая клин кверху помощью винта, вставленного в основание клина и пропущенного через буксовую струнку, мы уменьшаем расстояние между челюстями, т. е. зажимаем буксу, опуская клин, увеличиваем расстояние, и даем буксе большую подвижность. Очевидно клин должен занимать какое-то среднее положение, ибо, как мы уже говорили, сильно зажата букса передает все толчки от пути раме паровоза, а слабо поставленная будет разбивать челюсти. Клиньями же регулируется параллельность осей паровоза между собой.

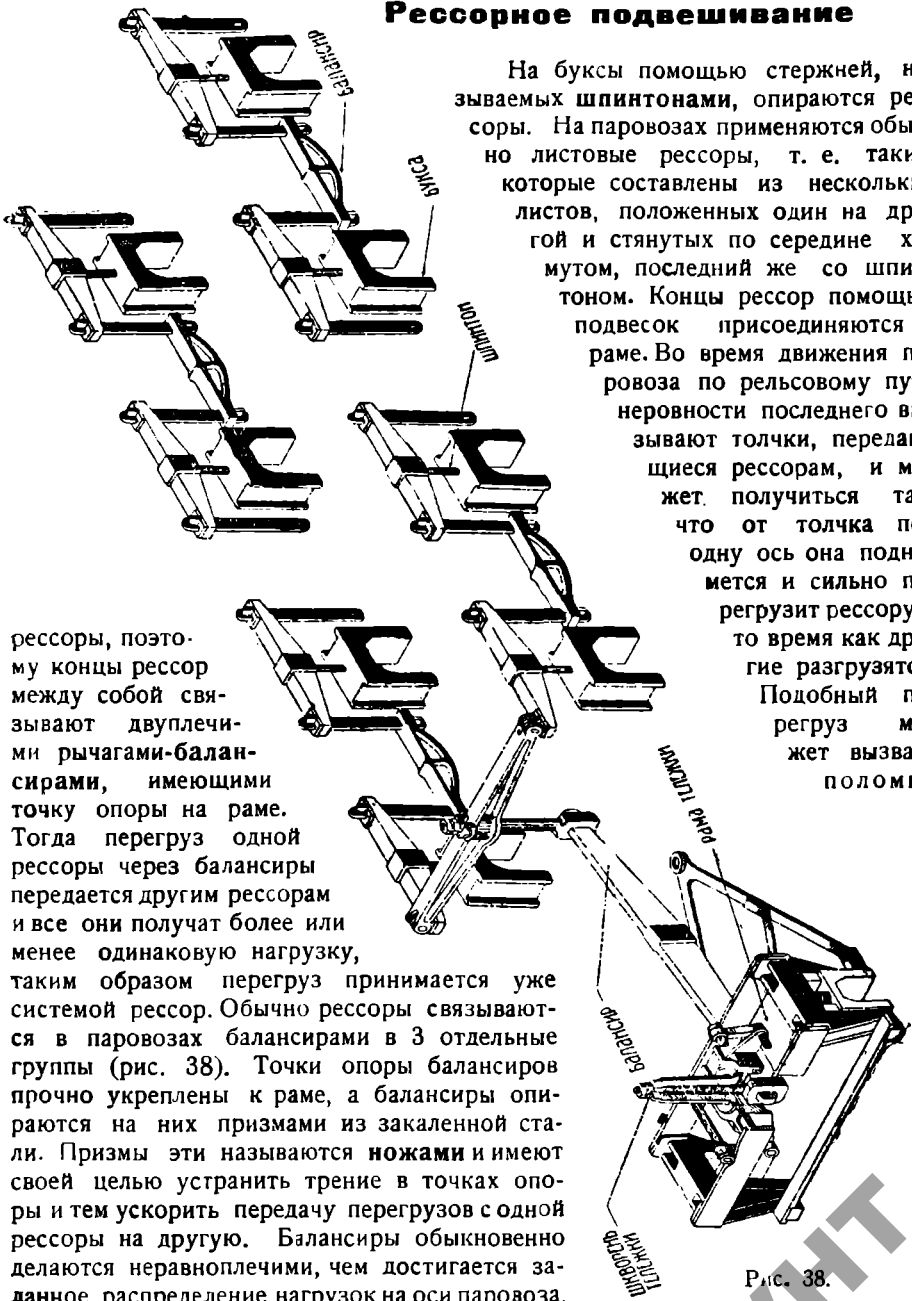
## Рессорное подвешивание

На буксы помощью стержней, называемых шпинтонами, опираются рессоры. На паровозах применяются обычно листовые рессоры, т. е. такие, которые составлены из нескольких листов, положенных один на другой и стянутых по середине хомутом, последний же со шпинтоном. Концы рессор помощью подвесок присоединяются к раме. Во время движения паровоза по рельсовому пути неровности последнего вызывают толчки, передающиеся рессорам, и может получиться так, что от толчка под одну ось она поднимется и сильно перегрузит рессору, в то время как другие разгрузятся. Подобный перегруз может вызвать поломку

рессоры, поэтому концы рессор между собой связывают двуплечими рычагами-балансирами, имеющими точку опоры на раме. Тогда перегруз одной рессоры через балансиры передается другим рессорам и все они получают более или менее одинаковую нагрузку, таким образом перегруз принимается уже системой рессор. Обычно рессоры связываются в паровозах балансирами в 3 отдельные группы (рис. 38). Точки опоры балансиров прочно укреплены к раме, а балансиры опираются на них призмами из закаленной стали. Призмы эти называются ножами и имеют своей целью устранить трение в точках опоры и тем ускорить передачу перегрузов с одной рессоры на другую. Балансиры обыкновенно делают неравноплечими, чем достигается заданное распределение нагрузок на оси паровоза.

### Рама

Рама паровоза, подвешенная к рессорам, делается из двух железных листов, поставленных на ребро. Листы эти имеют вырезы для облегчения веса рамы и для помещения букс (см. выше). Эти два листа называются



главными листами рамы. Между собой эти листы связываются следующими креплениями (рис. 39): спереди к ним приклепывается **буферный брус**, служащий для помещения стяжки и буферов. За буферным брусом идет **междуцилиндровое крепление**, составленное либо из отдельных листов, склепанных

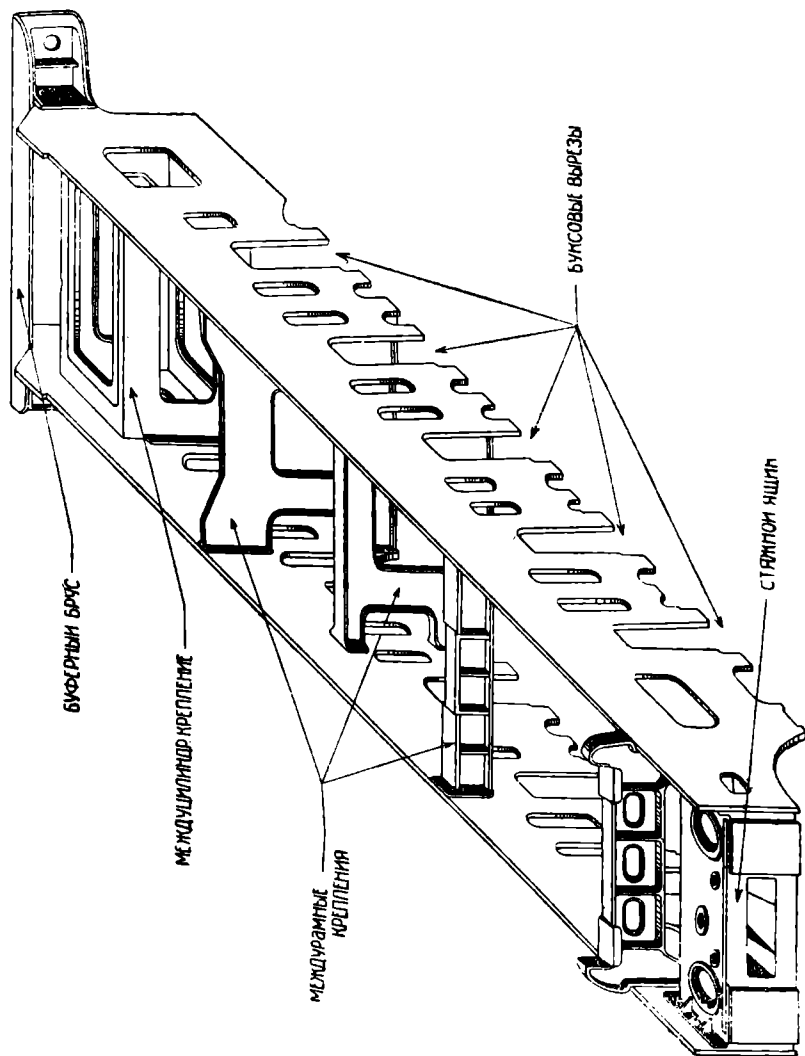


Рис. 39. Рама европейского типа

между собой и образующих вид коробки, либо из стальной отливки кубической формы. Верх междуцилиндрового крепления служит передней опорой котла. Таким образом междуцилиндровое крепление является не только креплением между листами рамы, но также и фундаментом для котла, поэтому оно является одной из наиболее ответственных частей экипажа. За междуцилиндровыми креплениями идут несколько **междурамных креплений**, связывающих листы рамы. Эти крепления делаются либо клепанными, либо литыми. И наконец сзади листы рамы соединяются между собой опять рядом листов, склепанных в виде коробки. Эта коробка служит местом для

размещения упряжи между паровозом и тендером и называется **стяжным ящичком**. Подобная рама, состоящая из листов и называемая **рамой европейского типа** или **листовой**, страдает одним весьма важным недостатком, а именно большим весом и громоздкостью. Этот недостаток особенно сильно сказывается при мощных паровозах. Поэтому сейчас переходят к рамам **американского типа** или **брусовым**. Рамные листы здесь заменены квадратными брусками, и так как форма бруска будет одинаково жестка как в вертикальной, так и горизонтальной плоскостях, то надобность в междурамных креплениях отпадает (листы не будут выпучиваться вбок). Междуцилиндровое крепление заменяется отливкой, представляющей одно целое с цилиндрами. Стяжной ящик делается также литой. Система брусков, заменяющая главные листы рамы, выполняется либо путем отливки, либо путем обработки толстого железного листа на долбежном и фрезерном станках. В последнее время САСШ изготавливаются рамы, отлитые заодно с цилиндрами и с передней опорой котла.

## **Колесная схема паровоза**

Как мы уже говорили (см. главу первую), поршень соединен шатуном с осью, эта ось называется **ведущей**; кроме того с ведущей осью соединяется еще несколько осей, которые называются **спаренными**. Группа эта (ведущая и спаренные оси) называется группой **движущих осей**. Кроме них в паровозе могут быть оси, имеющие своей целью поддержать свешивающиеся части рамы или помогающие паровозу плавно проходить кривые. Эти оси могут быть либо прямо вставлены в раму, либо образуют тележку, соединенную с главной рамой. Если эти оси расположены впереди движущих осей, то они называются **бегунковыми**, если сзади, то **поддерживающими**. Расстояние между крайними осями на паровозе называется **полной базой паровоза**, а расстояние между крайними осями, поставленными в раму жестко и не имеющими никаких боковых перемещений, называется **жесткой базой паровоза**. Вес, приходящийся на все оси паровоза, называется **полным весом паровоза**, а вес, приходящийся на движущие оси — **цепным весом**. От величины сцепного веса зависит количество груза, какое может везти паровоз, так как сила, движущая паровоз, зависит от величины нагрузки на движущие оси. Чем больше нагрузка на них, тем больше паровоз может везти груза. Отсюда ясно стремление увеличивать нагрузку на движущие оси. Однако прочность железнодорожного пути и мостов кладет известный предел этому увеличению. В СССР нагрузка эта в настоящее время доведена до 23 тонн (новые паровозы серии Т-а и Т-б), в САСШ до 30—32 тонн. Обычно по колесной схеме паровозы обозначаются условными формулами, например если мы имеем паровоз, у которого спереди две бегунковые оси, затем четыре движущих и наконец сзади одна поддерживающая, то этот паровоз будет обозначаться так 2—4—1. Если бы поддерживающей оси не было, то обозначение приняло бы такой вид 2—4—0. Разумеется эта формула дает понятие только о колесной схеме паровоза, совершенно не касаясь вида котла (насыщенный или перегретый пар) и машины.

## **Проход паровоза по кривым**

Трудности, которые вызывают проход паровоза по кривым, вызываются следующими обстоятельствами: 1) глухая насадка колес на оси, 2) параллельность осей, 3) большая жесткая база.

Первая причина до некоторой степени может быть устранена приданием бандажу конической формы, тогда в кривой колесо, катящееся по наружной нитке, под влиянием центробежной силы прижимается гребнем к рельсу и катится большим кругом, а другое колесо, гребень которого оттянут от рельса, катится меньшим кругом. Таким образом колесо, проходящее больший путь (по внешней кривой), имеет как бы больший диаметр, а колесо, идущее по меньшему пути (по внутренней кривой), — меньший диаметр, т. е. устраняется скольжение колеса по рельсу. В натуре однако это происходит не так, ибо бандаж от износа теряет свою коническую форму и поэтому скольжение колеса и тем самым быстрый износ как рельса, так колеса имеет все же место.

Вторая причина смягчается уменьшением толщины гребня у средних из движущих осей или устранением его вовсе (безгребневые колеса); тогда такая ось в кривой не прижимается гребнем к рельсу, т. е. не вызывает износ как рельса, так и бандажа и этим облегчает проход по кривой.

Уменьшение жесткой базы достигается тем, что осям дают боковые разбеги в буксах или буксам в челюстях. Тогда оси, имея боковую подвижность, сохраняя при этом параллельность, свободнее входят в кривую и облегчают этим проход ее. Однако все эти меры не спасают от набегания первой оси на наружный рельс. Это обстоятельство при больших скоростях вызывает боковые удары на паровоз при входе его в кривую и обратно удары паровоза на внешний рельс, расшатывающий его. Для устранения этих крайне вредных явлений быстроходные паровозы снабжаются тележками. Этих тележек имеется очень много конструкций, но мы все их рассматривать не будем, а остановимся на тележке „Цара-Краусс“, примененной на паровозе серии С (рис. 40). Здесь бегунок и первая спаренная ось соединены одной рамой, образующей раму тележки; от главной рамы паровоза передается через пяту, помещенную на тележке. Рама тележки может поворачиваться по отношению к главной раме вокруг пяты. При входе паровоза в кривую бегунок отклоняется рельсовой колеёй, ста-

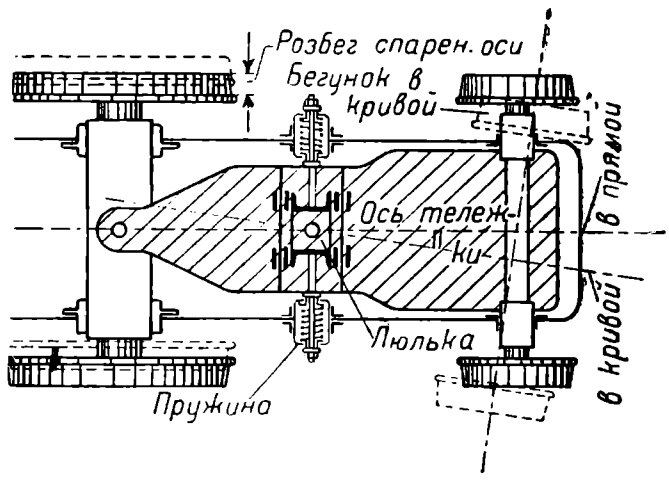
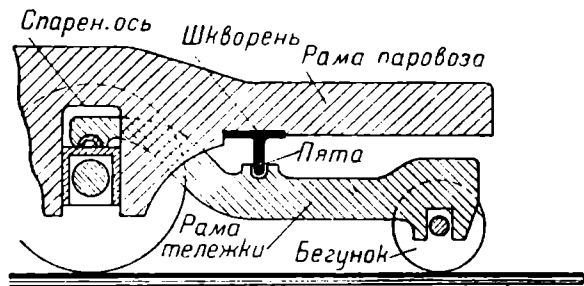


Рис. 40. Тележка „Цара-Краусс“ паровоза серии С

новится по радиусу кривой (пунктир на рис. 40) и тянет за собой конец рамы тележки. Рама тележки, соединенная другим концом со спаренной осью, поворачивается вокруг шкворня и перемещает спаренную ось вбок, за счет разбега букс спаренной оси в главной раме. Спаренная ось при этом, разумеется, остается параллельной другим спаренным осям. Таким образом удар от кривой распределяется на две оси, на бегунок и на первую спаренную ось. Когда паровоз выйдет из кривой, то бегунок опять станет в свое первоначальное положение, однако совсем в среднее положение он не станет, ибо нет силы, возвращающей его обратно, и бегунок будет двигаться дальше с некоторой косиной, стирая свой гребень и рельсы. Для того, чтобы этого не было, тележка снабжается **возвращающим механизмом**.

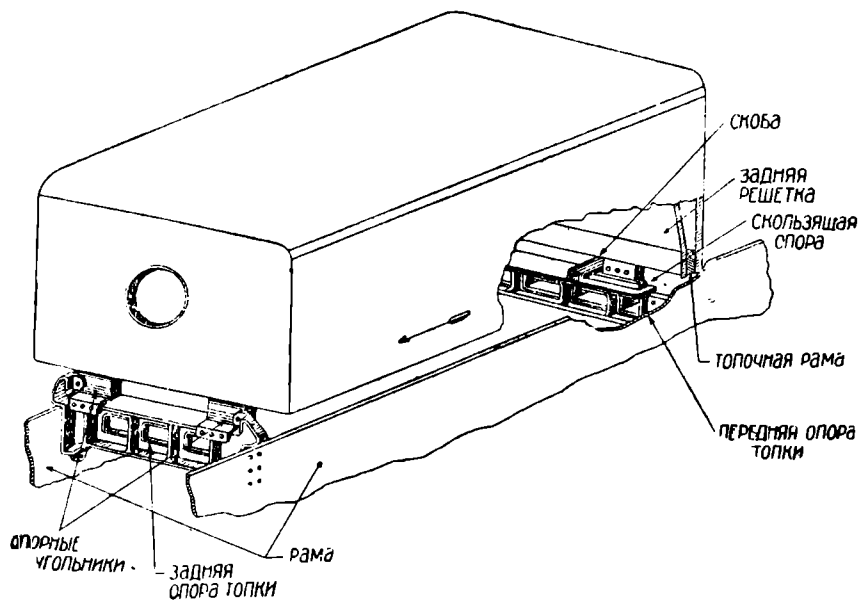


Рис. 41. Подвижная опора котла.

Устроен он следующим образом: шкворень опирается не непосредственно на раму тележки, а на люльку, которая на 4 подвесках прикреплена к раме тележки, и может иметь по отношению к последней боковые перемещения, качаясь на этих подвесках. С боков к люльке присоединены стержни, проходящие сквозь боковые листы рамы тележки и удерживаемые там пружинами. Как мы уже говорили, тележка, входя в кривую, отклоняется бегунком, ставшим по радиусу кривой, в сторону. Это отклонение сжимает обе пружины: таким образом удар от кривой на паровоз смягчается. Это первое назначение возвращающего механизма — служить буфером от ударов при входе паровоза на кривую. Выйдя же на прямую, пружина, не удерживаемая более никакой силой (нет бокового давления на бегунок), возвращает тележку в первоначальное положение, т. е. бегунок становится перпендикулярно оси пути и не трется гребнем о рельсы, — в этом второе назначение возвращающего механизма. Пружины вставлены в стаканы, укрепленные на раме тележки.

## Укрепление котла на раме

Так как паровоз собирается в холодном состоянии, то жестко присоединять котел с обоих концов к раме нельзя, ибо от колебаний температуры (в рабочем состоянии котел от нагревания удлиняется, а рама, ничем не нагреваемая, остается той же длины), это соединение будет расстраиваться. Поэтому котел устанавливается на раме следующим способом: дымовая коробка наглухо присоединяется к междуцилиндровому креплению и образует переднюю неподвижную опору котла, а к топочной раме (рис. 41) приделываются скользуны, которые могут перемещаться по медным прокладкам, положенным на междурамные крепления; в данном случае эти междурамные крепления называются опорами толчки. Чтобы задняя часть котла не подпрыгивала от толчков и не виляла от боковых перемещений, прокладки снабжаются ребрами и сверху их ставится угольник. Вся эта система называется задней подвижной опорой котла.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

## ПАРОВАЯ МАШИНА ПАРОВОЗА

Паровоз приводится в движение паровой машиной. Непосредственное ее назначение — превратить тепловую энергию, отданную сгоревшим топливом водяному пару, в механическую работу.

Действие машины состоит в следующем: в цилиндр (рис. 42), закрытый наглухо передней (правой) и задней (левой) крышками вставлен поршень,

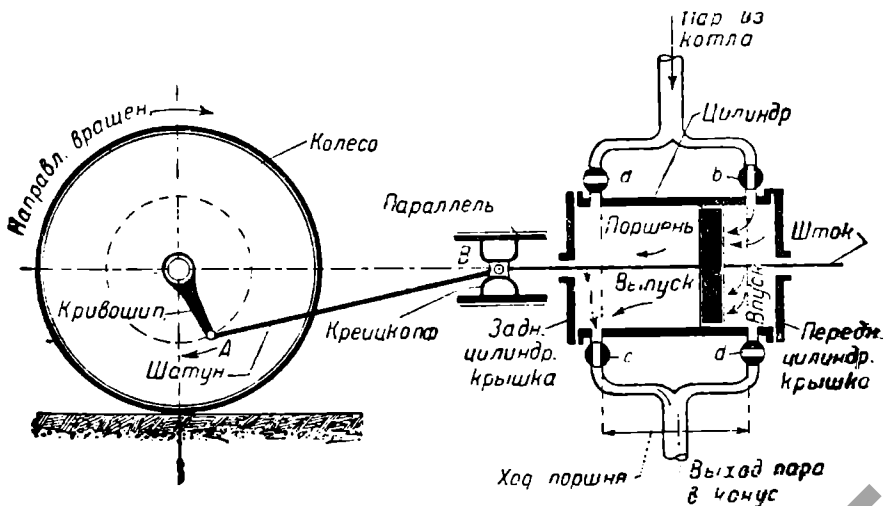


Рис 42 Схема машины.

плотно прилегающий к стенкам цилиндра. Для простоты будем считать, что к цилиндру подведены четыре трубки, которые можно перекрывать кранами. Краны *a* и *b* называются впускными, а *c* и *d* — выпускными. Откроем краны *b* и *c*, а краны *a* и *d* закроем. Тогда пар выйдет в правую (переднюю) полость цилиндра и протолкнет поршень в другую, левую (заднюю). Та сторона поршня, на которую давит свежий пар из котла, называется рабочей стороной.



Движение поршня через шток и кресткопф, скользящий между направляющими параллелями, передается шатуну. Шатун надавит на палец *A* поршневого кривошипа, отчего колесная пара начнет вращаться. Таким образом прямолинейное движение поршня помощью кресткопфа и шатуна изменилось во вращательное движение колеса.

Когда поршень почти дойдет до задней крышки, откроем краны *a* и *d*, а краны *b* и *c* закроем. Благодаря этому мы откроем доступ пара в левую полость цилиндра и выход впускного ранее в правую полость пара наружу в конус. Уходящий в конус пар называется **отработанным** или **мятым паром**. Впускенный пар надавит на левую сторону поршня, которая теперь становится рабочей. Вообще рабочей стороной поршня бывает поочередно то правая, то левая его сторона. Поршень от нажатия пара продвинется в обратном предыдущему направлении — в переднюю полость. Передней полостью цилиндра принято считать внутренний объем его между передней

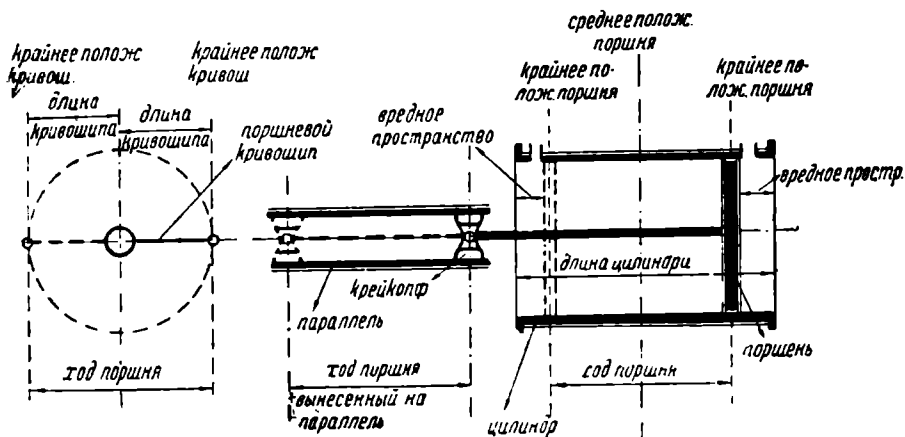


Рис. 43. Ход поршня.

крышкой цилиндра и передней поверхностью поршня (включая также объем паровпускного канала). В тот момент, когда изменится направление движения поршня, последний на мгновение остановится. Это положение поршня называется крайним или мертвым. Таких положений поршень имеет два: одно — переднее в правой полости цилиндра и одно в левой полости — заднее. При мертвом положении поршня конец *A* шатуна будет находиться на оси цилиндра. Мертвым положениям поршня соответствуют переднее и заднее мертвые положения поршневого кривошипа. Сам кривошип в эти моменты будет составлять с шатуном одну прямую линию.

Продолжая регулировать поочередно кранами или, точнее сказать, распределять пар, мы заставим поршень двигаться из правой полости в левую и обратно. Расстояние, проходимое поршнем от одного крайнего положения его в цилиндре до другого крайнего, называется **ходом поршня**. По рис. 43 нетрудно заключить, что ход поршня равен удвоенной длине кривошипа. Два хода поршня в цилиндре дадут возможность повернуться на один полный оборот колесной пары.

Нужно заметить, что при движении поршень вплотную до крышки цилиндра не доходит. Цилиндры делаются длиннее хода поршня, сложенного

с толщиной поршня, на 13—15 мм на каждую сторону. Делается это для того, чтобы при обоих крайних положениях поршня образовался в цилиндре между поршнем и крышкой промежуток, нужный для заполнения его свежим паром. Пар этот при подходе поршня к каждому крайнему положению образует собою паровую подушку — буфер, отчего поршень плавно про-

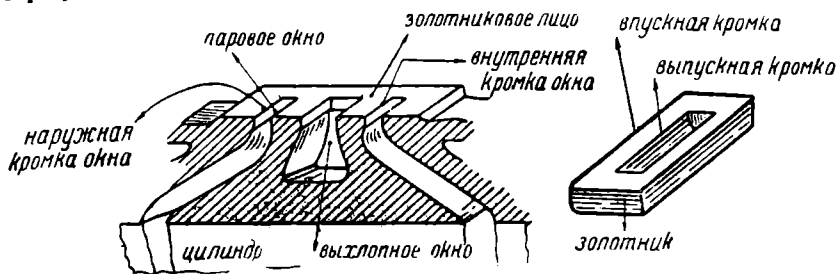


Рис. 44. Золотник и золотниковое лицо.

ходит свои мертвые положения. Этот промежуток, в который поршень не входит (но паром заполняется), вместе с паровпускным каналом называется **вредным пространством**. Оно имеется в правой и левой полостях цилиндра.

Вредное пространство делается также с той целью, чтобы поршень, подходя к своим крайним положениям, не разбил крышки цилиндра как конденсационной водой, так и своей собственной массой и было бы место для воды.

Указанное на рис. 42 распределение называется **крановым**. На паровозах оно не употребляется ввиду громоздкости. Основное и даже единственное парораспределение на паровозах — это **золотниковое**.

При таком в цилиндр проходит только два канала, служащих каждый поочередно для впуска и выпуска пара из цилиндра (рис. 44). Кроме того цилиндр имеет сверху четырехугольный прилив, называемый золотниковой коробкой. Над дном коробки немного выступает гладко простроганная поверхность — золотниковое лицо, по которому скользит распределительный золотник, представляющий собой также коробку, но перевернутую вверх дном.

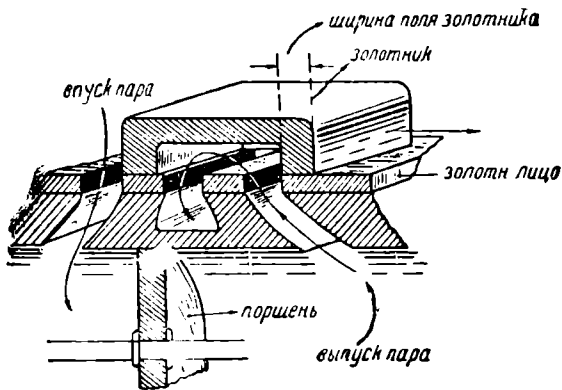


Рис. 45. Золотник, положенный на лицо (золотниковое).

На поверхность золотникового лица и выходят два паровпускных канала, а также выхлопной канал, соединенный паровыходящей (выхлопной) трубой с конусом (рис. 44).

Золотник, двигаясь в золотниковой коробке по золотниковому лицу (рис. 45), сообщает имеющейся выемкой выхлопное окно поочередно с паровыми каналами. Наружной кромкой золотник открывает доступ пара в левую полость, а внутренней кромкой выпускает отработавший пар в выхлопную

трубу из правой полости цилиндра. В данном случае левый канал служит для впуска пара в цилиндр, а правый для выпуска. Передвинув золотник в левую сторону по золотниковому лицу, мы сообщим левый канал через выемку золотника с выхлопной трубой, а через правый канал впусим пар в правую полость цилиндра. В этом случае левый канал служит для выпуска пара, а правый для впуска. Таким образом золотник, ведающий впуском и выпуском пара, двигаясь по золотниковому лицу, выпускает пар то по одну, то по другую сторону поршня. Заметим, что впуск пара производится наружными кромками золотника, а выпуск—внутренними. Такой впуск называется **наружным впуском пара**.

Вполне понятно, что впуск и выпуск пара должны быть строго согласованы с движениями поршня. Золотник не должен двигаться произвольно,

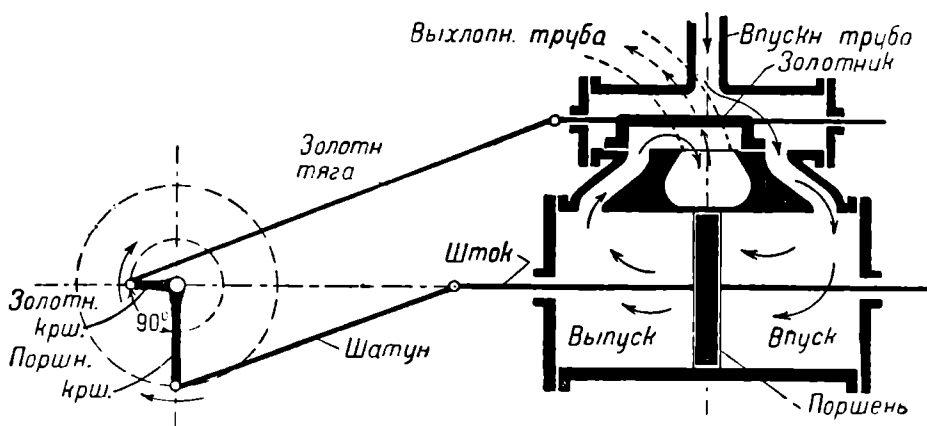


Рис. 46. Связь поршня и золотника. (Поршень на середине цилиндра, золотник в крайнем левом положении).

ибо тогда мы не сможем привести поршень в требуемое движение. Для того чтобы впуск пара и выпуск происходили в нужные моменты, необходимо движение золотника строго связать с движениями поршня. Это достигается насадкой на ось колесной пары золотникового кривошипа под прямым углом к поршневому кривошипу. Этот насаженный золотниковый кривошип соединяется тягой с самим золотником. Такое соединение дает возможность перемещать золотник взад и вперед вращающейся паровой колесной парой (рис. 46). При движении отдельных частей, показанных на рис. 46, как-то: поршня и поршневого кривошипа, имеет место следующая закономерность: в то время когда поршень находится в одном из крайних положений, поршневой кривошип расположен в горизонтальном положении и тоже находится в одном из крайних положений, когда же поршень находится на середине цилиндра,<sup>1</sup> но кривошип расположен в вертикальном положении. Точно такая связь существует у золотника и золотникового кривошипа, т. е. горизонтальные положения золотникового кривошипа соответствуют крайним положениям золотника, а вертикальные средним. Точно так же, как ход поршня равен

Вообще в рассуждениях мы пренебрегаем конечной длиной шатуна, а вместе с тем разными скоростями движения поршня в передней и задней полости цилиндра, вытекающим из наличия кривошипного механизма.

двойной длине поршневого кривошипа, так и ход золотника равен двойной длине золотникового кривошипа (при отсутствии кулисного механизма). Золотник сдвигается в каждую сторону от среднего положения только на ширину паровпускного окна, и также в другую сторону от среднего поло-

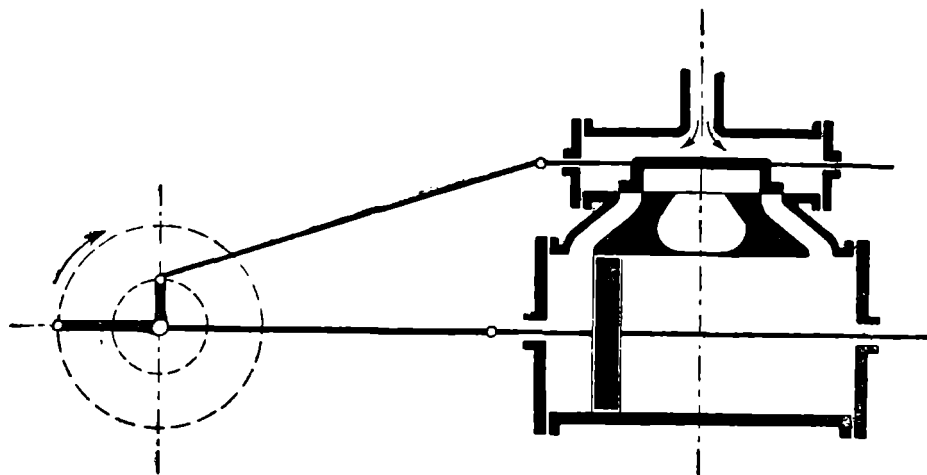


Рис. 47. Крайнее положение поршня. (Поршень в левом крайнем положении, золотник в среднем положении).

жения. Как мы говорили, эти положения называются крайними положениями золотника, а расстояние между ними есть ход золотника. Отсюда следует, что ход золотника равен двойной ширине паровпускных каналов,

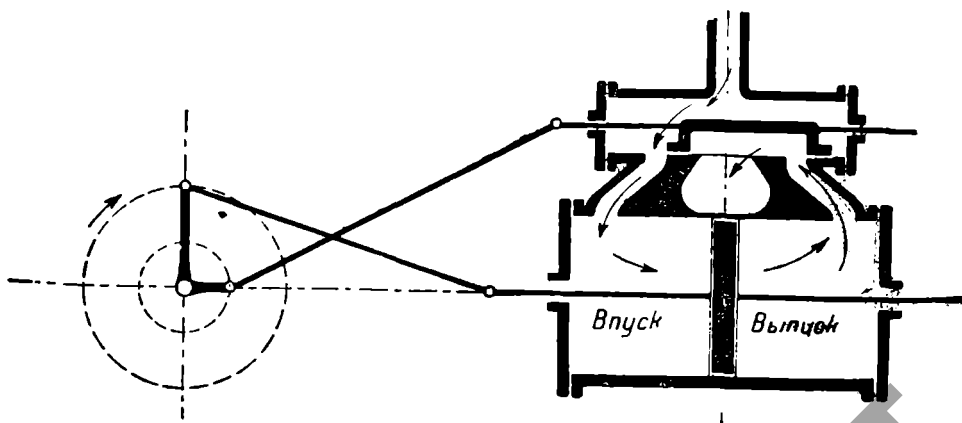


Рис. 48. Поршень в среднем положении, золотник в правом крайнем положении.

а радиус золотникового кривошипа равен ширине одного паровпускного канала. Совместное положение поршня и золотника в отдельные моменты вращения колесной пары видно из рис. 46, 47 48 и 49.

Представленный на предыдущих схемах золотник имеет ширину полей (рис. 45), равную ширине паровпускных окон. Такой золотник называется

**простым золотником.** Простой золотник закрывает паровпускные окна только тогда, когда он находится в среднем положении, что соответствует вертикальному положению золотникового кривошипа, и достаточно незначительного поворота кривошипа, как паровпускное окно открывается и держится открытым до прихода кривошипа в вертикальное положение — обратное предыдущему, что соответствует половине оборота золотникового кривошипа.

Кроме того из рис. 47 и 49 следует, что поршень пришел к своему крайнему положению, а золотник держит окно закрытым, в то время как скорость поршня при подходе к крайнему положению очень большая и в крайнем положении поршень должен остановиться, т. е. сразу ее потерять. Если поршень останавливать сразу, не произведя торможения до прихода

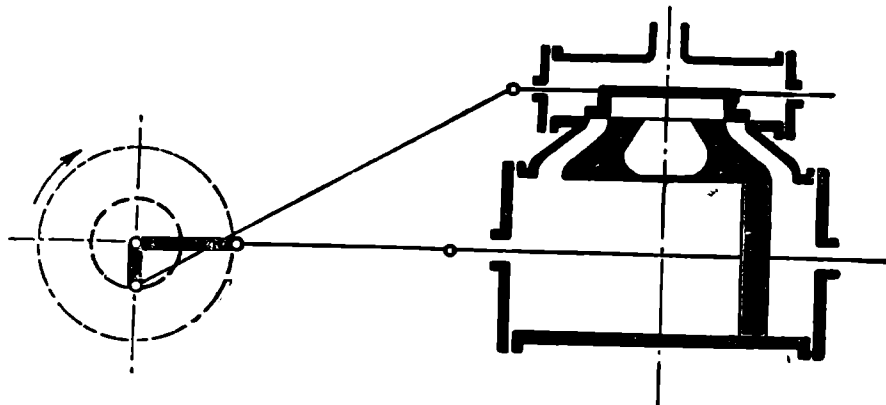


Рис. 49. Поршень в крайнем правом положении, золотник в среднем.

его в крайнее положение, то машина будет получать огромные толчки вредно отражающиеся на прочности всех ее частей.

Для устранения указанного дефекта в машине устраивают предварительный выпуск пара навстречу движущемуся поршню, т. е. до прихода его в крайнее положение, или, иначе говоря, при приходе поршня в крайнее положение золотник должен сдвинуться со своего среднего положения и открыть окно на некоторую величину, называемую **линейным опережением впуска пара**. Линейное опережение делается в пределах от 4 до 6 мм. Самый процесс впуска пара до прихода поршня в крайнее положение называется опережением впуска. Оно имеет также целью заполнить вредное пространство свежим паром.

Осуществляется сдвиг золотника на линейное опережение тем, что угол между поршневым и золотниковым кривошипами делается не прямой, а больше прямого, т. е. выводят золотник из среднего положения, в момент нахождения поршня в крайнем положении. Угол, на который необходимо повернуть золотниковый кривошип, чтобы сдвинуть золотник на величину линейного опережения впуска, называется **углом опережения** (рис. 50). Заклинивание поршневого и золотникового кривошипов под углом больше прямого, как показывает схема, обеспечивает сдвиг золотника на линейное опережение при нахождении поршня в крайнем положении. Практика работы паровоза показала необходимость осуществления угла опережения не изме-

нением угла заклинивания кривошипов, а введением парораспределительного рычага, так называемого маятника (рис. 51).

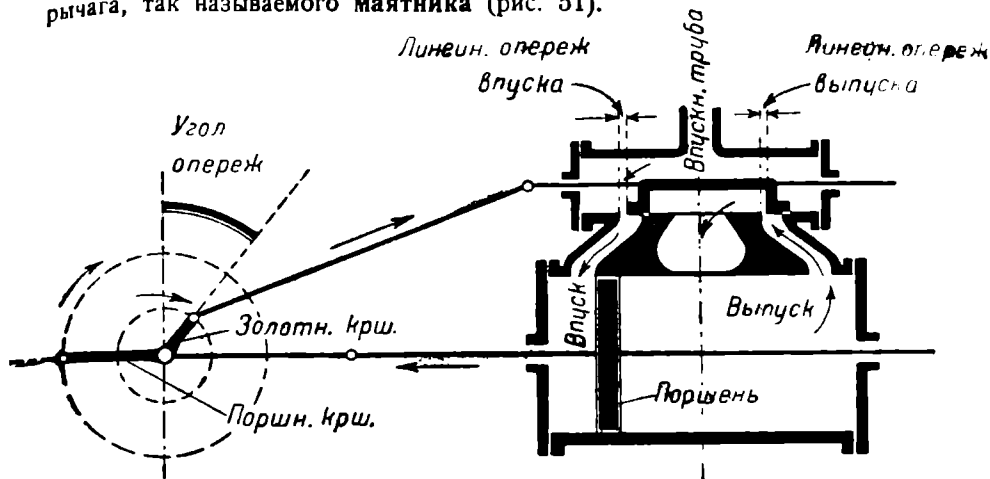


Рис. 50. Угол опережения. (Золотник, при крайнем положении поршня, сдвинут со середины на величину линейного опережения).

Маятник верхним концом соединяется со штоком золотника, а нижним концом шарнирно при помощи крейцкопфной тяги с поводком крейцкопфа, жестко соединенным с крейцкопфом. Кроме того маятник своим верхним концом соединяется также шарнирно с золотниковой тягой. Поршень и жестко связанный с ним крейцкопф, приходя в крайнее положение, потянут за собой нижний конец маятника.

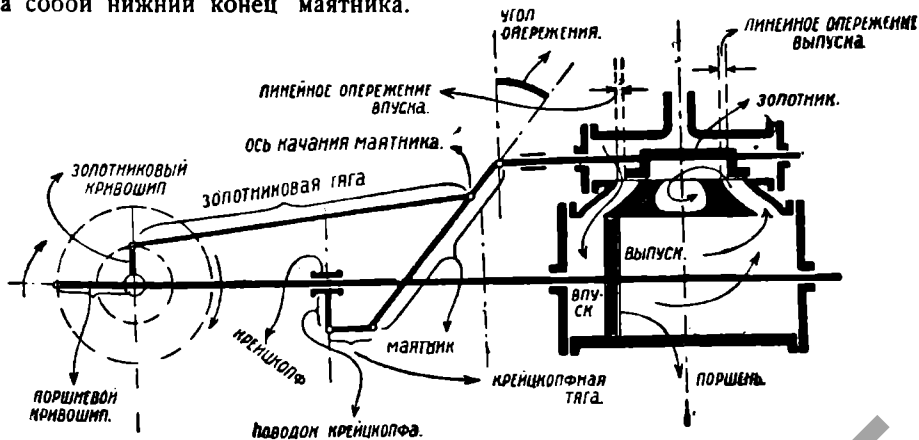


Рис. 51. Угол опережения, образованный введением маятника.

Золотниковый кривошип при помощи золотниковой тяги отклонит в обратную сторону верхний конец маятника, который в свою очередь продвинет золотник по золотниковому лицу на величину перекрыши впуска + линейное опережение впуска.

Таким образом маятник при крайнем положении поршня сдвинет золотник на линейное опережение. Угол наклона маятника от вертикали при

крайнем положении поршня и есть **угол опережения**.<sup>1</sup> Чтобы определить угол опережения, необходимо поставить поршень в крайнее положение, угол между осью маятника и перпендикуляром к оси цилиндров и будет углом опережения. Угол опережения делается в пределах от 5° до 30°. Вообще опережение впуска должно начинаться тем раньше, чем быстрее вращается машина и чем больше вредное пространство в паровозном цилиндре. Конечно сделанное

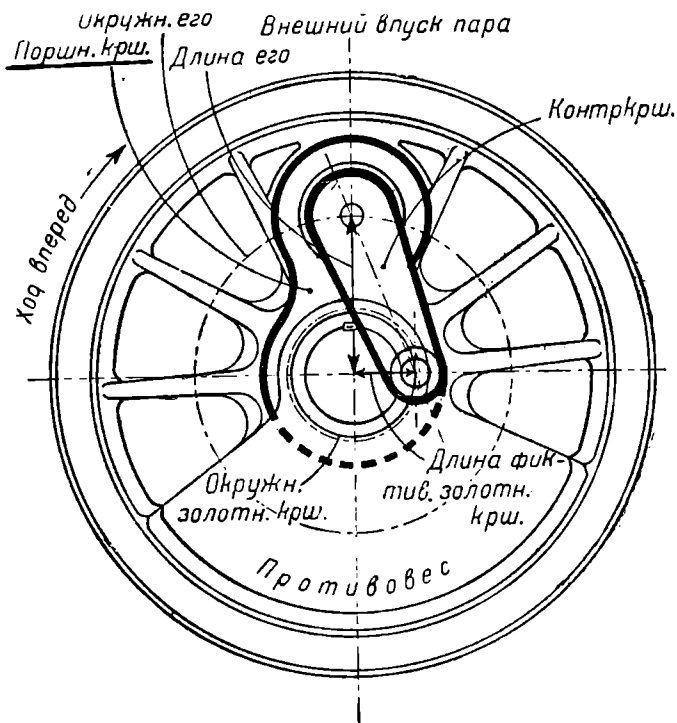


Рис. 52. Правое колесо ведущей оси (схема).

чрезмерно большое опережение впуска и соответственно ему открытие золотником окна на линейное опережение впуска ведет также к появлению тупого хода машины, ибо задолго до прихода поршня в мертвое положение навстречу ему впускается пар, тормозящий движение.

Рассматривая рис. 50 и 51, видим, что золотник, сдвигаясь по лицу и открывая паровпускное окно, открывает также внутреннее окно, вернее соединяет его выемкой с выхлопной трубой. В момент прихода поршня в крайнее положение выпускное окно уже открыто на некоторую величину, значит открытие окна началось ранее прихода поршня в крайнее положение, иначе говоря, мы получили опережение выпуска благодаря наличию угла опережения. При простом золотнике открытие паровпускного и паровыпускного окон происходит одновременно. Величина, на которую откроется паровыпускное окно при крайних положениях поршня, называется **опережением выпуска**.

<sup>1</sup> Вообще, наличие маятника определяет механизм опережения, не имеющий угла опережения. Название угол опережения вводится для простоты.

Делается оно для того, чтобы давление пара в конце расширения на рабочую сторону поршня могло своевременно понизиться до давления выпуска (опережение выпуска должно начинаться тем раньше, чем быстрее движется машина). Таким образом опережением выпуска производится своевременное освобождение полости цилиндра от пара, для того, чтобы при

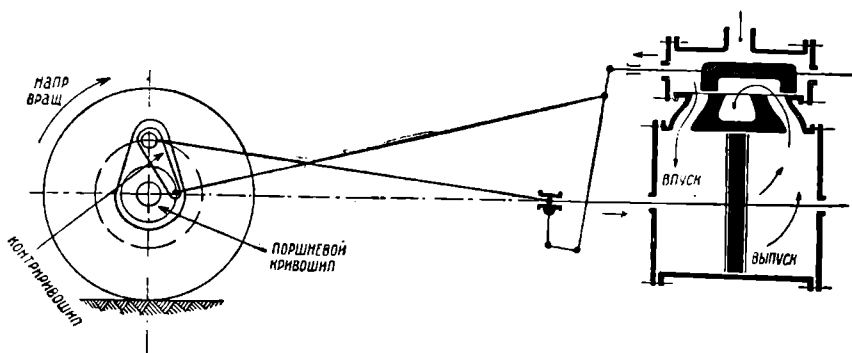


Рис. 53. Поршень на середине цилиндра. (Золотник, благодаря маятнику, прикрыл окна впуска и выпуска).

следующем обратном движении поршня ему не было препятствий со стороны пара или, точнее говоря, чтобы было уменьшено противодавление на поршень. Величина линейного опережения выпуска делается около 40 мм.

Рис. 51 представляет наличие угла опережения, полученного помощью маятника, а также изображает соединение маятника золотниковой тягой с золотниковым кривошипом. На самом деле золотниковый кривошип на ось колеса не насаживается, а образовывается введением дополнительного контр-кривошипа (рис. 52). Указанный контр-кривошип делается вместе с пальцем поршневого кривошипа с наклоном к оси кривошипа. Расстояние второго конца до центра оси и есть длина золотниковой кривошипа. Эта

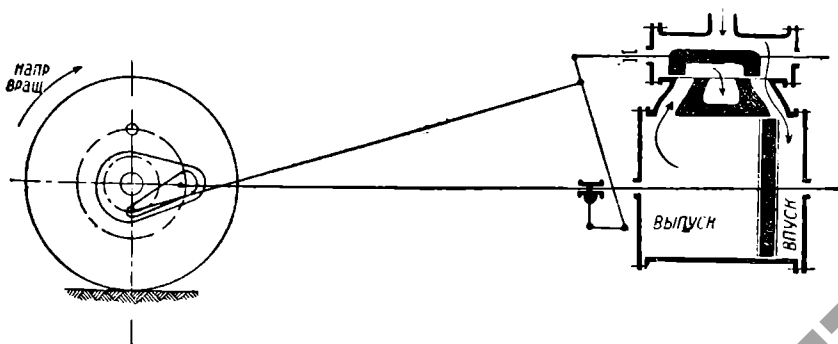


Рис. 54. Поршень в правом крайнем положении. (Золотник открыл окна на величину линейного опережения впуска).

величина вполне постоянная. На рис. 53 показано соединение золотниковой тяги со контр-кривошипом. Вполне понятно, что наличие такого несколько не изменяет отдельных моментов парораспределения. Все показанные ниже схемы построены с наличием контр-кривошипа, существующего на паровозе.



Представленные ниже рис. 53, 54 и 55 показывают отдельные положения частей машины при наличии угла опережения.

Рис. 53 интересен тем, что здесь видно следующее положение: поршень находится почти на середине цилиндра и имеет наибольшую скорость движения, а золотник начинает понемногу закрывать паровпускное окно. Через меньшее сечение окна будет входить меньшее количество пара, а следовательно при дальнейшем следовании поршня и дальнейшем закрытии паровпускного окна давление пара будет понижаться, ибо количества пара, входящего в узкую щель, будет недостаточно для полного заполнения объема освобождаемого поршнем. Это положение нас интересует потому, что повышение скорости поршня после прохода среднего положения нам не требуется, а следовательно можно уменьшать давление пара на поршень

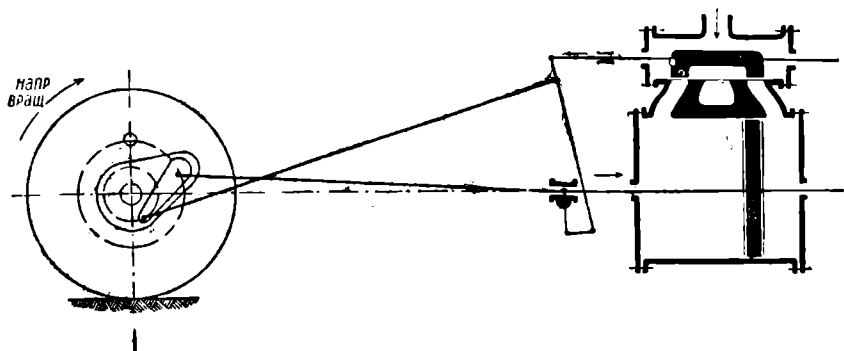


Рис. 55. Поршневой кривошип не дошел до горизонтального положения на угол равный углу опережения. Окна золотником закрыты. Поршень не дошел до крайнего положения.

Кроме того, из рис. 55 видно, что поршень не дошел до крайнего положения, а паровпускное окно уже закрыто. Дальнейший путь до крайнего переднего положения поршень мог бы пройти, двигаясь расширением закрытого в цилиндре пара. Мы приходим к тому выводу, что вообще не требуется на продолжении всего хода поршня пускать в цилиндр свежий пар, потому что мы стараемся поршень сдерживать при подходе его к крайним положениям, а следовательно нет никакой необходимости все время впускать в цилиндр свежий пар. Поэтому на поршень в начале его хода необходимо полное давление свежего пара, которое затем нужно уменьшить. Достигнуть этого можно впуском пара не на всем ходу поршня, а на определенной части хода, с тем чтобы оставшуюся часть поршень уже проходил под давлением расширяющегося пара. Рассматривая рис. 53 и 55, мы видим: если ускорить движение золотника влево, чтобы он закрыл скорее впускное окно, то впуск пара прекратится скорее и дальнейшее движение поршня пойдет за счет расширения пара. Однако с небольшим сдвигом поля золотника, после закрытия окна открывается паровыпускное окно и тем самым пар выпускается в атмосферу, т. е. никак не получить расширения. Необходимость расширения, тем паче невозможность ускорять произвольно ход золотника, связанного с движением поршня, привела к изменению конструкции простого золотника.

Если бы в момент, показанный на рис. 55, на левое поле золотника с внутренней стороны сделать наделку, чтобы при дальнейшем движении

влево золотник не открывал окна для выпуска, то поршень в цилиндре прошел бы показанный на схеме небольшой отрезок пути уже с расширением пара. Вполне понятно, что если бы такая наделка была и с наружной стороны левого поля золотника, то выпуск пара в цилиндр прекратился бы еще раньше, и поршень еще большую часть своего хода прошел под давлением расширяющегося пара.

Указанное увеличение наделками поля золотника и представляет изменение конструкции простого золотника. Такие наделки, перекрывающие паровое окно при среднем положении золотника, называются **перекрышами**, причем их делается, как мы и говорили, две: одна, так называемая **впускная перекрыша**, размером от 30 до 40 мм, которая перекрывает паровые окна со стороны впуска, а вторая — **выпускная**, перекрывающая окна со стороны выпуска. Нужно заметить, что выпускная перекрыша может быть, а может и не быть. Делается она от +2 до —8 мм.

Золотник, имеющий перекрыши, называется уже не простым, а **золотником с перекрышами** (рис. 56). Такие золотники стоят на всех существующих паровозах, ибо простой золотник совершенно не экономичен и не позволяет

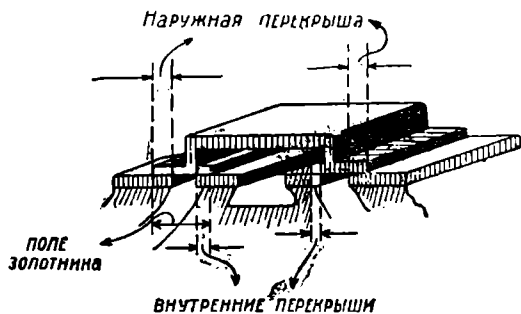


Рис. 56. Золотник с перекрышами (в среднем положении).

целесообразно расходовать пар. Описанная выше работа машины с золотником без перекрыш именуется работой без расширения и сжатия пара, т. е. почти на всем ходе поршня в цилиндр впускается свежий пар давления, равного котловому, что повышает его расход.

Разберем работу золотника с перекрышами и назначение перекрыш. Как мы уже говорили, если раньше закрыть паровпускное окно, что делается впускной перекрышей, поршень получит возможность часть хода пройти под давлением расширяющегося пара. Момент прекращения впуска пара называется **отсечкой пара** и **началом расширения**. Продолжительность же открытия окна и впуска пара в цилиндр называется **наполнением** или **периодом впуска**. Если пар впускается в цилиндр только на трех десятых хода поршня, то говорят, что машина работает с отсечкой в 0,3 или, как принято паровозными бригадами в обиходе, паровоз движется на третьем зубе.

При наличии впускной перекрыши, для открытия паровпускного окна на величину линейного опережения впуска необходимо золотник сдвинуть со своего среднего положения уже на большую величину, а именно на величину впускной перекрыши. Так как линейное опережение производится у нас маятником, то необходимо верхний его конец наклонить больше. Если угол наклона маятника при простом золотнике составлял  $5^\circ$ , то при золотнике с перекрышами его увеличивают до  $30^\circ$ . Вполне понятно, что с введением перекрыш впуска увеличивается ход золотника и последний будет равен двойной ширине впускного окна плюс двойная длина впускной перекрыши.

В начале хода поршня при золотнике с перекрышами так же, как и при простом золотнике, окно открыто на опережение впуска. Далее следует полное открытие окна (рис. 57), когда золотник отойдет от своего среднего

положения на величину половины своего хода и станет в крайнее положение, поршневой кривошип не дойдет до вертикального положения и соответственно этому поршень не придет еще в среднее положение. Отсюда

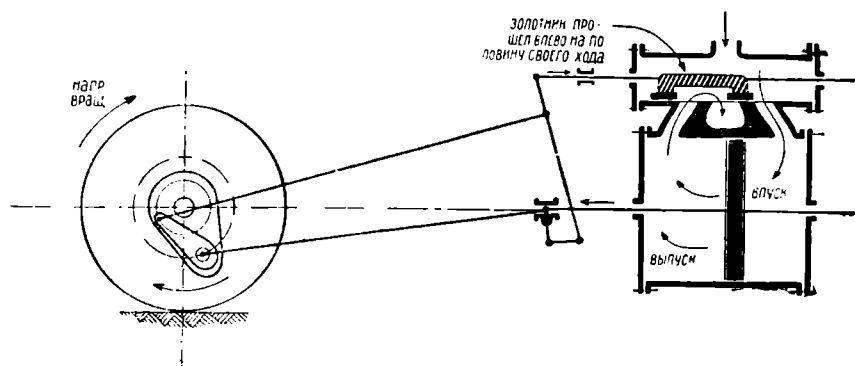


Рис. 57. Момент полного открытия окна. Поршень не дошел до среднего положения, ибо поршневой кривошип не дошел до отвесного положения на угол равный углу опережения.

следует, что полное открытие окна золотником не совпадает со средним положением поршня, а происходит несколько ранее.

При дальнейшем движении поршневого кривошипа золотник будет двигаться в обратном направлении движению поршня и будет постепенно за-

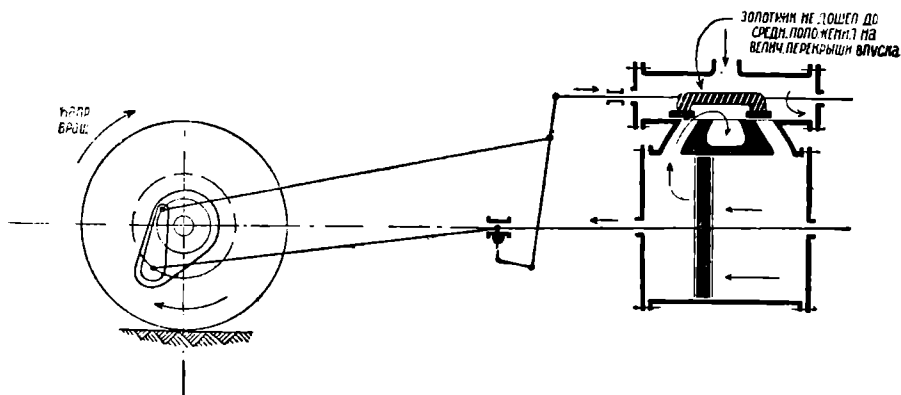


Рис. 58. Момент прекращения впуска пара—отсечки. Поршень на пути к левому крайнему положению.

крывать паровпускное окно. В тот момент, когда крайняя кромка впускной перекрыши сравняется с кромкой паровпускного окна, золотник перекроет впускное окно и прекратит выпуск пара в цилиндр (рис. 58). Это положение, как мы его называли раньше, именуется моментом отсечки или началом расширения. Отсюда следует, что, чем больше впускная перекрыша, тем скорее наступит момент отсечки. После момента отсечки пар, закрытый в цилиндре, не может выпускаться сейчас же из цилиндра, как это имело

место при простом золотнике, ибо для открытия окна на выпуск золотник должен еще продвигнуться влево на величину впускной перекрыши, а затем вдобавок на величину перекрыши выпуска. Закрытый пар производит давле-

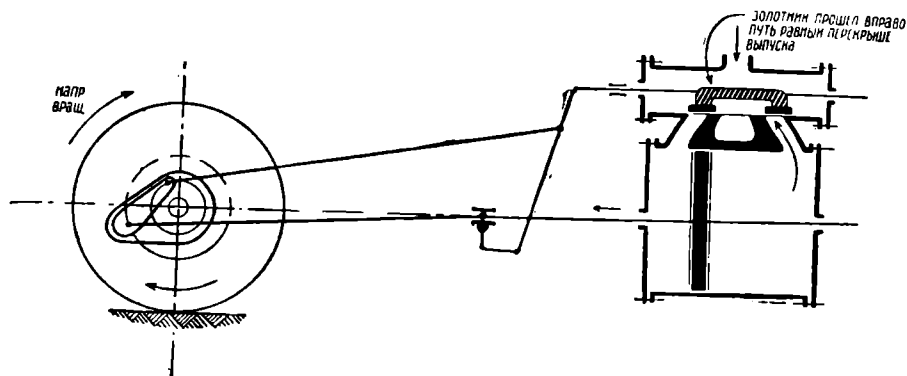


Рис. 59. Момент предварительного выпуска пара из передней правой полости цилиндра

ние на поршень, но таковое будет понижаться, ибо поршень, продвигаясь влево, освобождает все больший объем цилиндра. Пар, заполняя все больший и больший объем, будет терять давление. Этот процесс называется **расширением пара в цилиндре** и имеет то значение, что поршень двигается без впуска свежего пара в цилиндр. Процесс расширения пара будет про-

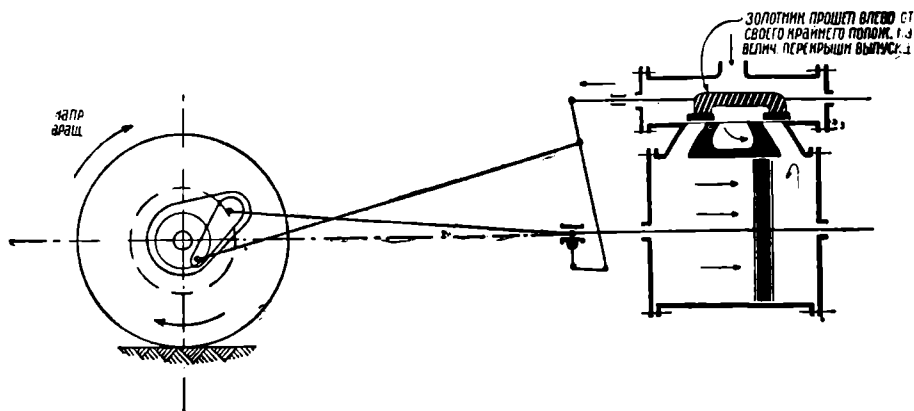
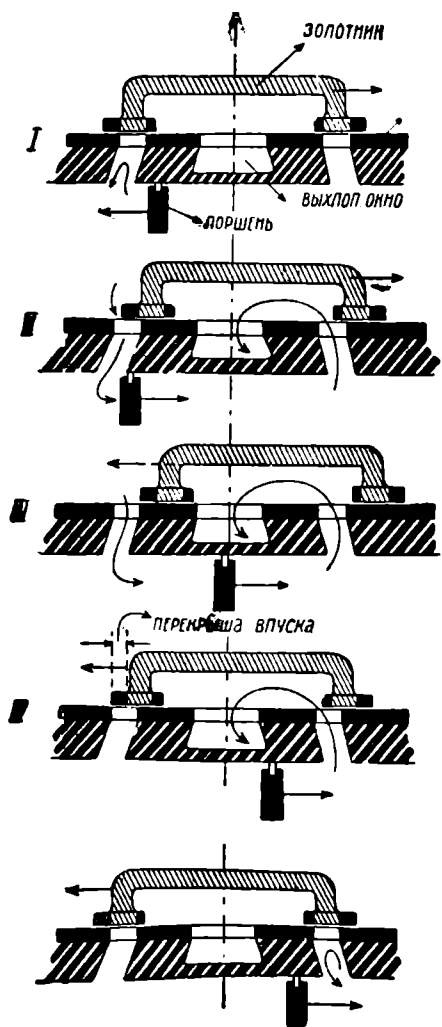


Рис. 60. Момент окончания выпуска из правой полости цилиндра и начала в ней сжатия пара.

должаться до тех пор, пока при движении золотника вправо край выпускной перекрыши не совпадет с краем парового окна. Это соответствует моменту **опережения выпуска**, разобранным нами при рассмотрении рис. 50 и 51 и показанному на рис. 59. Нужно заметить, что в начале выпуска пара поршень еще не пришел в свое крайнее положение, а давление с правой стороны поршня падает до величины давления в конусе и при приходе поршня в левое крайнее положение с правой стороны на поршень пар уже

давления не оказывает. Если перекрыша впуска равна перекрыше выпуска, то начало впуска и выпуска будут совпадать. На паровозах перекрыша выпуска делается меньше перекрыши впуска, а поэтому и выпуск пара из правой полости начинается раньше, чем впуск пара в левую полость.

На левую сторону поршня при приходе его в крайнее положение оказывает давление уже впущенный свежий пар через паровое окно, открытое на величину линейного опережения впуска. Придя в левое крайнее положение, поршень остановится и пойдет обратно. Правое паровое окно будет



Характеристика положения золотника по отношению к левой полости цилиндра.	Направление движения	
	Золотника	Поршня
Среднее положение золотника	Вправо	Влево
Золотник открывает окно на линейное опережение впуска, поршень в крайнем положении		Вправо
Золотник в правом крайнем положении		
Момент отсечки	Влево	
Среднее положение золотника		

Рис. 61. Совместные положения поршня и золотника.

НБ УДУНТ  
(ДИТ)

открываться все больше и больше на выпуск. С момента прихода золотника в правое крайнее положение последний пойдет влево, а поршень будет двигаться вправо. В правой полости у нас происходит выпуск пара, продолжающийся не на всем ходу поршня до правого крайнего положения. Выпуск пара прекратится раньше, так как золотник, двигаясь влево, будет постепенно закрывать паровое правое окно и наконец совсем его закроет впускной перекрышей, еще до прихода поршня в крайнее положение (рис. 60). Оставшийся пар, оказывающий противодействие давлению свежего пара с левой стороны, будет закрыт в правой полости цилиндра, но так как поршень должен притти в правое крайнее положение, то остаток пара начнет занимать все меньший и меньший объем, т. е. будет сжиматься. И чем ближе поршень будет подходить к правому крайнему положению,

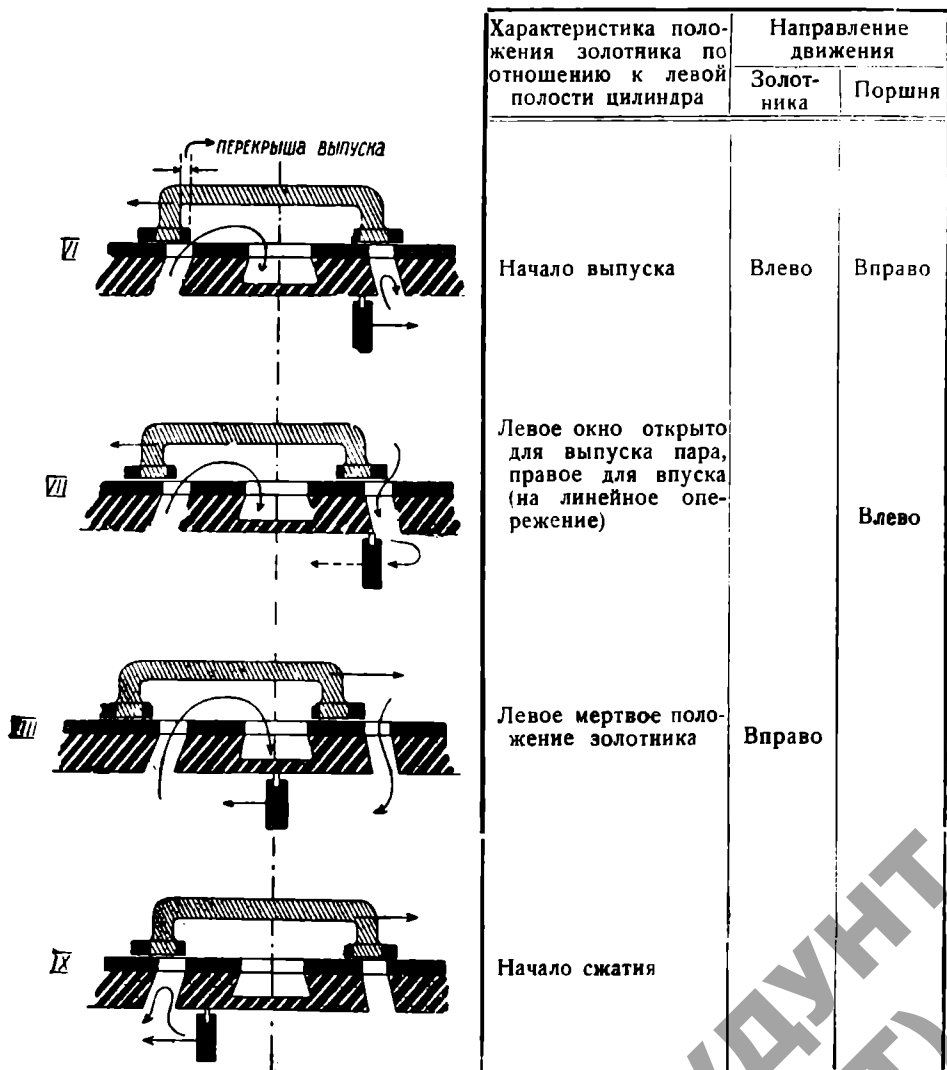


Рис. 61.

тем больше будет увеличиваться давление сжимаемого пара. Таким образом образуется паровой буфер между крышкой и поршнем, постепенно тормозящий движение поршня и поглощающий инерцию движущихся масс, способствуя плавному ходу машины. До прихода поршня в правое крайнее положение золотник впустит еще навстречу поршню свежий пар и в крайнем положении для прохода пара окно будет уже открыто на величину линейного опережения выпуска.

Кроме того при сжатии температура сжимаемого пара повышается и идет на обогревание стенок паропровода и цилиндра, а поэтому выпускаемый свежий пар теряет меньше теплоты на их обогревание. Правильно сообразованное сжатие вместе с опережением выпуска дает машине спокойный и плавный ход.

Не следует думать, что если раньше начать процесс сжатия, что можно достигнуть увеличением перекрыши выпуска, то возросшее давление в конце хода поршня сделает лишним опережение выпуска, так как на сжатие пара требуется затрата работы и давление может стать больше давления свежего пара и ход машины будет беспокойный. Для устранения этого иногда приходится делать перекрышу выпуска отрицательной, т. е. делать, как говорят, недокрышу. Золотник с недокрышей в своем среднем положении не перекрывает паровых окон с внутренней стороны.

Опережение выпуска преследует также ту цель, чтобы при приходе поршня в крайнее положение открыть на достаточную величину паровпускное окно, дабы при ходе поршня обратно не получить падения давления. Для этого паровые окна делаются узкими по ходу золотника и в ширину должны быть возможно длиннее, чтобы при небольшом открытии золотника иметь достаточно большую площадь для прохода пара в цилиндр.

Суммируя процессы, происходящие в цилиндре, получим для одной полости следующую последовательность: наполнение или выпуск пара, отсечка, расширение пара, опережение выпуска, выпуск, сжатие, опережение выпуска и выпуск.

Наглядное положение золотника при указанных процессах видно из рис. 61.

Разобранная нами работа золотника соответствует наружному выпуску пара, т. е. наружным кромкам золотника и, как видно из сводки при рис. 61, в начале хода поршень и золотник двигались в одну сторону. Плоский золотник имеет ряд существенных недостатков. Пар, находясь над золотником, прижимает его к лицу с значительной силой. Трение золотника требует большого усилия на передвижение, а также вызывает увеличенный износ как золотника, так и лица. Получившийся износ требует частого и продолжительного ремонта. Поэтому практика работы паровоза заставила перейти к круглому золотнику, представляющему два поршня почти таких же, как имеющийся в цилиндре, насаженных плотно на золотниковый шток (рис. 62).

С введением круглых золотников перешли с наружного выпуска на внутренний, при котором пар входит между дисками золотника. Трение такого золотника о втулку возникает только от пружинящих колец, а поэтому усилие, требуемое на передвижение золотника, очень мало. Шириной поля указанного золотника является расстояние между наружными кромками колец, насаженных на один диск. Так как ширина поля должна быть точная, то золотник не должен иметь перемещение колец вдоль золотникового штока, но вместе с тем кольца в направлении, поперечном

скалке, должны ходить легко в канавках, дабы при вставленном золотнике могли хорошо пружинить.

При внутреннем впуске пара свежий пар входит в золотниковую коробку между обоими дисками золотника и впуск пара в цилиндр происходит открыванием внутренней кромки окна.

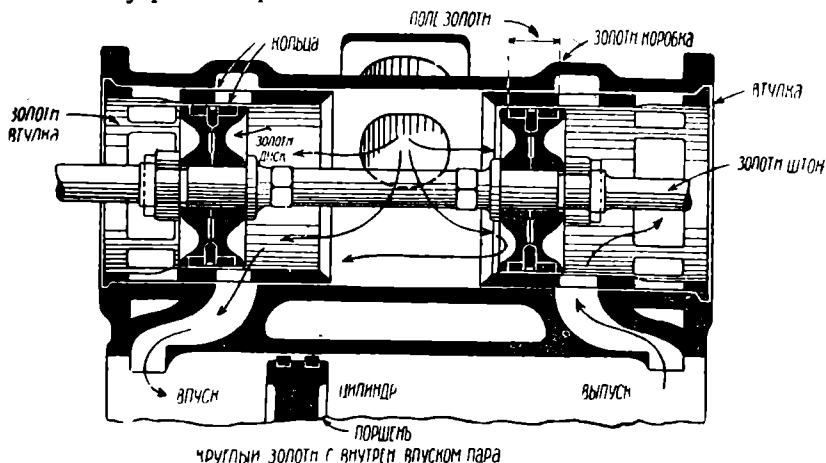


Рис. 62. Круглый золотник с внутренним впуском пара

Выхлопные окна в атмосферу делаются между золотниковыми крышками и дисками.

Разбирая внешний впуск пара, мы установили, что в начале хода поршня поршень и золотник двигались в одну сторону. При внутреннем впуске получается наоборот: для того чтобы поршень пошел в правую полость, необходимо золотник сдвинуть влево, ибо пар впускается внутренней кромкой золотника, т. е. в начале хода поршня при внутреннем впуске пара поршень и золотник идут в разные стороны. Конструктивно это выполняется перенесением золотникового кривошипа в противоположную сторону по сравнению с внешним впуском пара (рис. 63), а также изменением соединения маятника с золотниковой тягой и штоком.

Впускная перекрыша будет у золотника с внутренним впуском с внутренней стороны золотника, а выпускная с внешней. Влияние перекрыш и угла опережения на парораспределение будет такое же, как и при наружном впуске пара. Законы движения золотника при внутреннем впуске пара остаются теми же, что и при внешнем впуске, а поэтому рассуждения о процессах, происходящих в цилиндре, как-то: наполнение, отсечка, расширение, опережение выпуска, выпуск, сжатие, опережение впуска и выпуск

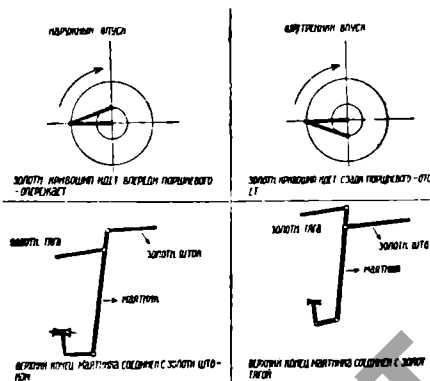


Рис. 63. Характерные отличия внутреннего и внешнего впусков пара по кривошипам и до соединению тяг с маятником.



остаются теми же. Для большего уяснения приведены отдельные моменты внутреннего впуска пара (рис. 64, 65 и 66), достаточно ясные без дополнительных пояснений.

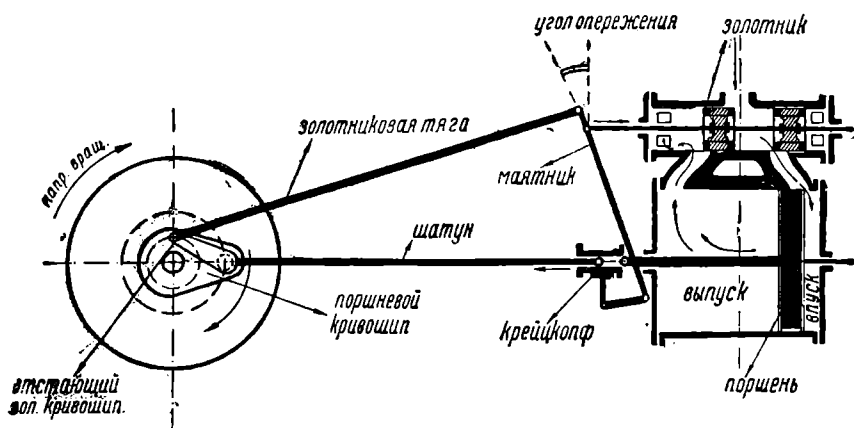


Рис. 64. Начало хода поршня вправо при внутреннем впуске пара. Золотник открыл правое окно на линейное опережение впуска.

Все изложенные рассуждения касаются одной паровой машины. Паровоз их имеет всегда не менее двух, расположенных по одной по правую и левую сторону паровоза и действующих на кривошипы, поставленные один к другому под прямым углом. Если бы кривошипы правой и левой стороны паровоза лежали в одной плоскости, то при крайнем положении

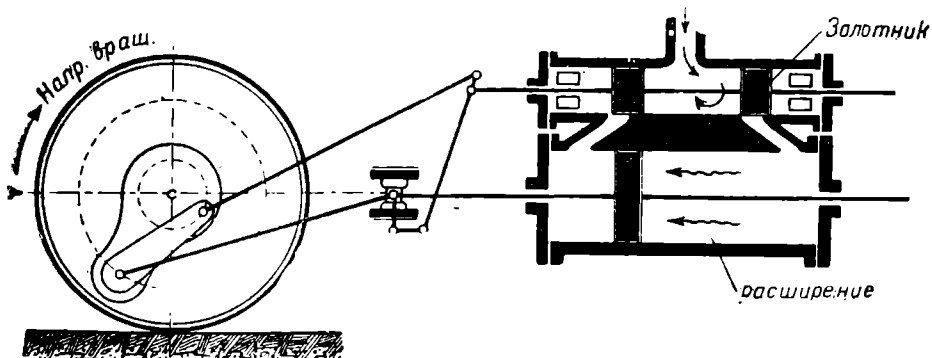


Рис. 65. Момент отсечки в правой полости цилиндра. Поршень движется расширением впусенного пара. В левой полости цилиндра выпуск.

поршней пар не смог бы продвинуть их (окна открыты на линейное опережение впуска), так как давление пара через шатун передалось бы на кривошипы, не вращая их, ибо шатун и кривошип лежали бы на одной прямой линии.

Работа второй паровой машины получается точно так же, как и у первой машины, только процессы парораспределения не совпадают по времени с процессами первой машины.

Так работают внутренние органы парораспределения — поршень и золотник, для которых рассмотренное парораспределение называется постоянным. Оно характеризуется двумя обстоятельствами:

- 1) впуск, расширение пара и прочие процессы не изменяются;
- 2) вращение колес происходит в одну сторону.

Если бы только так оборудовать паровоз, то он двигался бы только вперед, и его работа не изменялась бы. Но паровоз условиями службы на железных дорогах должен возить различные по весу составы по неровному профилю, имеющему подъем и уклоны, а также двигаться вперед и назад. Исходя из этого, необходимо впускать в цилиндры то больше, то меньше пара и впускать пар не в ту полость цилиндра, которую определяет в данном случае золотник, а в какую нам требуется.

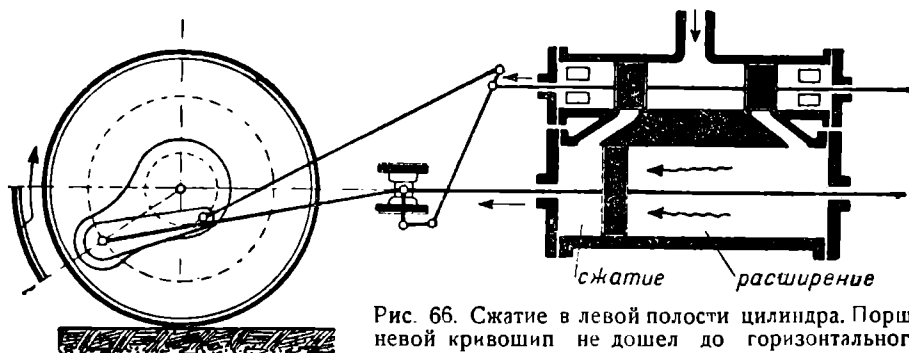


Рис. 66. Сжатие в левой полости цилиндра. Поршневой кривошип не дошел до горизонтального положения на угол равный углу опережения. В правой полости расширение пара.

Эти требования невозможно выполнить только внутренним парораспределительным органом самостоятельно, а поэтому на паровозе прибегают к помощи внешних парораспределительных органов, так называемых кулисных механизмов.

Число кулисных механизмов достаточно большое и разбиты они на две группы. Первую группу составляют механизмы Стефенсона, Гуча и Аллана, иначе называемые эксцентриковые механизмы. Указанные механизмы из-за значительного трения, вредного влияния движущихся частей механизмов на движение паровоза, а также неудобства обслуживания частей парораспределения и их громоздкости — вышли из употребления совершенно и представляют только исторический интерес.

Ко второй группе относятся механизмы Вальсхарта (Гейзингера), Джоя и многие другие. Обнаруженные на практике недостатки механизма Джоя заставили от него отказаться и он запрещен к постановке на новые паровозы, поэтому на нем как на механизмах первой группы останавливаться не будем. Целый ряд других механизмов — Гакворта, Делре, Фридлера, Беккера, Пиус-Финка и пр. — у нас не применяются.

Единственным механизмом, пользующимся в настоящее время мировым распространением, является механизм Вальсхарта.

### Кулисный механизм Вальсхарта

Выше было установлено, что передвижения золотника или его ход по золотниковому лицу постоянные. Если уменьшить радиус золотникового кривошипа, то и ход уменьшится, но уменьшившись опять останется без

изменения. Вполне понятно, что изменять ход золотника, непосредственно уменьшая золотниковый кривошип, не представляется возможным. Если паровозу нужно вести груженный поезд, открытие окон золотника, а также и ход золотника должен быть один, если же паровозу нужно вести порожние вагоны, то ход золотника должен быть меньше, чтобы меньше впускать пара в цилиндр, а следовательно нужно пересаживать контр-кривошип, чтобы изменить длину золотникового кривошипа. Такое изменение длины золотникового кривошипа производится не непосредственно на золотниковом кривошипе, а введением дополнительного механизма (рис. 67). Сущность его заключается в следующем: если золотниковую тягу (рис. 46), соединенную со штоком золотника, разрезать, а в место разреза вставить особую часть, называемую кулиссой, причем один конец от разреза соединить с хвостовиком кулисы кулисной тягой, а второй конец соединить с прорезом кулисы золотниковой тягой, то получим механизм, представленный на рис. 67. В прорезе кулисы помещается подвижная призма, которая называется кулисным камнем. Камень соединен с концом золотниковой тяги. Золотни-

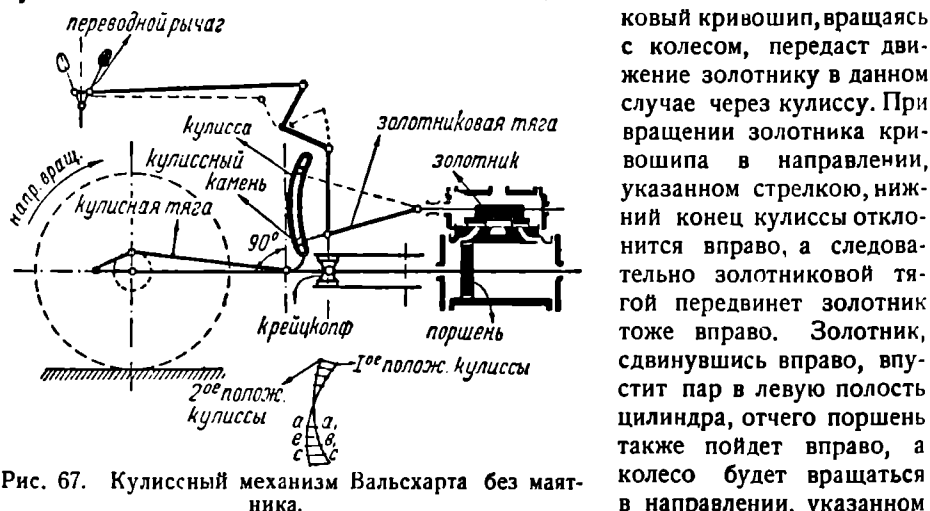


Рис. 67. Кулисный механизм Вальсхарта без маятника.

соответствует переднему ходу машины. Кулисса так же, как и золотниковый кривошип, имеет крайние положения, причем у кулисы и кривошипа они совпадают. Ось качания кулисы проходит горизонтально (перпендикулярно рисунку) через середину кулисы. При качании центр кулисы не перемещается, ибо закреплен на кронштейне, приклепанном к раме.

Если мы переводной рычаг переставим в положение, отмеченное пунктиром, то тяга, идущая к двуплечему рычагу, при помощи последнего и подвески поднимет конец золотниковой тяги вверх. Кулисса сделана таким образом, что имеет от верхнего конца до нижнего прорез. Этот прорез и сама кулисса дугообразны, причем дуга описана радиусом, равным длине золотниковой тяги. Поэтому, когда мы поднимаем конец золотниковой тяги вверх, то фактически камень пройдет по прорезу свободно вверх. Если мы переводной рычаг переведем немного, то камень в кулиссе поднимется также немного и будет там оставаться при закреплении переводного рычага в данном положении, произвольно не двигаясь по кулиссе. Если бы мы поместили к примеру камень в точку *a*, то при вращении колеса кулисса,

качаясь на оси, занимала бы поочередно то одно, то другое крайнее положение, а камень проходил бы путь *aa*. Такой же путь прошел бы (горизонтально) и золотник. Если бы мы поместили камень в точку *a*, то качании кулисы камень прошел бы путь *av*. Нетрудно сообразить, чем ниже от оси кулисы мы будем помещать камень, тем больший пройдет камень, а следовательно и ход золотника будет больший. Кулиса имея два крайних положения, имеет также среднее положение, что и предстало на рис. 67. При среднем положении кулисы, перемещая камень по кулисе не сдвинем золотника, ибо соединение штока с золотниковой тягой являясь центром дуги кулисы, с которой в данном положении кулиса совпадает.

Таким образом мы благодаря кулиссе получаем возможность уменьшать и увеличивать ход золотника (причем это можно производить даже качании кулисы), а следовательно уменьшать и увеличивать выпуск в цилиндр на ходу. Машина же, имея большее наполнение, развивает большую мощность, а при меньшем наполнении — меньшую мощность. К

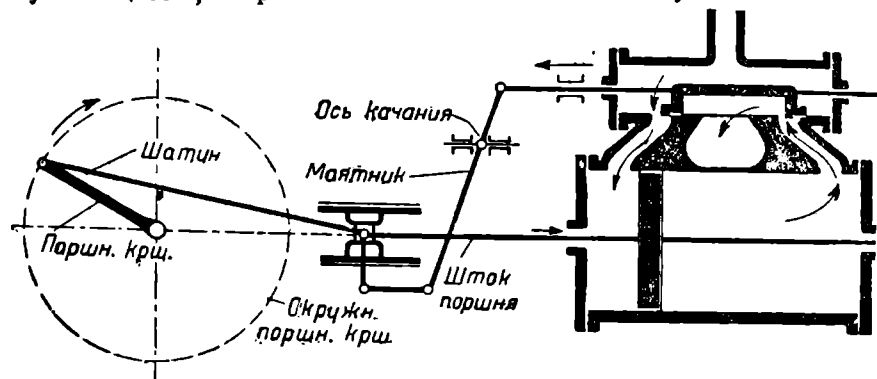


Рис. 68. Маятник механизма Вальсхарта.

того при камне, помещенном внизу кулисы, паровоз будет двигаться ред, а колеса вращаться по часовой стрелке. Если же камень ку перевести в верхнее положение, то кулиса, отклоняясь, потанет зол влево, и пар будет впускаться в правую полость, а колесо начнет вра против часовой стрелки. Паровоз будет двигаться назад. Таким об благодаря кулиссе мы получаем возможность осуществлять дви паровоза назад и вперед, а также уменьшать и увеличивать ст наполнения цилиндра, т. е. регулировать мощность машины.

Но данный механизм при крайних положениях поршня не дает вности открыть окна для впуска пара. Этот недостаток, подробно раз ный выше, устраняется, как мы знаем, введением маятника, соедин с кресткопфом. Выделив маятник отдельно (рис. 68) и закрепив с качания, получим, что маятник, наклоняясь, откроет окно при к положении поршня на линейное опережение впуска. Изображенный нительный механизм дает постоянное линейное опережение (при совп оси цилиндра с центром колеса), зависящее только от хода пор длины маятника, которые не изменяются. Если же ось качания не пить, а соединить с золотниковой тягой механизма, показанного на р то явилась бы возможность передвигать золотник по лицу на тре величину. Соединение двух механизмов вместе дает полностью

сний механизм Вальсхарта (рис. 69) с постоянным линейным опережением впуска. Его можно было бы также получить, если бы в механизм, изображенный на рис. 53—66, вставить кулису. Сразу установим следующее положение: при постановке камня кулисы на средину кулисы камень самой кулисы

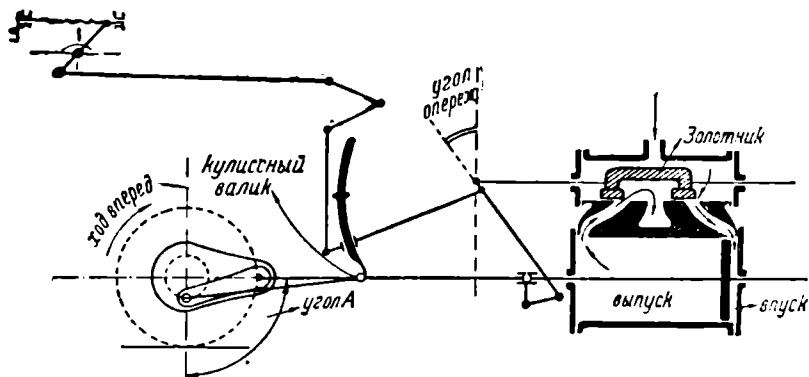


Рис. 69. Схема расположения кулисного механизма при наружном впуске пара в начале хода поршня. Окно открыто на линейное опережение впуска. Угол А—угол между осью золотникового кривошипа и линией, соединяющей центр колеса с кулисным валиком, равен  $90^\circ$ .

перемещаться не будет, а поэтому ось качания маятника будет закреплена неподвижно. При движении паровоза камень по кулисе не двигается, а качается сама кулиса. Передвижение золотника при положении камня

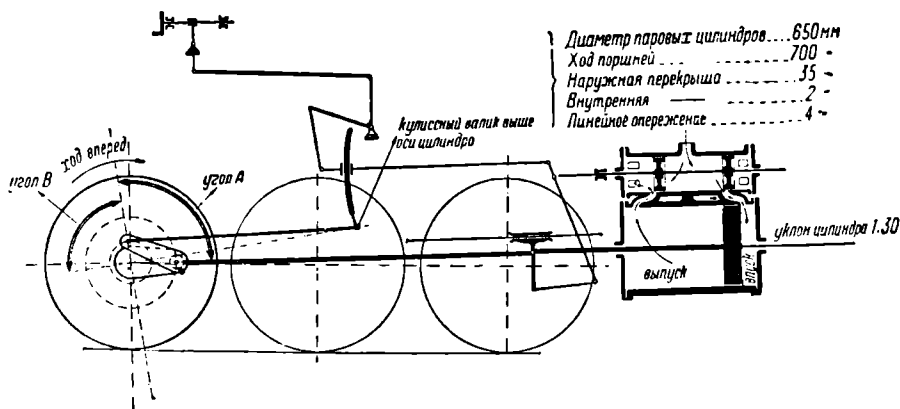


Рис. 70.

Рис. 70. Схема парораспределения паровоза типа 0—5—0 серия Эу. Впуск пара внутренний. Машина в правом крайнем положении. Поршень в начале хода, окно открыто на величину линейного опережения впуска.

Угол А — угол между поршневым и золотниковым кривошипом — больше прямого. Угол В — угол между осью золотникового кривошипа и линией, соединяющей центр колеса с центром кулисного валика — равен  $90^\circ$  (прямой).

на центре производится исключительно качанием маятника на величину впускной перекрышки сложенной с линейным опережением впуска. Работа механизма Вальсхарта после разбора отдельных составных его частей становится вполне понятной.

На рис. 69 механизм изображен для внешнего впуска пара, с открытием парового окна на величину линейного опережения впуска. Кулисный валик помещен на оси цилиндра. Основным условием правильности работы механизма Вальсхарта является необходимость создать между осью золотникового кривошипа и линией, соединяющей кулисный валик с центром колеса, прямой угол, иначе нарушается правильность процесса парораспределения. В случае если данное условие соблюдено при нахождении кулисного валика на оси цилиндра, угол между поршневым и золотниковым кривошипом остается также прямой из чисто конструктивных соображений, а также в целях получения равенства линейных опережений впуска для обоих ходов поршня кулисный валик помещают выше оси цилиндра. Соблюдая только что изложенное условие для механизма Вальсхарта, в данном случае приходится

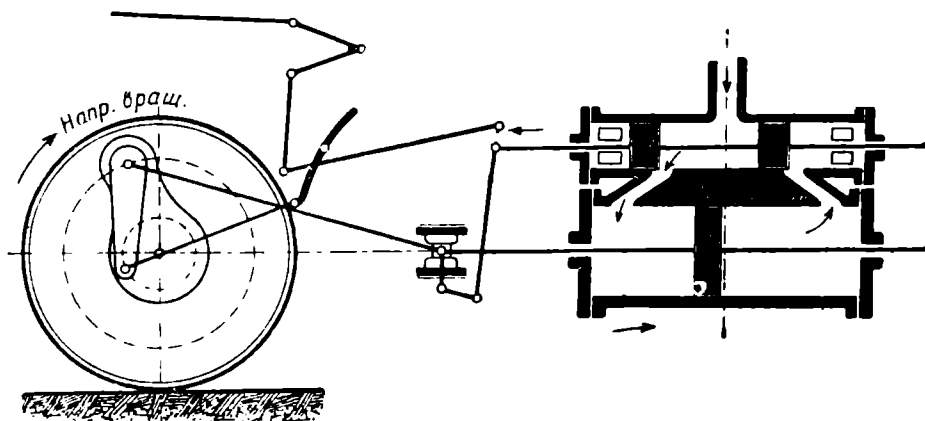


Рис. 71. Момент открытия (наибольшего) окна, определяемого положением камня в кулиссе.

угол между поршневым и золотниковым кривошипами изменять: при внутреннем впуске пара, отстающем кривошипе увеличивать, делать больше прямого (рис. 70), а при внешнем—уменьшать. Достигается это удлинением контр-кривошипа. Тогда угол между золотниковым кривошипом и линией, соединяющей кулисный валик с центром колеса, равен прямому. По рис. 70 нетрудно заключить, что, чем выше лежит кулисный валик над осью цилиндра, тем угол между кривошипами при внутреннем впуске будет больше, а при внешнем наоборот. Изложенное изменение несколько не отражается на процессах парораспределения.

На рис. 71 представлен механизм Вальсхарта при наибольшем открытии парового окна на величину, определяемую положением камня в кулиссе. Расположение механизма в отдельных моментах парораспределения можно представить также по рис. 53—66, но только без кулисы, т. е. при постоянном открытии окна на полную его ширину.

Разобранный кулисный механизм Вальсхарта, благодаря точности парораспределения, малого износа кулисы и камня, малой затраты работы на передвижение золотника и независимости работы от качания паровоза на рессорах, является основным механизмом, который установлен и устанавливается на паровозах.

## Устройство парораспределительных и движущих органов

**Плоский золотник.** Плоские золотники, поставленные на многих тысячах паровозах, работающих насыщенным или слабо перегретым паром, имеют два существенных недостатка:

1. Значительное трение золотников по зеркалу, ибо пар прижимает их к лицу, вследствие чего все шарниры и тяги, при помощи которых происходит перемещение золотника, имеют значительные размеры. От трения быстро изнашивается как сам золотник, так и лицо. Данный износ в большой степени увеличивает простои паровоза в ремонте.

2. Трудно осуществимое плотное прилегание золотника к лицу ведет к большому пропуску пара при закрытых паровых окнах. Пропуск особенно сказывается при перегретом паре, имеющем большую текучесть (из-за этого плоские золотники совершенно неприемлемы на паровозах, работающих перегретым паром).

Наряду с этими недостатками плоские золотники имеют то положительное качество, что могут приподниматься от лица давлением конденсационной воды, сжимаемой поршнем во вредном пространстве. Постановка плоских золотников на паровозы (рис. 72) сопровождалась стремлением уменьшить прижатие золотника к лицу путем отделения от золотника значительной части, которая подвергалась меньшему давлению пара. Это отделение производится введением так называемых **компенсаторов**.

В СССР и Германии применяются золотники ф. Борриса (рис. 72). Устройство их заключается в следующем: в кованую железную рамку с 2 стержнями, называемыми штоками, вставляется бронзовый золотник. Соединяя шток золотника с концом маятника, получаем возможность двигать золотник по лицу. Золотниковая рамка должна плотно охватывать золотник, но позволять перемещаться ему в вертикальной плоскости, что происходит при постепенном изнашивании золотника. Золотниковая коробка, в которой помещается золотник, закрывается передней и задней золотниковыми крышками. Наружу через крышки выходят концы золотникового штока. Для устранения пропусков пара через неплотности между штоками и отверстиями в крышках, устраиваются приспособления, называемые сальниками (см. описание поршневого сальника и рис. 75). Сверху золотниковая коробка закрывается крышкой. Над золотником, на небольшом расстоянии помещают гладко простроганную компенсаторную плиту, прикрепляемую болтами к верхней крышке. Верхняя часть золотника сделана круглой и обточена с боков по шару. Охватывается она разрезанным в одном месте бронзовым кольцом, сделанным в виде клина. К бронзовому кольцу плотно прилегает наружное целое кольцо, сделанное из железа, которое от нажатия 4 пружин, помещенных в стаканах, прижимает внутреннее кольцо как к компенсаторной плите, так и к золотнику. При движении золотника внутреннее кольцо трется о плиту и, прижимаясь к ней, не позволяет пару пройти на верхнюю поверхность золотника. Боковая поверхность золотника, обточенная по шару, позволяет золотнику свободно изменять свой наклон при непараллельности зеркал и компенсаторной плиты. Недостаток золотника Борриса — это быстрое срабатывание колец, излом их и пружин, а также пропуск пара на верх золотника.

Кроме указанной конструкции имелись золотники Ричардсона, Адамса и других, отличающиеся видоизменением компенсаторов. Имеются конструкции

плоских золотников с двойным выпуском (золотники с каналами Трика) и целый ряд специальных золотников. Разбирать их не будем, ибо вообще плоские золотники подлежат вымиранию, вследствие указанных ранее недостатков. На вновь строящихся паровозах плоские золотники не ставятся, а применяются только поршневые золотники.

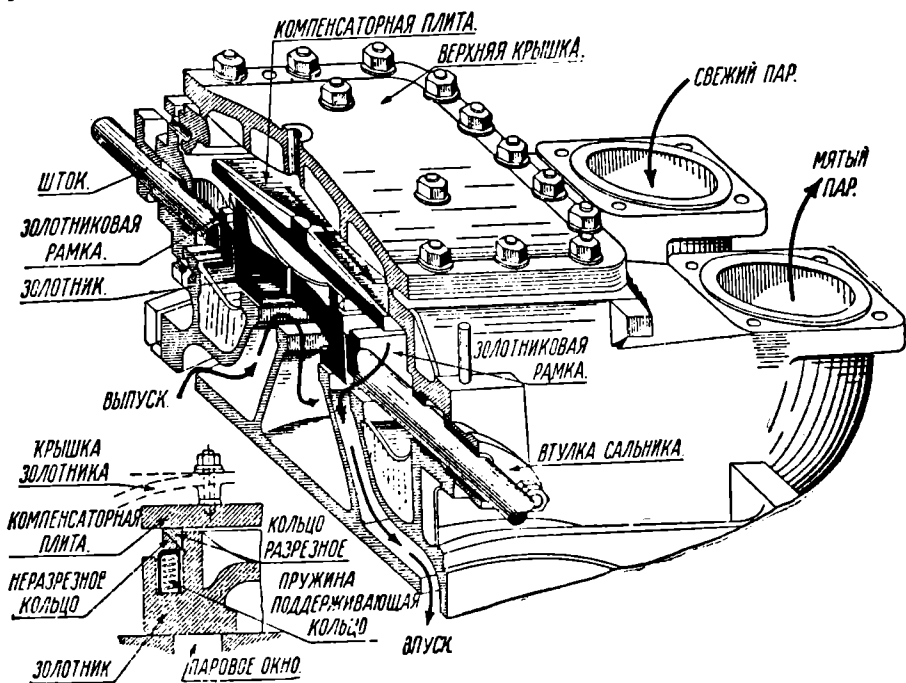


Рис. 72. Плоский золотник с кольцом ф. Борриса.

**Поршневые золотники.** При поршневом золотнике (рис. 73) и рис. 62) так же, как и при плоском, имеется золотниковая коробка, отлитая вместе с цилиндром. Сам золотник представляет собою два диска, насаженные на один общий стержень, при помощи которого золотник можно перемещать в коробке. Чтобы избежать вредного влияния износа от трения при работе золотника, в золотниковую коробку вставляется чугунная втулка, (рис. 96), а на золотниковый диск надеваются золотниковые кольца. По мере износа кольца заменяются новыми, а втулка растачивается до определенных размеров, а потом заменяется. Втулка имеет соответствующие отверстия, которые совпадают с паровыми каналами. Золотниковые втулки по большей части делаются из двух частей. Для возможности свободной выемки золотника, для осмотра и ремонта, внутренние концы втулок стачиваются. Сами втулки вставляются на место под давлением — запрессовываются в золотниковую коробку. Вследствие того, что при поршневом золотнике можно иметь отверстия для впуска и выпуска пара по всей окружности втулки, площадь этих отверстий значительно больше в сравнении с площадью окна плоского золотника. Увеличением отверстий для прохода пара, уменьшается его мятие. При поршневых золотниках золотниковая коробка делается длинной для того, чтобы получить короткие и прямые



каналы для впуска пара в цилиндр, что также уменьшает мятие пара. Это можно выполнить, не увеличивая хода золотника, который, как мы знаем, зависит только от впускной перекрыши и ширины паровпускного окна. Существенной частью поршневых золотников являются чугунные кольца. Для удержания колец на дисках протачиваются канавки — ручки. Кольца делаются разрезными, что позволяет им хорошо пружинить и плотно прилегать к втулке.

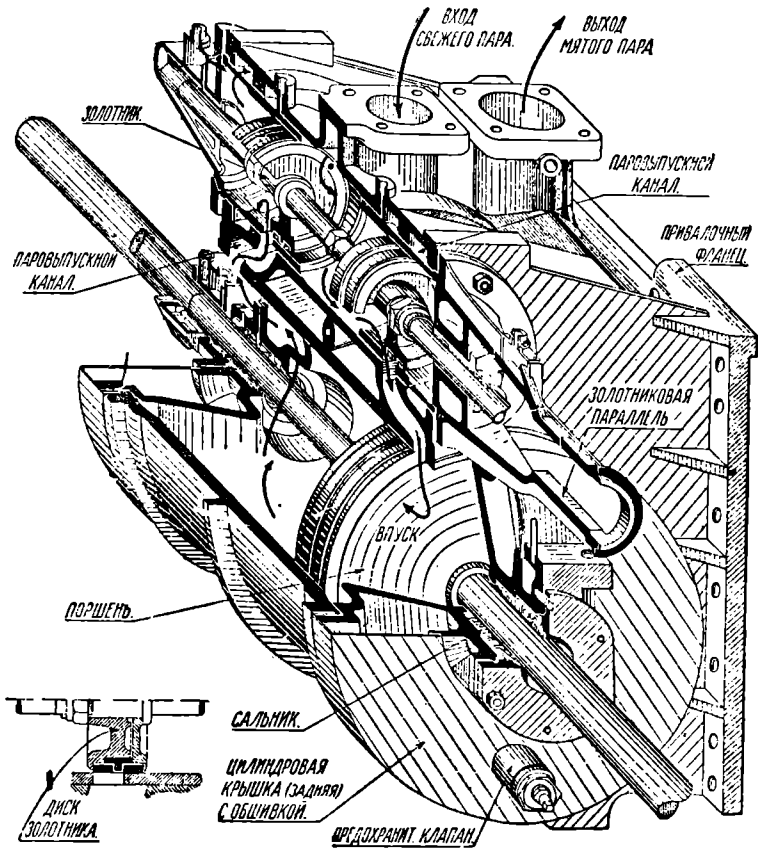


Рис. 73. Поршень и цилиндрический золотник паровоза серии Эу.

Следует отметить, что стыки (место разреза) помещаются не против паровых окон, а в других местах, во избежание поломки и пропуска пара. Практика работы показала целесообразность постановки на диск золотника колец с малым поперечным сечением, ибо этим увеличивается эластичность колец и уменьшается пропуск пара. На поверхности кольца дополнительно протачиваются еще канавки. Золотниковый диск для укрепления на штоке имеет упорную шайбу, к которой прижимается с другой стороны гайкой. На паровозах, оборудованных поршневыми золотниками, преимущественно работают с внутренним впуском пара. Поэтому давление выхлопного пара,

имеющееся между крышкой и диском золотника, позволяет не делать хорошего уплотнения штока в крышке; исходя из этого, ставятся вместо сальников просто бронзовые втулки.

На рис. 62 показан золотник Брундзеля, достаточно распространенный у нас, устройство которого видно из рисунка. На рис. 73 устройство золотника паровоза серии Э до замены такового золотником системы Трофимова (устройство изложено в разборе работы машины без пара).

Имеются поршневые золотники (также и плоские) с двойным впуском и выпуском пара, но ввиду сложности и малых преимуществ почти не применяются.

**Цилиндр.** Золотниковая коробка соединена с паровым цилиндром приливами, в которых проходят паровые каналы. Цилиндр и золотниковая коробка отливаются вместе (в основном из чугуна). Сам цилиндр имеет привалочный фланец, которым он вместе с золотниковой коробкой прикрепляется к раме паровоза на болтах. Плоскость цилиндра, прилегающая к раме, делается сзапличиком, опирающимся на верхнее ребро рамы. Этот заплечик служит для разгрузки болтов. Цилиндры укрепляются с правой и с левой стороны паровоза. Цилиндры по возможности укрепляются так, что их оси горизонтальны, наклон делается в редких случаях, в частности на паровозе серии Э цилиндры поставлены с наклоном в  $\frac{1}{30}$ , что вызвано малым диаметром

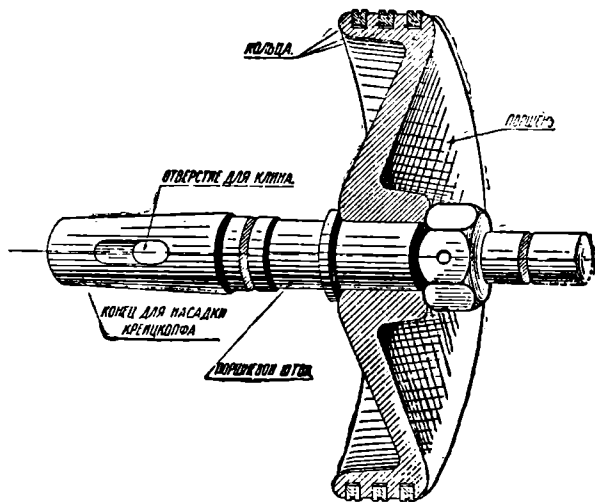


Рис. 74. Поршень со штоком (пар. сер. Эу).

ведущих колес: при горизонтальных цилиндрах нехватило бы места для продувальных кранов и они касались бы железнодорожного полотна.

При выработках стенок цилиндра, имеющих в начале толщину до 30 мм, производится расточка цилиндра.

Если после последней расточки стенки цилиндра окажутся тоньше 16 мм, то в цилиндр в холодном состоянии впрессовывают втулку, толщиной стенки не меньше 10 мм. Для того, чтобы удостовериться в надежности работы цилиндра, таковой испытывают давлением на пять атмосфер больше рабочего давления пара в котле паровоза. Кроме того в процессе работы паровоза производится, не чаще как через 2 месяца, периодический осмотр цилиндра для определения, не задрана ли внутренняя поверхность и не имеется ли раковин и т. д.

**Цилиндровые крышки.** Корпус цилиндра имеет по краям приливы для привертывания крышек. Сами крышки делаются из чугуна и по форме согласуются с формой поршня (рис. 73 и 76). Укрепление крышек производится болтами (задние крышки) и нажимным кольцом (передние). Для того, чтобы создать непроницаемость между крышкой и фланцем цилиндра,

на современных паровозах их больше не ставят на прокладках из медной проволоки, как это делалось раньше, а устанавливают на притирке.

**Поршень.** В паровом цилиндре помещается (рис. 74) штампованный или отлитый из стали поршневой диск. В свою очередь диск плотно насаживается на стальной шток, имеющий заплечик. С другой стороны диска наворачивается на шток гайка, удерживающая диск на месте. Поршень снабжен не менее, чем тремя упругими поршневыми кольцами, выточенными из мягкого чугуна. Шток поршня выпускается наружу цилиндра, и для прохода такового в крышках цилиндра прорезаются отверстия. Поршень должен не пропускать пара из одной полости цилиндра в другую, а также

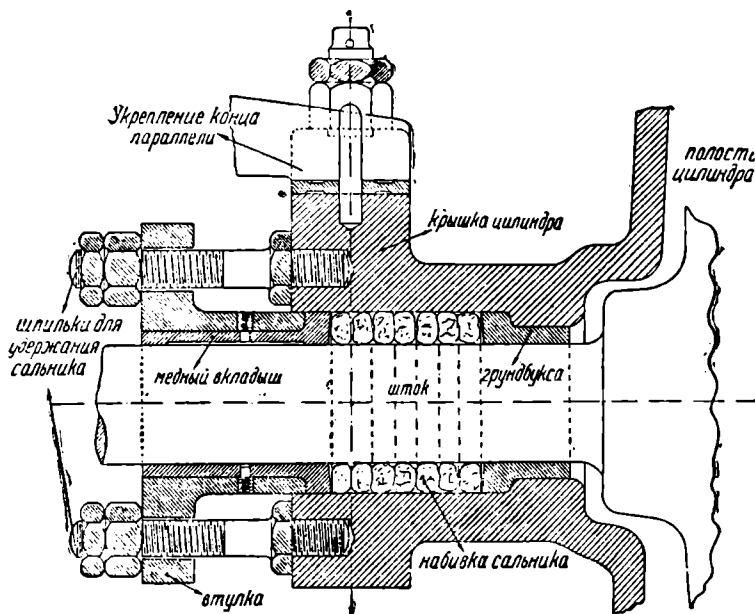


Рис. 75. Сальник для насыщенного пара.

воспринимать на себя все давление впущенного в цилиндр пара и передавать через движущий механизм на палец ведущей оси. Для того, чтобы при работе паровоза меньше снашивались кольца в цилиндре, а также равномерно срабатывалась поверхность в цилиндре, поршень должен опираться не на кольца, а на направляющие штоки. В силу этого шток делается с двух сторон поршня. Часть штока, идущая от диска через переднюю крышку наружу, называется **онтр-штоком**. Поршень, имея шток и контр-шток, подвешивается на них и опирается в отверстия в крышках, а не своими кольцами на поверхность цилиндра. Имеются также поршни и без контр-штока, но у таких износ цилиндра в нижней части увеличивается, несмотря на увеличение опорной поверхности поршня. Так как концы штока **выходят** через крышки наружу, то для устранения пропуска пара через неплотности делают уплотнения, называемые сальниками.

**Сальники** Устройство сальника для насыщенного пара показано на рис. 75. На шток надевается бронзовая разрезная грундбукса, а снаружи имеется втулка, приворачиваемая к крышке болтами. Пространство между

грундбуксой и втулкой заполняется — набивается пенькой, льном или тальком. Для того, чтобы устранить имеющееся парение сальника, снимают со шпилек втулку с прикрепленным бронзовым вкладышем, вытаскивают старую набивку и заменяют ее новой, предварительно пропитывая ее салом или мазутом. После постановки втулки зажимать таковую сильно не следует, ибо при большом нажатии набивки последняя может стореть. При работе паровоза вкладыш втулки и грундбукса, на которые опирается шток, вырабатываются и по мере необходимости заменяются. Для вытаскивания грундбуксы в торце ее имеется отверстие, в которое можно ввернуть штопор и вытащить наружу грундбуксу, состоящую из двух половинок.

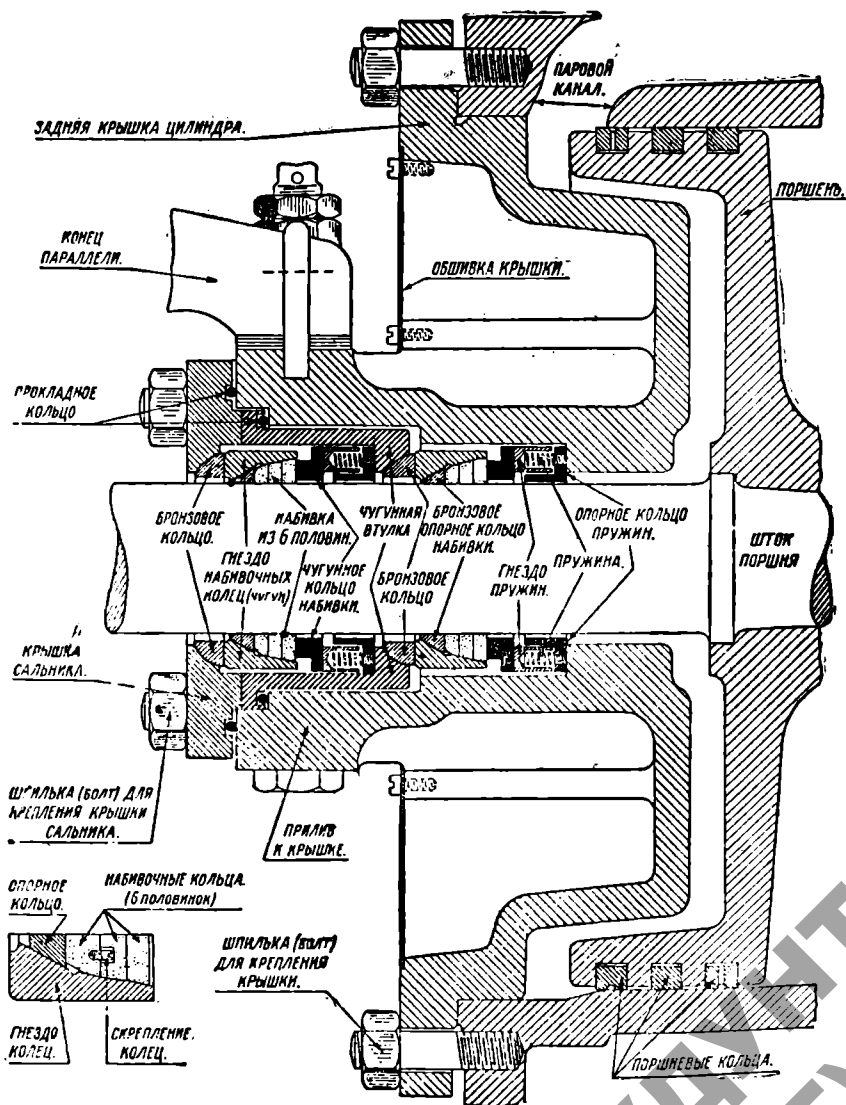


Рис. 76. Сальник с металлической набивкой и задняя крышка цилиндра паровоза серии С.

С введением перегретого пара на паровозах описанный сальник (рис. 75) стал непригоден, ибо при достаточно высокой температуре перегретого пара набивка сальника перегорает. Для устранения этого введена металлическая набивка на существующих паровозах, работающих перегретым паром. Конструкция такого сальника представлена на рис. 76. Набивка, состоящая из отдельных колец белого металла (в основном свинца или олова и сурьмы), от действия пружин на нажимное кольцо входит в свое гнездо и плотно облегает шток. Гнездо набивки представляет собою целое чугунное кольцо, расточенное изнутри на конус. Набивка имеет также опорное бронзовое кольцо. По мере изнашивания пружины подвигают набивочные кольца (скрепленные между собою небольшими шурупчиками) в их гнездо, чем не нарушается плотность прилегания к штоку. Приведенный на рис. 76 сальник русской конструкции у нас в СССР наиболее распространен. Кроме него имеются сальники Шмидта, Гуна, Чантрилля и др.

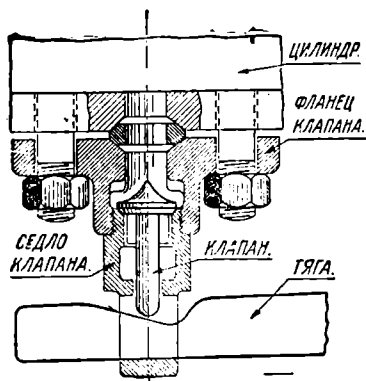


Рис. 77. Цилиндровый продувательный клапан.

### Продувательные клапаны.

Конденсационная вода отводится из цилиндров и золотниковых коробок при помощи продувательных клапанов (рис. 77). Особенно много воды скапливается при трогании паровоза с места, так как пар, входя в достаточно остывший цилиндр, отдает стенкам тепло и сам превращается в воду. Кроме того, при достаточно высоком уровне воды в котле, вода из котла увлекается вместе с паром и попадает в машину. Большое количество воды в цилиндрах вызывает большие опасения, так как вода—тело не сжимающееся, а посему при движении поршня она передает все давление поршня крышке цилиндра (при круглом золотнике, который не отжимается от своего лица, это особенно опасно). Сила, переданная водой, может легко вышибить крышку цилиндра. Для спуска воды в мертвых пространствах цилиндра — внизу просверливаются отверстия, к каждому из отверстий присоединяется корпус клапана (рис. 77). Клапан открывает отверстие из цилиндра только тогда, когда его принудительно при помощи тяги поднимут вверх. Тяга имеет прорез и выступ. Протаскивая тягу при помощи привода (рис. 78) непосредственно из будки машиниста, мы выступом тяги поднимем клапан вверх. В открывшееся отверстие пар вытолкнет воду наружу. Отодвигая обратно рычагом тягу, пока прорез тяги не станет против клапана, мы устраним силу, поднимающую клапан, и он своим собственным весом или давлением пара сядет на седло и закроет отверстие цилиндра. Кроме двух цилиндрических клапанов имеется еще два золотниковых клапана, соединенных вместе и прикрепленных снизу цилиндра. К одному из них подводится трубка (рис. 78) от середины золотниковой коробки, а к другому подводятся две трубки от краев коробки. Золотниковые клапаны также служат для отвода конденсационной воды из золотниковой коробки. При трогании с места желательно клапаны держать открытыми и открывать их время от времени в пути.

Сам клапан должен быть устроен таким образом, чтобы он не открывался под давлением атмосферного воздуха (при езде без пара) и не засасы-

валась пыль с пути. Стоявшие вместо клапанов продувательные краны в виду частого заедания и тугого открытия теперь на паровозах не ставятся.

**Предохранительный клапан** В случае, когда происходит накопление в цилиндрах конденсационной воды при работе паровоза, что

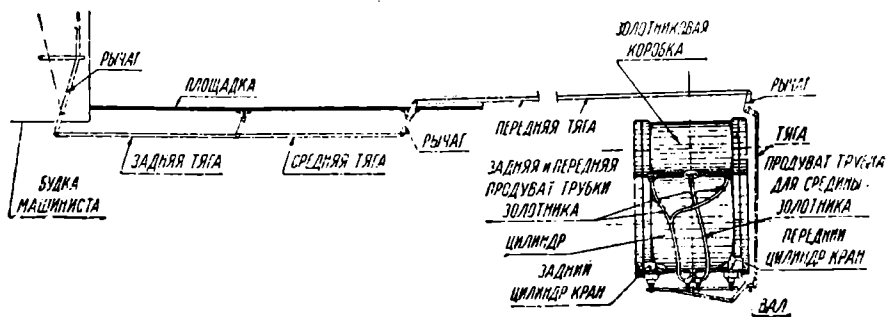


Рис. 78. Механизм продувательных клапанов и расположение продувательных труб паровоза серии Эу.

трудно предусмотреть, ставится внизу на каждой цилиндровой крышке предохранительный клапан, изображенный на рис. 79. Он представляет собою простой односедельный клапан, прижатый пружиной к отверстию в крышке. Пружина заключена в корпус клапана. Сила нажатия пружины на клапан должна незначительно превышать давление пара с другой стороны клапана. Сделано это для того, чтобы сжатая в цилиндре вода немного выше котлового давления могла отжать клапан и выйти быстро наружу во избежание разрушения цилиндра. Как следует из вышеизложенного, назначение предохранительного клапана на цилиндре состоит в предохранении цилиндрических крышек от ударов воды.

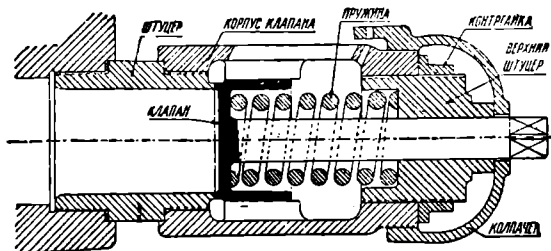


Рис. 79. Предохранительный клапан на цилиндре.

Нужно заметить, что от удара воды значительно предохраняет вредное пространство цилиндра, которое делается, как и говорило ь при разборе работы машины, в среднем 10% от объема цилиндра. Длина вредного пространства спереди и сзади цилиндра редко бывает одинакова. Обычно длина вредного пространства в переднем конце цилиндра больше, чем в заднем, ибо поршневая скалка от нагревания удлиняется и кроме того скорость поршня в передней части цилиндра больше, нежели в задней.

**Крейцкопф.** Поршень, движущийся в цилиндре, имеет выходящий наружу шток. Чтобы передать давление пара колесам, шток соединяют с шатуном при помощи отдельной части, называемой крейцкопфом. Устройство крейцкопфа показано на рис. 80. Сделан он из литой стали. Во втулку крейцкопфа входит хвостовик штока и закрепляется в ней клином. (Так как хвостовик штока

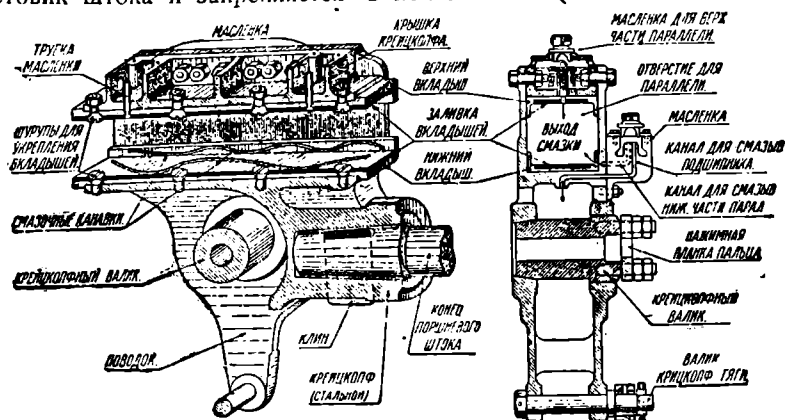


Рис. 80. Крейцкопф пар. сер. Эу в разрезе.

толще самого штока, то и отверстие в задней крышке делают таким, чтобы в него свободно мог пройти хвостовик). Крейцкопф имеет также крейцкопфный валик, которым он соединяется с шатуном. Валик крейцкопфа прижимается нажимной планкой, привернутой к телу крейцкопфа болтами.

**Параллель.** Стальная параллель (обычно не закаливается) служит для направления движения крейцкопфа (рис. 81). Одним концом параллель скрепляется с приливом задней цилиндровой крышки, а другим с кронштейном, прикрепленным к раме паровоза. Каждый конец параллели прикреплен двумя надежными болтами. Поверхности, по которым скользит крейцкопф, тщательно

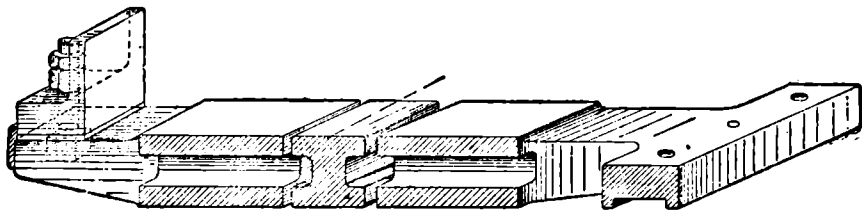


Рис. 81. Поршневая параллель пар. сер. Эу.

припиливаются и шлифуются. Для того, чтобы крейцкопф мог скользить по параллели, у него имеются вкладыши, залитые баббитом. Смазка трущихся мест наглядно показана на рис. 80. Представленный выше крейцкопф служит для одной параллели. Вообще по-семестно входит в обращение для каждого крейцкопфа только одна параллель. Надев крейцкопф на параллель, сверху кладут крышку и соединяют с телом крейцкопфа рядом болтов. Так как находящаяся под крышкой крейцкопфа пополюшка изнашивается, то, чтобы крейцкопф не провисал вниз и не искривлял штока,

а также не портил сальников, поднимают параллель выше, путем подкладки под ее концы железных или медных прокладок. При ремонте в дыши крейцкопфа заливаются вновь баббитом.

Имеются также другие конструкции крейцкопфов, определяемые колоством параллелей. В американских паровозах встречается крейцкопфы, вешенные к трем и даже к четырем параллелям. Делается это исключите для увеличения опорной площади крейцкопфа. С крейцкопфом соединя шатун.

**Шатун (поршневое дышло).** Назначение шатуна (рис. 8) передать движение от крейцкопфа к кривошипу или, иначе говоря, помощи кривошипа преобразовать прямолинейно-возвратное движ поршня во вращательное движение колесной пары. Эта пара, с пал кривошипа, которой соединяется шатун, называется ведущей о

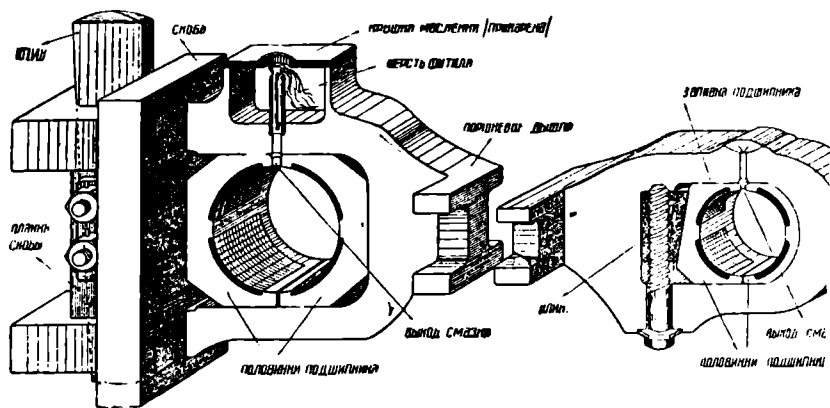


Рис. 82. Шатун (головки разрезаны для наглядности).

паровоза, а кривошип—главным. Сам шатун по длине от 7 до 10 длиннее кривошипа. От длины шатуна значительно зависит правил работы паровоза и чем больше длина его, тем правильнее происходит т паровоза. Поперечное сечение шатуна может быть прямоугольное и тавровое. На рис. 82 показан двутавровый шатун.

Для соединения шатун имеет на каждом конце головку, одна из н девается на крейцкопфный валик (меньшая), а другая—на палец шипа (большая). Головки бывают открытые (левая) и закрытые (п последние наиболее прочны. Открытые головки очень удобны для с В головках шатуна укрепляются подшипники. Головка, при помощи к производится соединение с пальцем главного кривошипа, называется кой поршневого подшипника. Сам подшипник состоит из двух брог половинок, залитых баббитом и тщательно пригнанных к пальцу криво Забивая клин в отверстие, тем самым прижимаем скобу, которая и очередь плотно прижимает половинки подшипника к пальцу. Чтобы и нялся клин и не отошла скоба, на ней имеется планка, к которой т пляется клин двумя болтами. Хорошо собранный подшипник не должен качки вдоль, но должен иметь возможность скользить по длине пальца подшипник сработается, подпиливают плоскости соприкасания обеих пол и осаживают ниже клин. Для уменьшения изнашивания подшипника ния о палец применяется смазка. Для этого на головке имеется мас



отверстием, проходящим через головку до поверхности пальца. В отверстие ввертывается на нарезке смазочная трубочка, а в нее вставляется фитиль. Фитиль делается из шерсти, удерживаемой в трубочке проволокой. Налитая в масленку смазка поднимается по шерсти и стекает к пальцу, а дальше проводится ко всей поверхности трения по канавкам, прорезанным по внутренней поверхности подшипника. Смазка, введенная между трущимися поверхностями, распределяется по подшипнику тонким слоем и не дает соприкасаться ему с поверхностью пальца, а отсюда не дает возможности тереться подшипнику непосредственно о палец. Как только прекратится подача смазки к месту трения, имеющийся слой ее быстро выдавится и подшипник будет тереться уже непосредственно о палец. От трения происходит нагрев трущихся частей до температуры, при которой плавится баббитовая заливка подшипника. Такой подшипник в практике работы называют сгоревшим. Дальнейшее трение уже выплавленного подшипника ведет к образованию царапин (задира) на пальце. Допускать выплавления подшипника нельзя, а необходимо тщательно следить за хорошей смазкой подшипника, а также за доброкачественностью фитиля. Вообще фитиль должен иметь чистую шерсть, а кроме того в летнее время он делается из большего количества шерсти (туже входит в трубочки), нежели зимою (слабее входит в трубочки), ибо от наружной температуры летнего воздуха смазка значительно реже, нежели зимою. Масленка накрывается крышкой, а в отверстие крышки вворачивается пробка. Таким образом устроены масленки у всех трущихся частей паровоза, которые необходимо смазывать.

Головка, при помощи которой происходит соединение с крейцкопфным валиком, также имеет подшипник, состоящий из двух половинок; половинка подшипника, как и у всех подшипников прилегающая к клину (или скобе), называется клиновой, а половинка, прилегающая к рамке, — лобовой.

Сама головка глухая. Для прижатия подшипника к валику имеется призма, называемая клином, которую можно опускать книзу пропущенным через нее болтом. Для смазки крейцкопфного подшипника масленка поставлена на крейцкопфе.

**Сцепные дышла.** Постараемся выяснить прежде всего, почему паровоз двигается по рельсам. Одной паровой машины для этого совсем недостаточно. Стоит только паровоз поднять от рельс, так, чтобы колеса висели в воздухе, и пустить пар в машину, то колеса будут вертеться, а паровоз не подвинется. Это происходит потому, что у поднятого паровоза устранилось трение колес о рельсы. Если же паровоз поставить на рельсы и пустить пар в машину, то паровоз начнет двигаться. Получилось это потому, что колеса трутся о рельсы и от этого создается сила трения. С этой силой паровоз стремится сдвинуть рельсы, но так как рельсы укреплены, то он сам двигается по рельсам. Сила трения тем больше, чем сильнее нагружена ось и чем шероховатей будут поверхности трения. Чем больше сила трения у паровоза с рельсами, тем сильнее паровоз. Можно привести следующий жизненный пример: человек везет по льду нагруженные сани. Если лед настолько скользкий, что человек не может идти сам, а все время скользит, нет трения подошв о лед, то ясно, что никаких саней везти он не сможет. Если бы ему добавить еще вес, то сцепление его ног со льдом уже увеличивалось бы и легкие сани он потащит. Когда же устранился скольжение его ног по льду, т. е. увеличится трение ног о лед, он сможет везти сани с большим грузом. Точно так же и у паровоза: чем больше трение колес о рельс, тем больший состав он может везти. Поэтому товарные паровозы, предназначенные для

перевозки тяжелых поездов, имеют большое количество осей и имеют большой вес. Стоит только к паровозу прицепить состав который для данного паровоза будет велик, как колеса паровоза будут вертеться — буксовать, а паровоз не подвинется: сила трения колес о рельсы малая, и мы получаем опять-таки паровоз, как будто подвешенный в воздухе, — вертится, но не движется. Устранить это можно или увеличением трения (подсыпается песок под колеса) или введением осей паровоза с большим сцепным весом. Заодно заметим, что количество осей увеличивает тогда мощность паровоза, когда введение лишних осей не уменьшает веса паровоза приходящегося на каждую ось. Если на ось нагрузить меньше (что разрешается условиями железнодорожного полотна), то осей нужно больше, и наоборот, если на ось

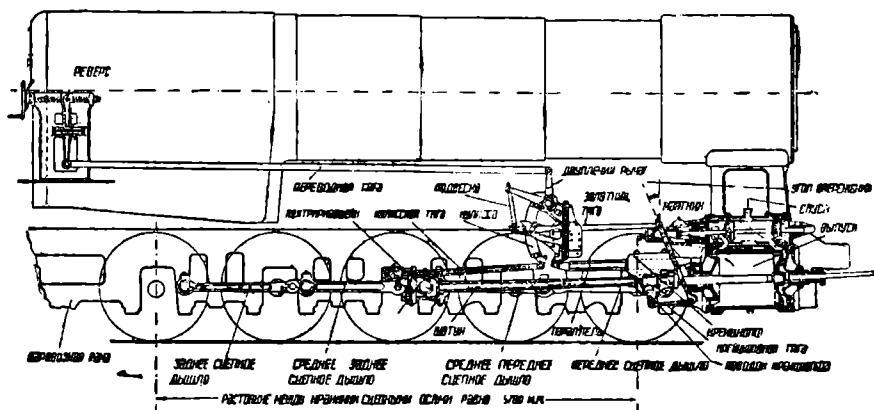


Рис. 83. Движущий и парораспределительные механизмы (пар. сер. Э).

нагрузить больше, то осей нужно меньше. У нас в СССР нормальное давление на ось допускается 20 тонн (пришедшие американские паровозы Т а и Т-б имеют нагрузку на ось 23 тонны).

Оси, которые вместе дают силу сцепления паровоза с рельсами, соединяются между собою дышлами — спариваются, а поэтому и носят название спаренных (рис. 83). Силу сцепления не следует смешивать с тяговой силой паровоза (обусловливаемой сцеплением колес с рельсами, диаметром колес, диаметром и ходом поршня, а также паропроизводительностью котла).

Спаренные оси имеют все одинаковый диаметр и одинаковую длину кривошипов.

Конструкций дышел, соединяющих между собою пальцы кривошипов спаренных осей, имеется много. По конструктивным соображениям сцепные дышла делаются не из одного дышла, а из нескольких частей, соединенных между собою шарнирно. Все вместе они называются сцепным комплектом, который целиком делается из стали. Соединение дышел в комплект производится при помощи сцепных валиков (рис. 84). Часто кроме сцепного валика ставится предохранительный валик, дающий возможность при обрыве главного валика предохранить сцепные дышла от разъединения и поломки механизма.

Сцепной комплект дышел имеет на главном кривошипе главный сцепной подшипник, заключенный в глухую рамку с двумя клиновыми половинками (сер. Э), или одной клиновой и одной лобовой (сер. О). На рис. 84 пред-

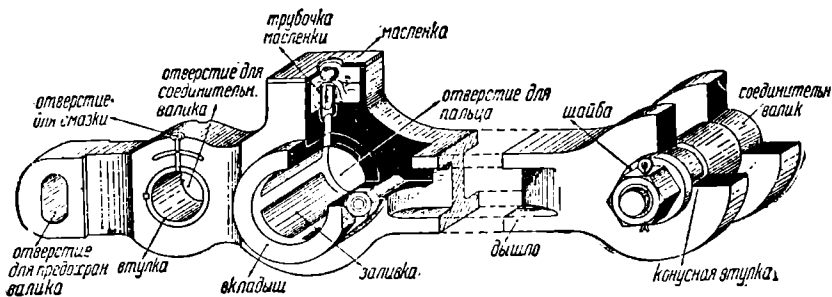


Рис. 84. Среднее сцепное дышло (заднее) пар. сер. Э.

ставлено среднее сцепное дышло (заднее). Головка для надевания на палец имеет втулку без клина, прикрепленную болтом к дышлу для избежания вращения ее в рамке. При таком подшипнике и целой втулке буртик пальца, который ставится после надевания дышла на палец оси, делается съемным (рис. 84-а).

В том случае, если сцепным осям дают боковые разбеги, устраивается специальный шаровой подшипник Хаганса (рис. 85) и кроме того само дышло в соединении с другим сцепным дышлом имеет кроме горизонтального валика еще дополнительный вертикальный (паровозы серии С).

**Кулисса** Назначение кулисы рассмотрено при разборе работы машины. Конструкция таковой представлена на рис. 86. Кулисса состоит из самой кулисы с прорезом, сделанным по радиусу золотниковой тяги, и двух прикрепленных болтами к кулиссе щек. (На рис. 86 кулисса представ-

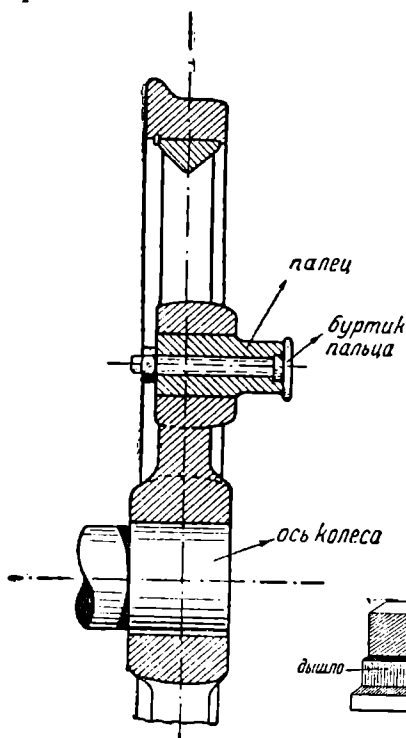


Рис. 84-а.

Разрез сцепного колеса пар. сер. Э с съемным буртиком пальца.

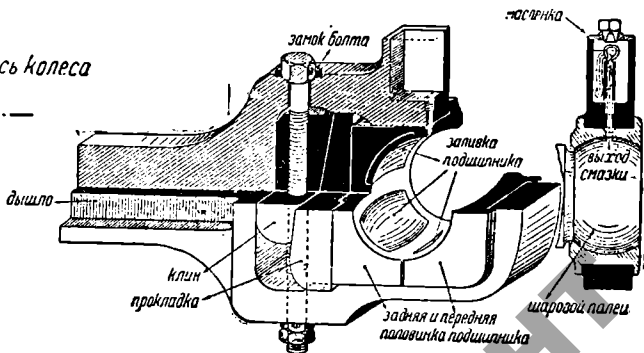


Рис. 85. Переднее сцепное дышло пар. сер. С (в разрезе) с шаровым пальцем.

лена в разобранном виде). На щеках с внешней стороны имеются опоры кулисы в виде валиков. Эти валики входят в подшипники кронштейна (рис. 83) и на них

кулисса может качаться, будучи вместе с тем закреплена. По прорезу кулиussy перемещается призма, называемая камнем. Камень кулиussy соединяется с концом золотниковой тяги, другой конец которой соединен с маятником. Кулисса в нижней своей части имеет хвостовик для помещения кулиссового валика с втулкой. Кулиссовый валик соединяется с пальцем контр-кривошипа кулиссовой тягой. Перестановка камня по кулиссе производится помощью переводного винта, переводной тяги рычага и подвески.

**Переводной механизм.** Устройство подвески, двуплечего рычага и переводной тяги достаточно наглядно видно из рис. 83. **Переводной винт (реверс)** представлен отдельно на рис. 87. На конец винта насаживается на шпонке диск винта с прикрепленным рычагом. Диск имеет прорезанные по наружной окружности выемки. Если в одну из них поставить щеколду, то винт сам не повернется, будучи закреплён. Вращая винт, укрепленный в двух подшипниках (подшипники укреплены на станине переводного винта, которая прикреплена непосредственно к котлу) по часовой стрелке, мы будем ввертывать его в гайку. Но так как сам винт в продольном направлении перемещаться не может, то,

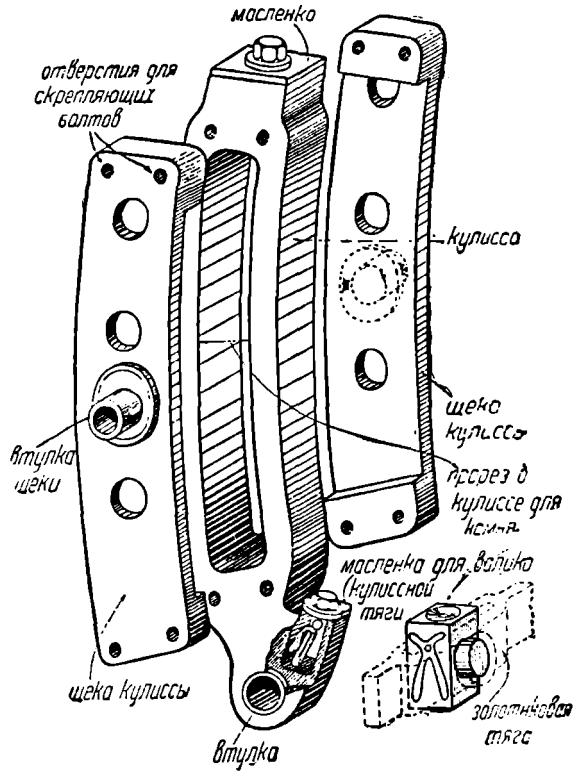


Рис. 86. Кулисса паровоза серии ЭУ.

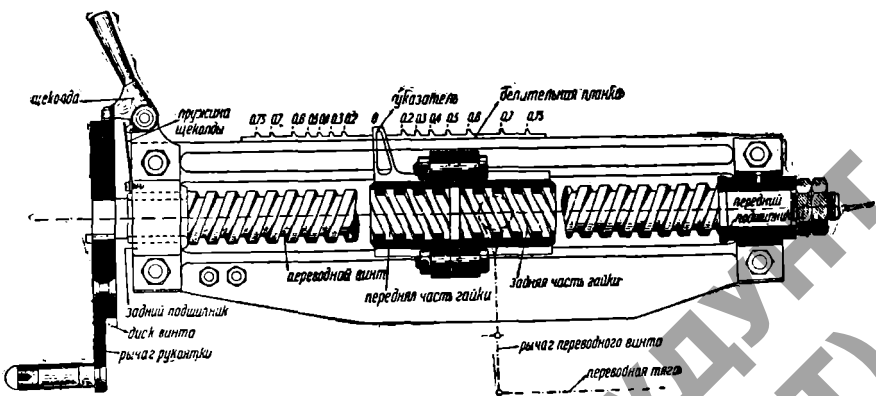


Рис. 87. Переводный винт.

будет двигаться по винту гайка. К гайке присоединен конец рычага переводного винта. (Имеются также непосредственные соединения переводной тяги с гайкой винта — паровозы сер. О). Передвинув гайку вперед, мы опустим конец золотниковой тяги книзу. Это положение соответствует переднему ходу паровоза. Раньше мы установили, что чем ниже стоит камень в кулиссе, тем **большой ход золотника** допускает кулисса, а отсюда и больше открытие паровпускных окон. Если мы меньше передвинем гайку по винту, то меньше опустится камень и будет меньший ход золотника, отсюда следует, что перемещение гайки по винту соответствует ходу золотника. Если ход гайки от ее среднего положения разделить к примеру на десять частей, что делается на специально приделанной делительной планке, то, поставив указатель делений, имеющийся на гайке, на определенное деление, получим возможность определить степень наполнения цилиндра свежим паром. Если гайку передвинуть настолько, чтобы указатель остановился на 4-м делении, то это значит, что поршень четыре десятых своего хода проходит под давлением свежего пара или, как говорят, паровоз работает с наполнением в 40%.

Нужно заметить, что золотник с перекрышами и маятник не дают возможности получить 100% наполнения цилиндра. Маятник, дающий угол опережения, помощью перекрыш позволяет установить работу машины расширением на 0,2 — 0,25 хода поршня. Иначе говоря, при нахождении поршня на 0,8 — 0,75 своего хода при механизме даже без кулиussy золотник прекращает выпуск пара. Вполне понятно, что кулисса не может это наполнение увеличить, а только его уменьшает. Отсюда становится ясным, почему на делительной планке наносятся от среднего нулевого положения в обе стороны деления только до 0,8 — 0,75, ибо следующие большие деления не будут соответствовать действительному наполнению, так как при спущенной до конца гайке наполнение не может быть больше нежели 0,75 — 0,8 хода поршня.

Перевод гайки назад (вращением винта против часовой стрелки) соответствует заднему ходу паровоза.

**Смазка поршней и золотников.** При работе машины поршни и золотники необходимо смазывать. Смазка производится при помощи простых масленок, представляющих собою простую чашку, нижнее отверстие которой соединено трубкой с местом смазки. Это отверстие в самой масленке может быть закрыто вворачиванием винта. Если винт вывернуть, то этим откроется доступ смазки в трубочку, из которой при работе машины без пара смазка засасывается в цилиндр и золотниковую коробку. Такое устройство имеет целый ряд паровозов (сер. О). Произвести смазку поршней при работе паровоза с паром невозможно, ибо пар вытолкнет смазку из трубочки через масленку наружу. Имеется более усовершенствованные приборы — лубрикаторы, подающие смазку непрерывно. Но медленная подача смазки и невозможность увеличения количества ее в зависимости от работы паровоза, что присуще лубрикатору, заставили отказаться от них и перейти на смазочные пресса.

Нужно отметить, что если поршни и золотники при насыщенном паре смазываются простым мазутом, то при перегретом паре требуется смазывание маслами, которые не испаряются, как мазут, от высокой температуры пара.

**Смазочный прибор Фридмана.** Прибор Фридмана или, как его называют, пресс Фридмана (рис. 88) является соединением вместе

нескольких небольших насосов. Каждый из них нагнетает смазку к определенному месту, где происходит трение соприкасающихся поверхностей.

Все насосы помещаются в общей коробке — корпусе прибора, который также служит резервуаром для смазки. Каждый насос состоит из двух пор-

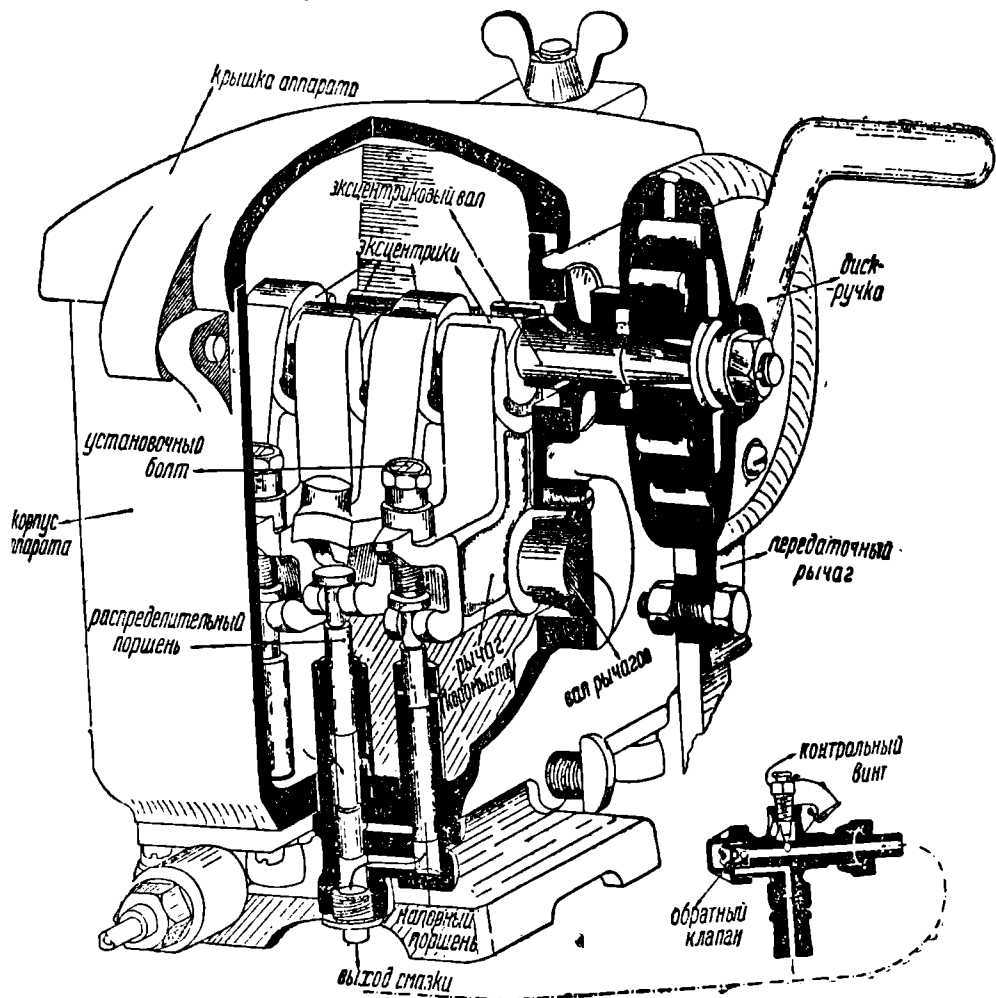


Рис. 88. Смазочный аппарат Фридмана.

шеньков, соединенных с коромыслами. Коромысла (рычаги) насажены на общий вал, на котором могут качаться. Сверху коромысла имеют вилкообразное углубление, через которое проходит эксцентриковый вал. Эксцентриком вообще называется круг, через который проходит ось вращения, не совпадая с его центром (рис. 89). Этот вал приводится во вращение передаточным рычагом, соединенным с задней щечкой кулисы (паровозы сер. Э'). Так как кулисса качается, а не вращается, то передаточный рычаг имеет трещетку, при помощи которой отклонения кулисы в одну сторону дают вращения эксцентриковому валу, а отклонения кулисы в другую сторону

влияния на вращение вала не оказывают. Эксцентрик, насаженный на вал и входящий в прорез коромысла, при вращении нажимает то на одну, то на другую сторону прореза в коромысле, и тем самым качает его то в одну, то в другую сторону. К каждому поднимающемуся и опускающемуся концу рычага присоединяется отдельный поршеньек.

Разберем работу одного насоса (рис. 89) (или фактически работу всего прибора). При вращении вала эксцентрики наклоняют коромысла в разные стороны (см. 2-е положение), причем напорный поршень поднимается вверх, а второй — распределительный поршень — опускается вниз. При таком дви-

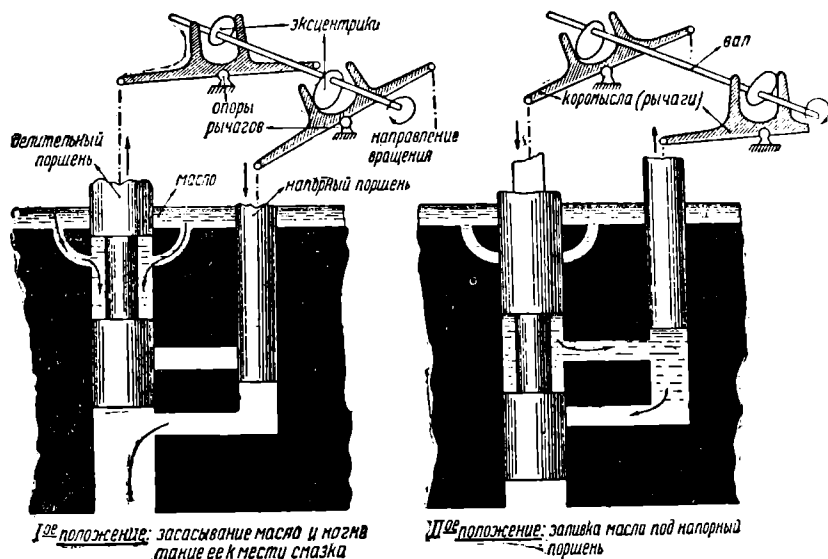


Рис. 89. Схема работы аппарата Фридмана.

жении поршней смазка засасывается под напорный поршень. Так как эксцентриковый вал поворачивается, то вместе с ним повернутся и эксцентрики, которые заставят коромысла отклониться в обратную сторону (см. 1-е положение). От этого напорный поршень пойдет вниз, а распределительный пойдет вверх и закроет канал, по которому смазка присасывалась. Закрытая смазка под напорным поршнем протолкнется в трубочку, а по ней к трущимся поверхностям. Поднимаясь вверх, распределительный поршень (называется так потому, что соединяет камеру под напорным поршнем то с масляным резервуаром, то с напорным пространством) откроет доступ смазки в имеющуюся у него выемку. В таком порядке производится дальнейшая работа насоса. Чем скорей будет вращаться эксцентриковый вал (а это произойдет с увеличением скорости паровоза), тем чаще будут двигаться поршеньки, увеличивая подачу смазки. Если смазки подается очень много, то значит ход напорного поршня большой. Для уменьшения такового имеется установочный болт, отворачивая который можно уменьшить ход поршня, а следовательно и количество подаваемой смазки.

Части прибора, заключенные в коробке, смазывать не требуется, так как они работают в смазке. Передаточный механизм имеет масленку. Для наполнения прибора смазкой поднимается крышка и на сетку наливается смазка.

В зимнее время прибор подогревается паром, проходящим по трубке от пароразборной колонки паровоза.

Перед отправлением поезда необходимо повернуть несколько раз ручку, сидящую на эксцентриковом валу, для того чтобы наполнить трубочки смазкой. Чтобы удостовериться в подаче смазки, на трубке у места смазки ставится контрольный винт, отворачивая который, мы даем возможность при исправной работе насоса выжимать смазку наружу. Если смазка идет, значит подача к месту трения происходит. На пути хода смазки имеется еще шарик, служащий обратным клапаном, не позволяющим выйти смазке обратно.

Кроме разобранного прибора, у Фридмана имеется также прибор с видной смазкой, т. е. дающий возможность не только наблюдать за уровнем смазки в приборе, но и за смазкой каждой отдельной смазываемой части. Действие его основано на той же системе двойных поршней, приводящихся в движение посредством рычагов.

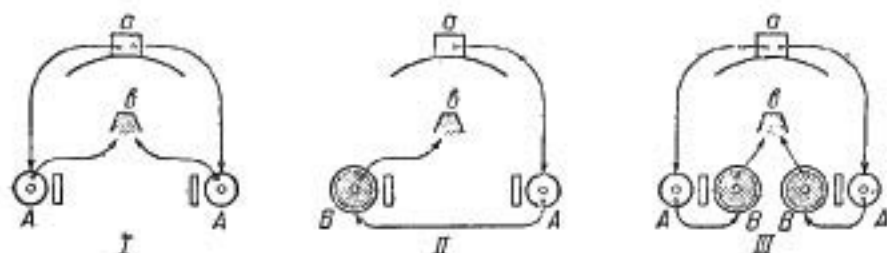


Рис. 89-а. Схемы паровозных машин.

А—цилиндры высокого давления. В—цилиндры низкого давления. а—паровой колпак (сухопарник). б—конус.

**Паровозы-компаунд.** Разобранная нами паровая машина характеризуется тем обстоятельством, что при наличии двух или более цилиндров (паровозы серии Л, М и др.) отработанный пар из каждого цилиндра поступает в конус (схема I, рис. 89-а). Паровозы такого рода называются паровозами простого действия. Основной их недостаток заключается в том, что, имея высокое давление пара в котле, при работе машины с большим наполнением, а следовательно малым расширением, выпускаемый в конус отработанный пар имеет значительное давление и может еще производить работу. Если же этот пар пустить в другой цилиндр (схема II, рис. 89-а), то он будет передвигать поршень. Работающие по такому принципу паровозы называются паровозами двойного расширения пара или паровозами-компаунд (составной). Кроме двухцилиндровых паровозов-компаунд, имеются также 4-цилиндровые паровозы (схема III, рис. 89-а). По сравнению с паровозами простого действия паровозы-компаунд дают значительную экономию пара.

У нас в СССР по схеме II (рис. 89-а) работает большое количество паровозов. Но такие двухцилиндровые паровозы (к примеру серии О и Н) обнаружили на практике целый ряд недостатков, а именно:

1) работа в обоих цилиндрах обыкновенно не равна, что ведет к извилистому движению, а отсюда к неравномерному износу обеих сторон паровоза;

2) если у паровоза, стоящего без движения, в цилиндре высокого давления паровые окна окажутся закрытыми золотником, то пар не сможет по-



пасть в левый цилиндр (низкого давления) и нельзя паровоз сдвинуть с места. Требуется дополнительный прибор отправления, назначение которого выпустить свежий пар в левый цилиндр помимо правого;

3) неравенство веса цилиндров в силу разного их диаметра, а отсюда неравенство весов на обеих сторонах создает трудности для уравновешивания паровоза.

Эти недостатки и целый ряд других не перечисленных оказались очень существенными. Но даже, принимая их во внимание, применение системы компаунд, как средства к получению экономии топлива, имело смысл при работе насыщенным паром. При применении перегрева почти все основные преимущества системы компаунд утратили свое значение. Поэтому все современные паровозы строятся только однократного расширения, а от постройки системы компаунд в СССР отказались.

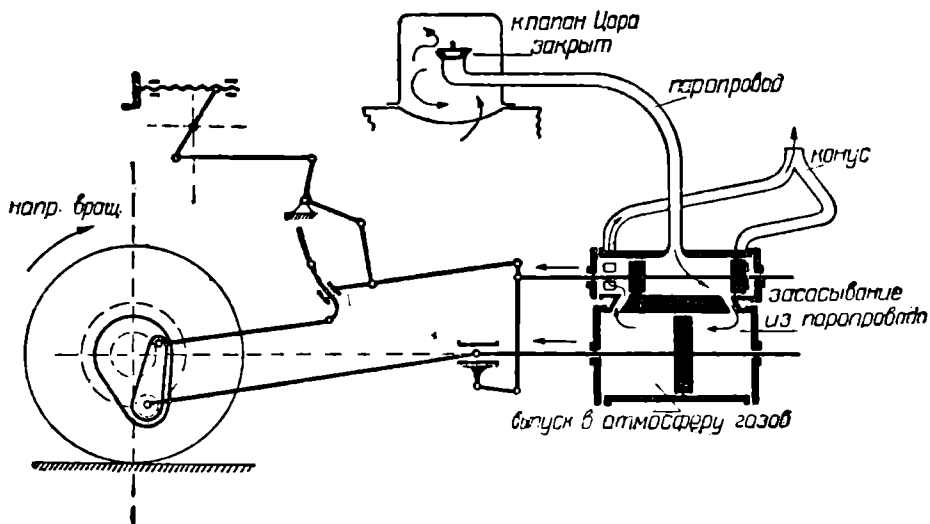


Рис. 90. Схема машины при работе паровоза без пара. Поршень движется влево. Разряжение происходит в паропроводе и правой полости цилиндра.

**Работа машины без пара.** Паровоз в пути не все время следует с впуском пара в машину. При следовании под уклон, при подходе к станции, при развитой большой скорости на горизонтали поезд может сам двигаться с закрытым регулятором паровоза. Чем меньше будет уменьшаться скорость поезда при работе паровоза без пара, тем экономичней работа самого паровоза. Паровоз, двигаясь без пара, уменьшает свою скорость, и это уменьшение происходит не только от силы трения, но и вследствие препятствий, оказываемых самой машиной.

Разберем процессы, происходящие в машине при работе паровоза без пара. Необходимо заметить, что законы движения золотника и поршня, а также открытие и закрытие паровых окон происходит так же, как при работе машины с паром. Разница заключается только в том, что закрыт регулятор и нет доступа пара в золотниковую коробку. После нескольких оборотов машины после закрытия регулятора в паропроводе и золотниковой коробке пара не будет. Поршень, двигаясь влево (рис. 90), будет освобождать объем цилиндра (правую полость). В открытый правый паровой ка-

над в цилиндр из паропровода нечему войти, тогда в пространстве между регуляторной головкой и поршнем будет происходить значительное разрежение. Поэтому давление в объеме, заключенном между регуляторной головкой и поршнем, будет сильно уменьшаться и на рабочую сторону поршня давление будет падать. В это время на нерабочую сторону давление будет возрастать ибо в левой полости происходит сжатие. Движение поршня будет тормозиться, т. е. машина сама старается мешать движению поршня, сдерживая его и не давая ему возможности двигаться. Но так как при работе паровоза без пара или как говорят, при холостой работе паровоза не поршень двигает колесо, а колесо поршень, то фактически машина

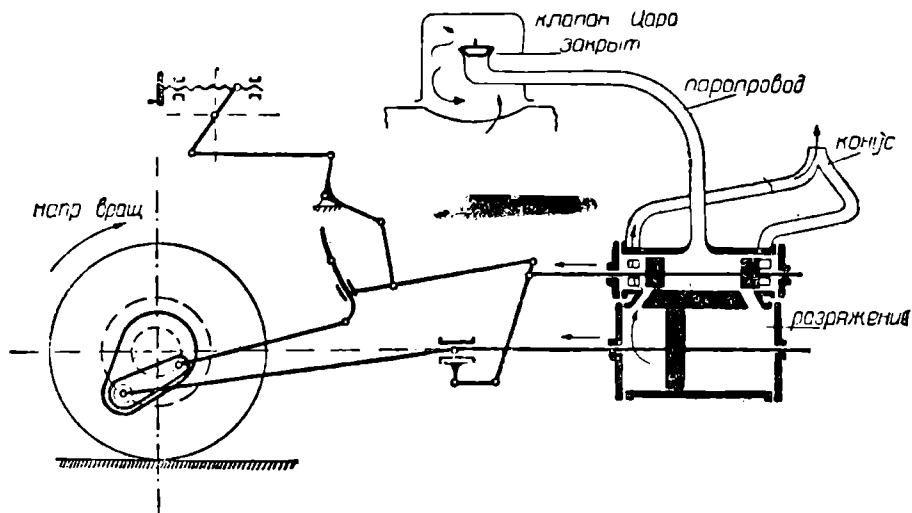


Рис. 91. Момент отсечки при езде без пара. Разрежение происходит только в правой полости цилиндра. В левой полости выпуск.

сдерживает вращение колеса. Чем сильнее сдерживается в цилиндре поршень, тем сильнее останавливается вращение колес или движение паровоза. Увеличение торможения поршня произойдет, когда золотник перекроет правое паровое окно (момент отсечки) От этого объем, в котором происходит разрежение, еще уменьшится и станет равным только объему цилиндра между поршнем и крышкой (рис. 91). В меньшем объеме от разрежения еще сильнее будет падать давление. Отсюда следует, что чем дольше не будет закрываться паровпускное окно, тем медленнее будет увеличиваться усилие, тормозящее поршень. Поэтому-то при езде без пара дают золотнику двигаться на полный ход, опуская камень кулисы до конца (переводят гайку переводного винта в положение, соответствующее максимальному наполнению). При дальнейшем движении поршня наступит в правой полости опережение выпуска (рис. 92). Но так как давление в правой полости ниже давления в конусе, то по каналу, соединяющему правую полость с конусом, газы пойдут не из цилиндра в конус, как это имело место при работе машины с паром, а будут наоборот засасываться из конуса в цилиндр. При обратном ходе поршня в левой полости будет происходить то же, что и происходило в правой полости. Из правой же полости поршнем засосанные газы будут обратно выталкиваться в конус до момента за-

крытия парового окна, что соответствует началу сжатия. Выталкивание газа в конус способствует ненужному увеличению тяги, а отсюда и горению в топке. Оставшиеся газы, не выпущенные в конус, будут сжиматься до начала открытия парового окна (соответствует опережению впуска), соединяющего полость цилиндра с паропроводом. Но так как давление в паропроводе вследствие происшедшего ранее разрежения незначительно, то вместо впуска из паропровода в цилиндр начнется выпуск газов из цилиндра в паропровод (рис. 92).

Таким образом, при холостой работе паровоза сама машина сопротивляется движению паровоза. Это сопротивление доходит до 250 лош. сил, вследствие чего подчас даже на уклоне требуется открывать регулятор для

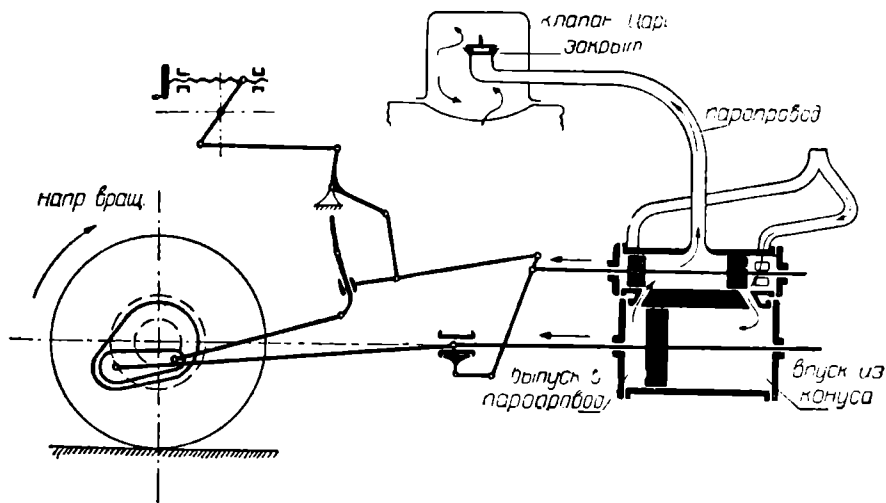


Рис. 92. Правое окно открыто на выпуск при езде без пара. В правую полость выпуск газов из конуса, вместо выпуска пара из цилиндра. В левой полости вместо впуска пара—выпуск газов в паропровод.

дальнейшего ведения поезда, а следовательно расходовать напрасно топливо, в то время, когда поезд мог бы двигаться самостоятельно под действием сил инерции. Кроме этого с засасываемыми из дымовой коробки газами попадают в золотники и цилиндры зола и сажа, которые ускоряют износ колец и втулок. Сама машина в момент сжатия и впуска получает вредные толчки, расстраивающие движущий механизм.

Для устранения сопротивления машины при холостой работе паровоза применяются клапана Рикюра (перепускные клапана — байпасы и раздвижные золотники).

**Клапан Рикюра.** На золотниковой коробке ставится чугунный патрубков или просто труба, соединяющая атмосферу с золотниковой коробкой. Конец трубы, выступающий наружу снабжен клапаном, который открывается в сторону золотниковой коробки. Снизу клапана имеется пружина поддерживающая его. Когда в золотниковой коробке имеется пар, то клапан прижат к седлу. При холостой работе паровоза в паропроводе от разрежения образуется давление ниже атмосферного. От этого клапан давлением наружного воздуха поднимается и воздух засасывается в цилиндр

и паропровод. Так как клапан Рикюра выпускает в цилиндры воздух, то по этому его называют еще воздушным клапаном. Если на рис. 93 не было верхнего парового клапана, то схема изображала бы устройство клапа Рикюра. Недостатки клапана Рикюра в том, что засасываемый наружн воздух охлаждает стенки цилиндра и вызывает при выпуске пара усиле ную его конденсацию. Вместе с воздухом в цилиндры попадают пыль и сок. Не устраняется засасывание газов из дымовой коробки.

**Клапан Шукалова.** Клапан Шукалова представляет собою тот клапан Рикюра, но только с добавлением парового клапана (рис. 93). Па вой клапан имеет хвостовик. При подъеме воздушного клапана он удар хвостовик парового клапана и поднимает его. Поднятый паровой клап дает доступ в цилиндры свежего пара, подведенного к корпусу клапа трубочкой. В цилиндр входит в данном случае уже смесь воздуха и пара. Клапан Шукалова поэтому называется паровоздушным клапаном. Труба, по которой выходит из клапана смесь пара и воздуха, в большинстве случаев соединяется (у паровоза имеющего пароперегреватель) с камерой насыщенного пара. Поэтому смесь, прежде чем попасть в цилиндр, проходит по элементам пароперегревателя, а затем через камеру перегретого пара поступает в цилиндр. Благодаря проходу смеси через пароперегреватель, охлаждаются элементы, что ведет к уменьшению их перегорания. Поступающая в цилиндр смесь имеет достаточную температуру и не производит охлаждения стенок цилиндра. Так как клапан Шукалова ставится у дымовой трубы, то воздух всасывается им из верхних слоев атмосферы и имеет мало пыли. Кроме клапана Шукалова, имеется также паровоздушный клапан системы Лопушинского, представляющий только конструктивн видоизменение клапана Шукалова.

Как при воздушном, так и при паровоздушном клапане засосан воздух выталкивается поршнем в конус; этим вызывается ненуж увеличение тяги. Усилие, тормозящее движение поезда, с постано клапанов значительно уменьшается в моменты всасывания (рис. 90), но изменяется в процессе выпуска (рис. 91) и впуска (рис. 92).

**Байпассы.** Конструкций байпассов имеется достаточно большое личество, но во всех их общая идея: соединить обе полости цилй трубой. При движении поршня по трубе будет происходить г качивание газа из одной полости (где давление повышается от сж в другую (где давление понижается). Для примера разберем байпас Зяб (рис. 94). Байпас имеет полую коробку, присоединенную концами к г впускным окнам цилиндра. Внутри коробки помещен двойной порш сидящий прочно на стержне (на рис. 94 и 95 показаны черным) К шеньку снизу подводится трубочкой, идущей от паропровода, свежий При впуске пара в цилиндр пар проходит так-же под низ поршня бай и поднимает его кверху (рис. 95). Поршенек, поднимаясь, закрывает ка

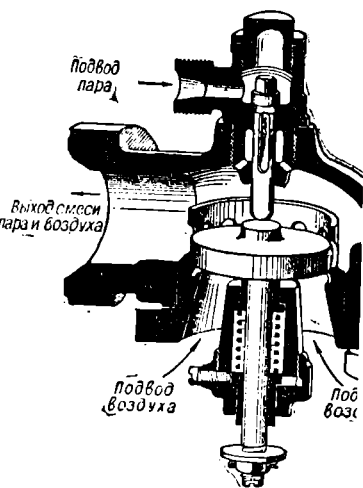


Рис. 93. Паровоздушный кл

НБ ДИ

байпасса и тем самым разобшает между собою обе полости цилиндра. При закрытии регулятора давление снизу на поршень байпасса устраняется и поршень собственным весом, а также нажатием пружины опускается. Выточка в поршне позволяет обеим полостям цилиндра соединиться (рис. 94). Поэтому давление по обе стороны поршня почти одинаково.

Недостатки байпасов следующие: так как полость байпасса соединяет обе полости цилиндра через паровпускные каналы, то в момент закрытия золотником окон (байпасс работать не перестает), перекачивание газов происходит только по каналу в рубашке золотника (в который выходят окна), что вызывает торможение поршня в силу уменьшения отверстия для прохода газа. Узкий проход для газа в байпасе создает для его прохода большие сопротивления. При байпассах также не устраняется засасывание газов из дымовой коробки и тормозящее усилие уменьшается незначительно.

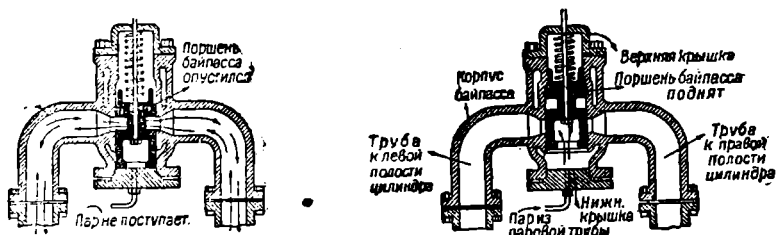


Рис. 94 и 95. Байпасс Зяблова при работе паровоза с паром (правый рис.) и без пара (левый рис.). (По корпусу байпасса происходит перекачивание воздуха из одной полости цилиндра в другую).

В помощь байпасам ставились еще воздушные клапаны. Но теперь байпасы практикой работы совершенно забракованы. На паровозах возвращаются к улучшению работы паровоздушных клапанов. У нас в СССР вводится взамен байпасов изобретенный Трофимовым золотник с раздвижными дисками, называемый также байпасом.

**Золотник-байпасс Трофимова.** Устройство золотника Трофимова заключается в следующем: на штоке укрепляются две шайбы, между которыми могут свободно двигаться по штоку золотниковые диски. При впуске пара таковой входит между дисками, раздвигает их и прижимает плотно к упорным шайбам (рис. 96). Так как в золотниковой коробке пар находится все время при работе паровоза с паром, поэтому диски плотно сидят на шайбах. Золотник работает также как поршневой золотник с наглухо насаженными на шток дисками. Чтобы при впуске пара диски не разбились о шайбы, по штоку имеются продольные прорезанные каналы, по которым проходит пар в пространство между шайбой и диском. При посадке диска пар этот сжимается между диском и шайбой и смягчает удар диска о шайбу. Стоит только закрыть регулятор как шток с шайбами отодвигает диски к середине коробки, благодаря чему полностью открываются паровпускные каналы обеих полостей цилиндров (рис. 97). Получается лишенный всех недостатков байпасс, ибо через открытые окна происходит непрерывное и ровное перекачивание воздуха. Газы почти совсем не засасываются в цилиндр, а поэтому нет выталкивания их в конус. Введением золотника-байпасса Трофимова вопрос байпасирования разрешен. Практически пользоваться ими необходимо с постепенным открытием регуляторов, ибо быстрый впуск пара дает силь-

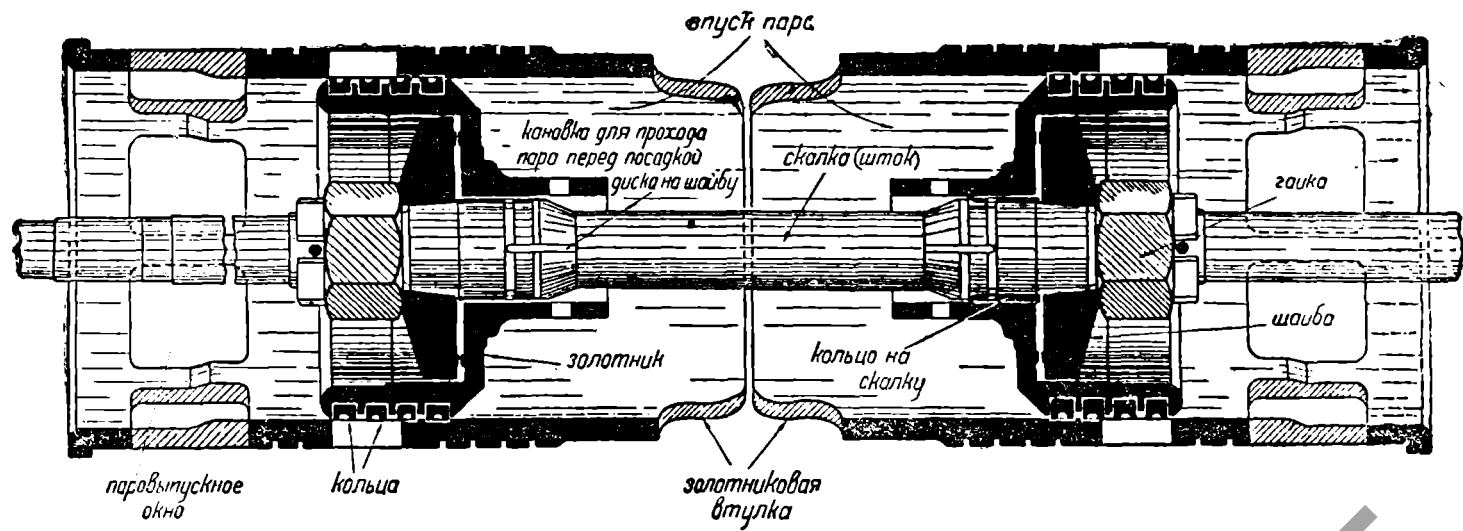


Рис. 96. Золотник Трофимова при работе паровоза с паром. Диски посажены на упорные шайбы.

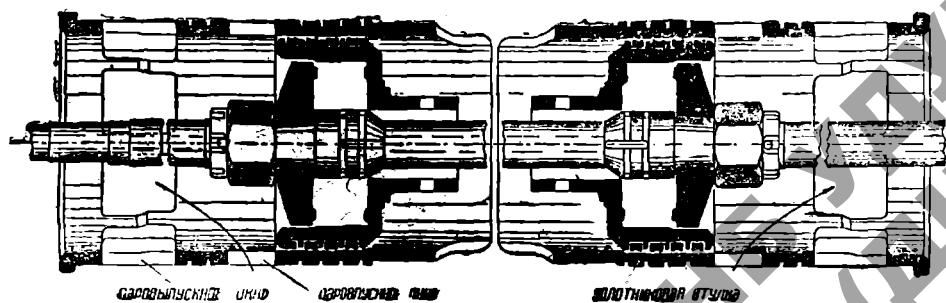


Рис. 97. Золотник Трофимова при работе паровоза без пара. Золотниковые диски отошли от упорных шайб и открыли паровпускные каналы.

ный удар стального диска о стальную шайбу. От удара возможен поломки, что является основным недостатком золотника Трофимова.

## МЕРЫ К УВЕЛИЧЕНИЮ СИЛЫ СЦЕПЛЕНИЯ КОЛЕС С РЕЛЬСАМИ

Значение силы сцепления для ведения поезда выяснилось при разборе сцепных дышел. Если при достаточной мощности паровых машин сила трения движущихся колес с рельсами будет меньше сопротивления поезда, то паровоз поезд вывезти не сможет и будет буксовать (вращаться на месте). Указанная сила трения завит от тумана, росы, гололедицы и прочего, ибо перечисленные причины ведут к увлажнению поверхности рельс, отчего уменьшается сила трения. Наибольшая сила трения получается при рельсах, посыпанных песком. Поэтому, когда паровоз буксует, рельсы посы-

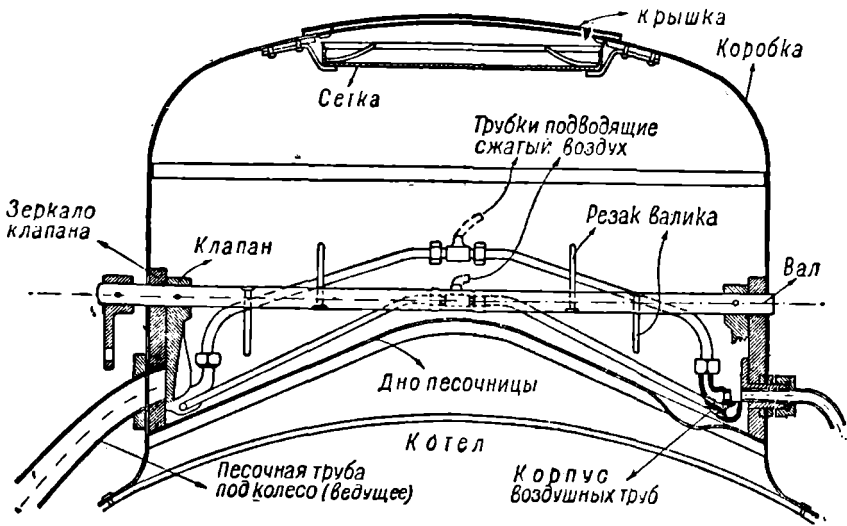


Рис. 98. Песочница паровоза серии Э.

пают песком. Если полученного увеличения недостаточно, то силу сцепления паровоза с рельсами можно увеличить добавлением сцепной оси. Подсыпание песка на рельсы производится при помощи песочницы, а добавление сцепной оси включением бустера.

### Песочница

Песочница состоит (рис. 98) из коробки, помещенной на котле рядом с сучопарником. Открыв крышку коробки, в песочницу насыпают просушенный и просеянный песок. Под крышкой помещается еще сетка, служащая ситом.

Для того, чтобы из песочницы в нужный момент забрать часть песка, на паровозах серии Э имеются отходящие под колеса песочные трубы, направленные под ведущую и вторую ось. Песочные трубы, направленные под ведущую ось (имеются по одной с каждой стороны паровоза), закрываются клапанами, насаженными на вал. Ручной тягопomoшник машиниста может вращать вал и тем самым поднимать клапаны. Поднимая клапаны мы открываем песочные трубы, по которым ссыпается песок под ко-

леса. Эти трубы, вследствие расположенных впереди колес тормозных башмаков, подведены слишком крутыми изгибами и плохо подают песок. Кроме того, даже при слабом боковом ветре песок сдувается с рельс. Поэтому работа указанных ручных или простых песочниц мало удовлетворительна.

Трубы, направленные под вторую ось (имеются также по одной с каждой стороны), подводят песок помощью сжатого воздуха. Сжатый воздух берется из главной песочницей Брюггема. Такая песочница называется воздушной песочницей Брюггема. Для подвода воздуха имеются две трубки, присоединенные к общему корпусу. Нижнее отверстие (вертикальное) корпуса служит для разрыхления песка воздухом, а горизонтальное, направленное по оси песочной трубы,—для того, чтобы выходящим воздухом подать песок в песочную трубу. Но так как трубы воздушной песочницы малы по диаметру, то песочница обычно не подает песка.

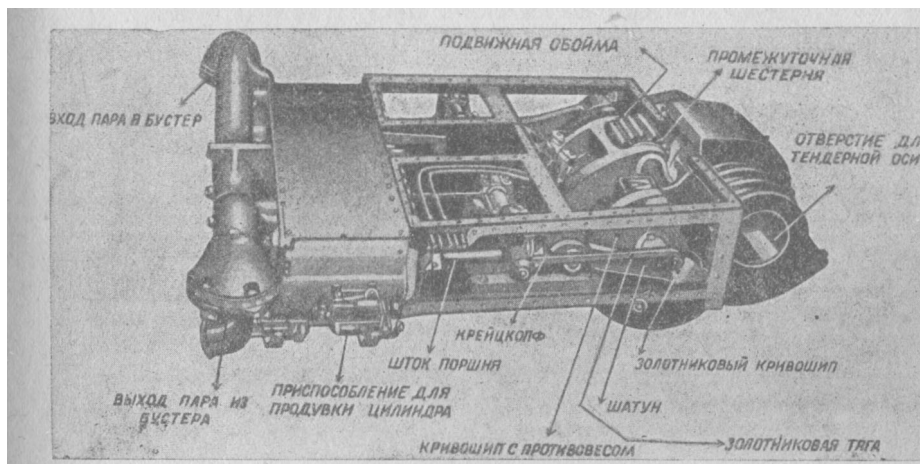


Рис. 99. Бустер со снятым кожухом.

В силу того, что объем песочного бака мал и заполнение его производится недостаточно просушенным песком, а также ввиду указанных выше дефектов песочницы являются на паровозе узким местом, на которое следует обратить внимание.

Для предупреждения буксования рекомендуется, когда паровоз не движется или движется очень медленно, открывать регулятор постепенно.

## Бустер

Впервые в СССР бустеры появились в конце 1927 года на Китайско-Восточной железной дороге. Бустерами Бетлехема было оборудовано несколько паровозов серии Е (декапод). Затем, пришли оборудованные бустерами в 1931 г. десять американских паровозов серии Т-а и Т-б. Вообще бустер можно поставить на паровозы, имеющие запас мощности парового котла.

Бустер (рис. 99) представляет собою паровую двухцилиндровую машину простого действия. Пар подводится по изолированным трубам, имеющим шарнирные соединения. В самых низших точках паропровода имеются автоматические спускные клапаны для спуска конденсата. На трубе имеется регулятор притока свежего пара, приводимый в действие из будки машиниста. В цилиндры впускается пар круглым золотником. Связь движения



поршня и золотника похожа на изображенную на рис. 46—49. Кулисы и реверсы бустера не имеет. Простое парораспределение дает машине постоянную отсечку от 50% до 70%, т. е. большую часть своего хода поршень проходит под давлением свежего пара

От движения поршней вращаются кривошипы, соединенные со штоками поршней шатунами. Сами кривошипы насажены на вал бустера. На этом же валу насажена на шпонке движущая шестерня. От вращения кривошипов вращается вал бустера и шестерня. Кроме этого, на том же валу бустера имеется подвижно насаженная обойма, в которой укреплен еще один вал с насаженной на него свободно так называемой промежуточной шестерней (рис. 100—102). Вал бустера и вал промежуточной шестерни расположены так, что движущая и промежуточная шестерни находятся всегда в зацеплении. Промежуточная шестерня удерживается находящейся над ней собачкой, ось вращения которой прикреплена к корпусу кожуха бустера.

Нерабочее положение бустера показано на рис. 100, из которого видно, что обойма удерживается пружиной в первоначальном положении.

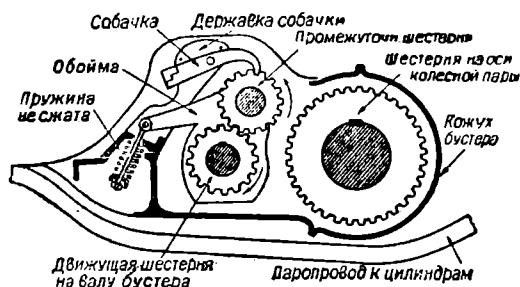


Рис. 100. Схема зацепления бустера с ведущей осью при нерабочем положении.

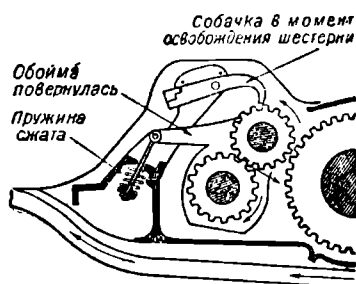


Рис. 101. Промежуточное положение бустера.

Когда скорость поезда становится малой, примерно 12 км в час, что происходит на подъемах или при трогании с места, открытием регулятора свежий пар впускается в цилиндр бустера. От движения паровых поршней начнет вращаться вал бустера, а также движущая шестерня. Но вместе с ним сцеплена промежуточная шестерня, которая, удерживаясь собачкой, не позволяет движущей шестерне повернуться. Но так как давление на зубец промежуточной шестерни направлено в сторону оси колесной пары, то в этом направлении повернется на валу бустера вся обойма. Поворачиваясь, она вплотную подойдет к шестерне, насаженной на ось колесной пары (рис. 101). Обойма, поворачиваясь свободно на валу бустера, сожмет при помощи тяги пружину. В то время, когда промежуточная шестерня вплотную подойдет к осевой шестерне, собачка выскочит и промежуточная шестерня придет во вращение, сцепляясь с осевой шестерней, передавая усилие, развиваемое машиной бустера движущей оси (рис. 102). Если бы не было собачки, то при вращении движущей шестерни промежуточная шестерня вращалась бы на валу, не соединяясь с осевой шестерней. Для увеличения силы сцепления паровоза с рельсами ось, вращаемую машиной бустера, спаривают дышлом со второй осью. Поэтому в большинстве случаев бустер устанавливается на тележках тендера. Кроме того, если поставить бустер на паровозе от этого увеличится и без того большой вес паровоза. (Бустер системы Бетлехема может быть применен только к тен-

дерным осям. Имеется также бустер системы Франклина, который можно применять и к паровозным поддерживающим осям).

Бустер является как бы толкачем в помощь паровозу, где силы тяги паровоза нехватает, чтобы тащить или взять с места поезд.

Когда скорость поезда возрастет больше 15 километров в час, то прекращают впуск пара в бустер. От этого прекращается вращение движущей шестерни, а также уничтожается прижатие промежуточной шестерни к осевой. Сжатая пружина разжимается, оттаскивает в первоначальное положение обойму и приводит в зацепление собачку с промежуточной шестеренкой (рис. 100).

Происходит выключение бустера. На бустерах Бетлехема последней конструкции (паровоза Т-а и Т-б) включение и выключение машины производится помощью пружин и фрикционных шайб. (Включение и выключение машины у бустера Франклина происходит действием воздушного прибора. Сложность аппарата включения и невозможность расположить бустер полностью между осями тендерной тележки являются основными недостатками бустера Франклина).

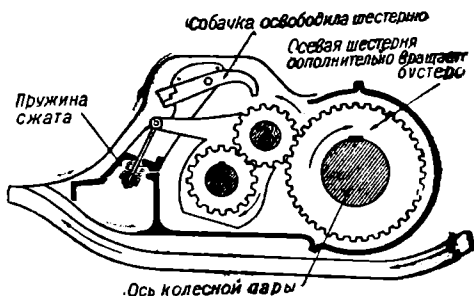


Рис. 102. Схема зацепления бустера с ведущей осью в рабочем положении.

Машина бустера Бетлехема представляет одно целое с коробкой. Коробка в двух местах опирается при помощи подшипников на внутренние шейки тендерной оси, а кроме того подвешивается к раме тележки при помощи чеки и петли. Вся коробка бустера залита маслом и закрыта наглухо железным кожухом. Смазка всей машины происходит путем разбрызгивания масла внутри корпуса. Смазка цилиндров и золотников производится от автоматической масленки, подающей масло прямо в паропроводящую трубу. Из паропровода масло паром перегоняется в цилиндр. Выхлопная труба отводит отработанный пар из цилиндров в змеевик, расположенный в тендере. Пар, проходя в змеевик подогревает воду в тендере, а затем выходит наружу. Паровые цилиндры бустера имеют шаровые продувальные клапана. Когда нужно спустить конденсационную воду, пускают воздух из главного резервуара по трубочкам в небольшие цилиндрики. Поршеньки, расположенные в цилиндриках, передвигаясь отжимают шарики от места и дают возможность продуть паровые цилиндры. Бустер по расходу пара—машина очень неэкономная, но так как при нем можно увеличить скорость и вес поезда, то от этого получается экономия топлива на перевезенную поездом тонну груза. Вследствие того, что машина бустера устроена без кулисы и реверса, то бустер может сообщить вращение оси только в одном направлении. На паровозе бустер установлен для вращения колеса только на передний ход. На задний ход бустер работать не может.

## ПОДОГРЕВ ПИТАТЕЛЬНОЙ ВОДЫ НА ПАРОВОЗАХ

Вода, подаваемая в котел простым инжектором, нагревается от смешения со свежим паром до 65°C. (Сам инжектор забирает около 8% свежего пара из котла на работу). Вода, накачиваемая в котел, должна быть подогрета

до имеющейся температуры в котле. Поэтому чем выше температура подаваемой воды, тем меньше топлива необходимо сжигать на решетке для получения из воды пара

Для подогрева воды на паровозах ставятся подогреватели, которые позволяют повысить температуру питательной воды за счет отработанного пара до 90—100°C.

Преимущества подогревателей следующие:

- 1) применение их дает около 10% экономии топлива;
- 2) благодаря нагреву воды до высокой температуры в подогревателе часть накипи отлагается не на стенках котла, а в самом подогревателе, что увеличивает сроки пробега между промывками и уменьшает ремонт;
- 3) подогреватель дает возможность питать котел непрерывно, чем избегается резкое колебание температуры, имеющееся при работе инжектора. Непрерывность подачи воды не дает резкого падения давления.

Подогреватели по принципу действия делятся на две группы:

1) Поверхностные подогреватели (вода подогревается, проходя по трубам, помещенным в пространстве, заполненном отработанным паром).

К первой группе относится подогреватель советской сист. зав. „Борец“ а также подогреватели Кнорра, Элеско, Коффина (вместо насоса установлена турбина) и пр.

2) Подогреватели смешения (вода подогревается, благодаря смешению с отработанным паром).

Ко второй группе относится подогреватель завода „Красный Путиловец“, а также Вортингтон, Дабег и пр.

В настоящее время применяются для подогрева воды также инжекторы мягого пара Элеско, Фридмана и др.

В процессе испытания находятся инжекторы мягого пара советских конструкций — Трофимова и ИРТ (Институт реконструкции тяги).

## **Поверхностный подогреватель сист. завода „Борец“**

Подогреватель имеет следующие основные части (рис. 103): 1) питательный насос, 2) четырехходовый кран, 3) подогреватель, 4) питательную головку и 5) автоматический клапан.

Питательный насос имеет головку, в которой помещается ходопеременный и разнопоршневой золотники. Первый золотник расположен вертикально и, соединяясь со штоком, может закрывать два из имеющихся трех отверстий. Верхнее отверстие соединено с атмосферой, а оба нижних с камерой между большим поршнем разнопоршневого золотника и стенкой с отверстиями. Впущенный пар из котла, благодаря открытию пускового вентиля, входит в головку насоса. Пройдя через нижнее отверстие, пар надавит на большой поршень с правой стороны (по схеме), с левой стороны большего поршенька также давит свежий пар, отчего большой поршень оказывается уравновешенным. Давлением пара на меньший поршеньк разнопоршневой золотник передвинется влево и потащит соединенный со штоком поршней плоский золотник. Этот золотник движется по лицу, имеющему три отверстия, из которых крайние соединены с верхней и нижней полостью парового цилиндра, а среднее с атмосферой. Золотник (показан черным на схеме), передвигаясь по лицу, откроет канал для доступа пара наверх парового поршня. Пар, проходя в цилиндр, протолкнет поршень книзу. Не доходя до нижнего положения, поршень зацепит за пуговку штока и оттащит ходопере-

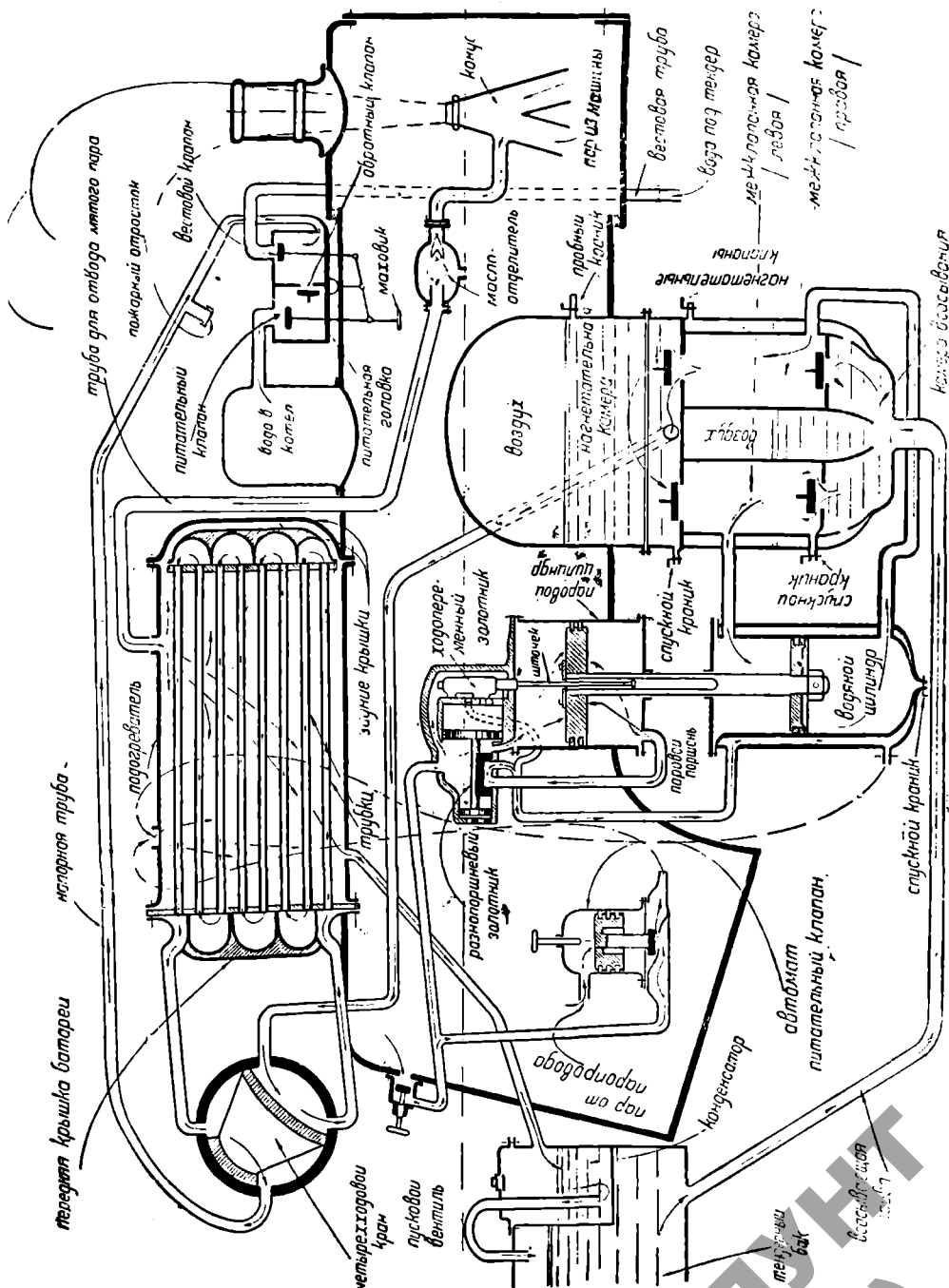


Рис. 103. Схема поверхностного подогревателя воды сист. завода "Борец".

менный золотник вниз (головка на рис. 114 и рис. 103); от этого камера большего поршня сообщится с атмосферой и от перевеса давления вправо (благодаря разному диаметру поршней) разнпоршневой золотник передвинется вправо. Плоский золотник откроет левый паровой канал для прохода пара под низ поршня, а верхнюю полость сообщит с атмосферой (положение на рис. 114). Паровой поршень от давления пара пойдет кверху и, не доходя до крайнего положения, надавит на верхнюю утолщенность штока и подвинет его вверх. От этого пар войдет в камеру большего поршня и продвинет разнпоршневой золотник влево. Благодаря этому откроется правый паровой канал и пар из котла пройдет наверх парового поршня, а отработанный пар снизу выйдет через выемку золотника в атмосферу. Дальнейшее движение поршня и перемещение золотников происходит таким же образом.

На одном штоке с паровым поршнем насажен поршень, помещенный в водяном цилиндре. Вполне понятно, что от движения парового поршня вверх или вниз водяной поршень также движется вверх или вниз.

К водяному цилиндру прикрепляется болтами клапанная коробка, имеющая четыре камеры: всасывания, две межклапанных и нагнетательную. Камеры разделены между собою перегородками с отверстиями, которые закрываются клапанами. Всех клапанов в коробке четыре—два верхних—нагнетательных и два нижних—всасывающих. Камера всасывания соединена трубой с тендером. Правая межклапанная камера соединена с нижней полостью водяного цилиндра, а левая—с верхней полостью. При движении водяного поршня вниз вода, находящаяся в нижней полости цилиндра вытолкнется по каналу в правую межклапанную камеру. Давлением воды всасывающий клапан закроется (этому способствует также пружина клапана и его собственный вес), а откроется нагнетательный клапан и вода пройдет через открытое им отверстие в нагнетательную камеру. В это время от движения поршня вниз в верхней полости водяного цилиндра произойдет разрежение и давление станет ниже атмосферного, благодаря чему вода поднимет левый всасывающий клапан и, войдя в левую межклапанную камеру, пройдет в верхнюю полость водяного цилиндра, т. е. поршень как бы засасывает воду из тендера. При движении водяного поршня вверх засасывание воды будет происходить в нижнюю полость водяного цилиндра через правую межклапанную камеру. А вода, находящаяся в верхней части цилиндра, через левую межклапанную камеру поршнем вытолкнется в нагнетательную камеру.

Нагнетательная камера сообщена трубой с подогревателем. Чтобы избежать подачи воды в подогреватель толчками, нагнетательная камера делается большой (имеет воздушный колпак), с таким расчетом, чтобы было место для воздуха. При выталкивании воды в камеру воздух сжимается. В момент посадки клапана на седло вода в камеру не поступает, сжатый воздух, расширяясь, сам толкает воду в подогреватель, т. е. воздух как бы пружинит и этим создает непрерывность струи нагнетаемой воды. Воздух имеется также над водой в камере всасывания, между перегородками межклапанных камер. При всасывании воды поршнем вместе с падением давления воды уменьшается давление воздуха, т. е. он расширяется и занимает больший объем. При закрытии клапана (при приходе поршня в одно из крайних положений) воздух займет меньший объем и всосет в камеру всасывания воду. Так как перерывы между работой клапанов очень малые, то создается непрерывность всасывания воды из тендера.

Водяной цилиндр имеет рубашку, в которую входит отработанный пар из насоса. Рубашка служит для обогрева цилиндра и предохранения его

от замораживания. Она сообщена с подогревателем трубкой, по которой отводится пар, обогревающий водяной цилиндр. Вместе с цилиндром нагревается также и вода.

По трубе из нагнетательной камеры вода перед входом в батарею поступает в четырехходовой кран, укрепленный на крышке батареи. Сам кран может занимать три различных положения и впускать воду вверх или вниз подогревателя, что необходимо при промывке батареи, или совсем ее выключить в случае порчи последней. Обыкновенно кран ставится в такое положение, чтобы вода входила в нижнюю часть подогревателя, имеющего батарею.

**Батарея подогревателя** состоит из латунных трубок, вальцованных в две решетки — переднюю и заднюю. Батарея вдвигается в корпус подогревателя и прикрепляется к нему передней решеткой на болтах. Задняя решетка не крепится к корпусу подогревателя, а оставляется подвижной, чтобы не было препятствий к удлинению трубок от нагревания. Батарея в корпусе закрывается передней и задней крышкой. Задних крышек две — одна соединена с задней решеткой батареи, а другая соединена с корпусом подогревателя. Передняя крышка также соединяется с корпусом. Передняя и одна задняя крышки имеют ребра, которые при постановке крышек плотно прилегают к решеткам. Ребра делят батарею на несколько секций, так что вода проходит в батарее по нескольким трубам (рис. 103). Отработанный пар из конуса в количестве 14—17% от всего выбрасываемого пара подводится по трубе к подогревателю. Войдя в подогреватель, пар, омывая с наружной поверхности трубки батареи, нагревает проходящую внутри трубок воду. Из подогревателя сырой пар, обогретый воду в батарее, отводится трубкой в конденсатор. Делается это для того, чтобы отделить от пара масло, которым смазываются части паровой машины. Конденсатор представляет ящик, помещенный в тендерном баке. Пар, входя в конденсатор, отдает через его стенки тепло воде и превращается в воду, которая затем отводится в тендер изогнутой трубкой. Трубка забирает воду снизу конденсатора, а масло, плавающее на поверхности воды, остается и затем спускается через краник наружу. Благодаря наличию конденсатора, получается экономия расходуемой воды.

Для уменьшения попадания масла в тендер и покрытия им поверхности труб батареи пар, идущий из конуса на подогрев воды, пропускают предварительно через маслоотделитель.

**Маслоотделитель** представляет собою кувшин с укрепленной во входном отверстии пластинкой, свернутой в виде Архимедова винта. Пар, входя в маслоотделитель, получает благодаря пластинке вращательное движение, при котором частицы масла отбрасываются, как более тяжелые, к стенкам маслоотделителя и отводятся трубочкой наружу.

Подогретая вода по выходе из батареи проходит вторично четырехходовой кран и подводится трубой к питательной головке.

Питательная головка имеет две камеры, соединяющиеся отверстием, которое закрывает обратный клапан. Левая камера соединяется с котлом отверстием, закрываемым питательным клапаном. Правая камера соединяется вестовой трубой с атмосферой. Отверстие вестовой трубы закрывается в питательной головке вестовым клапаном. Питательный и вестовой клапаны имеют хвостовики, выходящие наружу, соединенные шарнирно общей тягой. Это соединение сделано таким образом, что, вращая маховик, нельзя закрыть клапанами сразу оба отверстия (вестовой трубы и идущее в котел), а можно закрыть какое-нибудь одно из них. На рис. 103 закрыто отверстие

востовой трубы и открыто отверстие в котел. Вода, войдя в правую (по схеме) камеру питательной головки, поднимет прижатый паром обратный клапан (в действительности ось его расположена перпендикулярно к рисунку) и войдет в котел. Вода, поднимая обратный клапан, должна иметь давление больше котлового, отсюда понятно, что давление больше котлового будет на всем пути воды от поршня водяного цилиндра до котла.

В итоге получаем, что вода, для того чтобы попасть в котел, проходит из тендера через насос, четырехходовой кран, батарею и питательную головку. Пар, который подогревает воду, проходит из конуса через маслоотделитель, подогреватель и конденсатор.

Разобранная работа подогревателя происходит при работе паровоза с паром. Для предохранения подачи холодной воды в котел при закрытии регулятора имеется автоматический питательный клапан. Устанавливается он на трубе, соединяющей подогреватель с трубой, подводящей свежий пар к головке насоса. Автоматический клапан состоит из двух клапанов. На нижний клапан давит пар, идущий в насос, и на верхний давит пар, направленный в цилиндр паровой машины. Так как площадь верхнего клапана в четыре раза больше нижнего, то клапан садится и закрывает отверстие для прохода в подогреватель пара, направленного в насос. Но когда закроется регулятор и паровоз пойдет без пара, давления на верхний клапан не будет и пар, идущий в головку насоса, поднимет оба клапана и частично пройдет в подогреватель. Остаток пара используется на работу насоса. Но так как количество пара для работы насоса уменьшится, то уменьшится также число ходов насоса, отсюда и количество подаваемой воды.

Умеренно считается для насоса 25—35 ходов в минуту.

Вода, подаваемая в батарею, будет подогреваться свежим паром. Необходимо заметить, что при работе без пара целесообразнее качать воду инжектором (если это необходимо), ибо из-за плохого ухода автоматические клапаны не работают.

При остановке подогревателя в депо спускается вода из всей установки через краники, имеющиеся на трубах и насосе, для предохранения от замораживания.

Если в процессе работы насоса получается большой стук клапанов, то необходимо открыть на время успокоительный краник, имеющийся на клапанной коробке (рис. 103).

У всей подогревательной установки производится смазка в основном только головки насоса. Поршень водяного цилиндра работает без смазки (сделан разъемным и уплотнен кольцами). Масленка насоса (наглядно показана на рис. 114) имеет трубочку, проходящую в паропровод головки. Пар, поднимаясь по трубочке, входит в масленку и превращается в воду. Полученная вода опускается на низ масленки и поднимает вверх масло которое затем стекает через трубочку в паропровод. Перед отвертыванием пробки предварительно необходимо отвернуть барашек и выпустить конденсат (воду) наружу, а затем, отвернув пробку, налить в масленку масла. Фитиля масленка не имеет.

### **Подогреватель смещения системы „Красный Путиловец“**

Подогреватель „Красный Путиловец“ (рис. 104) представляет собою цельно отлитый корпус, внутри которого вертикально расположены три цилиндра. Рядом с цилиндром имеется камера смещения, закрытая крышкой.

Каждый цилиндр имеет поршень, насаженный на шток, общий для всех трех поршней. Верхний цилиндр — паровой — имеет головку. Работа поршня и головки парового цилиндра происходит так же, как и у подогревателя типа „Борец“. Назначение его — привести насосы в действие. Средний цилиндр является насосом холодной воды. К нему присоединена клапанная коробка с четырьмя клапанами. К нижним всасывающим клапанам подводится трубой через очистительную сетку холодная вода из тендера. Поршень цилиндра холодной воды и клапанная коробка работают так же, как поршень и клапанная коробка подогревателя типа „Борец“, т. е. производится

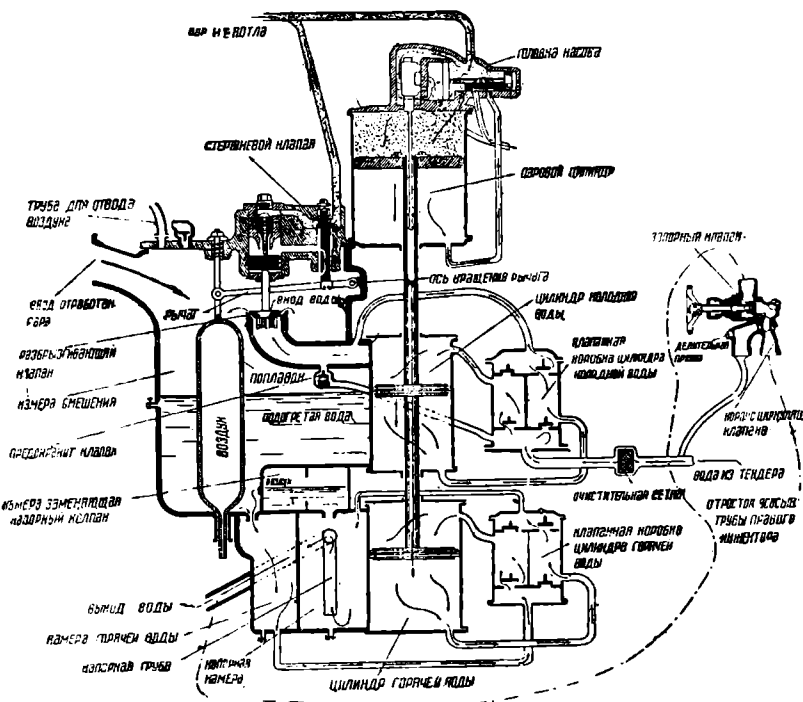


Рис. 104. Схема подогревателя системы завода „Красный Путиловец“. Ход поршня вниз.

засасывание воды под всасывающие клапаны и выталкивание ее под нагнетательные клапаны в камеру смешения. В камеру смешения подводится трубой от 14% до 17% всего отработанного пара, выходящего в конус, который, смешиваясь с холодной водой, подаваемой насосом, подогревает ее до температуры 90°—100° С. Подогретая вода из камеры смешения стекает в камеру горячей воды.

Нижний цилиндр является насосом горячей воды. К нему также присоединена клапанная коробка, имеющая четыре клапана (два всасывающих — нижние и два нагнетательных — верхние). Поршень цилиндра горячей воды и клапанная коробка работают так же, как у подогревателя типа „Борец“. Под всасывающие клапаны самотеком поступает вода из камеры горячей воды. Поршень засасывает ее и подает под нагнетательные клапаны по трубе в напорную камеру. Так как объем поданной воды в камеру увели-



чивается за счет смешения ее с отработанным паром, то цилиндр горячей воды делается на 5 мм больше цилиндра холодной воды. Из напорной камеры дальше вода поступает по коленообразной напорной трубе через питательную головку в котел. Путь воды из тендера до питательной головки на рис. 104 показан стрелками (при ходе поршней вниз).

Для лучшего смешивания холодной воды с паром в камере смешения вода из клапанной коробки среднего цилиндра поступает в патрубков, закрытый клапаном. Поднимая его, вода входит в подогреватель мелкими брызгами (поэтому клапан называется разбрызгивающим) и хорошо смешивается с паром. Так как насосу горячей воды приходится забирать и подавать в котел больший объем воды, ибо отработанный пар от смешивания превращается в воду (конденсируется), то для избежания переполнения камеры смешения водой диаметр цилиндра горячей воды сделан на 5 мм больше диаметра цилиндра холодной воды. Но вследствие того, что количество воды, полученное от конденсации пара, непостоянно, а зависит от всего количества пара, выходящего в конус, или, точнее говоря, от открытия регулятора и от отсечки пара в паровых цилиндрах машины, то насос горячей воды (даже при увеличении диаметра его цилиндра) не может обеспечить засасывание из подогревателя изменяющегося объема воды. Это ведет к повышению уровня воды в камере, а следовательно может наступить такой момент, когда разбрызгивающий клапан окажется залитым водой. От этого вновь подаваемая холодная вода не будет смешиваться с паром, а просто, не нагревшись, опустится как более тяжелая в камеру горячей воды, т. е. вследствие повышения уровня воды подогреватель будет гнать в котел холодную воду. Кроме того, дальнейшее повышение уровня воды в камере смешения приведет к тому, что вода пойдет в паропровод.

Для устранения переполнения водой подогреватель имеет приспособление, прекращающее подачу холодной воды и позволяющее только забирать подогретую воду из подогревателя и не подавать больше холодной воды. Это приспособление состоит из поплавка и клапанов, которые помещены в крышке подогревателя.

Пар из котла к подогревателю по разветвлению трубы идет к головке насоса и к крышке. Часть пара, поступившая в головку насоса, заставляет подогреватель работать, а остаток, идущий к крышке, подводится каналом к ступенчатому клапану. Ступенчатый клапан от давления пара опускается и, надавливая через поршневой клапан на разбрызгивающий клапан, прижимает последний к седлу. Площади ступенчатого и разбрызгивающего клапанов подобраны таким образом, что холодная вода для входа в камеру смешения должна иметь давление около 1,5 атмосферы, для того чтобы преодолеть давление пара на ступенчатый клапан сверху. Имеющийся в крышке стержневой клапан паром (и пружиной) прижат к седлу, благодаря чему свежий пар не может пройти по каналу и надавить на поршневой клапан. Пространство над поршневым клапаном по каналу в стержневом клапане сообщено с камерой смешения. Благодаря этому поршневой клапан уравновешен и никакого влияния на работу подогревателя при нормальном уровне воды в камере смешения не оказывает. Когда же уровень воды в камере смешения станет повышенным, то всплывет имеющийся в камере смешения поплавок. Поплавок изготовлен из листовой меди и похож на пустую бутылку, опрокинутую вниз горлышком, которое выходит из подогревателя наружу. Поплавок соединен с рычагом и имеет направляющие для вертикального перемещения. Всплывая вверх при переполнении подогревателя

воду, поплавков помощью рычага поднимет стержневой клапан. Благодаря этому, прекратится сообщение камеры поршневого клапана с камерой смешения и свежий пар под открытым стержневой клапан пройдет по каналу к поршневому клапану. Опускаясь от давления свежего пара, поршневой клапан прижмет разбрызгивающий клапан к седлу. Так как площадь поршневого клапана больше площади ступенчатого клапана, то давление на разбрызгивающий клапан будет больше и прекратится подача холодной воды в камеру смешения. При закрытом разбрызгивающем клапане вода из тендера будет засасываться и подаваться закрытому разбрызгивающему клапану. Для того, чтобы давлением воды не был поднят разбрызгивающий клапан, на трубе установлен предохранительный клапан, который при давлении на него примерно трех атмосфер открывает доступ воде в трубу, отведенную во всасывающую камеру насоса холодной воды. Благодаря этому фактически выключается насос холодной воды, а вода циркулирует внутри работающего насоса.

Насос горячей воды будет забирать горячую воду из подогревателя и подавать ее в котел. Уровень воды в камере смешения станет ниже и поплавков начнет опускаться. Когда поплавок опустится настолько, что рычаг перестанет держать стержневой клапан открытым, таковой сядет на седло. Доступ пара к поршневому клапану прекратится, а впущенный ранее пар по каналу в стержневом клапане выйдет в подогреватель. От этого на разбрызгивающий клапан пар будет оказывать давление только помощью ступенчатого клапана, что позволит холодной воде войти в камеру смешения. Для устранения подачи воды в котел толчками, имеется у подогревателя камера с воздухом, заменяющая воздушный напорный колпак (подогревателя типа „Борец“) и выполняющая его работу. Так же происходит дальнейшая работа подогревателя.

Для того чтобы давление пара в камере смешения не было больше 2 атмосфер, на крышке подогревателя установлен предохранительный клапан. Кроме того камера смешения соединена трубочкой с дымовой коробкой, для отвода воздуха, мешающего хорошей конденсации пара.

Общая установка подогревателя на паровозе серии М показана на рис. 105. Пар перед входом в подогреватель проходит обратный пластичный клапан, устраняющий обратный уход пара из паропровода к подогревателю, а также маслоотделитель (описан в подогревателе типа „Борец“).

Питательная головка устроена и работает так же, как у подогревателя типа „Борец“, только установлена на месте левого инжектора, который на паровозе с подогревателем не ставится.

Для предупреждения замораживания подогревателя имеется циркуляционный клапан (рис. 104). В корпусе его помещается запорный клапан и делительная пробка. Циркуляционный клапан соединяет нагнетательную трубу и всасывающие трубы правого инжектора и подогревателя. Если запорный клапан закрыть, нагнетаемая вода пойдет, в зависимости от положения делительной пробки, в одну из всасывающих труб. Если открыть запорный клапан при положении пробки, указанном на схеме, вода пойдет во всасывающую трубу правого инжектора, а оттуда в тендер, т. е. вода циркулирует, не поступая в котел.

Подогреватель при остановке в депо имеет приспособление для продувки его сжатым воздухом от резервуара тормоза Вестингауза.

Если при работе подогревателя вода в котел не поступает, то причинами могут являться: 1) закрытый тендерный вентиль, 2) засорение очистительной

сетки, 3) неисправность колец у поршней насосов, 4) неисправность нагнетательных клапанов. (У поверхностных подогревателей добавляются еще: лопнувшие трубки батареи и неплотность прилегания ребер крышек к решеткам).

При отсутствии указанных неисправностей регулированием притока пара к насосу можно заставить подогреватель подавать большее или меньшее количество воды в котел.

Смазывается у подогревателя только головка насоса масленкой, описанной в подогревателе типа „Борец“.

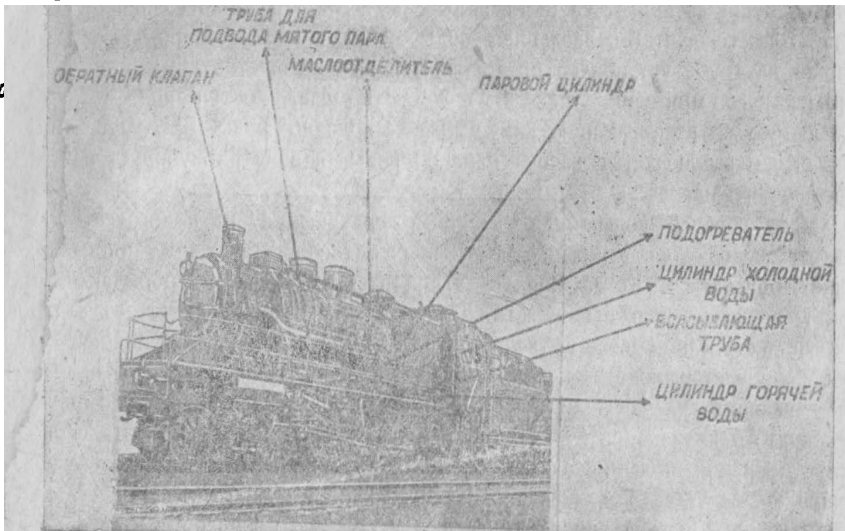


Рис. 105. Установка подогревателя сист. завода „Красный Путиловец“ на паровозе серии М

### **Всасывающий инжектор мягого пара Фридмана.**

Для выяснения устройства и работы инжектора мягого пара разберем для примера всасывающий инжектор мягого пара Фридмана. Инжектор Фридмана предназначается для тех железных дорог, где суровые зимние морозы вынуждают защищать подогреватели воды от замораживания.

Инжектор мягого пара (рис. 106) представляет собою набор семи сопел (конусов), вокруг которых сгруппированы остальные части инжектора. Подводимый к инжектору острый пар из котла проходит при открытии впускного клапана *A* в сопло для пара высокого давления *2* и дальше следует по остальным соплам. Впускной клапан *A* для открытия его снабжен ручкой *1*. Открытие и закрытие клапана происходит так же, как у инжектора свежего пара. Труба, подводящая мягый (отработанный) пар от конуса, закрывается в инжекторе заслонкою *3*. При открытой заслонке мягый пар поступает в большое сопло для отработанного пара *4* и в малое сопло для отработанного пара *5*. Вода из тендера поступает по трубе, проходит через очистительную сетку *6* и каналом в корпусе инжектора отводится вверх регулирующего прибора *B*, имеющего вид золотника. Поворотом ручки *7* золотника можно впустить в инжектор большее или меньшее количество воды.

Впущенная в инжектор вода поступает в водяное сопло *8*. Смешивание воды с паром происходит в сопле *9*, в которое вода поступает, пройдя водяное сопло. Сопло *9* сделано раздвижное и имеет задвижку *10*, которая

может открываться вверх. При пуске в ход инжектора первые порции пара, а затем пара и воды уходят под задвижку и вестовой клапан *Д* в вестовую трубу. Так же, как у инжектора острого пара, смесь пара и воды поступает

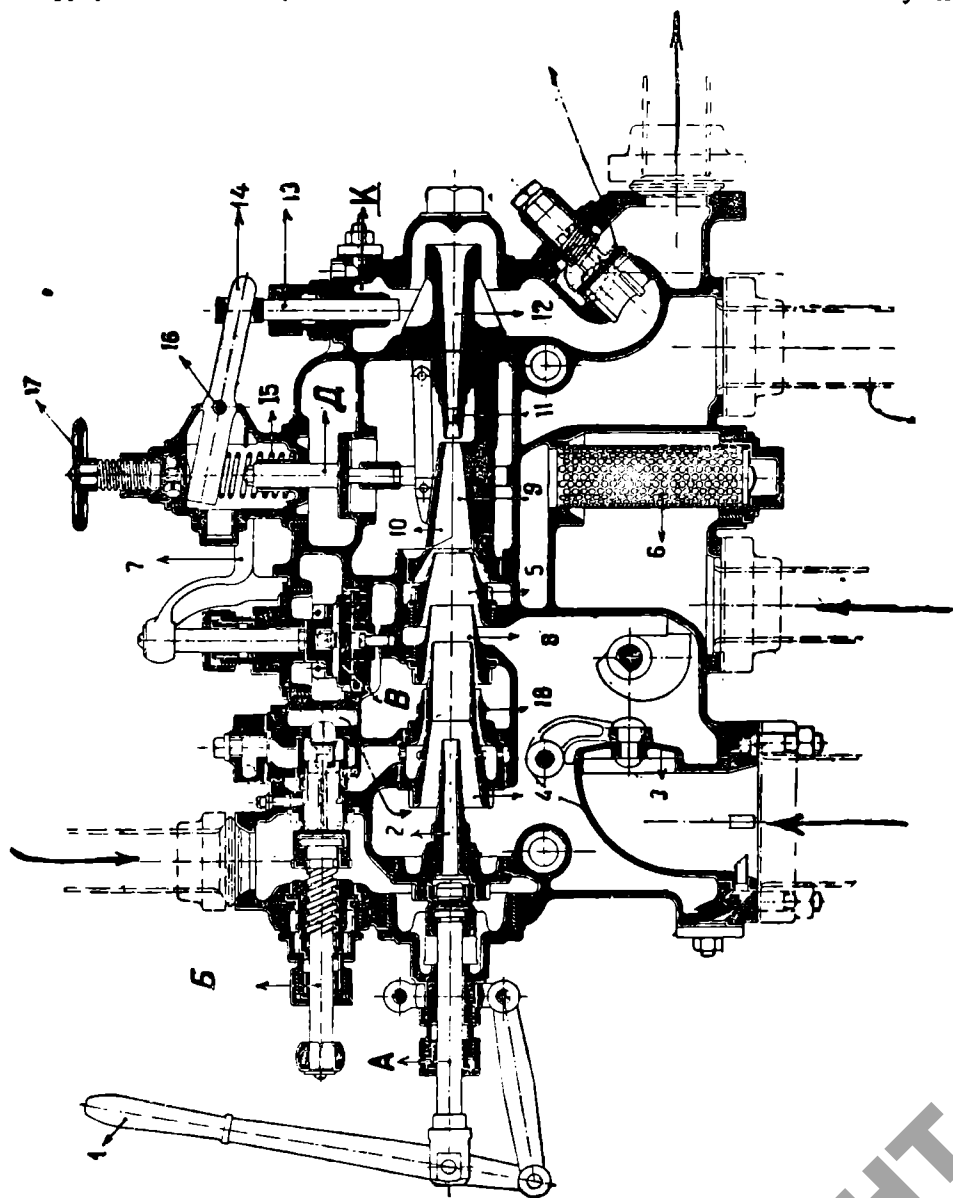


Рис. 106. Разрез инжектора матого пара.

при увеличении количества пара, впускаемого в инжектор, в нагнетательные сопла *11* и *12*, затем поднимает питательный клапан и по питательной трубе поступает в котел. Прежде чем приступить к рассмотрению работы инжектора, ознакомимся с принципом его действия. Если мы имеем в сосуде пар атмосферного давления, то такой пар вытекает наружу в атмосферу

не будет, т. е. скорость его истечения равна нулю. Но если этот пар заставить перетекать в почти безвоздушное пространство, то скорость истечения его достигает около 600 метров в секунду. Подводимый к инжектору отработанный пар из конуса, пропущенный предварительно через маслоотделитель (устройство и работа описаны в подогревателе типа „Борец“), имеет давление около одной атмосферы. При смешивании его с водой (конденсации пара) в инжекторе получается разрежение, увеличивающееся с уменьшением температуры подводимой холодной воды. Это получающееся разрежение при правильной конструкции инжектора достаточно для получения скорости пара и воды в конусах не меньшей, чем в обыкновенном инжекторе, работающем свежим паром. В силу этого мятый пар можно использовать для питания котла водою, если давление в котле не превышает 10 атмосфер, до которого инжектор может работать одним мятым паром без прибавления дополнительно острого пара (при условии, что давление мятого пара примерно не ниже 0,07 атмосферы). Но так как давление в паровозных котлах обычно превышает 10 атмосфер и бывает 12 (паровозы серии Э) и выше атмосфер, то для работы инжектора необходимо к мятому пару добавлять некоторое количество острого пара. Дополнительный свежий пар конечно нельзя считать потерянным, ибо он возвращается в котел и нагревает вместе с мятым паром питательную воду до  $90^{\circ}$ — $100^{\circ}$  С, а при хороших условиях работы даже выше.

Существует два способа питания инжектором котла водою: при помощи мятого пара и без мятого пара. (Предварительно необходимо хорошо уяснить работу инжектора острого пара, описанного в начале книги).

Если регулятор на паровозе открыт, питание котла водою инжектором производится (рис. 107) помощью мятого пара.

Открытием парового клапана свежий пар из котла поступает в сопло пара высокого давления (обозначение частей инжектора цифрами относится здесь и в дальнейшем к рис. 106). Пройдя по набору сопел, пар поднимет вестовой клапан *Д* и выйдет наружу. Заслонка для мятого пара *З* поворотом рукоятки, выходящей из корпуса инжектора, должна быть плотно прижата к отверстию трубы, подводящей отработанный пар. Свежий пар, выходя в вестовую трубу, увлечет за собою воздух, имеющийся в инжекторе, и, произведя разрежение, засосет в инжектор по всасывающей трубе воду через регулирующий аппарат *В*. Вода, поступив в инжектор, будет увлекаться вместе с паром в вестовую трубу. Как только начнется засасывание воды инжектором, поворотом ручки широко открывается заслонка мятого пара, который, выходя в разреженное пространство инжектора, приобретает достаточную скорость, с которой поступает в большое сопло *4*. Проходя водяное сопло *8* и сопло *5*, мятый пар поступает в сопло смешения *9*. В смесительном сопле легкие частицы пара передают свою скорость более тяжелым частицам воды, что возможно получить благодаря тому, что в инжекторе пар действует не на большую массу воды, а на воду в виде отдельной струи, могущей вытекать из сопла. Вода от смешивания с паром нагревается и приобретает кроме того достаточную скорость для того, чтобы, выходя из нагнетательных сопел *11* и *12* и действуя ударом на питательный клапан, прижатый давлением котлового пара к седлу, поднять его и войти в котел. Инжектор будет работать исправно при хорошей конденсации пара, ибо если вода будет поступать в инжектор уже достаточно подогретая, примерно до  $40^{\circ}$  С, то пар не сможет сконденсироваться полностью, а следовательно не сможет всей массе воды сообщить большую скорость. Поэтому удар на

питательный клапан получится недостаточный для того, чтобы его поднять и войти в котел. Инжектор, как говорят, в данном случае сорвет и погонит воду в вестовую трубу. Из этого следует, что, чем холоднее вода в тендере, тем исправнее работает инжектор (становится ясным, почему воду нельзя сильно подогревать в тендере).

От смешивания воды с паром около сопла смешения 9 образуется дополнительное разрежение, благодаря которому струя мягкого пара пойдет, кроме сопла 4, в малое сопло 5 отработанного пара и, смешиваясь в нем с водою, дополнительно подогреет ее и увеличит имеющуюся у нее скорость.

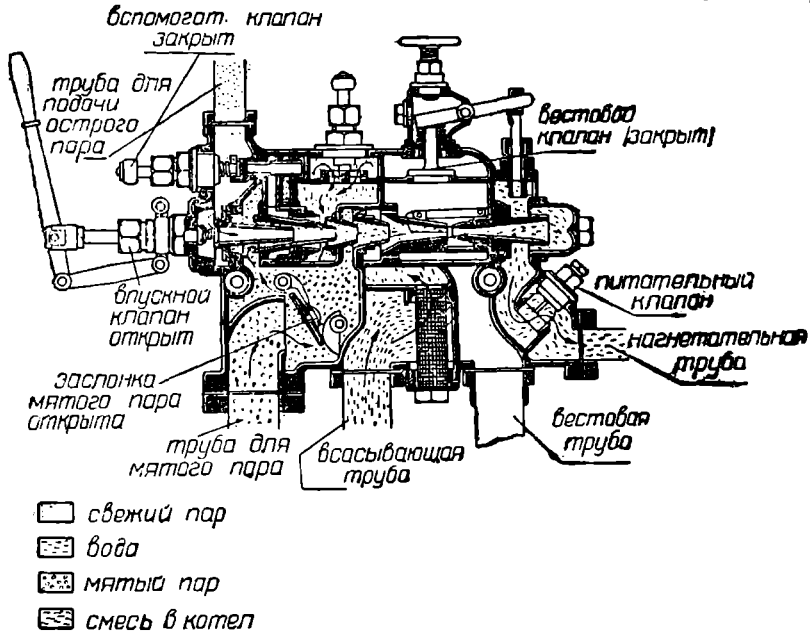


Рис. 107. Питание котла водой при открытом регуляторе с помощью мягкого пара.

В конусе смешения получается смесь свежего пара, воды и отработанного пара. Когда инжектор начнет подавать воду в котел, то необходимо до возможных пределов уменьшить количество подводимой холодной воды к инжектору путем поворота ручки 7 золотника в положение, близкое к минимуму, ибо чем меньше воды будет подаваться в инжектор, тем больше она подогреется, и будет достигаться непрерывность в работе инжектора.

Инжектор мягкого пара имеет вестовой клапан, закрывающийся принудительно, как только инжектор начинает работать. При обыкновенных инжекторах, действующих свежим паром, температура воды, подаваемой в котел доходит до  $65^{\circ}\text{C}$ , поэтому в камере вестового клапана имеется разрежение, при котором давление становится ниже атмосферного и вестовой клапан прижимается наружным давлением воздуха к седлу. В инжекторе мягкого пара температура питательной воды достигает  $100^{\circ}\text{C}$ , поэтому давление в камере вестового клапана выше атмосферного, что позволяет питательной воде при поступлении в котел выливаться также наружу. Это обстоятельство вызывает необходимость закрывать вестовой клапан принудительно. Делается это следующим образом: вода, выйдя из нагнетательного сопла 12, подни-

мает питательный клапан и кроме того, заполняя камеру *K*, поднимет вверх поршень *13*. От этого рычаг *14*, повернувшись на оси *16*, преодолет нажатие на него пружины *15* (при прекращении работы инжектора пружина *15* возвращает поршень *13* и рычаг *14* в первоначальное положение) и прижмет вестовой клапан *Д* к седлу (рис. 107). Подогревание зимою воды в тендере, когда инжектор мягого пара не работает, производится так же, как и

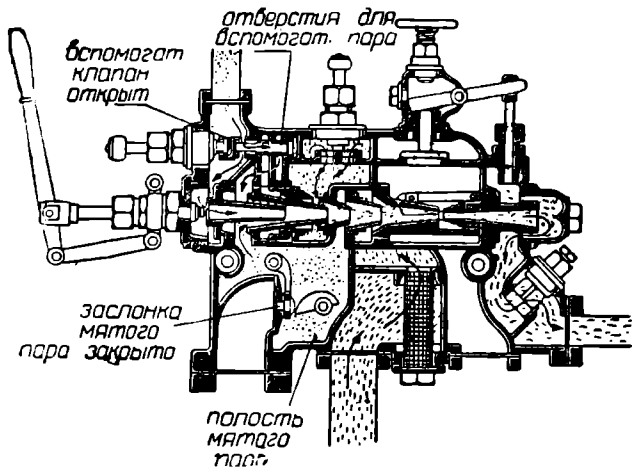


Рис. 108. Питание котла водой при закрытом регуляторе помощью острого пара.

При закрытом регуляторе, когда отработанного пара нет, инжектор в случае необходимости качать воду в котел работает без мягого пара (рис. 108). Для этого он имеет вспомогательный паровой клапан *Б*. При полном открытии клапана острый пар проходит через отверстия, проделанные в пустотелом цилиндре, в канал для мягого пара, имеющийся в корпусе инжектора, из него перетекает в полость мягого пара и в оба сопла мягого пара. Для пуска инжектора в ход, при закрытой заслонке мягого пара (чтобы не было присасывания вместо воды из тендера газов из конуса) открывается впускной клапан и впускается пар в инжектор. Впущенный пар, проходя по конусам, засасывает воду из тендера. Затем открывается вспомогательный клапан, впускающий пар в полость мягого пара. Этот дополнительно впущенный пар, называемый вспомогательным, проходя через узкие отверстия в пустотелом цилиндре клапана *Б*, теряет свое давление и входит в сопла почти отработанным паром. Назначение его—то же, что и мягого пара, идущего из машины, который в данном случае отсутствует. Инжектор имеет также сигнальный клапан, показывающий наличие мягого пара в паропроводе. При открытии регулятора (когда сигнальный клапан покажет наличие мягого пара, за что убедительно говорит также самый процесс открытия регулятора) закрывается вспомогательный клапан и открывается заслонка мягого пара, отчего инжектор переходит на работу мягым паром.

Вспомогательный клапан может быть открыт не полностью, тогда пар, проходя через вырез около клапана по цилиндру (именуется кольцевым паром) и поступая по каналу, входит в кольцевое сопло *18*. Впуск пара в кольцевое сопло преследует цель обеспечить засасывание воды из тендера при самых неблагоприятных условиях. Если паровоз движется без пара, то

у инжектора обыкновенного, т. е. вращением маховика *17* вестовой клапан прижимается к седлу, а затем открывается впускной клапан *А* и регулирующий аппарат *В*, отчего пар проходит по всасывающей трубе в тендер

Положение частей инжектора при работе мягым паром показано на рис. 107

Для выключения инжектора достаточно закрыть впускной клапан *А* и заслонку мягого пара *З*.

вспомогательный клапан, после того как вода засосется, открывается полностью, а если имеется мягый пар, то вспомогательный клапан закрывается и открывается заслонка мягого пара.

В настоящее время имеются инжекторы мягого пара, автоматически переключающиеся с мягого пара на свежий и наоборот. На паровозах серии Т-б установлен нагнетательный инжектор мягого пара системы „Элеско“.

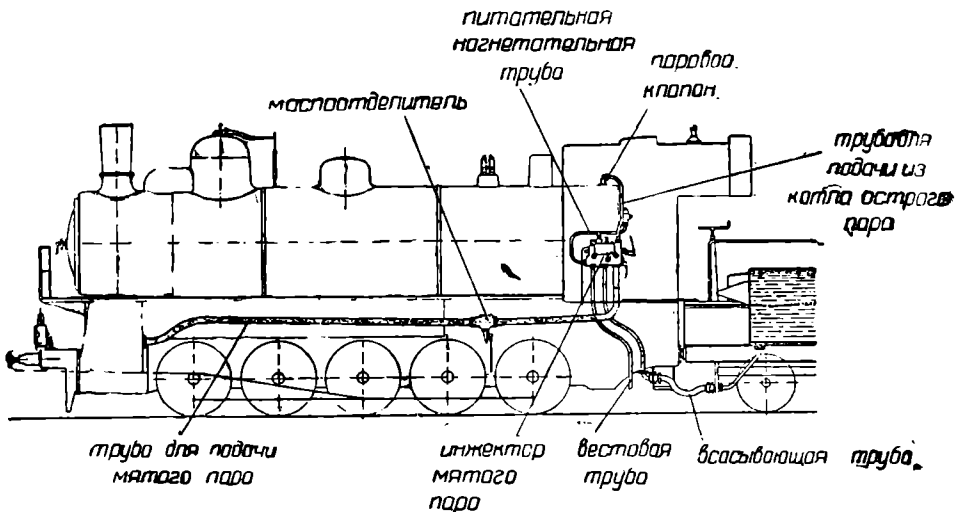


Рис. 109. Установка инжектора мягого пара на паровозе серии Э.

В силу того что при работе инжектора ни одна составная часть его не движется, а также то, что начальная затрата на приобретение инжектора мягого пара небольшая, инжекторам необходимо оказать предпочтение перед рассмотренными выше подогревателями, тем более что использование мягого пара и подогрев питательной воды как в том, так и в другом случае один и тот же. Инжектор мягого пара требует по сравнению с другими подогревателями меньше ремонта.

Установка инжектора мягого пара на паровозе достаточно наглядно показана на рис. 109.

ГЛАВА СЕДЬМАЯ.

**ТОРМОЗА.**

Движущийся поезд необходимо останавливать, когда это требуется, на станциях и в пути. Все поезда оборудуются для этой цели тормозами. Видов тормозов три: 1) ручной тормоз, 2) контр-пар и 3) воздушные тормоза.

Ручные тормоза имеются на паровозе и вагонах. От вращения ручки тормоза прижимается к ободу колеса чугунная колодка.

Воздушные тормоза представляют целую установку, помощью которой прижатие колодки к ободу осуществляется давлением сжатого воздуха.

На больших уклонах, при отсутствии или порче воздушных тормозов, применяется для остановки или замедления хода контр-пар.



## Контр-пар

Сущность контр-пара заключается в том, что в цилиндр впускается свежий пар навстречу движущемуся поршню. Впущенный пар давит на поршень, если последний движется вперед, спереди назад и тем сдерживает его (тормозит). Такой впуск пара достигается тем, что золотник заставляют двигаться противоположно тому, как он должен двигаться соответственно данному ходу паровоза. Это производится реверсом, который при движении паровоза вперед переводится назад, а при движении паровоза назад переводится вперед. Если камень кулисы при переднем ходе находился внизу то при контр-паре его переводят вверх, а при заднем ходе — наоборот. Благодаря этому передвижение золотника при контр-паре производит кулисса. Разберем в основном процессы, происходящие в машине. При положении поршня (рис 110), движущегося влево, золотник при контр-паре будет

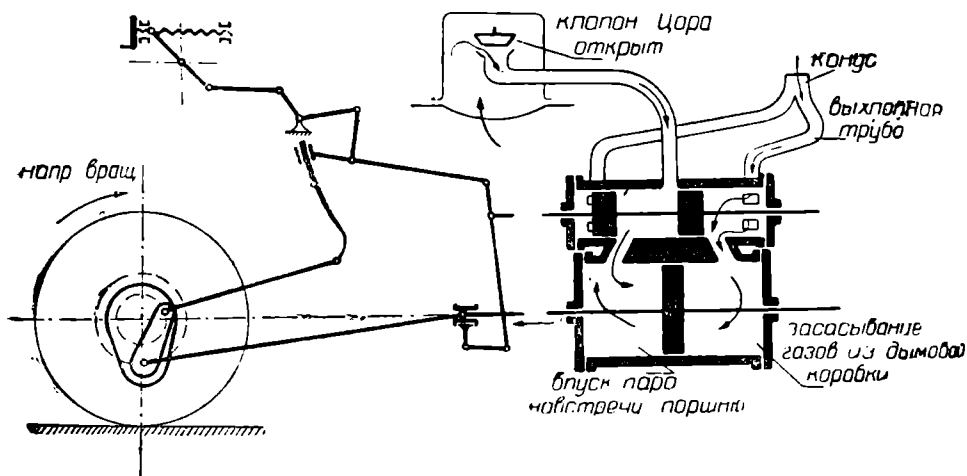


Рис. 110. Схема машины при контр-паре. Через левое окно входит пар из котла и поршнем выталкивается обратно (момент наибольшего открытия окон).

полностью открывать левое окно для впуска пара. От этого получаем, что в левой полости цилиндра вместо выпуска пара (при нормальной работе машины) происходит впуск пара навстречу поршню. Впущенный пар и оказывает сопротивление, называемое контр-паром. Но так как поршень благодаря вращению колес будет продолжать двигаться влево, то объем левой полости будет уменьшаться и впущенный пар будет выталкиваться обратно в котел.

Правая же полость цилиндра вместо расширения в ней пара (при нормальной работе машины) будет иметь сообщение с атмосферой. Вследствие удаления поршня от крайнего правого положения в нее через выхлопную трубу будет засасываться воздух из дымовой коробки.

Когда поршень дойдет до левого крайнего положения, золотник, двигаясь вправо, не успеет закрыть левого окна на величину линейного опережения впуска (рис. 111). Отсюда следует, что при контр-паре паровпускное окно при движении поршня к крайнему положению все время открыто, значит если бы в цилиндре имелась вода, то она через открытое окно была бы вытолкнута в паропровод, а тем самым была бы устранена опасность водяного удара. При движении поршня вправо золотник будет также некоторое

время двигаться вправо, пока не перекроет левое окно. После перекрытия окна в левой полости начнется разрежение, а затем засасывание в нее газов из выхлопной трубы (рис. 112). В правой же полости будет происходить впуск пара навстречу поршню. Свежий пар, перемешавшись с газами, находя-

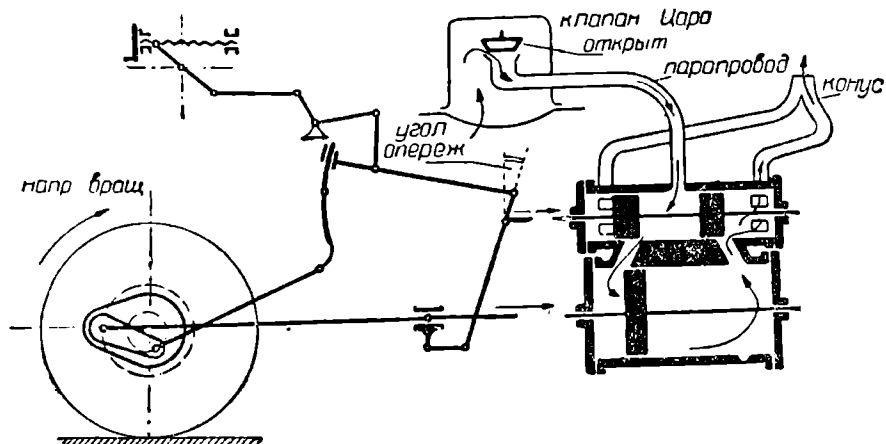


Рис. 111. Схема машины при контр-паре. Золотник не закрыл левое окно на величину линейного опережения. пар помогает, несколько, движению поршня. В правой полости выталкивание газов в атмосферу.

щимися в цилиндре, поршнем вытолкнется через паропровод обратно в котел. Вместе с газами в котел будут поступать зола и сажа, засосанные вместе с ними из дымовой коробки.

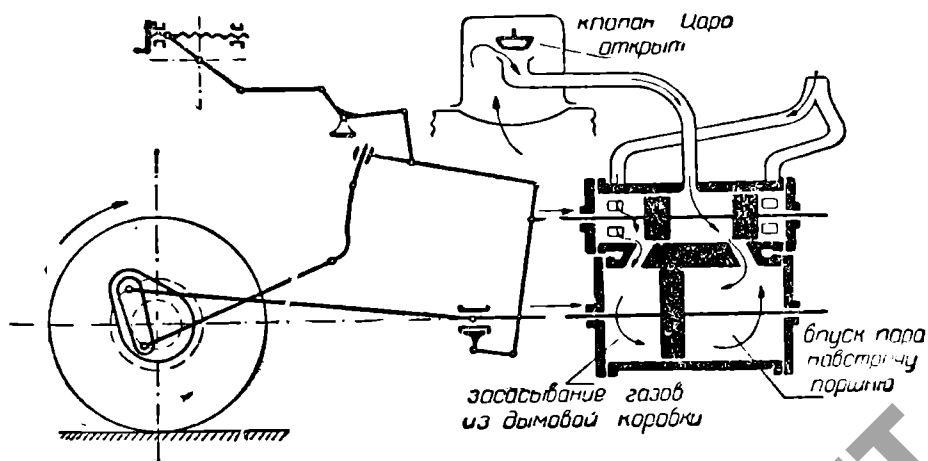


Рис. 112. Схема машины при контр-паре. Левая полость заполняется газами. В правую впускается свежий пар, который, смешавшись с газами, выталкивается поршнем обратно в котел.

От нагнетания при контр-паре в котел газов и воздуха давление в котле будет быстро повышаться. Кроме того при наличии в котле воздуха нельзя закачать инжектором воду (так как воздух не конденсируется, а поэтому

не может сообщить воде достаточно скорости, для того чтобы, действуя на питательный клапан ударом, открыть его).

Для устранения нагнетания воздуха в котел ставился раньше кран, а теперь клапан Лештелье (рис. 113). Вращая маховичок, мы оттаскиваем клапан от его седла, отчего пар с водою выходит из котла и дальше по трубке следует в выхлопную трубу. От этого поршень из выхлопной трубы всасывает в цилиндр вместо газов пар с водою. Вода эта, поступив в цилиндр, не может принести вреда, ибо, как мы и говорили, при контр-паре при подходе поршня к крайним положениям паровое окно открыто все время. При прямом же паре мы имеем при подходе поршня к крайним положениям период сжатия, при котором паровпускное окно закрыто, и поршень вынужден сжимать воду в цилиндре.

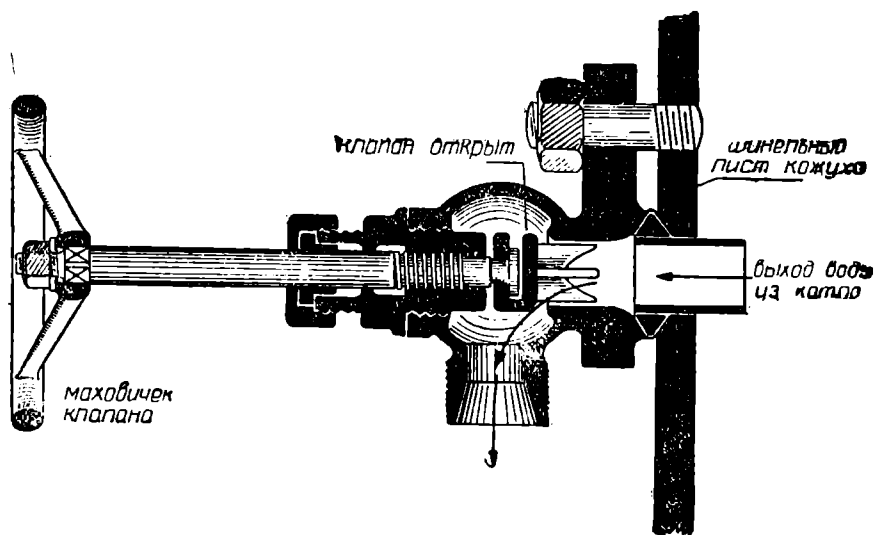


Рис. 113 .Клапан Ле-Шателье.

При контр-паре вода и пар, поступившие из котла, выталкиваются обратно в котел через открытое окно, не отражаясь вредно на работе машины.

Применяя контр-пар, можно уменьшить скорость поезда и даже его остановить. Но контр-пар действует значительно слабее ручных тормозов. Однако так как ручные тормоза также действуют слабо, то торможение поезда и паровоза производят воздушными тормозами.

## Тормоз Вестингауза

Как и все воздушные тормоза сжатого воздуха, тормоз Вестингауза имеет на паровозе прибор для получения сжатого воздуха — насос, резервуар для помещения воздуха и для управления тормозом кран машиниста. Воздух из резервуара на паровозе по воздухопроводу проходит к каждой тормозной единице поезда, имеющей особый прибор — тройной клапан а также тормозной цилиндр и рычажную передачу с тормозными колодками. Вся работа вызывается изменением давления воздуха в приборах тормоза и воздухопроводе.

Насос тормоза, представленный в разрезе на рис. 114, имеет паровой цилиндр с головкой насоса и два воздушных цилиндра. Паровой цилиндр

и головка устроены и работают так же, как у насоса подогревателя типа „Борец“. Паровой поршень насажен на общий шток с поршнями воздушных цилиндров. Назначение насоса — засосать наружный воздух и, сжав его, подать в резервуар. Для этого насос имеет два всасывающих клапана, расположенных в верхней и нижней части большого цилиндра, и пять нагнетательных клапанов. При ходе поршней вверх, что показано на рис. 114, воздух всасывается под поршень большого цилиндра, а находящийся над ним выталкивается под верхний нагнетательный клапан и по каналу поступает под низ поршня малого цилиндра. Воздух, находящийся под поршнем малого цилиндра, выталкивается через клапан по трубе в резервуар, называемый главным. При ходе поршней вниз засасывание воздуха происходит через верхний всасывающий клапан, а засосанный ранее воздух в нижнюю часть цилиндра выталкивается через перепускной (нагнетательный) клапан в верхнюю часть малого цилиндра. С нижней части малого цилиндра воздух нагнетается в главный резервуар. Таким образом в насосе происходит двойное сжатие: в верхнем большом цилиндре первое сжатие и во втором малом цилиндре — второе сжатие.

Смазка парового цилиндра производится масленкой, описанной в подогревателях и изображенной наглядно на рис. 115.

Воздух, нагнетаемый в главный резервуар, должен иметь давление 6,5 атмосфер на которое рассчитана вся работа тормоза.

Чтобы остановить насос, когда он создаст предельное давление в резервуаре, свежий пар, прежде чем впустить в головку насоса, пропускают через регулятор давления (рис. 115), имеющий паровой клапан. Этот клапан может закрывать отверстие для прохода пара по трубе к насосу. Паровой клапан насажен на один стержень с поршнем, помещенным в корпусе регулятора. Над поршнем имеется отверстие, закрываемое запорным клапаном, прижимаемым к отверстию пружиной, действующей на стержень. Сам стержень также опирается на медную диафрагму. Пружина над запорным клапаном отрегулирована регулировочным винтом так, что пока давление воздуха, подведенного к диафрагме трубочкой из главного резервуара, будет не больше 6,5 атмосфер, до тех пор запорный клапан будет

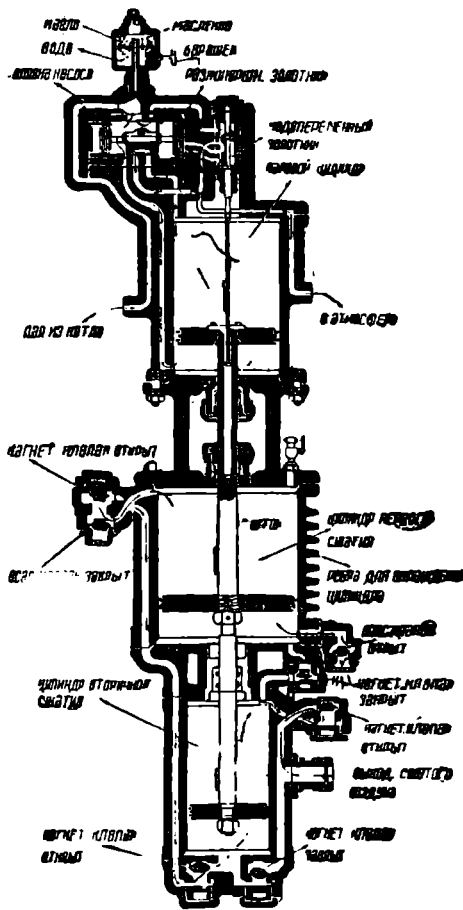


Рис. 114. Схема паровоздушного насоса Тандем (имеет два всасывающих и пять нагнетательных клапанов). На чертеже показан ход поршней вверх.

прижат к седлу. Как только давление воздуха станет выше 6,5 атмосфер, то диафрагма прогнется кверху и стержень, сжав пружину, поднимет запорный клапан и откроет отверстие над поршнем. Воздух, надавив на поршень, протолкнет его книзу, отчего паровой клапан закроет отверстие и прекратит доступ пара к насосу. Когда же давление воздуха станет ниже 6,5 атмосфер, то пружина, разжавшись, прижмет запорный клапан к отверстию и прекратит поступление воздуха к поршню. Оставшийся же над поршнем воздух выйдет по боковому отверстию наружу, отчего устранился давление, прижимающее паровой клапан к седлу. Пар сможет

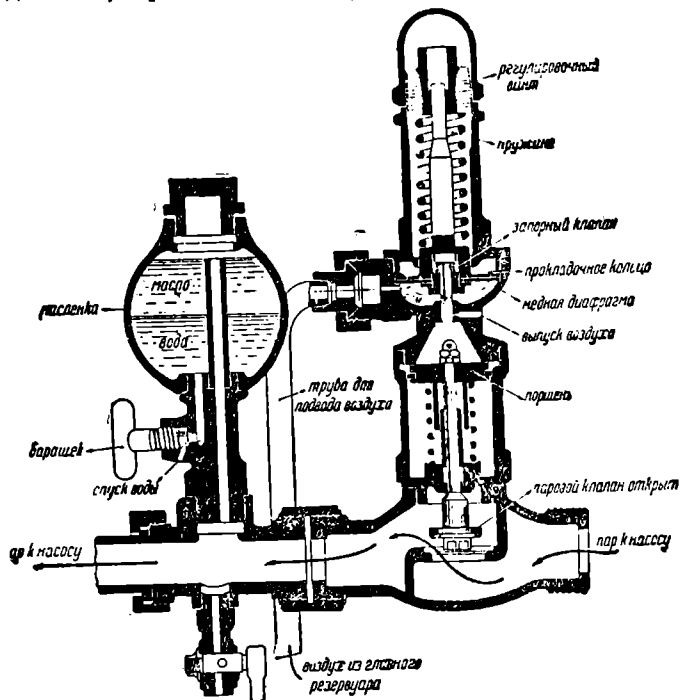


Рис. 115. Регулятор давления и масленка насоса воздушного тормоза.

тогда поднять клапан, пойти в головку насоса и заставить насос накачивать воздух в главный резервуар. Сам резервуар соединен с манометром, показывающим имеющееся в нем давление.

Воздух главного резервуара подводится к крану машиниста. Кран машиниста служит для управления всей работой тормоза. Состоит он из золотника, который может помощью приделанной к нему ручки поворачиваться, прижимаясь вместе с тем к лицу крана. (Лицо крана и приподнятый над ним золотник схематически показаны на рис. 116).

Золотник имеет два сквозных отверстия и три выемки. Лицо крана имеет одно отверстие, соединяющееся с воздухопроводной трубой, идущей вдоль поезда и называемой магистралью второе отверстие (большое) — выходящее в атмосферу, третье — соединяющееся с клапаном разности давлений (теперь обычно ставится золотниковый питательный клапан) и еще три отверстия, соединенные с пространством над уравнительным поршнем (рис. 116). Кроме отверстия лицо крана имеет еще две выемки. От пово-

рота золотника последний может занимать пять положений. В первом положении крана машиниста воздух, подведенный вверх золотника из главного резервуара, проходит в магистраль по большому каналу золотника, выемке крана и золотника.

Кроме того, воздух проходит также под низ уравнильного поршня, который от давления на него снизу и сверху уравнивается и, благодаря собственному весу, располагается в нижнем положении, закрывая хвостовиком канал в атмосферу (рис. 116). Это положение называется наполнением или отпуском. Из магистрали воздух проходит в тройной клапан (рис. 117), отодвигает поршень с золотником, по выточке около поршня

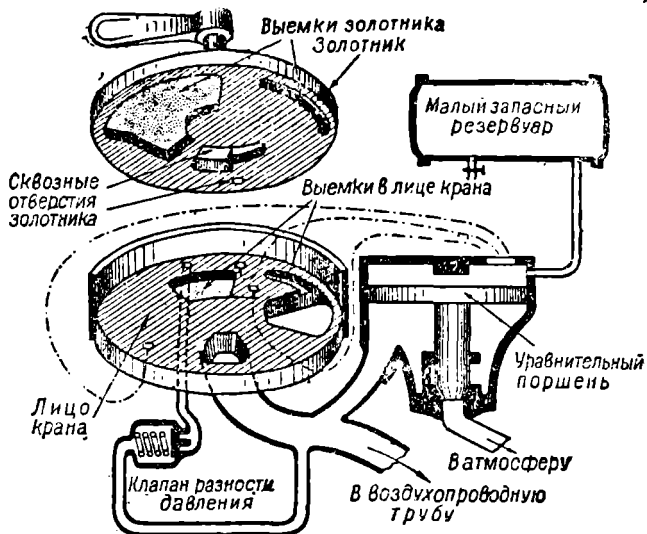


Рис. 116. Схема крана машиниста тормоза Вестингауза.

входит в камеру тройного клапана и наполняет запасный резервуар. При данном положении поршня и золотника тройного клапана золотник его соединяет тормозной цилиндр с атмосферой (рис. 117). При дальнейшем поворачивании золотника крана машиниста таковой занимает второе положение называемое поездным, при котором воздух может пройти в магистраль только отжав клапан разности. Но так как клапан прижат к седлу пружиной с силой в полторы атмосферы, то при давлении воздуха в главном резервуаре равном 6,5 атмосфер, клапан разности позволяет держать в магистрали на полторы атмосферы меньше. В случае утечек пополнение воздухом магистрали производится при втором положении золотника называемом перекрышей, при котором все каналы крана перекрыты и сообщения между главным резервуаром, воздухопроводом и атмосферой нет. Дальнейшим поворотом золотника последний занимает четвертое положение, называемое служебным торможением. Воздух из главного резервуара при торможении попасть под золотник и в магистраль не может. Часть воздуха, находящегося

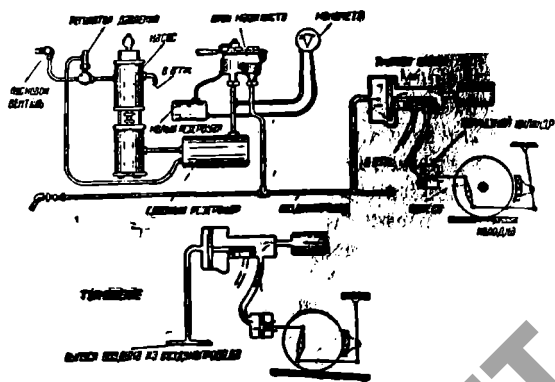


Рис. 117. Общая схема тормоза Вестингауза.

в пространстве над уравнительным поршнем, выпускается нижней стороной золотника в атмосферный канал крана. От этого давление над уравнительным поршнем рис. 116 понизится, и поршень давлением воздуха, находящегося в магистрали, поднимется вверх и откроет хвостовиком выход магистрального воздуха в атмосферу. Выпуск будет продолжаться до тех пор, пока давление магистрали не станет равным давлению воздуха над уравнительным поршнем. От выпуска воздуха уравнительный поршень, уравновесившись, благодаря собственному весу опустится и, закрыв атмосферный канал хвостовиком, прекратит выход воздуха из магистрали в атмосферу. Вследствие выпуска воздуха давление в магистрали будет понижено и поршень тройного клапана передвинется давлением воздуха в запасном резервуаре влево. Поршень, передвигаясь, потащит за собою золотник и откроет канал для прохода воздуха из запасного резервуара в тормозной цилиндр (рис. 117, второе положение). В силу этого поршень тормозного цилиндра отходя вправо, помощью штока и системы рычагов прижмет к колесу колодку.

Если необходимо произвести быстрое торможение, то переводят золотник крана в последнее пятое положение, называемое **экстренным торможением**. При таком золотник соединяет магистраль непосредственно с атмосферным каналом в кране, чем достигается быстрый выпуск воздуха в атмосферу, а также полный отход поршня тройного клапана влево и достаточно сильное нажатие колодок на колесо. Если необходимо торможение прекратить, то поворачивают золотник крана машиниста в первое положение — **отпуск**; воздух из главного резервуара поступает в магистраль и отодвигает поршень тройного клапана вправо. Вместе с поршнем передвинется золотник и закроет доступ пара в тормозной цилиндр, а вместе с тем выпустит воздух, находящийся в тормозном цилиндре, в атмосферу. Пружина же тормозного цилиндра отожмет поршень цилиндра в нормальное положение, а колодку оттащит от колеса. Для быстрого наполнения магистрали, выгодно иметь в главном резервуаре давление выше существующего в магистрали. Поэтому-то при втором положении и создается разность давлений помощью клапана разности.

Манометр тормоза (рис. 117) имеет две стрелки, показывающие давление в главном резервуаре и в пространстве над уравнительным поршнем (увеличенным объемом малого резервуара для предупреждения быстрого понижения давления в магистрали при служебном торможении).

Из всего изложенного следует, что торможение происходит благодаря выпуску воздуха из магистрали. Поэтому, если произойдет обрыв поезда, отчего разорвется магистраль, идущая по всему поезду, то мы получим быстрый выпуск воздуха в атмосферу и автоматически экстренное торможение всего состава, поэтому воздушные тормоза и называются автоматическими. Как мы видели, прижатие колодок к колесу происходит давлением воздуха, находящегося в запасном резервуаре тройного клапана. Пополнение его воздухом при торможении не производится имеющиеся утечки воздуха через неплотности в соединениях ослабляют прижатие колодок к колесу и могут прекратить его совсем). Такой тормоз называется **непрямодействующим** и основной его недостаток — это истощимость, т. е. нельзя получить длительного торможения. Поэтому применяется он на **пассажирских поездах**.

Рассмотрим еще устройство тройного скородействующего клапана тормоза Вестингауза, изображенного схематично на рис. 117.

**Скородействующий клапан** (рис. 118) выполняет описанную выше работу, т. е. при первых трех положениях крана машиниста сообщает

тормозной цилиндр с атмосферой, позволяя при этом наполнять соединенный с ним запасной резервуар воздухом; при четвертом и пятом положении крана машиниста сообщает тормозной цилиндр с запасным резервуаром.

**Скоростяующий тройной клапан** состоит из 2 частей: верхней, представляющей собой обыкновенный тройной клапан изображенный на рис. 117, и нижней, называемой ускорителем. Верхняя часть устроена и работает так же, как это описано выше, т. е. при служебном торможении: от понижения давления в магистрали перемещается поршень и, сдвигая золотник, открывает доступ воздуха в тормозной цилиндр. Изменение представляет только то, что золотник соединен

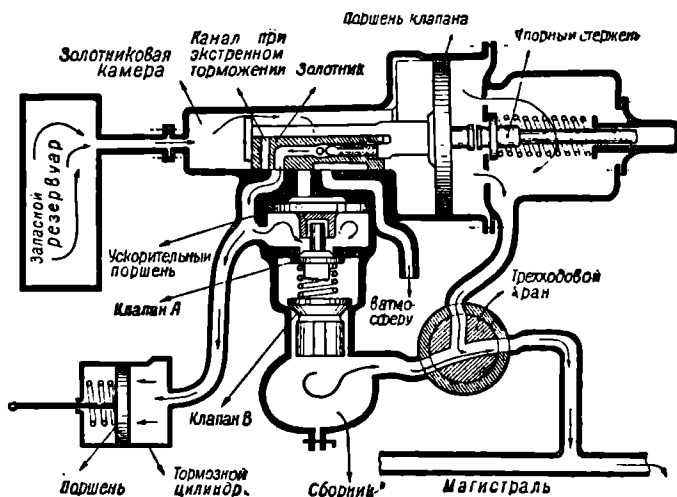


Рис. 118. Схема тройного клапана тормоза Вестингауза (служебное торможение).

не наглухо с поршнем, а перемещается влево нажатием стерженька, который одновременно с этим э крывает канал для прохода воздуха (соединен боковыми каналами с золотниковой камерой). Перемещение золотника вправо производится хвостовиком поршневого стержня, и для предохранения от ударов поршня о стенки камеры введен упорный стержень, удерживаемый пружиной.

Ускоритель имеет в верхней части цилиндрическую камеру, в которой помещен ускорительный поршень, имеющий отверстие для прохода воздуха. Поршень в верхнем положении поддерживается стержнем клапана А. Клапан А прижимается к седлу пружиной, помещенной в полости клапана В. При экстренном торможении поршень верхней части клапана быстро уходит вправо и открывает вертикальным каналом доступ воздуха к ускорительному поршню. Необходимо заметить, что если поршень клапана займет свое крайнее положение и даже отождмет упорный стержень, то дальнейшее понижение давления производить не следует, ибо это будет вы ивать только бесполезный расход воздуха, не дающий увеличения тормозящего усилия. Для тормоза Вестингауза полезно нормально снижать давление в магистрали до 3,5 атмосфер.

Ускорительный поршень от давления воздуха запасного резервуара опустится и тем самым отождмет клапан А книзу. Сообщение тормозного цилиндра с запасным резервуаром будет происходить по отверстию в ускорительном поршне. Но так как это отверстие небольшое, то и давление



в тормозном цилиндре будет медленно повышаться. Поэтому воздух магистрали, имеющий давление 3—3,5 атмосферы поднимет клапан *B* и пройдет под отжатый клапан и дальше в тормозной цилиндр. От этого давление в магистрали будет понижаться, но воздух будет направлен не в атмосферу, а на торможение и чем меньше отверстие для прохода воздуха в уравнительном поршне, тем больше воздуха будет взято из магистрали на торможение). Если же давление в тормозном цилиндре будет значительное, то ускоритель не придет в действие, ибо давление воздуха, имеющегося в магистрали, будет недостаточно для того, чтобы поднять клапан *B*. Поэтому экстренное торможение может произойти только тогда, когда тормоз был до этого в состоянии отпуска или слегка приторможенным, отчего стало быть воздуха в тормозном цилиндре не было или было очень немного (небольшого давления). Чтобы получить экстренное торможение, ручка золотника крана машиниста быстро ставится в пятое положение.

Отмеченный выше недостаток тормоза Вестингауза — его истощимость, а кроме того невозможность получить ступенчатый отпуск не позволяют оборудовать им товарные поезда. Для оборудования таковых в СССР в последнее время принят прямодействующий тормоз системы Матросова.

### **Тормоз Матросова**

Как и во всех прямодействующих тормозах, в тормозе Матросова имеется в заторможенном состоянии связь между источником питания — насосом и тормозными цилиндрами. Для этого применяются краны машиниста, отличающиеся от крана машиниста тормоза Вестингауза и дающие возможность создавать и поддерживать неопределенно долгое время любое установленное машинистом давление в магистрали (в СССР применяется кран машиниста тормоза Казанцева, которым в свое время оборудовался подвижной состав. Описание его и более детальное ознакомление с тормозами можно получить в книге „Автоматические тормоза“ авторов Болонова и Гринштейна). Прямодействующих тормозов имеется много систем, но все они отличаются устройством распределителя (тройной клапан у тормоза Вестингауза), от которого зависят все свойства тормоза. Распределитель тормоза Матросова (рис. 119) можно разделить на три основных органа. Первый орган состоит из магистрального поршня с золотником *I*. Золотник помещен между выступами штока поршня и прижимается к зеркалу пружины, помещенной в штоке поршня. Второй орган состоит из главного поршня и главного золотника, связанного с поршнем при помощи кулисы, кулисного камня и рамки.

Воздух при зарядке тормоза проходит через перепускную канавку магистрального поршня и имеющееся в нем калиброванное отверстие в золотниковую камеру *B* и, отжав главный поршень книзу, поступает по каналу в рабочий резервуар. Таким образом при зарядке тормоза главный поршень находится сверху и снизу под одинаковым давлением (путь воздуха на рис. 119 указан при зарядке стрелками). Третий орган состоит из уравнительного поршня, связанного с золотником помощью штока. Золотник уравнительного поршня перемещается по верху главного золотника. Уравнительный поршень справа находится под действием одной или двух пружин (в зависимости от режима тормоза) а слева — под давлением камеры *A*, сообщенной с тормозным цилиндром. Воздух из тормозного цилиндра (при отпуске или наполнении) проходит по каналу в главном золотнике в выточку золотника уравнительного поршня и далее в выточку главного золотника и по каналу в атмосферу.

При торможении, производимом частичным выпуском воздуха из магистрали, магистральный поршень отходит влево и прекращает соединение золотниковой камеры *B* с магистралью и вместе с тем золотником *I* помощью имеющихся каналов дает возможность ей разрядиться. От этого главный

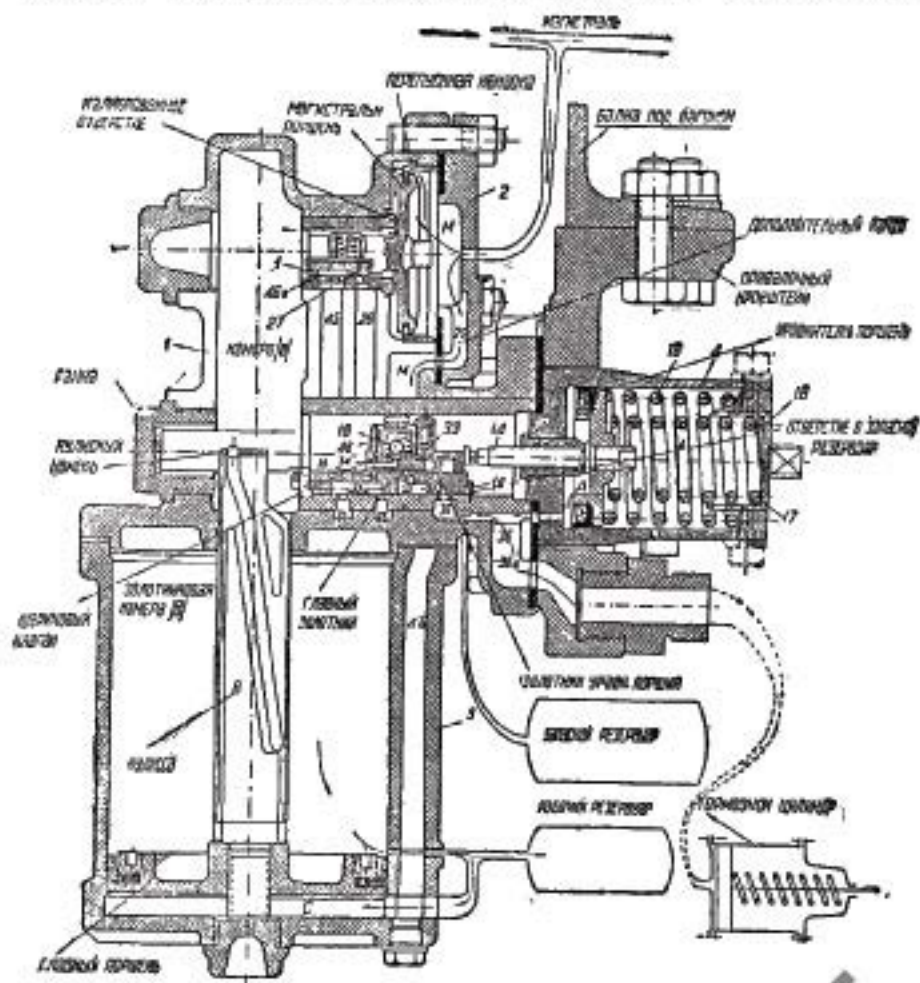


Рис. 119. Воздухораспределитель системы Матросова.

поршень поднимается вверх и разобщает рабочий резервуар от золотниковой камеры *B*. Дальнейший подъем главного поршня вверх происходит помощью воздуха, имеющегося в рабочем резервуаре. От подъема поршня перемещается вправо кулисный камень по кулиссе а также рамка и главный золотник. Золотник, передвигаясь, прекращает соединение тормозного цилиндра с атмосферой и в него впускается по каналам воздух для торможения из запасного резервуара помощью выточки в золотнике уравнительного поршня и каналов. Если в запасном резервуаре вследствие утечек воздуха давление станет ниже магистрального, то воздух из магистрали пройдет по дополнительному каналу и, приподняв шариковый клапан, пройдет

по имеющимся каналам и выточкам в тормозной цилиндр и запасный резервуар. (Весьма подробное описание распределителя имеется в брошюре доцента П. Г. Хотунцова „Тормоз Матросова“, изд. 1932 г.).

Таким образом распределитель Матросова позволяет питать тормозной цилиндр в период торможения, чем главным образом и отличается (как и все прямодействующие тормоза) от непрямодействующих тормозов. Тормоз Матросова признан после испытаний лучшим среди имеющихся и Коллегией НКПС принят для оборудования товарного парка железных дорог СССР.

## ГЛАВА ВОСЬМАЯ

### ТЕНДЕРЫ

Для помещения запасов воды и топлива к паровозу прикрепляется специальный вагон, называемый тендером. Обычная конструкция его состоит

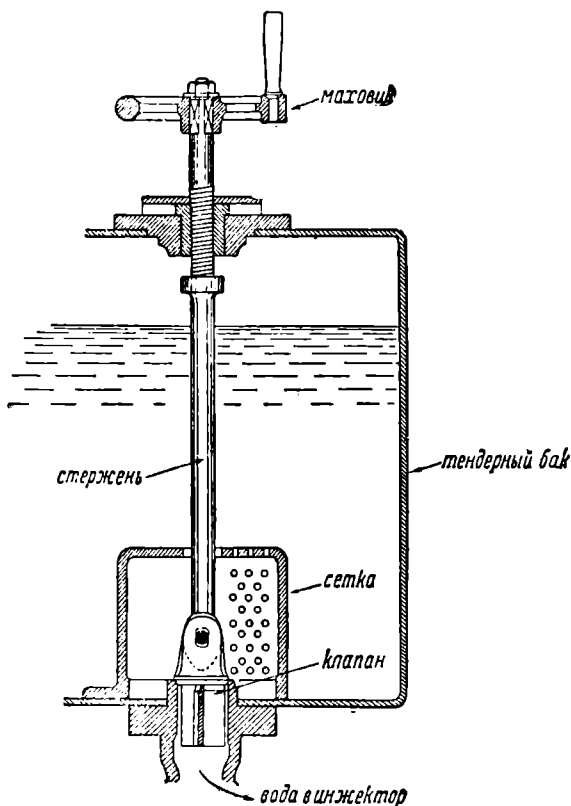


Рис. 120. Водозапорный клапан тендера.

из рамы, поставленной на тележки, на которой укреплен бак для воды, имеющий лоток для топлива. Так как объемы баков тендеров современных паровозов доходят до 60 куб. метров, то колебания подобной массы воды (при остановке, при изменении скорости и т. д.) могут вызывать удары о стенки тендера и давать ему толчки; чтобы этого не было, в баке ставят листы, мешающие воде болтаться.

Для удобства наполнения одной из колонок на станциях горловины сверху бака делают овальной формы, что облегчает установку паровоза под колонкой. Со стороны будки машиниста, там, где начинается труба, идущая к инжектору, ставится запорный вентиль (рис. 120), клапан которого закрывает отверстие трубы. Обычно этот вентиль открыт и закрывается тогда, когда требуется отнять рукава, соединяющие тендер с инжектором паровоза. Для

того, чтобы мусор, попавший в водяной бак, не проник в инжектор и там бы не засорил его, над запорным клапаном в тендере ставят колпак—сетку.

Лоток для топлива, помещенный сверху водяного бака, в случае нефтяного отопления, служит местом для установки нефтяного резервуара. При дровяном отоплении, чтобы увеличить объем тендера, борта его наращивают железными или деревянными решетками. С паровозом тендер соединяется главной стяжкой, входящей в стяжной ящик паровоза и тендера

(рис. 121) и насаженной там на шкворни; степень подтягивания паровоза к тендеру можно регулировать винтом этой стяжки (вроде вагонной). Кроме этой стяжки имеются две боковых — запасных, входящих также в стяжные ящики паровоза и тендера и удерживаемые шкворнями меньшего диаметра. Для смягчения толчков между паровозом и тендером последний имеет два буфера, упирающиеся с одной стороны в буферные подушки на раме паровоза, а с другой — на концы горизонтальной рессоры, расположенной в стяжном ящике тендера. Эта рессора воспринимает толчки.

Наблюдение за уровнем воды в баке тендера производится с одной стороны водопробными кранами, вделанными в стенку бака, а с другой — поплавком, хвостик которого выходит из бака. По положению этого хвостовика можно судить об уровне воды в тендере. Для пригородной и маневровой службы имеются паровозы, у которых тендер отсутствует, а запасы воды и топлива расположены в баках, установленных на самом паровозе. Такие паровозы называются **танк-паровозами**.

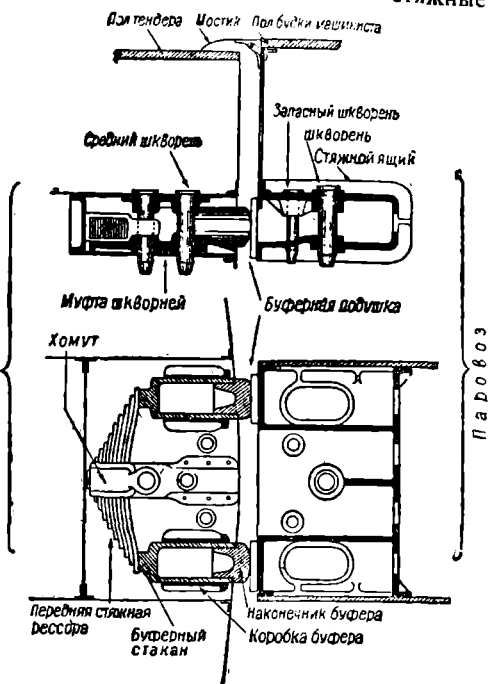


Рис. 121. Сцепка паровоза с тендером.

## ВАГОНЫ

Повозка, служащая для перевозки пассажиров или грузов по рельсовым путям, называется **вагоном**. По своему назначению вагоны разделяются на две группы: на вагоны пассажирского парка и вагоны товарного парка. Как пассажирский, так и грузовой вагон состоит из следующих главных элементов (рис. 122): 1) ходовой части, 2) рессорного подвешивания, 3) рамы с упряжью, 4) кузова.

Кузов служит помещением для перевозимых пассажиров или грузов. Он укрепляется на раме, а последняя через рессорное подвешивание опирается на ходовые части. Так как вагоны перемещаются локомотивами, то для присоединения их к тяговому двигателю, а также для возможности составлять поезда, в раме вагона устанавливаются упряжные приборы. Кроме того, вагоны снабжаются тормозами.

Ознакомившись в общих чертах с устройством вагона, перейдем к более детальному разбору его главных частей.

### Ходовые части

Ходовые части состоят из колесных пар, подшипников и букс. Колесная пара вагона (рис. 123) по существу мало отличается от таковой паровоза:

так же колеса наглухо насажены на ось, так же на оси имеются гладко отшлифованные части (шейки), на которые опирается подшипник, однако, расположение шеек в колесах паровоза и вагона различно. У паровоза шейки (на оси) расположены между колесами, а у вагона снаружи колес; делается это с целью дать более широкий кузов и тем увеличить емкость вагона.

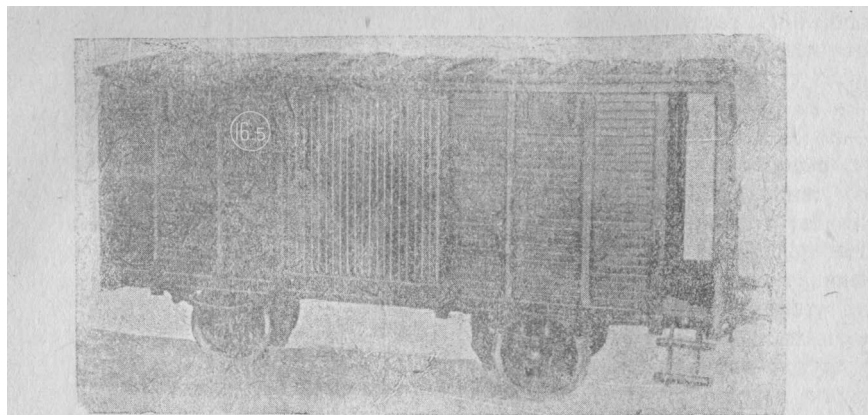


Рис. 122. Внешний вид нормального товарного вагона.

Колеса для вагонов выполняются либо со спицевыми центрами (рис. 124), либо со сплошными (рис. 125); последние предпочтительнее, ибо сплошные центры не поднимают пыли с баласта при своем вращении и тем меньше засоряют буксы. Бандажки на колесные центры надеваются и укрепляются тем же способом, что и на паровозных колесах. В настоящее время получают широкое распространение в вагонном парке безбандажные колеса либо системы Гриффина, либо Дэвиса. В первом случае колеса представляют литой чугунный диск, снабженный гребнем, поверхность катания этого

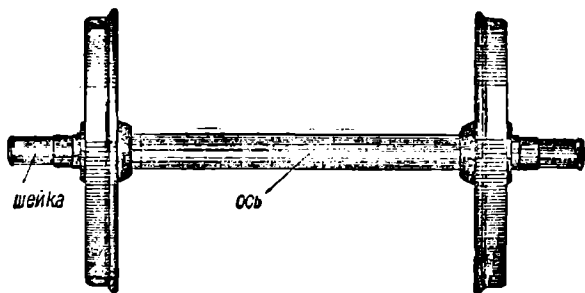


Рис. 123. Колесная пара.

диска (обод) закалена, во втором — колеса льются из стали, после чего обод также подвергается закалке. Безбандажные колеса имеют большие преимущества перед бандажными, а именно: изготовление их проще, вес их меньше, продолжительность службы больше. Эти обстоятельства заставляют переходить к безбандажным колесам.

Шейка вместе с подшипником заключается в коробку, называемую, так же как и на паровозе, буксой. Буксы, применяемые в вагонном парке,

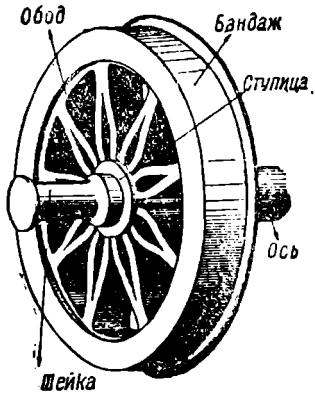


Рис. 124. Спицевое колесо.

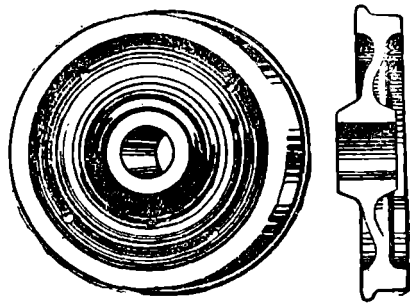


Рис. 125. Дисковое колесо.

разделяются на два основных вида: на разъемные буксы и на цельные буксы. В первом случае (рис. 126) букса состоит из двух частей — верхней, лежащей на подшипнике, и нижней, охватывающей шейку. Нижняя часть

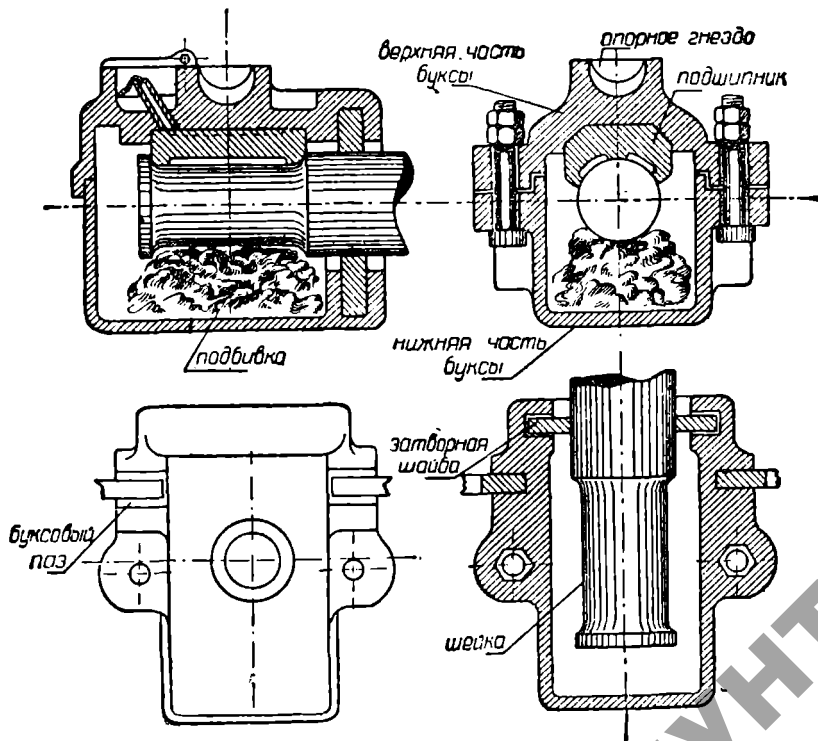
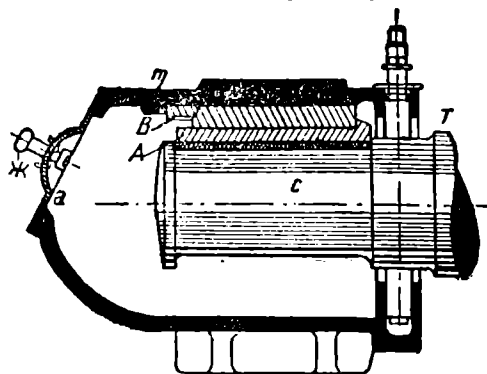


Рис. 126. Разъемная букса.

прикрепляется к верхней с помощью двух болтов. Верхняя часть называется корпусом буксы, имеет с боков пазы, которыми букса вставляется

в буксовую лапу, прикрепленную к раме. Нагрузка от кузова и рамы передается через рессору, опирающуюся на верх буксы. Для предохранения попадания пыли в буксу отверстие в задней части буксы, через которое



проходит ось, закрывается закладкой деревянной или войлочной, называемой затворной шайбой. В шайбе оставляется дыра для пропуска оси. Подобная разъемная букса, широко применяемая у нас в грузовом парке, не обеспечивает шейку от попадания на нее пыли и от вытекания смазки из буксы, ибо болтовое соединение верхней части с нижней, несмотря на наличие контр-гаек, от тряски расстраивается и в образующую щель летит пыль засоряющая буксу. Этот недостаток заставляет в настоящее время переходить к цельным буксам. В этом случае (рис. 127) букса представляет коробку, торцы которой имеют отверстия. В одно из них пропускается шейка оси. Оставшийся промежуток заполняется затворной шайбой. Отверстие с другого торца, закрываемое крышкой, служит для наполнения смазкой и для осмотра шейки. С боков букса имеет пазы, которыми она входит в буксовые лапы. Подобная система хорошо защищает шейку от загрязнения, почему цельные буксы сейчас получают широкое распространение.

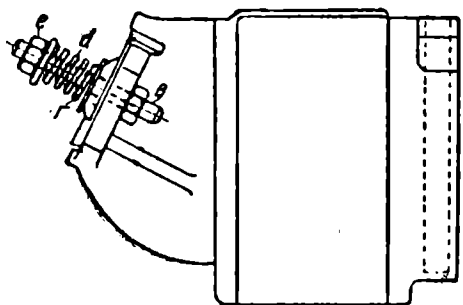


Рис. 127. Цельная букса.  
А—подшипник. В—сухарь. С—шейка. Т—затвор. d—пружина крышки.

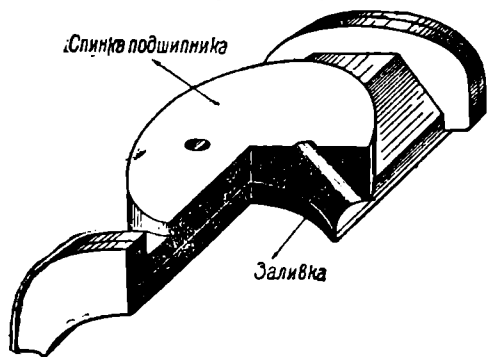


Рис. 128. Подшипник буксы нормального товарного вагона.

Поддача смазки в разъемной буксе производится через масленку, расположенную в верхней части, оттуда смазка фитилем тянется на подшипник. Кроме того шейка смазывается снизу помощью пропитанных мазутом концов, положенных на дно буксы; концы эти называются подбивкой.

В цельной буксе смазка подается только снизу через подбивку, охватывающую нижнюю часть буксы.

Подшипник, имеющий своим назначением передавать нагрузку вагона на шейку, соприкасается с последней на протяжении около  $\frac{1}{3}$  окружности. Подшипник на шейке имеет некоторый разбег (несколько миллиметров на

каждую сторону). Поверхность прилегания подшипника к шейке заливается баббитом, так же, как это сделано у паровозов, спинка же подшипника (рис. 128) имеет круговой выступ, входящий в гнездо верхней части буксы. Такая конструкция, применяемая на нормальных товарных вагонах, обеспечивает постоянное совпадение осей подшипника и шейки, чем устраняется перекосяк подшипника по отношению к шейке. В цельных буксах для этой цели, а также для удобства постановки подшипника, между ним и буксой ставится вкладыш (сухарь) (рис. 127). Слабым местом описанных конструкций букс и подшипников является, во-первых, ненадежная подача смазки к подшипнику, и во-вторых, большое трение, развивающееся между подшипником и шейкой, что требует от паровоза лишней силы на преодоление трения. От этих недостатков свободны буксы с роликовыми подшипниками.

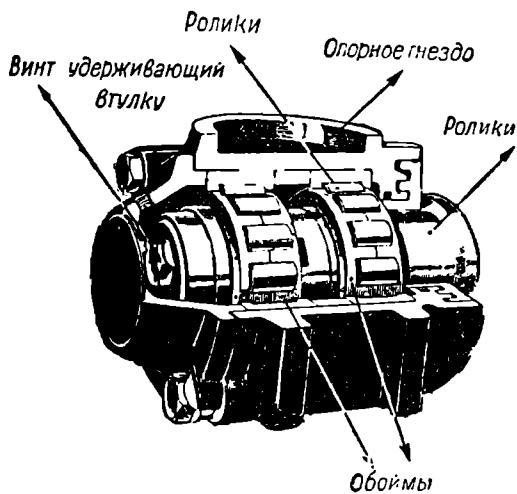


Рис. 129. Роликовая букса.

Здесь (рис. 129) на шейку надевается втулка, удерживаемая винтом, входящим в торец оси. На втулку надеваются две обоймы с вставленными в них роликами. Ролики катятся по пазам внутри буксы, таким образом здесь трение скольжения заменено трением катания, поэтому сила трения, развиваемая в буксе с роликовыми подшипниками, менее чем в буксе с обычными подшипниками. Отсюда и сила, необходимая для перемещения вагона с такими буксами, меньше, т. е. паровоз может подобных вагонов везти больше. Смазка здесь никуда не вытекает, так как вся букса закрыта наглухо. Это обстоятельство позволяет значительно сократить расходы на смазку и, кроме того, устранить еще один весьма важный недостаток обычных подшипников, а именно так называемое горение букс, которое, особенно при разъемных буксах и пыльном баласте, является массовым бедствием, выводящим вагоны из строя и срывающим этим плановость железнодорожных перевозок.

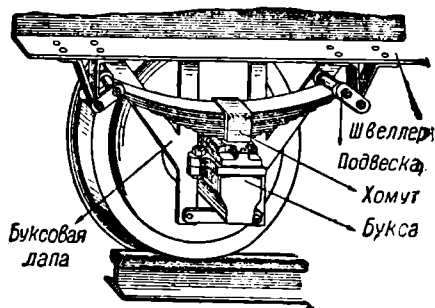


Рис. 130. Подвесная рессора.

Перейдем теперь к ознакомлению с рессорным подвешиванием.

## Рессорное подвешивание

Назначение рессор—смягчать толчки от ударов колес о стыки рельсов. При отсутствии рессор толчки эти разрушали бы раму и кузов вагона, и в свою очередь вагон расстраивал бы путь. Толчки в рессоре гасятся трением



листов рессоры друг о друга. Простейшим видом рессоры является так называемая подвесная рессора, применяемая на двухосном грузовом подвижном составе. Рессора (рис. 130), как мы уже говорили, своим хомутом опирается на верхнюю часть буксы, а концами подвешена помощью серег к кронштейнам, укрепленным на раме. Подобная рессора не обеспечивает плавности хода, поэтому в пассажирских вагонах их не употребляют, а применяют рессоры большей длины и с большим количеством листов в каждой рессоре. Увеличение количества листов достигается тем, что две рессоры кладутся одна на другую, образуя как бы очертания эллипса, причем концы их соединяются вместе, а хомуты лежат друг против друга. Подобные рессоры называются **эллиптическими**.

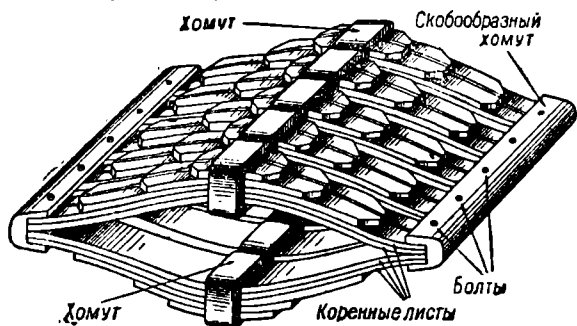


Рис. 131. Рессора Брауна.

Обычно несколько таких сложенных рессор ставят параллельно, таким образом получают многорядные эллиптические рессоры. Систем этих рессор много, мы же рассмотрим главнейшие из них, применяемые на сети дорог СССР.

**Эллиптическая пятирядная рессора Брауна** (рис. 131). Каждый ряд образуется двумя рессорами, обращенными друг к другу выгнутыми сторонами. Концы комплекта (всех 5 рядов) схвачены хомутом в виде скобы. Рессоры эти получили у нас широкое распространение в пассажирских вагонах ввиду надежности работы их в самых тяжелых условиях (сильный перегруз).

**Пятирядная рессора Галахова** (рис. 132). Каждый ряд состоит из верхней и нижней рессоры без ушек. На концах рессор укреплены планки, имеющие желобки у верхних рессор и гребни у нижних. Планки эти проходят через весь комплект. Таким образом верхний комплект рессор накладывается на нижний и прикрепляется друг к другу болтами, проходящими через планки.

Рессоры эти обеспечивают плавный ход и в настоящее время начинают довольно широко распространяться.

**Трехрядная шарнирная рессора** (рис. 133). Здесь концы рессор образуют ушки, через которые пропускаются стержни, соединяющие весь комплект. Таким образом ушки рессор, заходящие одно за другое, образуют шарниры. Рессоры эти отличаются плавностью хода, однако, трудность изготовления ушек и частая поломка их ограничили круг применения этих рессор лишь спальными вагонами прямого сообщения (6. Международное О-во).

Длина современных вагонов достигает 24 метров. Для удобного прохода подобных длинных вагонов по кривым они ставятся на тележки, которые могут поворачиваться по отношению к главной раме вагона, кроме того, тележка позволяет легче разместить рессорное подвешивание (эллиптические рессоры).

Схема устройства тележки (рис. 134) следующая. К раме тележки на четырех стержнях, называемых подвесками, прикреплена доска-люлька, которая может на этих подвесках качаться в направлении, перпендикулярном к оси пути. На люльку кладут два комплекта эллиптических рессор,

к которым сверху прикрепляется доска, имеющая в середине шкворень, соединяющий тележку с рамой вагона. Рама тележки опирается четырьмя (по две с каждой стороны) спиральными пружинными рессорами на балку, лежащую своими концами на буксах. Балка эта называется балансиром.

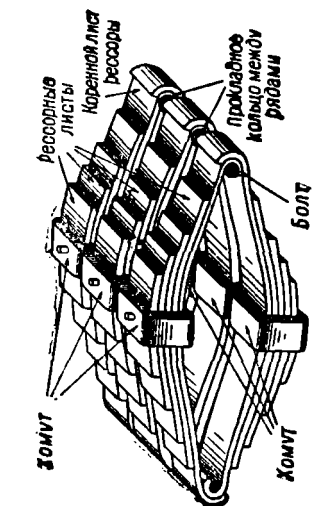


Рис. 133. Трехрядная шарнирная рессора.

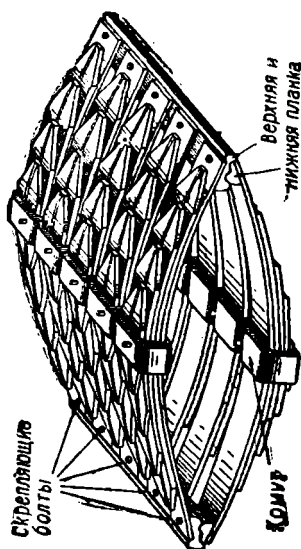


Рис. 132. Рессора Галахова.

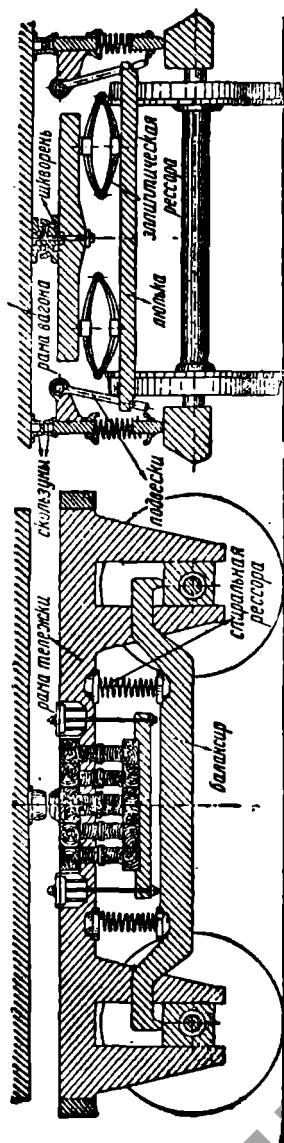


Рис. 134. Схема тележки Пульмана.

Таким образом каждый толчок колеса о стык рельса, прежде чем передается кузову вагона, проходит через две системы рессор — через спиральную, а затем через эллиптическую. Подобная тележка называется тележкой двойного подвешивания системы Пульмана, конструкция ее видна на рис. 135.

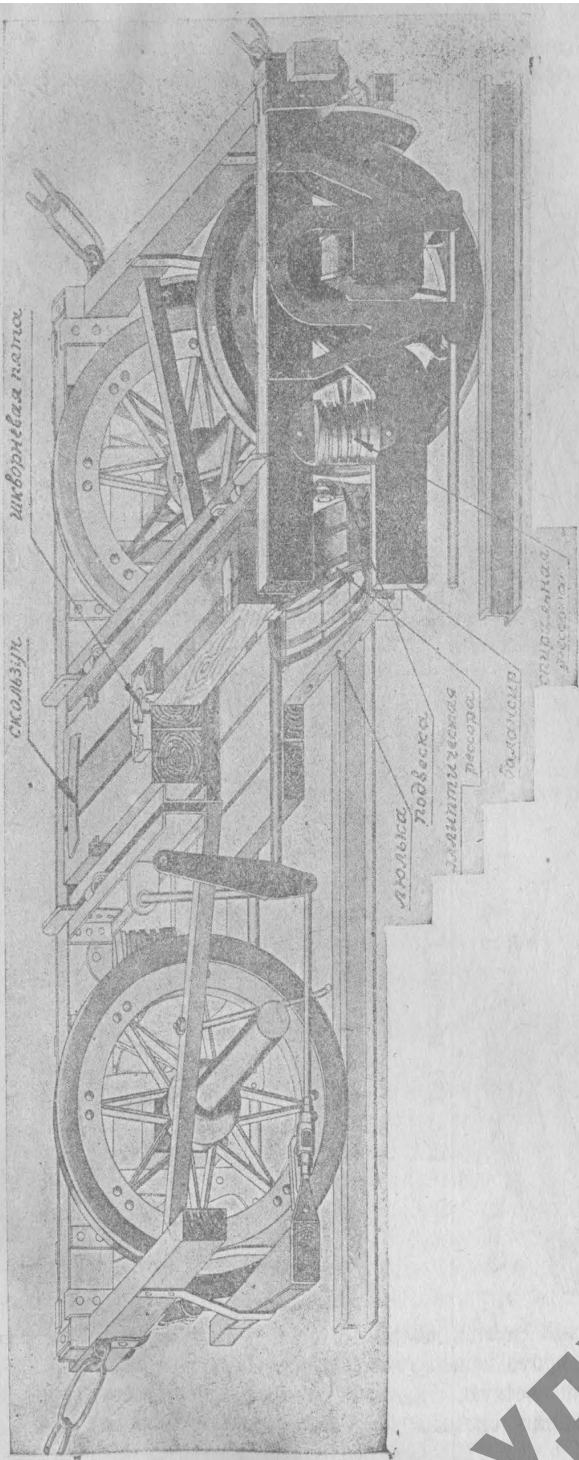
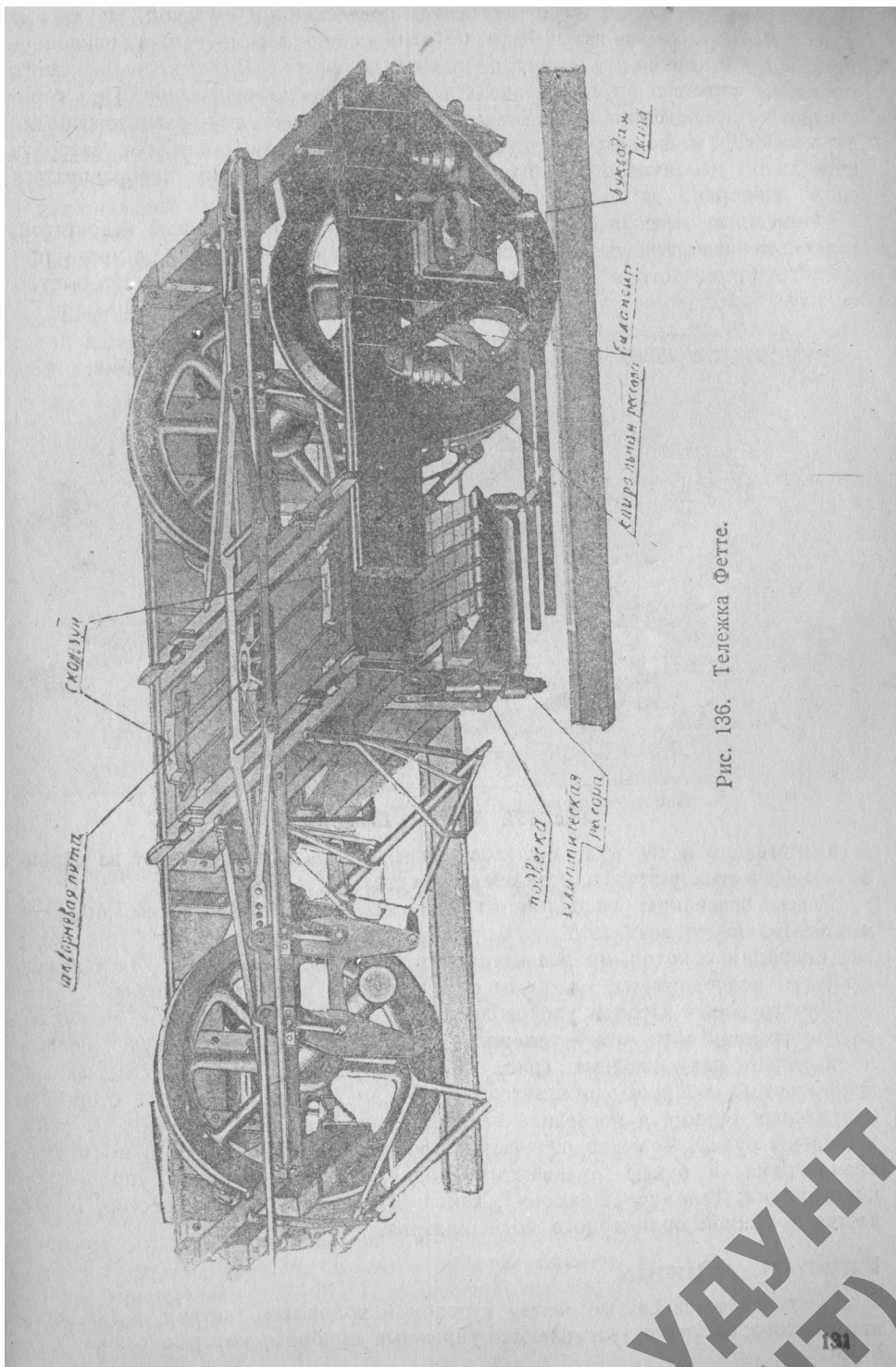


Рис. 135. Тележка Пульмана.

НБ УДУНТ  
(ДИТ)



Боковые толчки от пути смягчаются подвесками и люлькой. На кривых рама тележки стремится занять по отношению к раме вагона наклонное положение и тем самым может повредить шкворень. Для устранения этого по краям верхнего бруса люльки ставятся прокладки-скользун. При горизонтальном положении кузова вагона между скользящими, расположенными на тележке, и скользящими, установленными на раме, остается зазор в несколько миллиметров, чтобы тележка могла свободно поворачиваться около шкворня.

Описанная тележка системы Пульмана имеет весьма важный недостаток, а именно очень тяжелые балансиры, затрудняющие операции с ними при ремонте; кроме того, в случае поломки балансира в пути сменить его быстро

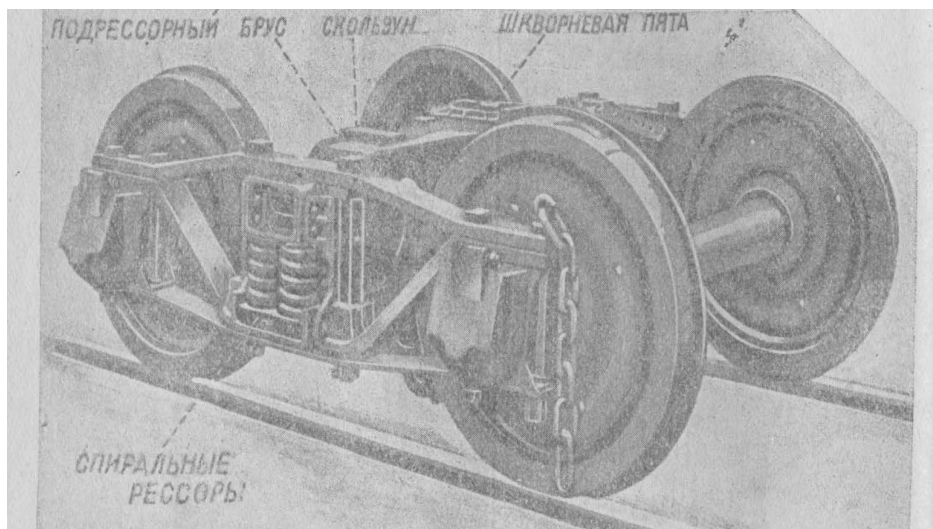


Рис. 137. Тележка Диамонд.

затруднительно и тележка, а следовательно и весь вагон, выходят из строя. Этот недостаток устранен в тележке Фетте (рис. 136)

Здесь балансиры расположены над каждой буксой; таким образом мы имеем вместо двух тяжелых балансиров, как у Пульмана, четыре легких, все операции с которыми значительно легче. В остальном она, как тележка двойного подвешивания, мало чем отличается от тележки Пульмана.

Для грузовых вагонов употребляются более простые тележки. Наиболее распространенная из них — тележка Диамонд. Здесь отсутствует люлька и двойное подвешивание (рис. 137). Надрессорный брус, снабженный шкворневым пятником, опирается на 8 (по четыре с каждой стороны) спиральных рессор, а последние непосредственно на раму тележки. В раму вставлены буксы. Тележка отличается простотой и прочностью. В последнее время рама и буксы отливаются заодно, чем еще более упрощается конструкция. Тележка „Диамонд“, как имеющая одну систему рессор, называется тележкой ординарного подвешивания.

### Рама и упряжь

Рама является связью между кузовом и ходовыми частями, а так как, кроме того на раме укрепляются упряжные приборы, которые служат для

сцепки вагонов между собой, то вид рамы и ее конструкция зависят от всех этих элементов, в особенности от устройства упряжного прибора.

Поэтому мы и рассмотрим основные виды рам в отдельности.

**Рама со сквозной упряжью** (рис. 138) составлена из двух железных буферных брусьев. К ним прикреплены продольные железные брусья, называемые швеллерами. Швеллера воспринимают нагрузку от сжатия буферов. Для усиления всей конструкции (против перекоса) внутри рамы ставят 4 диагональных бруса и 6 поперечных, а для размещения упряжного аппарата ставят еще два коротких продольных бруса. Подобная рама имеется во всех грузовых вагонах „нормальной“ конструкции на подъемную силу 16,5 тонн.

Подобным образом выполняется рама и для пассажирских вагонов, с той лишь разницей, что она делается из железа и швеллера в виду большой длины (около 20 метров), от прогиба предохраняются шпренгелями.

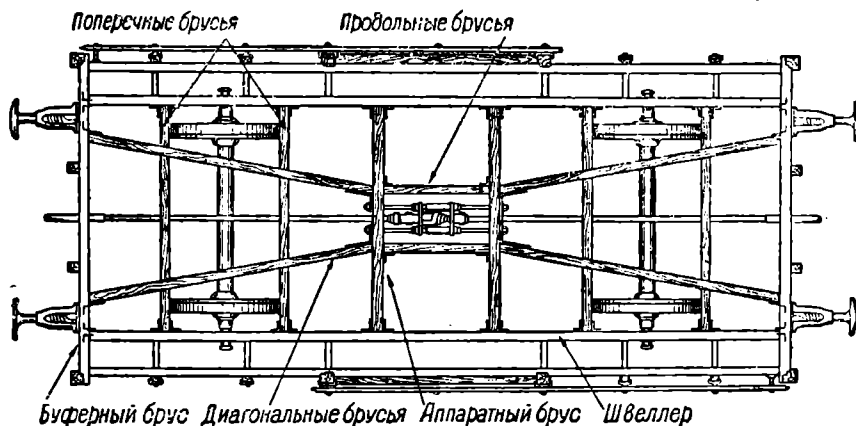


Рис. 138. Рама нетормозного товарного вагона.

Для помещения шкворневых пятников (около которых поворачивается тележка) к швеллерам приклепываются поперечные балки, называемые болстерами.

При несквозной упряжи (о различии между сквозной и несквозной упряжью скажем ниже) рама делается иначе, а именно: швеллера сближаются между собой и образуют под полом вагона как бы хребет, проходящий по средней оси вагона (рис. 139). К этому хребту приклепываются поперечные балки, на концы которых опираются стенки кузова вагона (рис. 140). На концах хребта укрепляются упряжные приборы. Подобная рама называется хребтовой или американской. У нас она применяется для 4-осных большегрузных товарных вагонов. Для двухосных вагонов с несквозной упряжью, подъемной силой в 20 тонн, рама выполнена так же, с той лишь разницей, что все размеры ее меньше. В настоящее время вместо клепки отдельных частей рамы применяется сварка (опыт Свердловского завода). К буферным брусьям прикрепляются буферные стаканы, служащие для помещения буферных пружин. Стержень буфера заплечиком, на который надета шайба, упирается в пружину и прижимает последнюю к буферному брусу. Стержень с одной стороны заканчивается тарелкой, служащей для восприятия ударов, а с другой стержень снабжен нарезкой, на которую наворачивают

живается гайка, удерживающая стержень от выпадения из буферного бруса. Тарелки буфера (рис. 141) делятся — одна выпуклая (правая, если встать лицом к буферному брусу), а другая — плоская. Подобное устройство необходимо для того, чтобы предохранить от поломки края тарелки при проходе

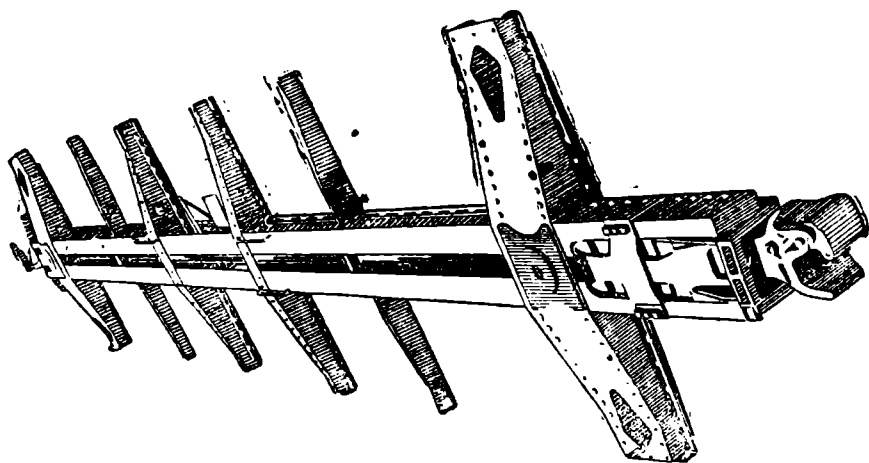


Рис. 139. Хребтовая (американская) рама.

кривых участков пути, когда один вагон по отношению к другому становится под некоторым углом.

Перейдем теперь к рассмотрению упряжи.

У нас наиболее распространенной в данное время является сквозная упругая упряжь с винтовой стяжкой. При этой конструкции через весь вагон проходит стержень, снабженный по концам крюками; для того, чтобы стержень можно было вставить в раму, он приблизительно по середине разрезан и после постановки концы его помощью муфты и двух проходящих через нее чек

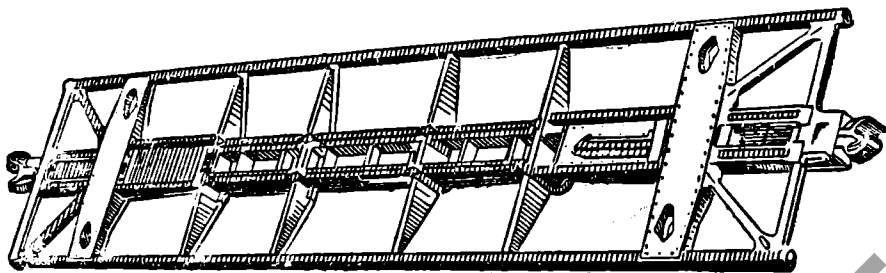


Рис. 140. Хребтовая (американская) рама.

(рис. 142) соединены между собой. Для передачи тягового усилия паровоза вагону на середину стержня надевается пружина, зажимаемая двумя шайбами. Шайбы эти помощью муфт, укрепленных чеками на стержне, сообщают пружине некоторый натяг. Через концы шайб пропущены направляющие стержни, укрепленные в аппаратном брусе. Если паровоз потянет крюк со стержнем, положим, вправо, то левая шайба, нажимаемая левой муфтой,

будет прижимать пружину к правой и как только накопится достаточно силы в пружине, вагон плавно тронется.

Преимущество сквозной упряжи заключается в том, что тяговое усилие передается на раму вагона только настолько, насколько необходимо,

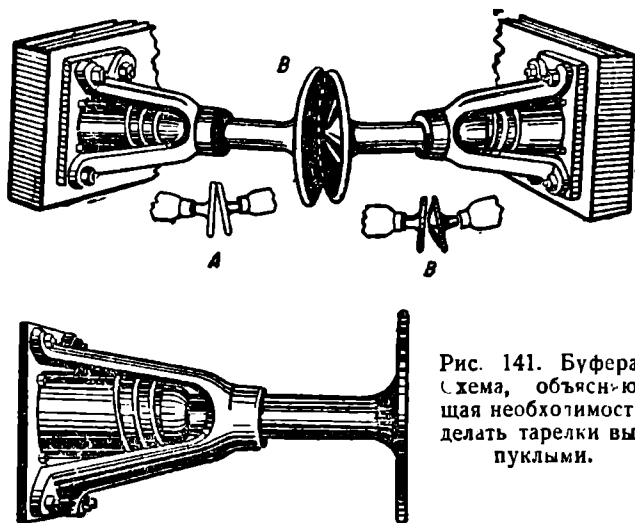


Рис. 141. Буфера. Схема, объясняющая необходимость делать тарелки выпуклыми.

чтобы тронуть с места этот вагон, т. е. в конечном счете сравнительно небольшое. Таким образом рама при сквозной упряжи будет легкой. Недостатком же этой системы, заставившим в настоящее время отказаться

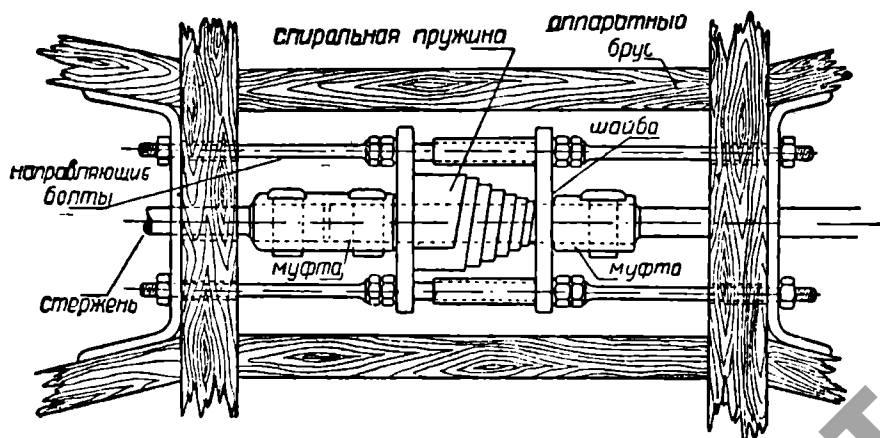


Рис. 142. Аппарат сквозной неупругой упряжи.

от ее применения, является способность давать так называемые „оттяжки“, ведущие при тяжелых товарных поездах к обрыву. Явление это происходит по следующим причинам. При набегании вагон в друг на друга буфера сжимаются приблизительно на 160 мм на вагон, таким образом поезд в 40 вагонов может сжаться на  $40 \times 160 = 400$  мм. При отдале буферов сквищенная от сжатия буферов работа передается упряжи, а так как



стяжки, соединяющие вагоны, не упруги, то перемещение их с крюками может быть только на величину сжатия тяговой пружины (в аппарате), то-есть около 160 мм. Таким образом вся работа, скопившаяся на пути в 6 400 мм должна быть погашена упруго на пути в 160 мм. Отсюда видно, что усилие, появляющееся в упряжи в момент отдачи, может быть очень большим, настолько большим, что либо стяжка, либо стержень будут оборваны.

Сама упряжь состоит из двух плоских серег (рис. 143), одним концом надетых на валик, проходящий через тело крюка; через другой конец серег проходит гайка с вставленным в нее винтом. На винт надета вторая гайка, к которой прикреплена скоба, надеваемая на крюк соседнего вагона.

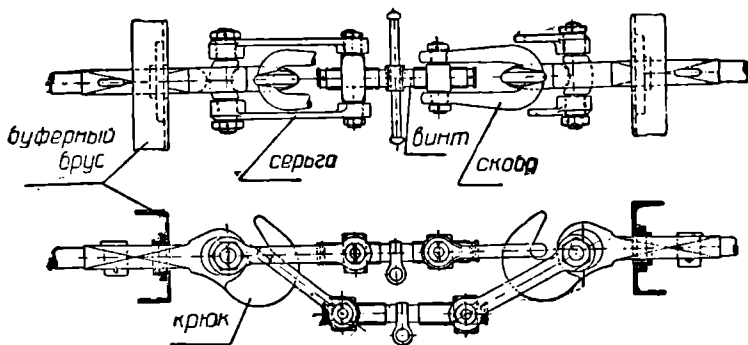


Рис. 143. Объединенная упряжь.

Винт служит для стягивания вагонов при сцепке. Подобная упряжь называется объединенной, так как она одинакова для паровозов, тендеров и вагонов. Кроме такой упряжи у нас существуют еще усиленная, Улленгута и т. д., но все они отличаются лишь деталями и воспринимают меньшие тяговые усилия; кроме того, все они, в том числе и объединенная, имеют весьма существенные недостатки, заставляющие вовсе отказаться от их применения и переходить к более совершенным видам сцепки. Недостатки эти мы уже отчасти осветили ранее, а именно—возможность обрывов поездов. Правда этого можно избежать, придавая сцепке достаточные размеры, которые бы выдерживали большие усилия, но тогда упряжь была бы очень тяжелой, и так как все операции по сцепке вагонов производятся вручную, то попросту человек не смог бы ее поднять.

Кроме того, самая сцепка и расцепка вагонов заставляет человека заходить между буферами, что влечет большое количество несчастных случаев.

Эти недостатки особенно сильно сказались сейчас, когда растущий грузооборот железных дорог заставляет переходить к поездам большого веса и к мощным паровозам. При этих условиях наша объединенная упряжь является узким местом, задерживающим реконструкцию транспорта. Правда, у нас имеются 20-тонные товарные вагоны с несквозной упругой упряжью (рис. 144), при которой тяговое усилие от паровоза передается через буферный брус раме вагона. Эта схема ослабляет вредное действие отдачи буферных пружин и в частях упряжи не появляется жестких ударов, как в сквозной упряжи, ведущих к обрыву, но самая сцепка этих вагонов ручная и следовательно по существу все указанные недостатки остаются

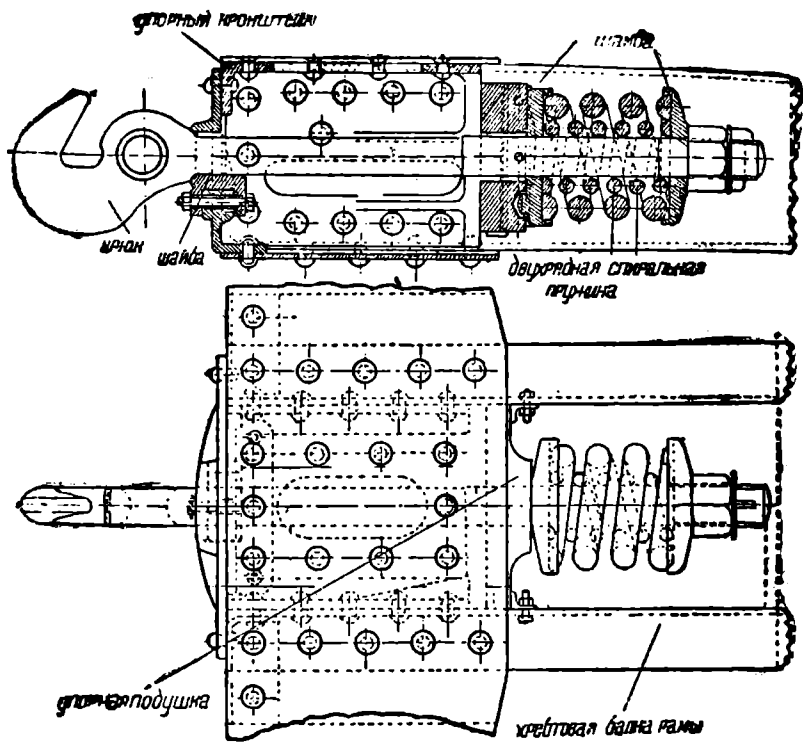


Рис. 144 Упругая несквозная упряжь.

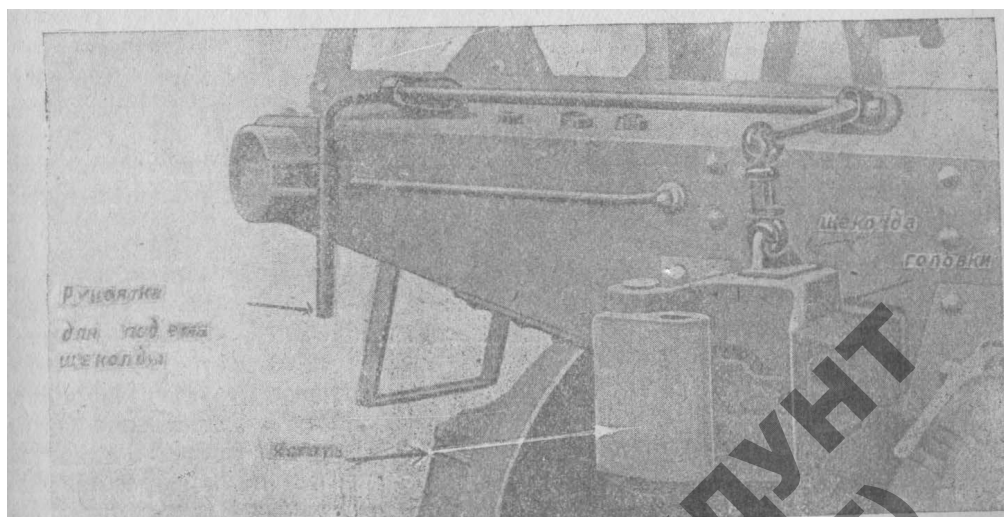


Рис. 145. Упряжь Джанек

в силе. Решительным средством избавления от них и выведения транспорта из узкого места является переход к автоматической сцепке. На этот путь и стол СССР.

В данной книге мы не будем подробно рассматривать устройство автосцепки, так как для этой цели имеются специальные подробные руководства; мы лишь ознакомимся с основными видами этой упряжи и с основными ее действиями.

Родоначальником автосцепки является усовершенствованная в течение почти 50 лет упряжь Джанея, применяемая в САСШ. В этой конструкции

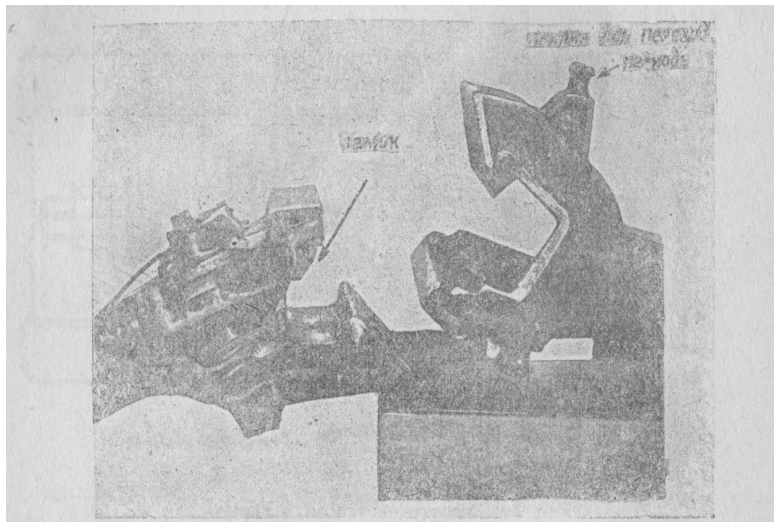


Рис. 146. Сцепка Мирощниченко.

(рис. 145) с каждой стороны вагона имеется головка с когтем, удерживаемым щеколдой. Корпус сцепки имеющийся хвостовиком прикреплен к буферному брусу вагона. При подходе вагона к вагону, при открытых когтях, сцепки соединяются, щеколда падает и когти захватывают друг за друга, то-есть вагоны сцепляются; для того, чтобы их расцепить, надо поднять щеколду рукояткой, расположенной сбоку вагона.

Основным недостатком автосцепки Джанея является необходимость перед каждым сцеплением вагона убеждаться в открытии когтей, так как при закрытых, сцепка вагонов не произойдет. В сцепленном состоянии упряжь позволяет игру в головках одной по отношению к другой головке, поэтому она называется нежесткой.

К этому же виду относится сцепка советского изобретателя Мирощниченко. Сцепка, которая в сцепленном состоянии не допускает игры в головках, называется жесткой. К этому типу относится сцепка Богданова.

Сцепка Мирощниченко, принятая НКПС, как типовая, представлена на рис. 146 и 147. По сравнению с другими видами автосцепок она имеет следующее преимущество: меньшие колебания вагонов при больших скоростях, ибо трение в сцепных приборах задерживает вертикальные колебания.

Недостатком же ее является несколько больший вес, чем жесткой сцепки, и более быстрый износ трущихся поверхностей головок.

Так как автосцепка не требует применения при операциях по составлению поезда ручного труда, то ее можно сделать достаточных размеров, позволяющих воспринимать большие тяговые усилия (до 65 тонн вместо 20 при ручной упряжи) и тем самым безболезненно вводить мощные паровозы и тяжелые поезда, помогающие дорогам освоить громадные грузообороты второй пятилетки.

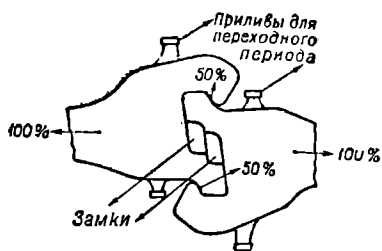


Рис. 147. Сцепка Мирошниченко.

## Кузова

Как уже говорилось, для помещения пассажиров или грузов, на раму вагона ставится кузов. Кузов пассажирского вагона (рис. 148) делается обычно деревянным. Состоит он из нижней обвязки, прикрепленной к раме; в обвязку вставлены стойки, схваченные верхней обвязкой. Для помещения крыши на стойки кладутся деревянные потолочные дуги. Вертикальные стойки от перекосов предохраняются, наклонными раскосами. Все эти стойки как

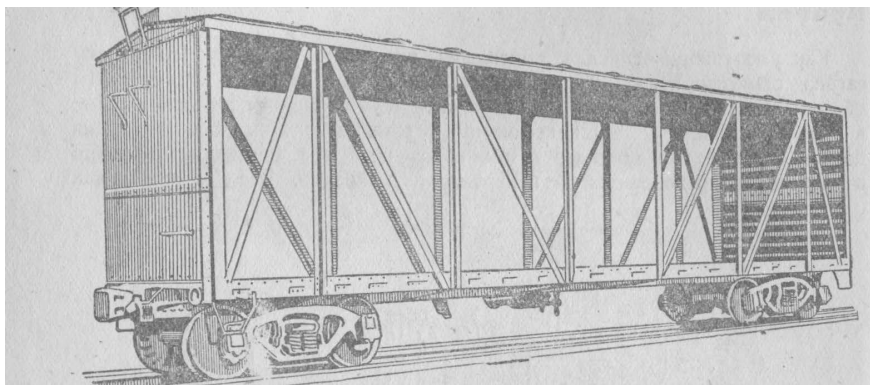


Рис. 148. Кузов пассажирского вагона (деревянный).

снаружи вагона, так и изнутри обшиваются досками (обшивкой). Для предохранения внешней обшивки последняя покрывается кровельным железом, которое затем красится. Деревянный кузов товарного вагона выполняется еще проще, а именно: здесь имеются лишь вертикальные стойки и потолочные дуги и обшивка ставится лишь с внутренней стороны вагона.

Подобный кузов товарного вагона отличается малой жесткостью и при сильных толчках может давать перекосы, почему в последнее время деревянные стойки заменяются железными (на 20-тонных вагонах), но это, конечно, не решение вопроса.

Лучшим типом будет товарный вагон с металлическим остовом; снабженным вертикальными раскосами (рис. 149). Подобные кузова применяются у нас для большегрузных вагонов.

Кузова крытых товарных вагонов снабжаются 4 откидными люками и двумя задвижными дверьми.

О других видах кузовов скажем при разборе вагонов специальных конструкций.

## Внутреннее устройство кузовов

Нормальные товарные вагоны имеют приспособления, позволяющие перевозить в них войска. Эти приспособления, называемые воинскими, состоят из двух частей: несъемной, т. е. такой, которая находится всегда в вагоне, даже тогда, когда в нем перевозится обычный груз, и съемной, ставящейся в момент приспособления вагона к воинским перевозкам и убирающейся тогда, когда в этом минует надобность.

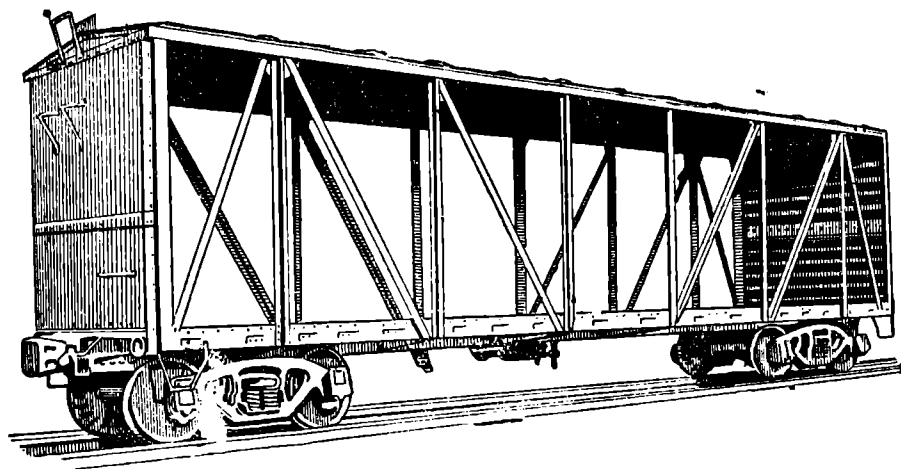


Рис. 149. Остов кузова большегрузного вагона.

Несъемная часть (рис. 150) состоит из 8 ственных досок, прикрепленных к стенкам вагона, и из стоек, поддерживающих эти доски. Стойки также прикреплены к кузову. Кроме того у дверей имеются поворотные калабашки.

Съемные приспособления (рис. 150-а) заключаются в комплекте досок, кладущихся на ственные доски и образующих таким образом два яруса нар, и из ружейных зубчаток, помещаемых у торцовых стен вагона. В эти зубчатки, как показывает само название, ставятся ружья.

Для отопления пассажирских вагонов имеется очень много систем, начиная от простой печи и кончая электрическими грелками. Мы рассмотрим лишь наиболее распространенную у нас систему водяного отопления.

Как показывает само название, нагревание вагона производится горячей водой, приготовляемой в вертикальном котле (рис. 151), снабженном сверху камерой, называемой расширителем, назначение которого собирать от нагреваемой воды отделяющиеся частицы пара и воздуха, могущие затруднить циркуляцию воды в трубах. Расширитель наполняется до определенного уровня водой, для наблюдения за которой имеются либо водопробные краны, либо водомерное стекло. Нагретая вода (как более легкая) пускается по верхним трубам, проведенным по вагону: там она отдает свое тепло, охла-

ждается и по нижним трубам возвращается в нижнюю часть котла, где снова нагревается, подымается кверху котла и т. д.

При бездействии отопления, особенно в зимнее время, всю воду из приборов и котла надо выпускать, иначе замерзшая вода порвет трубы. Для зарядки водой системы имеется ручной насос (рис. 152).

Вентиляция пассажирских вагонов производится путем высасывания из вагонов теплого испорченного воздуха, скопляющегося под крышей. Наи-

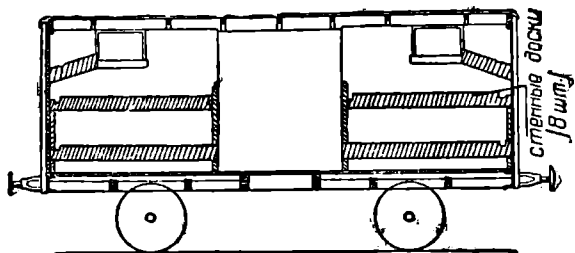


Рис. 150. Несъемные воинские приспособления.

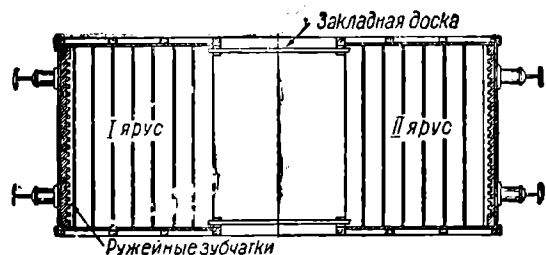


Рис. 150-а. Съемные воинские приспособления.

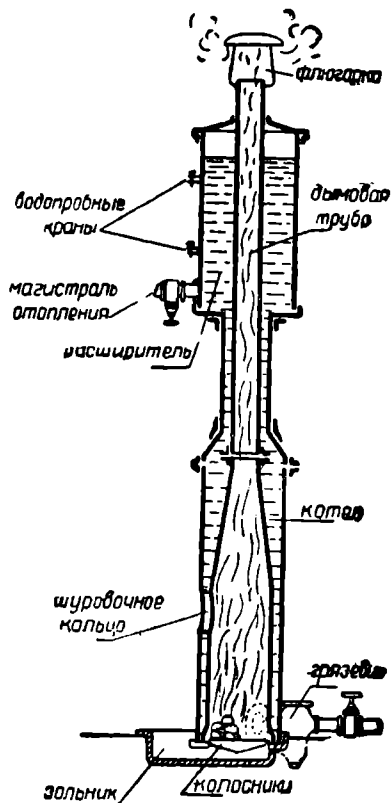


Рис. 151 Котел водяного отопления.

более распространенный у нас прибор Коршунова (рис. 153) состоит из двух рядов конусов. Один ряд, состоящий из 3 частей, обращен вершиной кверху, а другой, также состоящий из 3 частей — книзу. Струя встречного воздуха омывает эти конуса и тянет за собой через щели между конусами воздух изнутри вагона. Для прекращения действия вентилятора имеется крышка, завинчиваемая изнутри вагона и закрывающая тем самым доступ воздуху в вентиляционную трубу.

Освещение вагона производится в настоящее время электричеством для получения которого под вагоном устанавливается динамо, приводимая в действие ремнем от оси вагона (рис. 154). Динамо заряжает аккумуляторы,

которые на стоянках питают лампы в вагоне. Обычно динамо ставится лишь под одним вагоном поезда, а остальные соединяются проводами с этим

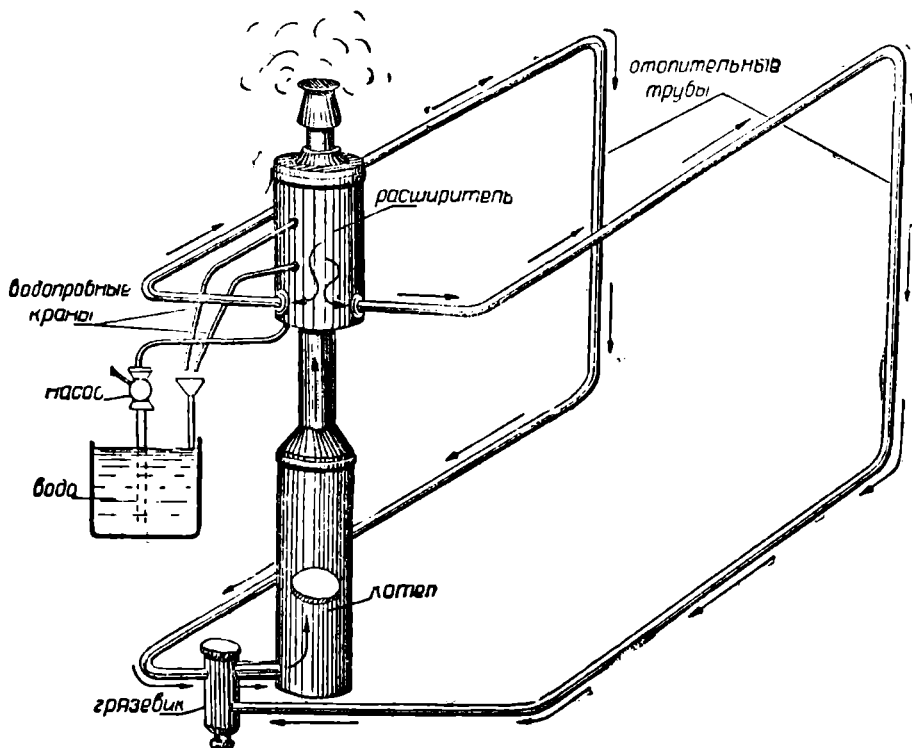


Рис. 152. Схема установки водяного отопления.

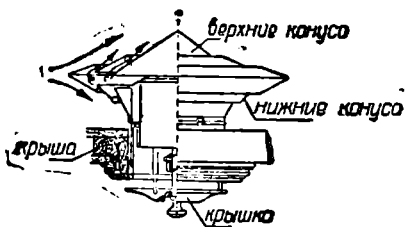


Рис. 153. Вентилятор Коршунова.



Рис. 154. Установка динамо-машины для освещения.  
1—динамо. 2—ремень. 3—рама тележки.

вагоном — станцией. Относительно других видов освещения — свечного и газового — как устаревших, мы распространяться не будем.

НБ ЭНУИТ  
(ДИПТ)

## Описание отдельных типов вагонов и реконструкция вагонного парка

На рис. 155 представлен крытый 20-тонный вагон. Он снабжен цельными буксами, рамой с несквозной упряжью (рис. 144) и кузовом с железными стойками. Этот вагон, являющийся шагом вперед против нормального, все же обречен на вымирание, ибо по плану

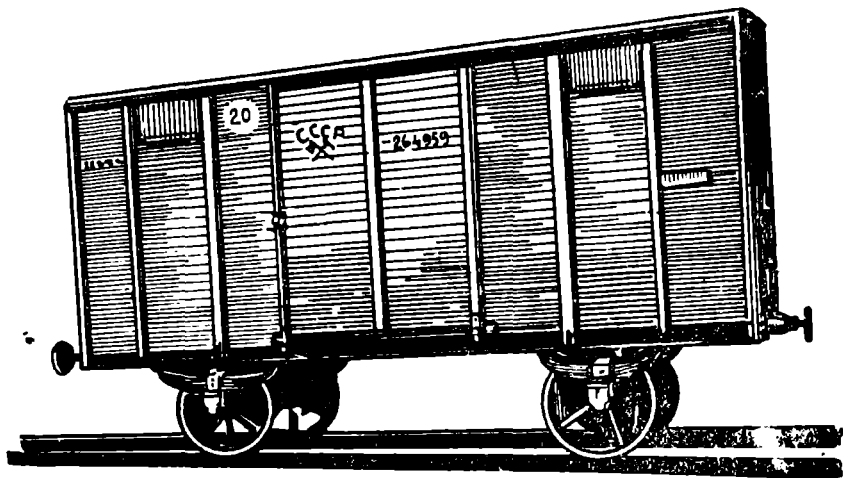


Рис. 155. Крытый 20-тонный вагон.

реконструкции крытых вагонов установка сделана на большегрузные по 50 тонн подъемной силы, общий вид которых показан на рис. 156. Для перевозки тяжелых предметов (трансформаторов частей турбин и т. д.) применяются тяжеловозы, один из которых грузоподъемностью в 110 тонн показан на рис. 157.

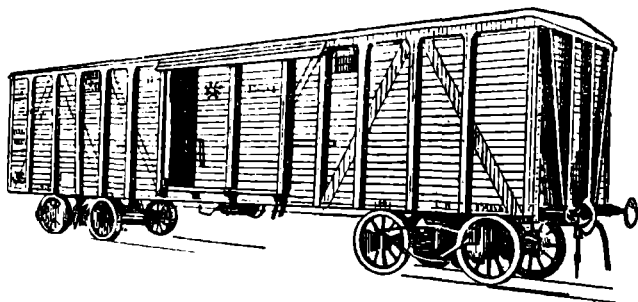


Рис. 156. Крытый большегрузный вагон.

Перевозка нефти, керосина и т. д. осуществляется особыми вагонами цистернами (рис. 158). В плане реконструкции намечено пополнить парк цистерн цистернами для перевозки парафинистого мазута; как известно, последний застывает при высокой температуре и поэтому цистерны, пред-



назначенные к его перевозке, должны либо обогреться, либо быть хорошо изолированными, дабы налитый в них парафинистый мазут за дорогу не остыл. Подобные цистерны-термосы будут строиться.

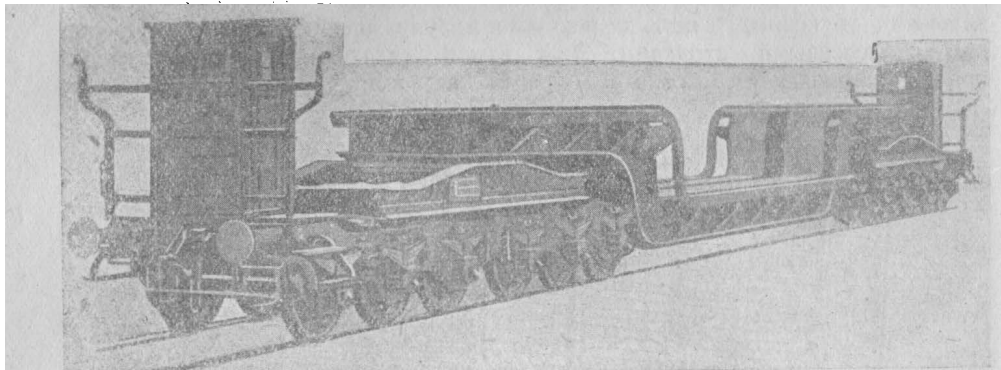


Рис. 157. Вагон в 110 тонн грузоподъемности.

Изотермические вагоны или вагоны-ледники, устройство которых вкратце заключается в следующем: с одной стороны вагона (рис. 159) устраивается ящик для льда, воздух проходит через него, охлаждается и опускается на дно ящика, откуда через щели во втором полу вагона охлажденный входит

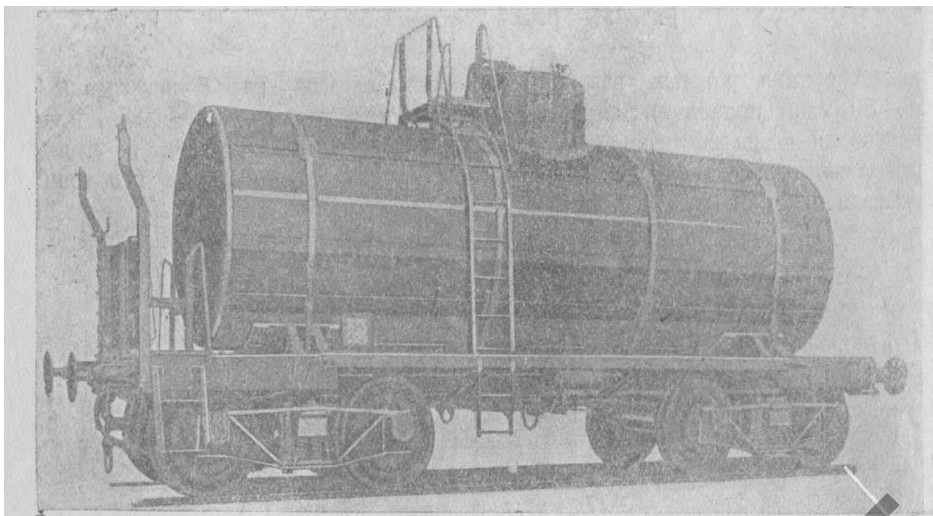


Рис. 158. Цистерна.

в помещение вагона. Кузов такого вагона изолируется плохо теплопроводным материалом (пробкой, шефелином, торфяными пластинами и т. д.). В плане реконструкции намечено к постройке большое количество подобных 4-осных вагонов.

Особое значение приобретают у нас в настоящее время самовыгружающиеся вагоны, которые позволяют во-первых освободить большое количе-

НБ УРД  
(ДП)

ство грузчиков, занятых этой работой, с тем, чтобы рационально использовать этих людей в других областях народного хозяйства, а во-вторых сокращают срок выгрузочных операций, давая таким образом возможность с тем же парком проделать большую работу. Представителем подобных вагонов является так называемая гондола (рис. 160), доски пола которой могут открываться, как это видно на рис. 161, и содержимое вагона таким образом свободно вываливается. У нас предусмотрено строить гондолы по 60 тонн подъемной силы.

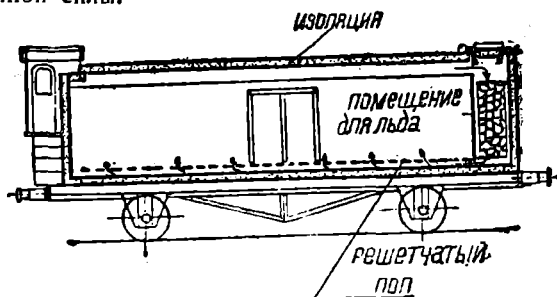


Рис. 159. Схема изотермического вагона

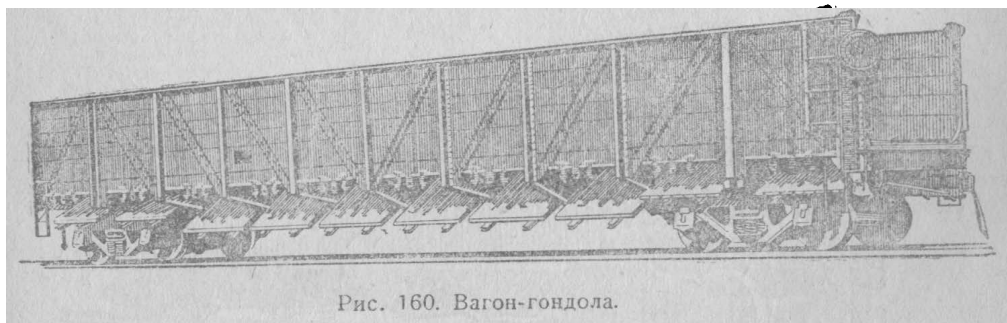


Рис. 160. Вагон-гондола.

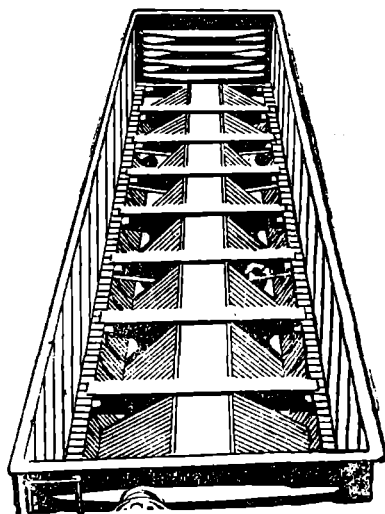


Рис. 161. Вид вагона-гондолы внутри.

НБ УДУНТ  
(ДИТ)

Перевозка руды, угля и т. д. должна производиться в вагонах, имеющих более крутой уклон пола, чем в гондолах, так как руда может смерзнуться и не вывалиться из вагона. Для этой цели служат так называемые вагоны Хоппер. Вид таких вагонов представлен на рис. 163 и 164, а внутреннее устройство на рис. 165.

Хопперы предполагается у нас строить полезным объемом 66 куб. метров. Обслуживать они будут Урало-Кузнецкий комбинат.

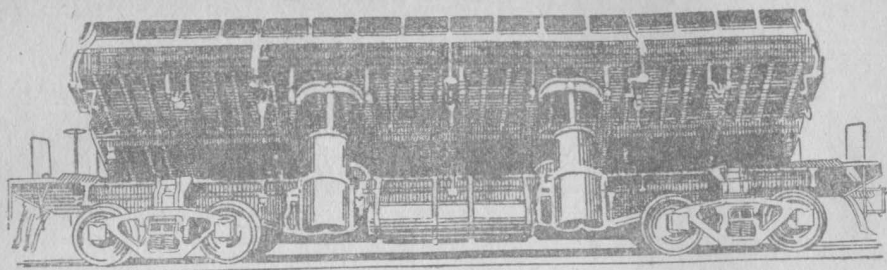


Рис. 162. Вагон типа Дум-Кар (саморазгружающийся).

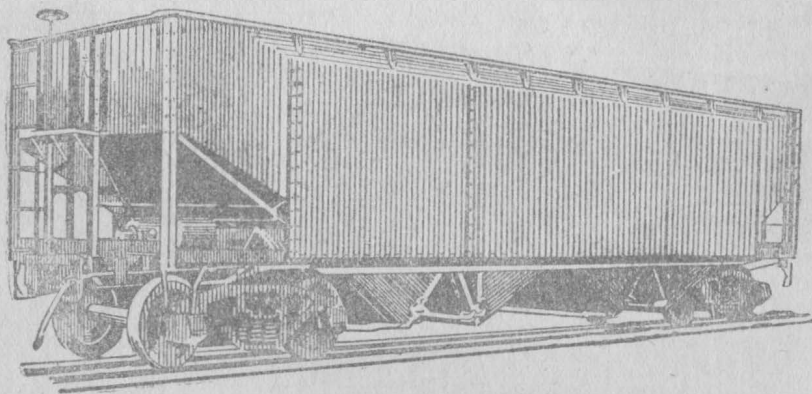


Рис. 163. Вагон Хоппер.

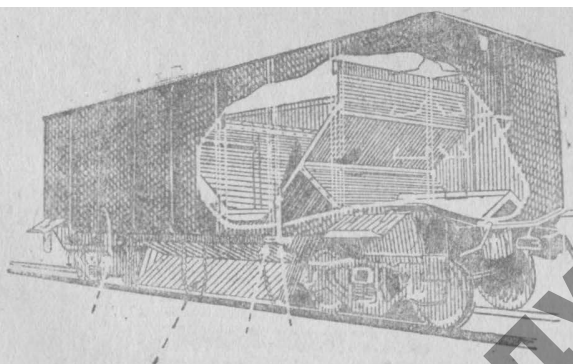


Рис. 164. Вагон Хоппер.

НБ УДУНТ  
(ДИТ)

Наконец, при крупных строительных работах, например, на Днепрострое, для перевозки земли употребляются опрокидывающиеся сжатые воздухом вагоны, так называемые **Дум-Кар**. Подобный вагон изображен на рис. 165. Вагон более легкой вместимости для угля виден на рис. 166.

Наконец для перевозки мелочных грузов употребляются контейнеры — съемные кузова, позволяющие доставлять грузы прямо получателю, причем

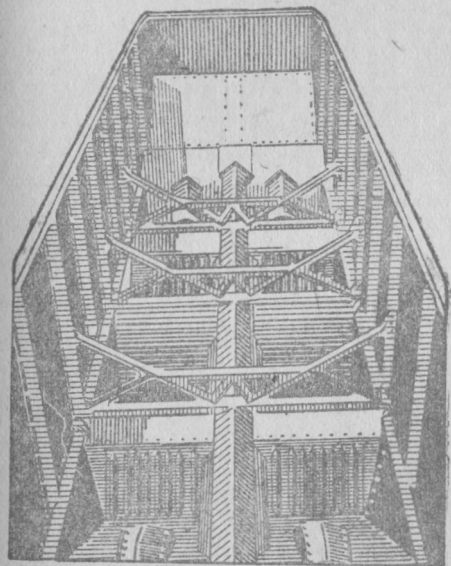


Рис. 165. Вид вагона Хоппер внутри.

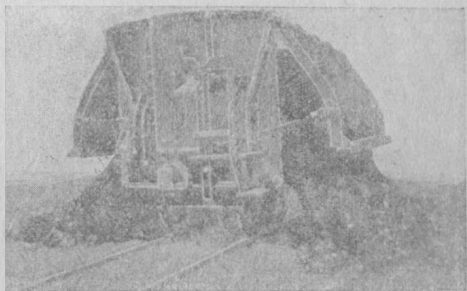
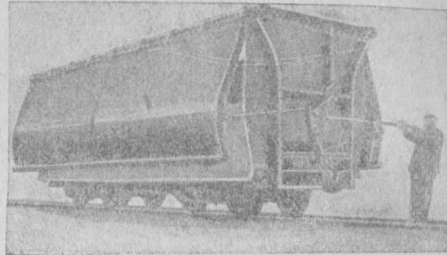


Рис. 166. Самовыгружающийся вагон

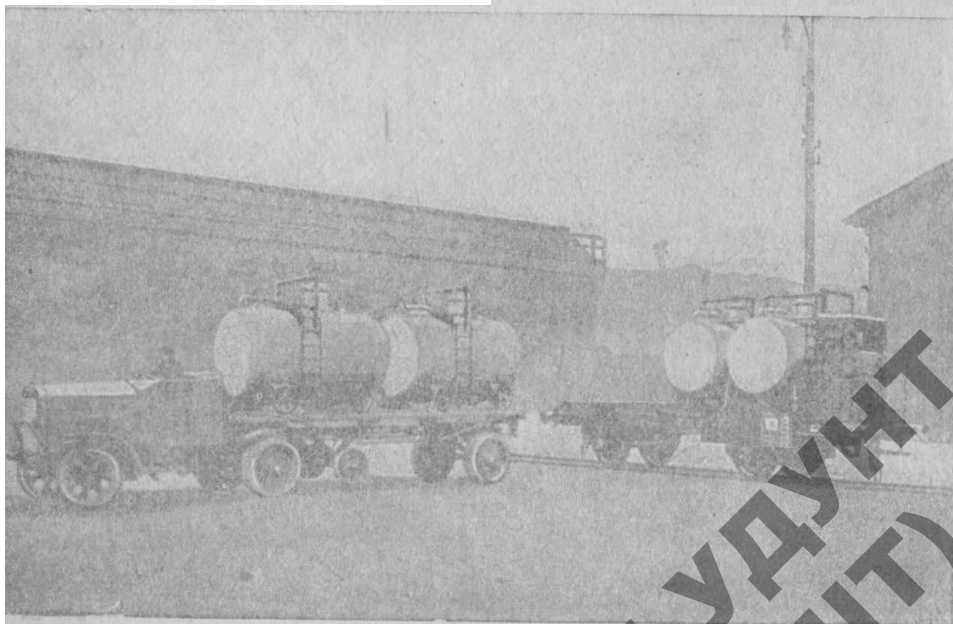


Рис. 167. Контейнер для жидкости.

контейнер можно переставлять с вагона на пароход, автомобиль и т. д., т. е. перегрузка мелочных грузов устраняется и самая доставка их ускоряется, так как при товарных станциях, оборудованных достаточными подъемными приспособлениями, подобная перестановка производится быстро.

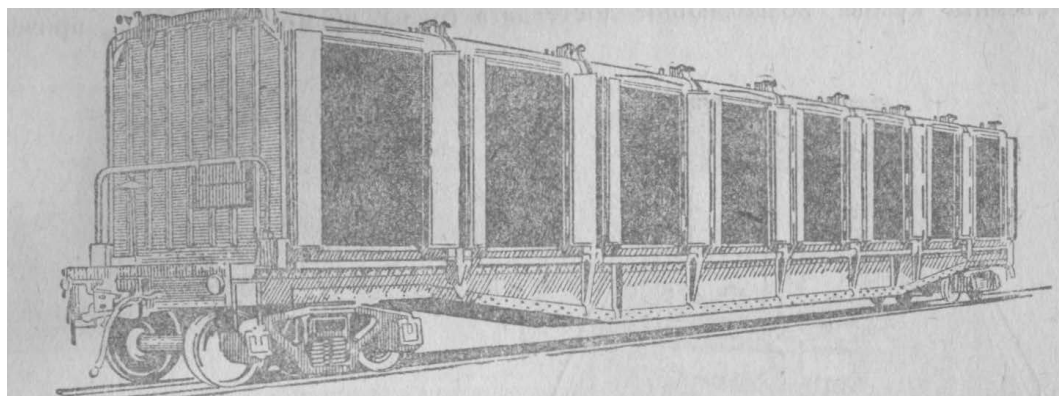


Рис. 168. Контейнер для молочных грузов.

На рис. 167 и 168 представлены подобные контейнеры—один для жидкостей, а другой для мелочных грузов в виде ящика.

Скажем теперь несколько слов об общей установке по реконструкции товарного парка. По этому плану приняты цельные колеса, причем материалом для товарных вагонов принят литой чугун, а для пассажирских — сталь. Диаметр колес предполагено уменьшить с 1 050 мм до 900 мм, что даст во-первых уменьшение веса вагона, а во-вторых позволит увеличить объем кузова.

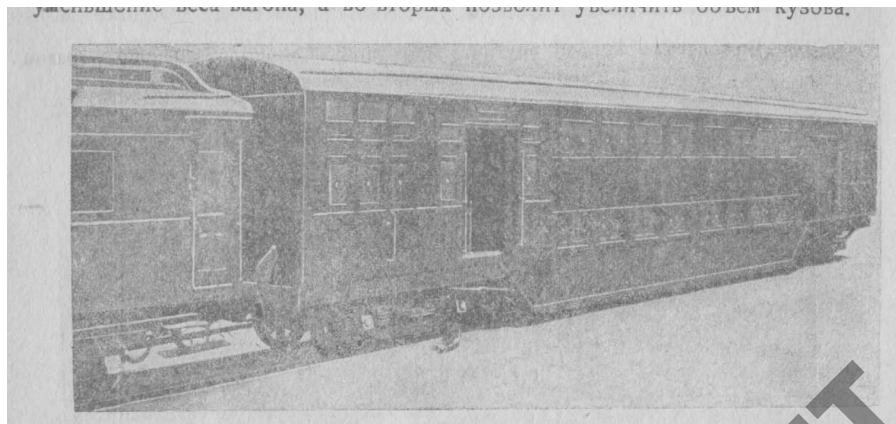


Рис. 169. Двухярусный пассажирский вагон.

Вагоны, конечно, оборудуются автотормозами, автосцепкой и роликовыми подшипниками.

Перейдем теперь к пассажирскому парку. Здесь предполагена постройка вагонов длиной не менее 24 метров (у нас сейчас наиболее длинные вагоны имеют 22 метра). Деревянная обрешетка заменяется железной. Кроме того

предположена постройка двух-ярусных вагонов. Внешний вид подобного вагона, построенного для южно-африканских дорог, представлен на рис. 169, а внутренний — лестница из яруса в ярус — на рис. 170.

Также предположено увеличить кубатуру вагонов путем уширения кузова (новый габарит) и увеличения его высоты за счет уменьшения диаметра колес.

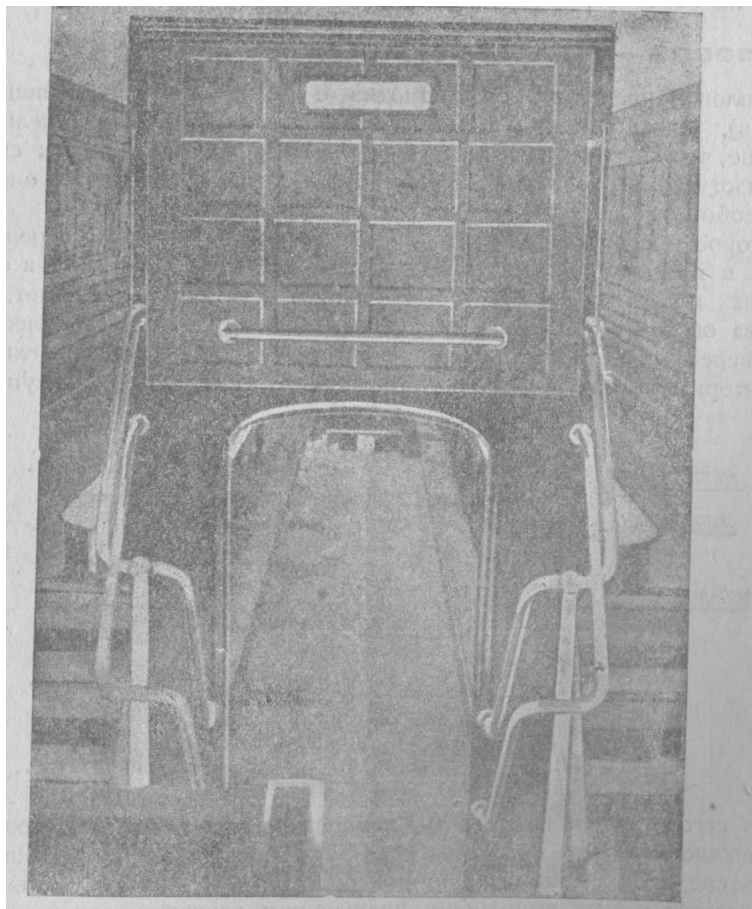


Рис. 170. Двухярусный пассажирский вагон. Вид лестницы из этажа в этаж.

## ГЛАВА ДЕСЯТАЯ

### **ТЕПЛОВОЗ И ЭЛЕКТРОВОЗ**

Паровоз, несмотря на все свои достоинства как тяговый двигатель, имеет один весьма крупный недостаток: крайнюю неэкономичность в расходовании топлива. Действительно, если учесть все потери в котле и в машине то мы увидим, что только 7—10% энергии, содержащейся в топливе, перешли в полезную работу, которую паровоз отдает на крюке тендера, а 90% топлива расходуется напрасно. Борьба с этим ведется путем улучшения использования тепла, заключающегося в топливе, а именно но-

становкой перегревателей, подогревателей, инжекторов мягого пара и т. д. Однако все эти способы лишь немного увеличивают предыдущую цифру, в основном же по-прежнему паровоз остается крайне неэкономной машиной. Все это заставляет переходить к более экономным двигателям, на стороне которых имеется еще одно большое преимущество, а именно: легкость обслуживания, освобождающая человека от тяжелых условий труда, какие мы имеем на паровозе. К рассмотрению этих видов локомотивов мы и перейдем.

## Тепловоз

Тепловоз представляет локомотив с двигателем внутреннего сгорания (дизель). Однако прямо присоединить дизель к колесам нельзя, по той причине, что дизель пустить под нагрузкой невозможно, так как сначала надо его разогнать вхолостую, и только тогда, когда он достигнет определенного числа оборотов, можно включить нагрузку.

Второе обстоятельство, затрудняющее непосредственную передачу, заключается в том, что дизель может изменять число оборотов в очень узких пределах и при малом числе оборотов работать вовсе не будет. Ясно, что эти два обстоятельства заставляют ввести между дизелем и колесами какую-либо передачу, которая бы во-первых позволяла запускать дизель вхолостую и во-вторых позволяла бы регулировать число оборотов движущих колес.

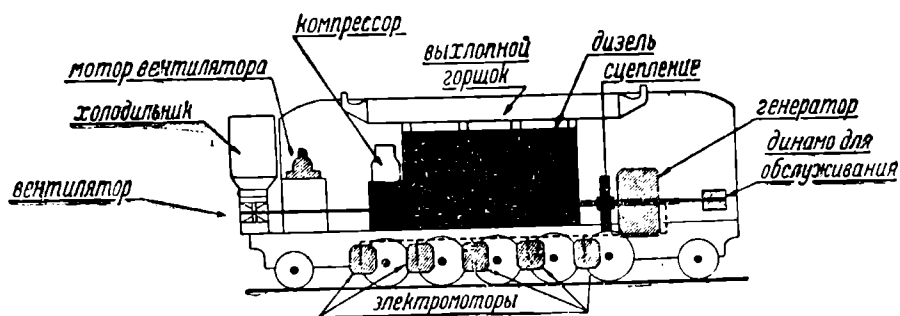


Рис. 171. Схема тепловоза с электрической передачей.

До сего времени из всех видов передач для мощных тепловозов наиболее совершенной является электрическая. Осуществляется она следующим образом: дизель соединен с динамо-машиной (рис. 171), ток, вырабатываемый динамо, направляется к электромоторам, вращающим движущие оси (на каждой движущей оси имеется по одному мотору). Запускают двигатель сначала сжатым воздухом, по мере увеличения числа его оборотов переводят цилиндры дизеля на питание нефтью. Регулировку же скорости производят путем изменения силы тока, увеличивая или уменьшая сопротивление электрической цепи, помощью реостата. Внутренний вид тепловоза представлен на рис. 172.

Преимущества тепловоза: высокое использование энергии топлива (доходящее до 25%), почти в три раза экономичнее паровоза, отсутствие необходимости устраивать водоснабжение (дизель требует воды только для своего охлаждения) и легкость обслуживания по сравнению с паровозом, — заставляют отдать ему преимущество перед последним на безводных линиях. Теперь у нас переводятся на тепловозную тягу участок Сталинград—Тихорецкая.



## Автомотрисы

Для линий с небольшим пассажирским движением, где назначение поездов, ввиду их малой населенности неэкономично, применяют тепловозы небольшой мощности, устанавливаемые в одном из отделений вагона, большую же часть последнего отводят для пассажиров; подобный

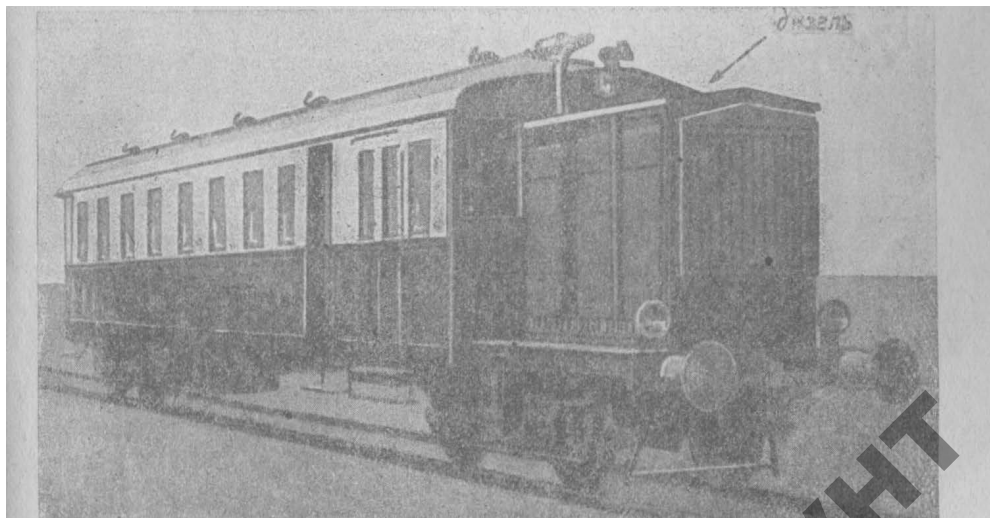


Рис. 173. Автомотриса.

вагон-самоход с тепловозной тагой, называется автоматрисой (рис. 173). Применяются они и на пригородных линиях, для развозки пассажиров по мелким платформам.



## Маневровые тепловозы

При средней мощности электрическая передача с успехом может быть заменена коробкой скоростей, т. е. набором шестеренок, комбинируя которые, мы можем при одном и том же числе оборотов дизеля менять число оборотов движущих колес. При этой инструкции самый тепловоз получается достаточно простым (рис. 174).

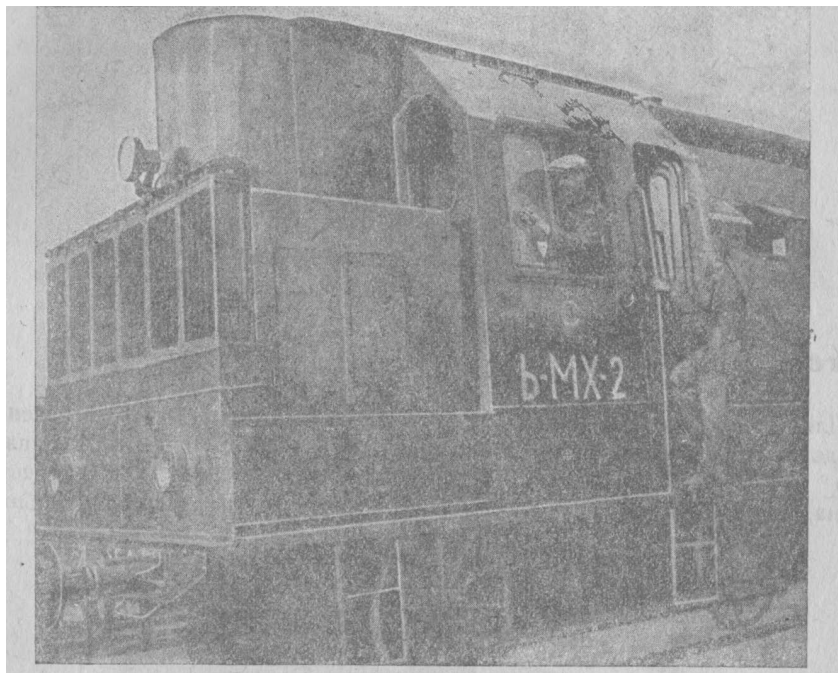


Рис. 174. Маневровый тепловоз.

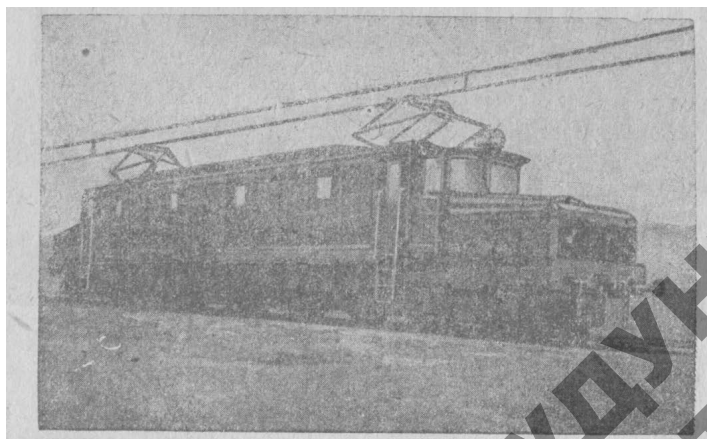


Рис. 175. Внешний вид электровоза.

## Электровоз

На горных участках, с крутыми подъемами, на дорогах с большим грузооборотом, паровоз уже не может справиться с возложенной на него работой и является необходимость переходить к более совершенной электрической тяге.

При этом локомотивом будет служить электровоз рис. 175) Схема устройства его заключается в следующем (рис. 176). Ток от центральной электрической станции идет в провода, подвешенные над железнодорожными путями. На крыше электровоза имеются токоприемники, скользящие по проводу (пантографы). Электрический ток через токоприемник поступает в трансформатор, установленный на электровозе. Наличие этого устройства объясняется следующими причинами: обычно в целях уменьшения потери в проводах дают переменный ток довольно высокого напряжения (до 5 000 вольт.). Но моторы переменного тока не изготавливаются пока на сколько-нибудь значитель-

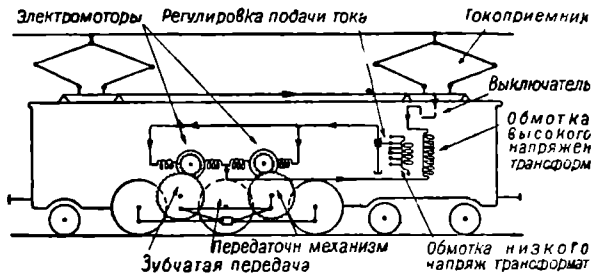


Рис. 176. Схема электровоза.

ные напряжения (см. Широкогоров „Теоретические основы электротяги“, изд. 1932 г.) и делаются в пределах 200—500 вольт Поэтому на электровозе ставят трансформаторы, понижающие напряжение тока, подведенного к проводам.

На рис. 175 спереди электровоза помещен трансформатор. Дальнейший путь тока через реостат (контроллер), регулирующий скорость хода, моторы и кузов вагона к рельсам, замыкающим электрическую цепь.

Управление электровозом значительно проще, чем паровозом, и самая работа вожатого протекает в неизмеримо более нормальных условиях, чем работа паровозной бригады. В этом можно убедиться, посмотрев на рис. 177, представляющий будку вожатого на электровозе.

Энергия, необходимая для электровозов, вырабатывается на весьма мощных электроцентралях, на которых обычно используется низкосортное топливо, непригодное для сжигания в паровозных топках. Это обстоятельство позволяет рациональнее расходовать топливные ресурсы государства в целом.

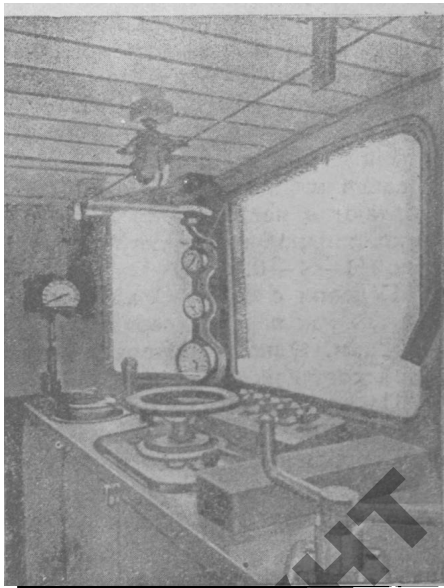


Рис. 177. Пост управления электровозом.

Все изложенное а именно: успешное овладение грузооборотом второй пятилетки и целесообразное использование топливных запасов страны в целом, заставляет рассматривать электрическую тягу как основной вид реконструкции железнодорожного транспорта.

## **ПАРОВОЗНЫЙ ПАРК СССР И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО РЕКОНСТРУКЦИИ.**

Паровозный парк СССР в данный момент насчитывает около 17 500 паровозов общей мощностью 15 200 000 лошадиных сил. По сравнению с довоенными цифрами (1913 г.), когда в эксплуатации находилось 13 000 паровозов, при суммарной мощности 9 500 000 лош. сил, мы имеем увеличение мощности парка на 65%. Весь парк разделяется на две основные группы: на пассажирские паровозы (2 500) и на товарные (15 000). Как по времени своей постройки, так и по конструкции паровозы, обращающиеся на дорогах Союза, представляют собою чрезвычайно пеструю картину. Объясняется это тем, что до революции дороги заказывали себе машины руководствуясь интересами только сегодняшнего дня и совершенно не считались с интересами государства в целом.

Для приведения в систему всего парка в 1912 г. паровозы были разбиты на серии, обозначаемые буквами алфавита. Это деление, хотя далеко не совершенное, все же сохранилось до настоящего времени, поэтому при дальнейшем изложении мы его и будем придерживаться.

Весь товарный парк можно разбить на 3 основные группы. К первой относятся паровозы так называемого нормального типа, носящие серию О. Паровозов этих около 5 000. Имеют они 4 спаренные оси и в большинстве случаев двухцилиндровую машину. Мощность такого локомотива 500 - 600 лош. сил, почему теперь, при наших больших грузооборотах, они не справляются с работой на главных линиях и по преимуществу обслуживают второстепенные линии и маневры.

Следует отметить, что их слабосильность была выяснена еще в 1905—1906 г.г. К этому времени относится появление на нашей сети паровозов второй группы, т. е. машин, развивающих 800—900 лошадиных сил (средней мощности). Паровозы эти носят серию Щ и в числе около 2 000 работают в настоящее время в поездах. В большинстве случаев они имеют двухцилиндровую машину-компаунд. Колесная схема их выражается формулой 1—4—0.

Переход с серии О на серию Щ по существу не дал особых результатов, так как паровоз серии Щ был испорчен, в процессе проектировки, инж. Раевским. Однако покровительство этой серии в лице быв. пом. министра путей сообщения Щукина сильно засорило ею дороги.

Передовые в техническом отношении предприятия противились внедрению „Щукинских“ паровозов и после продолжительной борьбы с бывшим мин. пут. сообщения удалось получить разрешение на постройку мощных товарных паровозов. Так появилась в 1912 году серия Э с пятью спаренными осями, машиной однократного расширения и перегревом пара. Эти паровозы представляют третью группу нашего товарного парка, а именно группу мощных локомотивов.

После революции советская власть сразу же принялась за упорядочение паровозного парка, устранив в этом деле всякие личные влияния и в 1920 г.

было заказано 1 200 паровозов серии Э в Германии и Швеции. Помимо того, что такого грандиозного заказа никогда еще в истории паровозостроения во всем мире не было, он интересен тем, что здесь впервые была осуществлена полная взаимозаменяемость отдельных частей.

Это обстоятельство дало возможность собрать опытный паровоз из частей, изготовленных 19 германскими и одним шведским заводами без каких-либо слесарных работ.

Паровоз серии Э оказался настолько удачным, что одно время в 1924—1926 г. его считали типовым для нашей сети, однако, несмотря на свою довольно значительную мощность (около 1 200 л. с.) он все же при реализации первой пятилетки оказался слабым для удовлетворения непрерывно растущих грузооборотов. Его начали усиливать или, как говорят, модернизировать, таким образом в 1931 году появилась серия Эм, с котловым давлением 14 атм фер вместо 12, с несколько большим сцепным весом. Паровозы Эм все снабжены поверхностными подогревателями типа „Борец“.

Все это однако не решило вопроса о мощном товарном паровозе, могущем овладеть грузооборотами второй пятилетки, поэтому в 1931 году были заказаны в САСШ 10 паровозов типа 1—5—1 и 1—5—2 с нагрузкой на ось 23 тонны. Эти паровозы серии Т-а и Т-б имеют силу тяги 25 000 кг против 17 000 кг, которые может дать Э. Паровозы эти сейчас самые мощные не только у нас, но и во всей Европе. В настоящее время они испытываются на Екатеринбургской дороге с целью выяснения пригодности их для наших условий.

На Луганском заводе в 1931 году построен паровоз типа 1—5—1 с силой тяги 23 000 килограмма. Его серия ФД (Феликс Держинский) (фото на обложке). Судя по предварительным испытаниям он оказался лучше „американцев“ и сейчас повидимому будет типовым. Конечно все эти паровозы серий ФД, Т-а и Т-б снабжены стоккерами, а некоторые из них и бустерами, расположенными на тендерных тележках.

Вот в кратких чертах наш товарный парк. Как видно, паровозов малой и средней мощности в нем около половины, чтобы приспособить их к текущим заданиям, в плане реконструкции, они будут несколько омоложены путем увеличения котлового давления, переделки с компаундов на простую машину, постановки перегревателей, подогревателей и инжекторов сжатого пара. Эти переделки называются модернизацией (обновлением) паровозов.

На развитие пассажирского парка влияли те же условия, что и на товарный парк, а именно, здесь слабосильные паровозы-компаунд типа 1—3—0, носящие серию Н (их около 1 000 штук) усиленно поддерживались тем же Щукиным и его школой. Паровозы эти уже давно не удовлетворяли движению, однако от них не отказались, а по инициативе Щукина пытались всячески усовершенствовать путем мелких переделок. Этим объясняется, что в настоящее время мы еще имеем подобных машин около 40% всего пассажирского парка. В 1910 году даже Щукинская школа убедилась, что серия Н уже слаба, тогда Сорновским заводом была построена серия С с колесной формулой 1—3—1. Паровоз этот в отличие от серии Н имеет двухцилиндровую машину простого расширения и перегреватель. Паровоз оказался достаточно хорошим, поэтому когда в 1925—1926 г.г. понадобился более мощный пассажирский паровоз, то усилили С и появилась серия Су широко распространенная на нашей сети. Всего паровозов серии С и Су около 1 200. Конечно эти серии не совершенство, но это лучшее, что мы имели на сегодняшний день.

Были попытки создать более мощные паровозы и завод „Красный Путиловец“ выпустил серию Л и М, первый из них типа 2—3—1 имеет

4-цилиндровую машину однократного расширения, а второй типа 2—4—0 3-цилиндровую. Оба однако они оказались мало удачными и в настоящее время больше не строятся.

Сейчас проектируется и в ближайшее время будет построен мощный пассажирский паровоз типа 1—4—2, причем котел его будет такой же как и у товарного паровоза серии ФД. Этот паровоз повидимому удовлетворяет пассажирское движение второй пятилетки. Оставшиеся мало мощные серии пассажирского парка также в процессе реконструкции будут подвергаться модернизации, что позволит использовать их для движения на второстепенных линиях.

Индекс Т-21 в. ОГИЗ № 1594.  
Редактор *М. Д. Левина*.  
Книга сдана в набор 2/VI 1932 г.  
Бумага печ. 62×94 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

Тираж 25255 экз.  
Техн. редактор *И. С. Гимельштейн*.  
Подписана к печати 12/IX 1932 г.  
Печатных листов 9<sup>3</sup>/<sub>4</sub>

Печатных знаков в листе 52 000.  
Заказ № 6421.  
Ленинградский Горлит № 55533.

НБ УЛКНТ  
(ДЛЯ)

TK

100

**НБ УДУНТ  
(ДІІТ)**

Сканувала Щетініна Т.В.