

Н.К. Прозоров
М.Б. Вигдорчик
Э.К. Гребенкин



ПАРОВОЗЫ

устройство
работа
ремонт



Н.К. Прозоров
М.Б. Вигдорчик
Э.К. Гребенкин

ПАРОВОЗЫ

устройство работа ремонт

Утверждено
Главным управлением
учебными заведениями МПС
в качестве учебника
для технических школ
железнодорожного
транспорта

Одобрено
Ученым советом
Государственного комитета СССР
по профессионально-техническому
образованию в качестве учебного
пособия для средних
профессионально-технических
училищ



МОСКВА "ТРАНСПОРТ" 1986

scan: The Stainless Steel Cat

ББК 39.231
П79
УДК [629.422+621.133](075.32)

Книга написана: Н. К. Прозоров — главы 1, 8—15, 20—23; М. Б. Вигдорчик, Э. К. Гребенкин — главы 2—7, 16—19, 24—26.

Рецензент Н. Г. Козлов

Заведующий редакцией В. А. Дробинский

Редактор М. И. Сазонова

Прозоров Н. К. и др.

П79 Паровозы: Устройство, работа и ремонт. Учебник для техн. школ ж.-д. трансп./Н. К. Прозоров, М. Б. Вигдорчик, Э. К. Гребенкин. М.: Транспорт, 1986. — 368 с., ил., табл.

Приведены общие сведения о паровозах, описаны устройство и работа котла, паровой машины и экипажной части паровоза, а также вспомогательных агрегатов и приборов. Освещены ремонт важнейших сборочных единиц и деталей и уход за ними.

Утверждена в качестве учебника для технических школ железнодорожного транспорта. Одобрена в качестве учебного пособия для средних профессионально-технических училищ.

П $\frac{3602030000-305}{049(01)-86}$ 134-86

ББК 39.231
6Т1.2

Глава I

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЛОКОМОТИВАХ

§ 1. Виды локомотивов

Силовую самоходную установку, предназначенную для перемещения вагонов по рельсам, называют *локомотивом*. По типу силового оборудования и способам преобразования исходной энергии локомотивы подразделяют на электровозы, тепловозы, газотурбовозы, паровозы и мотовозы.

Электровоз получает электроэнергию от электростанций через тяговые подстанции и контактную сеть. Размещенные на нем тяговые электродвигатели преобразуют электроэнергию в механическую работу, вращающую через зубчатую передачу движущие колеса, и создают этим силу тяги, необходимую для передвижения самого локомотива и прицепленного к нему состава.

Электровоз, не требуя пополнения запаса топлива и воды, может совершать безостановочные и безотцепочные рейсы на большие расстояния. Остановки, помимо грузо-пассажирских операций, необходимы только для пополнения запасов песка в песочнице и смены бригад.

Электровоз — единственный экологически безвредный локомотив, обладающий наибольшим собственным коэффициентом полезного действия (к. п. д.) — 75—90%.

Однако, так как он не автономен и может работать только на электрифицированных линиях, то следует учитывать суммарный к. п. д. электрической тяги, который зависит также от к. п. д. электростанций, тяговых подстанций и от потерь электроэнергии в линиях электропередачи, в контактной сети и составляет 25—27%. Электровозы могут работать по системе многих единиц при управлении с одного поста.

Тепловоз снабжен двигателем внутреннего сгорания, превращающим химическую энергию высокосортного дизельного топлива в механическую энергию, которую с помощью особой передачи (электрической, гидравлической, механической или гидромеханической) используют для вращения движущих колес локомотива.

Тепловоз автономен, обладает высоким (28—30%) к. п. д., но потребляет только дорогостоящее топливо строго определенной кондиции.

Благодаря высокой степени автоматизации управления тепловозы также могут работать по системе многих единиц с управлением с одного поста.

Газотурбовоз имеет в силовой установке газогенератор, в котором сжигают топливо, чтобы получить высоконагретый сжатый газ. Направляя этот газ на лопатки турбины, создают на ее валу вращающий момент, который, как и в тепловозе, с помощью какой-либо передачи (чаще всего электрической или механической) используют для получения силы тяги во взаимодействии движущих колес с рельсами.

При применении камерного газогенератора, требующего установки компрессора, к.п.д. газотурбовоза колеблется в пределах 14—18%. Если же используют так называемый безвальный генератор газа, не пугающийся в компрессоре, то к.п.д. газотурбовоза повышается до 25—30%.

При этом следует учитывать, что газотурбовоз расходует низкосортное топливо (мазут), стоимость которого в 2—3 раза ниже стоимости дизельного. Газотурбовоз автономен и способен работать по системе многих единиц.

Паровоз представляет собой локомотив с силовой установкой, состоящей из котла и паровой машины. Котел преобразует химическую энергию топлива в энергию перегретого пара высокого давления. Используя этот пар в паровой машине в качестве рабочего тела, получают механическую энергию, вращающую движущие колеса без промежуточных передач.

Паровоз автономен и может работать на любом жидком и твердом низкосортном топливе, включая мазут, торф, сланцы и дрова.

Однако его теоретический к.п.д. не превышает 12%, а практически колеблется в пределах 6—8,5%. Из-за низкой экономичности постройка паровозов в нашей стране прекращена в 1956 г.

Мотовоз, по сути дела, представляет собой тепловоз небольшой (до 150 кВт) мощности. Он предназначен для маневровой и хозяйственной работ. На мотовозе установлен двигатель внутреннего сгорания, вращающий момент с вала которого через реверсивную механическую передачу передается движущим колесам. Мотовоз с бензиновым двигателем имеет к.п.д. не более 18%, а с дизелем, работающим на дизельном топливе, — до 24%.

Все локомотивы, кроме мотовоза, можно использовать для обслуживания пассажирских и грузовых поездов, а в нужных случаях (на сортировочных горках и при формировании составов) и для маневровой работы. На сети дорог СССР в основном используют электровозную и тепловозную тягу (газотурбовозов построено пока мало). Паровозы используют главным образом на вывозной работе железнодорожного транспорта промышленных предприятий, а также на поездной и маневровой работе некоторых участков сети дорог. Кроме локомотивов, на железных дорогах для перевозки пассажиров применяют моторвагонный подвижной состав (электropоезда, дизель-поезда, автомотрисы, аккумуляторные поезда).

Электropоезд так же, как и электровоз, получает электрическую энергию через контактную сеть и преобразовывает ее в

механическую тяговыми электродвигателями. Электродвигатели установлены в моторных вагонах, которые вместе с прицепными образуют секции. Несколько секций, соединенных вместе, составляют электропоезд.

Дизель-поезд состоит из моторных и прицепных вагонов, имеет в качестве силового агрегата дизель. Используется для перевозки пассажиров на неэлектрифицированных линиях.

Автомотриса имеет один-два пассажирских вагона, в одном из которых — головном — двигатель внутреннего сгорания.

Аккумуляторные поезда в качестве силовой установки имеют тяговые аккумуляторы, если они могут питаться и от контактной сети, то их называют контактно-аккумуляторные.

В зависимости от источника энергии и машины для превращения ее в механическую работу локомотивы подразделяют на независимые (автономные) и зависимые (неавтономные). Локомотивы, где установлен источник энергии (двигатель внутреннего сгорания, газовый генератор, паровой котел), относят к автономному подвижному составу (тепловозы, газотурбовозы, паровозы, мотовозы, дизель-поезда, автомотрисы). Электровозы и электропоезда получают электрическую энергию от постороннего источника и называются неавтономным подвижным составом.

§ 2. Схема устройства и рабочий процесс паровоза

Паровоз состоит из трех основных частей, объединенных в одно целое: котла, паровой машины и экипажа. Назначение котла и паровой машины указано в § 1, а экипаж конструктивно связывает котел и машину в одно целое и передает силу тяги на автосцепку и далее поезду. К экипажу обычно постоянно прицеплен тендер, который служит для хранения запасов топлива, воды, смазки и обтирочных материалов.

Принцип работы паровоза заключается в следующем. В части котла, называемой топкой *A* (рис. 1), сжигается топливо. Газы сгорания топлива, горящего на колосниковой решетке *29*, огибая свод *3*, опирающийся на циркуляционные трубы *2*, омывают стенки огневой коробки *4* и входят через отверстия задней трубной (огневой) решетки *5* в жаровые *7* и дымогарные *6* трубы и через их стенки отдают свое тепло воде. Выйдя через отверстия передней трубной решетки *11* в дымовую коробку *B*, газы огибая искроотбойные щитки, проходят искрогасительную сетку *16* и выходят через дымовую трубу *15* в атмосферу. Шлак и зола проваливаются через отверстия колосниковой решетки в зольник *28*. Образующийся в результате нагрева воды в котле пар собирается над водой в замкнутом стенками котла пространстве, отчего его давление постепенно растет, доходя до рабочего.

Чтобы привести паровоз в движение, открывают с помощью привода *30* регулятор *10* и пар из парового колпака *9* поступает

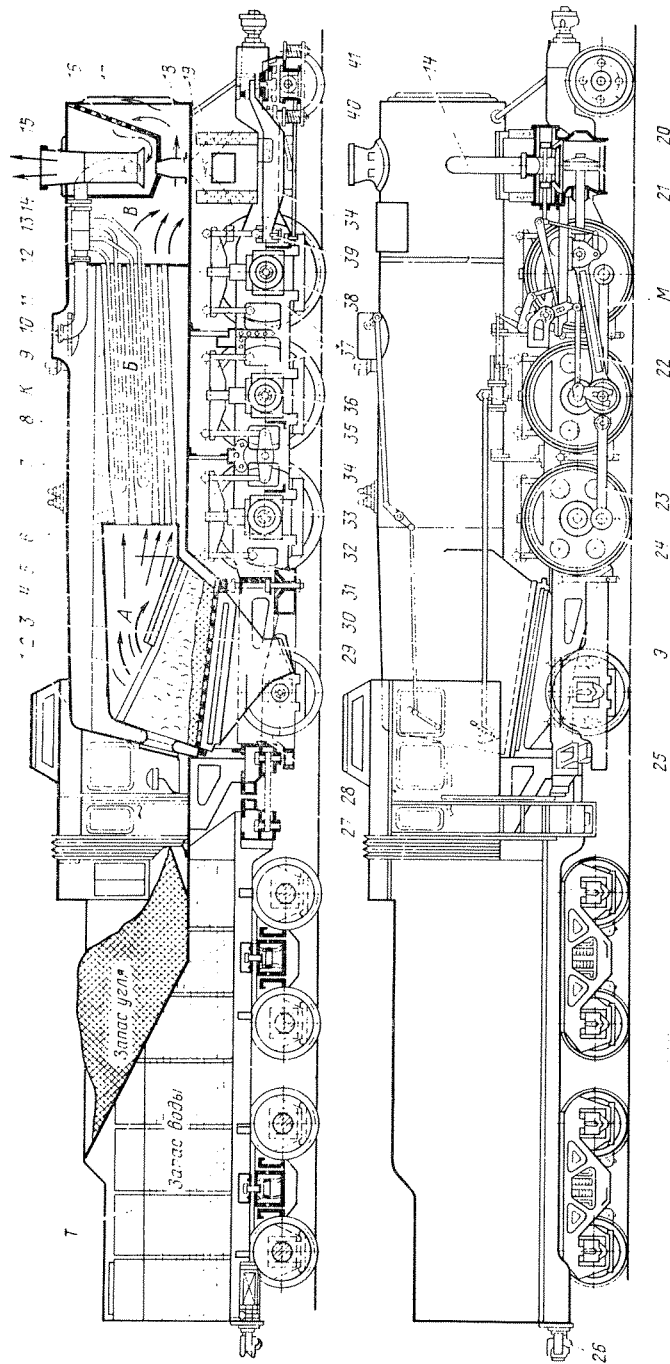


Рис. 1. Схема паровоза:

А — топка; Б — цилиндрическая часть котла; В — дымовая коробка; К — котел; М — паровая машина; Э — экипаж; Т — тендер; 1 — будка машиниста; 2 — циркуляционная труба; 3 — свод; 4 — огневая коробка; 5 — огневая решетка; 6 — дымоварная труба; 7 — жаровая труба; 8 — трубки (элементы) пароперегревателя; 9 — паровой колпак (сухопарник); 10 — регулятор; 11 — средняя трубчатая решетка; 12 — камера насыщенного пара коллектора пароперегревателя; 13 — камера перегретого пара коллектора пароперегревателя; 14 — паровпускная труба; 15 — дымовая труба; 16 — искрогасительная сетка; 17 — дверца дымовой коробки; 18 — форсовая конус; 19 — паровпускная труба; 20 — паровой шланг; 21 — поршень; 22 — поршневое дышло; 23 — слепное дышло; 24 — движущее колесо; 25 — задняя тележка; 26 — автосцепка; 27 — ступица между паровозом и тендером; 28 — зольник; 29 — колосниковая решетка; 30 — привод регулятора; 31 — рессорная полка; 32 — рессора; 33 — будка; 34 — продольный баланси́р; 35 — рессорная упорка; 36 — ось колесной пары; 37 — брус рамы паровоза; 38 — подбуксовая связь; 39 — поперечный баланси́р; 40 — передняя тележка; 41 — пружина

в камеру насыщенного пара 12 коллектора пароперегревателя. Затем пар протекает по трубкам (элементам) 8 пароперегревателя, размещенным в жаровых трубах. От нагрева газами сгорания температура пара в элементах пароперегревателя повышается до 400—450°C и он с такой температурой поступает в камеру перегретого пара 13 коллектора пароперегревателя, откуда по паровпускным трубам 14 проходит к паровой машине паровоза.

В цилиндрах 20 потенциальная энергия пара превращается в механическую энергию возвратно-поступательного движения поршня 21, а связанное с ним поршневое дышло 22 и сцепные дышла 23 вращают движущие колеса 24. Отработавший в паровой машине пар выходит по паровпускным трубам 19 в форсовой конус 18, создавая тягу газов в котле, и далее через дымовую трубу 15 вместе с газами сгорания в атмосферу.

На экипаже паровоза размещены котел, паровая машина, будка машиниста 1, а на бестендерных паровозах и баки для запасов топлива и воды. Взаимодействие движущих колес экипажа с рельсами при работе паровой машины вызывает появление силы тяги, которая по сцепке 27 между паровозом и тендером и далее через автосцепку 26 воздействует на прицепленные к паровозу вагоны и заставляет их двигаться вместе с ним.

Для облегчения прохода и безопасности движения с высокой скоростью на кривых участках пути быстроходные паровозы снабжают передней тележкой (бегунком) 40. В паровозах большой мощности с широкой и тяжелой топкой экипаж дополняли задней (поддерживающей) тележкой 25, имеющей колеса небольшого диаметра, позволяющие разместить ее под топкой.

Паровозы, построенные для обслуживания внутризаводских и подъездных путей промышленных предприятий, тендеров не имеют (танк-паровоз).

Классификация паровозов. Паровозы бывают двух-, трех-, и четырехцилиндровые, а по системе паровой машины — однократного и двукратного расширения. На сети дорог СССР работают только двухцилиндровые паровозы с паровой машиной однократного расширения. Паровозы различают по осевой характеристике и сериям. Осевая характеристика состоит из трех цифр: первая указывает число бегунков — осей в передней тележке, вторая — движущих осей, третья — число поддерживающих осей, т. е. осей в задней тележке. Паровоз, изображенный на рис. 1, имеет спереди и сзади одноосные тележки и три движущие оси, поэтому его осевая характеристика 1—3—1.

Партия построенных одинаковых паровозов называется серией. Серии паровозов обозначали буквами русского алфавита, часто с индексами из букв меньшего размера. Обычно верхние индексы указывают на изменение основной серии или ее особенность (например: у — усиленный, м — модернизированный, р — реконструированный, п — с перегревателем или пассажирский и т. д.), а нижние — на завод-изготовитель (б — Брянский, к — Коломенский, л — Луганский и т. д.). Серии некоторых па-

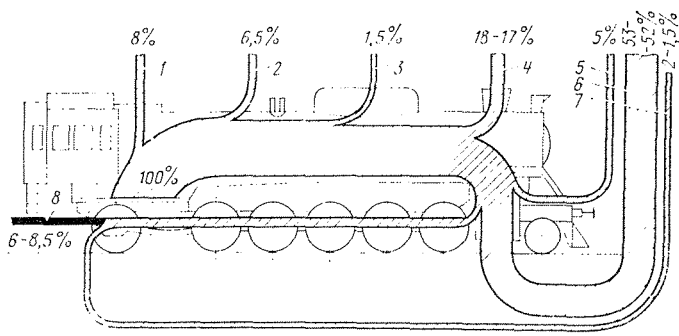


Рис. 2. Диаграмма теплового баланса паровоза:

1 — потери тепла в топке; 2 — служебный расход пара; 3 — потери тепла на внешнее охлаждение котла; 4 — потери тепла с уходящими газами; 5 — утечка пара; 6 — потери тепла в паровой машине; 7 — механические потери на трение в машине и в шейках; 8 — полезная работа

ровозов состояли из начальных букв имени и фамилии революционного деятеля, а соединенные с ними цифры обозначали проектную нагрузку от колесной пары на рельсы в тоннах (например, ФД21 — Феликс Дзержинский, 206 кН (21 т), СО17 — Серго Орджоникидзе, ~167 кН (17 т).

Наглядное представление о распределении тепла, содержащегося в расходуемом паровозом топливе, может дать диаграмма, изображенная на рис. 2.

Потери в топке 1, в среднем оцениваемые в 8%, складываются из химического и механического недогорания топлива. Химический недожог объясняется невозможностью сжечь весь углерод С в окись — CO_2 ; некоторая часть углерода, из-за недостатка воздуха, сгорает в закись углерода СО, не отдавая всего тепла, которое может выделиться при полном окислении углерода. Механический недожог складывается из уноса несгоревшими мелких частиц топлива из топки с потоком воздуха и газов, а также из попадания в шлак и провала через колосники в зольник некоторого количества топлива.

Служебный расход пара 2, составляющий в среднем около 6,5%, необходим для работы паровой машины углеподатчика, разбрасывания угля по колосниковой решетке, подачи воды в котел, продувки жаровых и дымогарных труб, работы паровоздушного насоса и питания турбины электрогенератора.

Потери на внешнее охлаждение котла 3, оцениваемые в среднем в 1,5%, пояснений не требуют. В зимнее время они возрастают в связи с понижением температуры окружающего котел воздуха.

Вторую по величине потерю — с уходящими газами 4 — в среднем можно принять 17—18%. Она может быть уменьшена за счет подогрева воздуха уходящими газами.

Неизбежные утечки пара 5 через салынки и различные уплотнения принимают обычно равными 5%. Однако, при тщательном уходе за паровозом и высококачественном ремонте эти потери могут быть существенно уменьшены.

Наибольшие потери составляет тот запас тепла, который заключен в покидающем паровую машину отработавшем паре 6; они составляют 52—53% и могут быть уменьшены за счет использования некоторой части отработавшего пара для подогрева питательной воды, хорошей регулировки парораспределения и грамотного управления паровозом.

Механические потери в машине и в шейках на трение 7 оцениваются в 1,5—2%. Кроме применения подшипников качения в дышловом механизме и в буксах, эти потери можно несколько уменьшить хорошим уходом, своевременным и правильным смазыванием мест трения.

Для уяснения объема затрат на эксплуатацию паровой тяги необходимо ознакомиться с результатами анализа статистических данных и экономических исследований, произведенных для паровозов грузового парка. Расходы на содержание, использование, ремонт и реновацию (восстановление) грузовых паровозов по сети дорог СССР составляли 14—18% общей стоимости перевозочных расходов и распределялись, в %, следующим образом:

Топливо	45—60
Ремонт всех видов	30—20
Заработная плата паровозных бригад	20—10
Масла, смазка и освещение паровозов	1—3
Вода для питания котлов	2—4
Реновация, исходя из 25-летнего срока службы	2—3

Итого 100

Из приведенных данных явно выделяется большое значение экономного расходования топлива, составляющего основную долю расходов. Задача локомотивных бригад — всемерно экономить топливо и сокращать расходы на ремонт паровозов.

§ 3. Паровозостроение в России и СССР

В конце XVIII и начале XIX веков уровень развития промышленности,стройка крупных заводов и фабрик и связанный с этим значительный рост перевозок грузов обусловил появление и строительство железных дорог в России.

Первые железные дороги, построенные А. С. Ярцевым в 1788 г. в Петрозаводеке для Александровского пушечного завода, П. К. Фроловым в 1810 г. на Змеиногорском руднике на Алтае и др., имели конную тягу. Только в 1834 г. в России был сконструирован и построен крепостными механиками Е. А. и М. Е. Черепановыми первый паровоз. Он выгодно отличался от зарубежных паровозов оригинальными удачными конструктивными решениями: имел горизонтальное расположение цилиндров паровой машины, что уменьшало воздействие на путь; обладал реверсивным механизмом, позволявшим осуществлять машинистом передний и задний ход, не сходя с локомотива, и был снабжен рядом других устройств, которые значительно позднее были заимствованы конструкторами других стран.

В 1878 г. на Коломенском заводе по проекту русских инженеров были построены первые в мире пассажирские паровозы с передней тележкой, что способствовало повышению безопасности движения поездов. За рубежом такие паровозы появились только в 1892 г.

В 1891 г. на Коломенском заводе впервые в истории паровозостроения был построен паровоз с конденсацией пара. В конце прошлого века русские инженеры первые в мире использовали пароперегреватели. В этот же период выдающиеся русские инженеры А. П. Бородин и Л. М. Леви впервые применили на паровозах двукратное расширение пара. В. И. Лопухинский и С. П. Смирнов обосновали и использовали принцип унификации и взаимозаменяемости деталей и узлов в паровозах. Е. Е. Польштейн организовал постройку сочлененных паровозов для русских железных дорог задолго до появления их в Америке.

В конце XIX века Н. П. Петров и А. П. Бородин заложили основы учения о тяге поездов, которое было превращено русскими и советскими учеными в науку, позволяющую точно рассчитывать массу поезда, скорость и время его движения, определять тормозные пути в зависимости от профиля пути и обеспечения поезда тормозными средствами и решать многие задачи, связанные с использованием мощностных и тяговых характеристик локомотивов.

Неосценимую помощь отечественному и мировому паровозостроению оказал академик С. П. Сыромятников, разработавший учение о тепловом процессе паровозного котла, позволившее проектировать паровозы, используя инженерные расчеты вместо применявшегося в мировой практике крайне несовершенного метода аналогий.

Особенно успешно развивались проектирование и постройка паровозов, обладающих высокими техническими и экономическими данными, после Великой Октябрьской социалистической революции. Уже в 1925 г. Коломенским заводом был выпущен пассажирский паровоз Су типа 1—3—1, оказавшийся по своим показателям лучшим в мире локомотивом данного класса. Многие отечественные заводы строили в это время грузовые паровозы типа 0—5—0 Э^в и Э^м (усиленный и модернизированный варианты удачного локомотива с пятью движущими осями в жесткой раме). Во второй половине первой пятилетки в 1931—1932 гг. началось строительство самых мощных в Европе паровозов — грузового серии ФД типа 1—5—1 и пассажирского ФД^п типа 1—4—2. В 1934 г. Харьковский завод выпустил первый паровоз серии СО типа 1—5—0 для обслуживания линий с легким верхним строением пути. С 1935 г. паровозы СО выпускались с конденсатором пара.

Наряду с серийными паровозами многие заводы строили опытные локомотивы, к которым можно отнести паровозы с обтекаемыми обшивками, с пылеугольным отоплением, с воздухо- и водоподогревателями разных типов, с прямоточным котлом системы Л. К. Рамзина. До Великой Отечественной войны были построены высокоскоростные паровозы типа 2—3—2.

Сразу же после войны был выпущен новый по конструкции паровоз типа 1—5—0 Л с нагрузкой от колесной пары на рельсы около 177 кН (18 тс), что позволило использовать его на восстановленных линиях, не допускавших пропускать паровозы ФД с нагрузкой ~196 кН (20 тс).

В 1953 г. была выпущена установочная партия пассажирских паровозов серии ПЗ6 типа 2—4—2, затем их строили серийно до конца 1956 г.

В 1944—1945 гг. по проекту советских инженеров в США строились для Советского Союза грузовые паровозы типа 1—5—0, которым присвоены серии Е^а и Е^в.

Краткие характеристики основных серий паровозов, используемых на сети дорог СССР, приведены в табл. 1

Более половины потерь в энергетическом балансе паровоза связано с работой его паровой машины. Поэтому паровозные и ремонтные бригады должны уделять особое внимание отличному содержанию и грамотному использованию паровой машины и в первую очередь — правильной регулировке парораспределительного механизма, обеспечивающей достижение максимального

Таблица 1

Вид локомотива	Серия	Тип	Нагрузка от колесной пары на рельсы		Поверхность нагрева, м ²	Давление пара		Площадь колосниковой решетки, м ²
			кН	тс		МПа	кгс/см ²	
Грузовой	Э ^м	0—5—0	До 176,5	До 18	195,3	1,4	14	4,46
	Э ^р	0—5—0	176,5	18	200	1,4	14	5,09
	Е ^а , Е ^м	1—5—0	164,3	16,75	229	1,27	12,7	6,00
	Л	1—5—0	178,5	18,2	222	1,4	14	6,00

экономического эффекта. С этой целью в соответствующих главах и параграфах даны необходимые объяснения принципа действия и методов проверки как отдельных звеньев, так и всего паро-распределительного механизма в целом.

Глава 2

ПАРАМЕТРЫ КОТЛА, ОСНОВНЫЕ ЧАСТИ ТОПКИ

§ 4. Конструкция топки

Паровозный котел состоит из трех основных частей: топки 1, цилиндрической части 12 и дымовой коробки 9 (рис. 3).

Топка (задняя часть котла) состоит из огневой коробки 4 и кожуха 2.

В огневой коробке на колосниковой решетке происходит сгорание топлива, сопровождаемое большим выделением тепла. Температура горения достигает 1600—1800°C. Чтобы при этой температуре стальные стенки огневой коробки не перегревались, наружная их поверхность охлаждается водой. Вода, поглощая от стенок огневой коробки теплоту, превращается в пар. Кожух топки является оболочкой огневой коробки.

Цилиндрическая часть соединена с кожухом топки. В цилиндрической части котла помещаются дымогарные и жаровые трубы. В жаровых трубах, имеющих больший диаметр против дымогарных, размещены элементы пароперегревателя. По трубам из топки в дымовую коробку проходят горячие газы (продукты сгорания топлива) и отдают часть тепла воде, омывающей трубы снаружи, и насыщенному пару, проходящему по элементам пароперегревателя.

Дымовая коробка представляет собой камеру разрежения, необходимого для создания притока атмосферного воздуха через колосниковую решетку к горящему топливу в огневой коробке. Продукты сгорания поступают в дымовую коробку по дымогарным и жаровым трубам и через дымовую трубу отводятся в атмосферу. Максимальное разрежение в дымовой коробке при напряженном режиме работы паровозного котла достигает от 200 до 300 мм вод. ст.

Параметры котла. Вода в котле должна закрывать потолок огневой коробки, жаровые и дымогарные трубы. Площадь открытой поверхности воды в котле называется *зеркалом испарения*. Объем пара, заполняющий пространство над зеркалом воды, называется *паровым объемом*, а пространство, заполненное водой,— *водяным объемом*.

С изменением уровня воды в котле зеркало испарения и паровое пространство изменяют свои величины. Нормально уровень воды в котле находится на 200 мм выше самой высокой точки потолка огневой коробки.

Находящийся в котле пар заполняет над поверхностью воды паровое пространство и паровой колпак 11. Паропроизводительностью котла называется его способность готовить в единицу времени, например в 1 ч, необходимое количество пара рабочего давления и температуры.

Для обеспечения паровой машины и собственных нужд паровоза паром в количестве, необходимом для вождения поездов заданной массы и длины по определенному профилю пути с заданной скоростью, паровозный котел должен иметь соответствующую паропроизводительность.

Паропроизводительность котла определяется следующими показателями:

площадью колосниковой решетки, от которой зависит количество топлива, сжигаемого в единицу времени;

топочным объемом (внутренним пространством огневой коробки), от размеров которого зависит эффективность использования топлива;

испаряющей поверхностью нагрева котла (поверхностью огневой коробки, жаровых и дымогарных труб, омываемых водой);

газовой поверхностью пароперегревателя (наружной поверхностью всех элементов пароперегревателя, по которым движется и нагревается пар).

Испаряющаяся поверхность нагрева котла и наружная поверхность элементов пароперегревателя, расположенных в жаровых трубах, составляют полную, или общую, поверхность нагрева котла.

Следовательно, мощность котла зависит от размеров колосниковой решетки, его испаряющей поверхности нагрева, параметров пара (давления и температуры), а также теплотворной способности топлива и степени его использования.

Количество топлива в килограммах, которое сжигается в течение 1 ч на 1 м² колосниковой решетки, называется *интенсивностью* (быстротой) *горения*, или *форсировкой колосниковой решетки*.

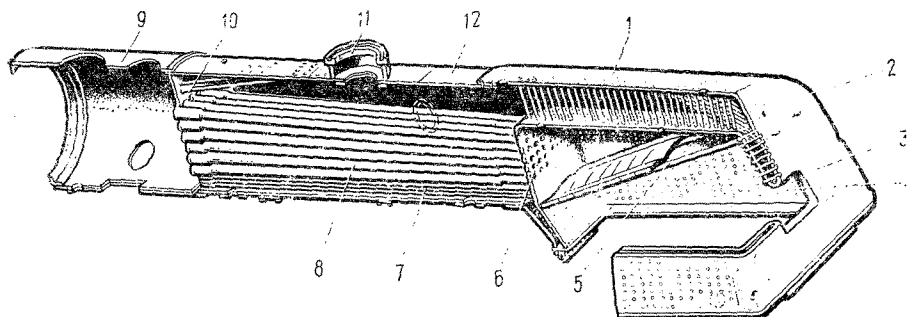


Рис. 3. Котел паровоза:

1 — топка; 2 — кожух топки; 3 — лобовой лист; 4 — огневая коробка; 5 — циркуляционные трубы; 6 — задняя решетка; 7 — дымогарные трубы; 8 — жаровые трубы; 9 — дымовая коробка; 10 — передняя решетка; 11 — паровой колпак; 12 — цилиндрическая часть

Количество пара (в кг), получаемое с 1 м^2 испаряющей поверхности нагрева котла в течение 1 ч, называется *интенсивностью парообразования*, или *форсировкой котла*. Полученный в котле пар обладает определенным теплосодержанием. Теплосодержание пара есть количество тепла в джоулях в 1 кг пара. Так, например, теплосодержание насыщенного пара с давлением 1,5 МПа и содержанием влаги 5% равно 2700 кДж/кг.

При перегреве пара до температуры 250°C и при том же давлении его теплосодержание составит 2930 кДж/кг, а при температуре 400°C возрастет до 3257 кДж/кг пара.

В международной системе единиц измерения (СИ) теплота измеряется в джоулях: $1 \text{ ккал} = 4,1868 \text{ кДж}$.

Процесс преобразования одного вида энергии в другой в паровозном котле сопровождается потерями, так как только часть располагаемого тепла, выделяемого при полном сгорании топлива, используется на парообразование и перегрев пара. Поэтому эта часть тепла называется *полезным теплом*, а другая часть тепла составляет *тепловые потери*.

Распределение тепла, или так называемое уравнение теплового баланса котла, может быть представлено выражением:

$$Q_0 = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6,$$

где Q_0 — располагаемое тепло, которое выделяется при полном сгорании топлива за 1 ч работы. Так, если за 1 ч израсходовано $B_{\text{ч}}$ кг топлива с теплотворной способностью $Q_{\text{р}}^{\text{н}}$ ккал/кг, то располагаемое тепло составит $Q_0 = B_{\text{ч}} Q_{\text{р}}^{\text{н}}$ ккал/ч;

Q_1 — полезное тепло, использованное на парообразование и перегрев пара;

Q_2 — потери тепла в топке — механические. К механическим потерям, составляющим 1—3%, относятся потери топлива в результате проваливания через отверстия в колосниковой решетке, смешивания топлива с холодным шлаком или его неполного сгорания, а также уноса мелких пылеобразных частиц с газами;

Q_3 — потери химические составляют 3—7% и связаны с неполнотой сгорания, так как углерод при сжигании твердого топлива и водород при сжигании жидкого топлива могут частично не вступить в реакцию с кислородом при малой температуре в топке и относительно медленном течении реакции горения по причине недостаточного количества воздуха;

Q_4 — потери тепла с уходящими газами самые значительные — составляют 15—20%, так как газы сгорания топлива не могут отдать котельной воде и пару все содержащееся в них тепло и, омыв стенки огневой коробки, дымогарных и жаровых труб, поступают в дымовую коробку с температурой $250\text{—}350^\circ\text{C}$, имея значительное количество тепла, уносимого в атмосферу через дымовую коробку;

Q_5 — потери тепла в окружающую среду составляют 3—5% и вызваны тем обстоятельством, что температура котла выше температуры окружающего наружного воздуха;

Q_6 — расход тепла на служебные нужды (приведение в работу сифона, паровоздушного насоса, подача сигналов свистком, работа углеподатчика или пульверизация жидкого топлива).

Определение тепловых потерь котла производят опытным путем. Для оценки степени совершенства паровозного котла определяется его коэффициент полезного действия.

К. п. д. котла нетто есть отношение полезного тепла Q_1 к рас- полагаемому Q_0

$$\eta_{\text{нетто}} = \frac{Q_1}{Q_0}.$$

К. п. д. котла брутто характеризует долю затраты тепла Q_0 на приготовление котлом всего пара с учетом расхода пара на слу- жебные нужды Q_6 и подсчитывается следующим образом:

$$\eta_{\text{кбрутто}} = \frac{Q_1 + Q_6}{Q_0}.$$

Поэтому коэффициент полезного действия котла зависит от потерь тепла, вызванных конструкцией котла, чистотой его стенок, сорта применяемого топлива и рациональным его сжиганием. В среднем к. п. д. котла составляет 0,6—0,7.

Огневая коробка или собственно топка (рис. 4) изготовлена из стальных листов и состоит из следующих частей: потолка 19, двух боковых стенок 20, задней стенки 11 с отверстием для подачи топ- лива и трубной или задней решеткой 4. В трубной решетке имеются отверстия для установки дымогарных и жаровых труб. В топке

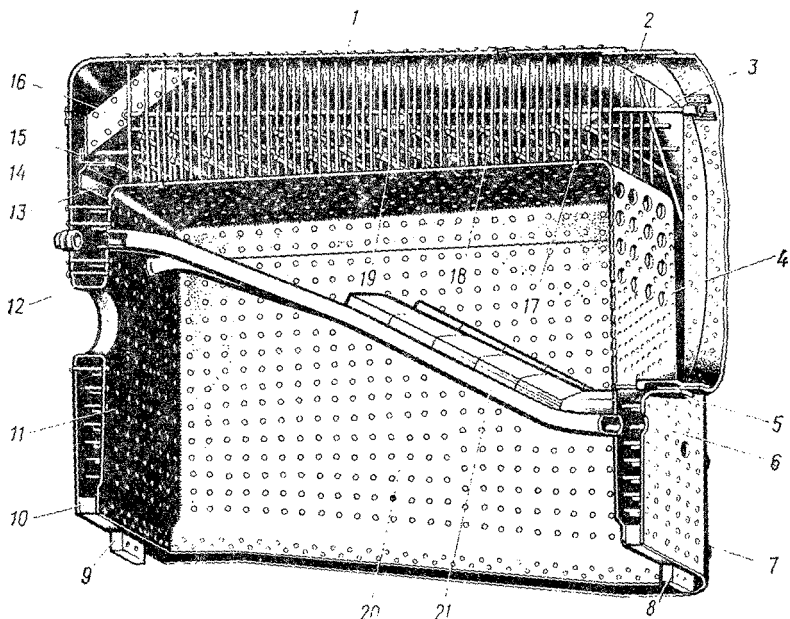


Рис. 4. Топка с плоским потолком:

1 — верхний лист кожуха топки; 2 — смычная лист; 3 — горизонтальный тяз; 4 — задняя трубная решетка; 5 — лапчатая связь; 6 — жесткая связь; 7 — люк; 8 — передний каблучок; 9 — задний каблучок; 10 — топочная рама; 11 — задняя стенка; 12 — топочное (шуровочное) отверстие; 13, 15 — контрфорсы; 14 — передняя стенка кожуха топки; 16 — косынка; 17 — предохра- нительная пробка; 18 — анкерный болт; 19 — потолок огневой коробки; 20 — боковая стенка; 21 — циркуляционная труба

уложены циркуляционные трубы 21, на которые опирается топочный свод. В нижней части топки расположена колосниковая решетка. В задней стенке топки имеется так называемое шуровочное отверстие, через которое забрасывают топливо на колосниковую решетку.

Кожух топки изготовлен из стальных листов и состоит из следующих частей: потолка, двух боковых стенок, лобового листа с отверстием для подачи топлива и ухватного или смычного листа 2 для соединения кожуха топки с цилиндрической частью котла. Смычным этот лист называется, если он охватывает задний конец цилиндрической части котла по всему периметру, а ухватным, если им охвачена цилиндрическая часть котла только снизу.

Потолок огневой коробки выполнен с подъемом в передней его части на величину от 0,016 до 0,020%, чтобы предотвратить оголение от воды задней его части при следовании паровоза по уклону и в случае резкого торможения.

Потолочный лист кожуха топки изготовлен параллельно потолку огневой коробки, что дало возможность использовать анкерные болты одинаковой длины и ставить их перпендикулярно к листам кожуха топки и огневой коробки.

Боковые стенки кожуха и огневой коробки радиальной топки имеют наклон (снизу вверх) к центру котла, так как ширина топки больше диаметра цилиндрической части. Наклон боковых стенок выполнен таким образом, что водяной промежуток между стенкой огневой коробки и кожуха увеличивается кверху, чем облегчаются выход пара от стенок огневой коробки, а также производство промывки и контроля за стенками топки.

Наиболее интенсивное парообразование происходит со стороны задней решетки, поэтому уширение пространства между смычным или ухватным листом и подрешеточной частью сделана наибольшим. Наклон вперед лобового листа кожуха топки вместе с задней стенкой огневой коробки выполнен по следующим соображениям: для смещения центра тяжести котла вперед, для лучшей обтекаемости стенок огневой коробки горячими газами и улучшения циркуляции воды.

Во избежание прогиба листы огневой коробки и кожуха топки соединены между собой по всей площади специальными стальными прутками — анкерными болтами и связями.

В нижней части кожух топки с огневой коробкой соединен с помощью стальной литой рамы, называемой топочной.

Тип и форма топок зависят от мощности паровоза, размера колосниковой решетки и места их размещения.

Рассмотрим три основных типа топок котлов паровозов. *Топки с радиальным кожухом и плоским потолком огневой коробки* имели узкую нижнюю часть для размещения ее между боковыми листами рамы паровоза. У топок этого типа маленький размер колосниковой решетки, малый объем парового пространства и площадь уровня воды (зеркала испарения) над потолком огневой коробки.

Топки с плоским потолком кожуха и огневой коробки (см.

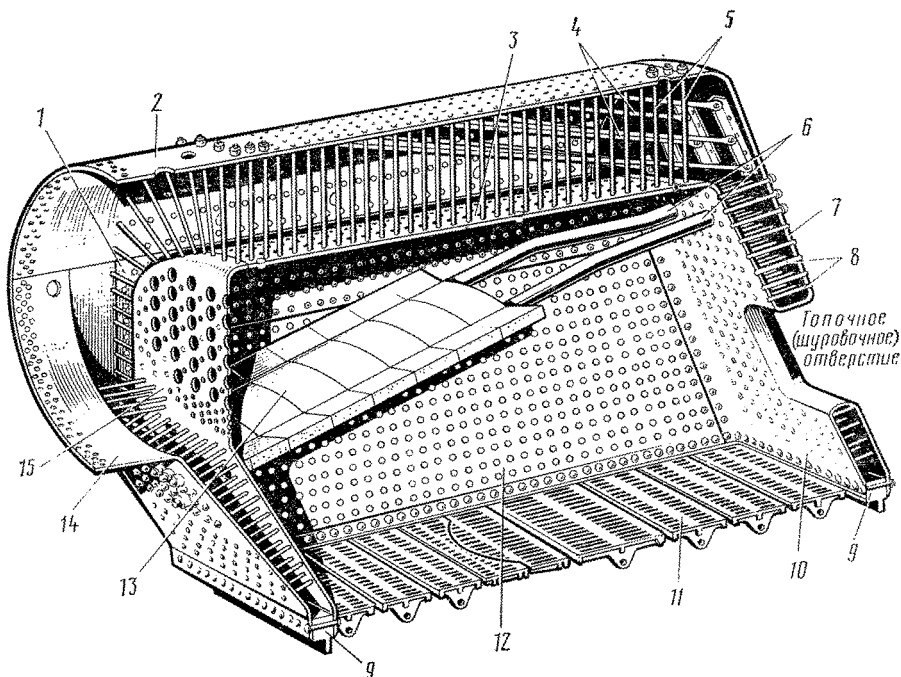


Рис. 5. Радialная топка:

1 — боковой лист кожуха топки; 2 — потолок кожуха топки; 3 — потолок огневой коробки; 4 — тяжи укрепления лобового листа; 5 — потолочные связи; 6 — циркуляционные трубы; 7 — лобовой лист кожуха топки; 8 — боковые связи; 9 — топочная рама; 10 — задний лист огневой коробки; 11 — колосниковая решетка; 12 — боковой лист огневой коробки; 13 — свод; 14 — ухватный лист кожуха; 15 — трубная решетка

рис. 4) имеют более широкую нижнюю часть и больший объем парового пространства над огневой коробкой. Размещают их над рамой паровоза.

Основным недостатком топок этого типа является более сложное и тяжелое крепление плоского потолка кожуха топки.

Радialные топки (рис. 5) применены на паровозах Л, Еа.м. Потолок кожуха топки имеет радиус, равный радиусу цилиндрической части котла. Потолок огневой коробки у этих топок имеет свод, описанный радиусом от 3000 до 3500 мм. Эти топки являются более легкими и в то же время более прочными и эластичными, чем топки с плоским потолком кожуха топки и огневой коробки. У радиальных топок анкерные болты, соединяющие потолок огневой коробки с кожухом, располагают веерообразно, перпендикулярно потолку, поперечные тяги кожуха не ставят.

Листы огневой коробки паровозных котлов изготовлялись из стали, листы кожуха топки и цилиндрической части котла — из углеродистой стали.

Огневая коробка изготовлялась сварной из листов толщиной мм, задняя (трубная) решетка — толщиной 14—15 мм.

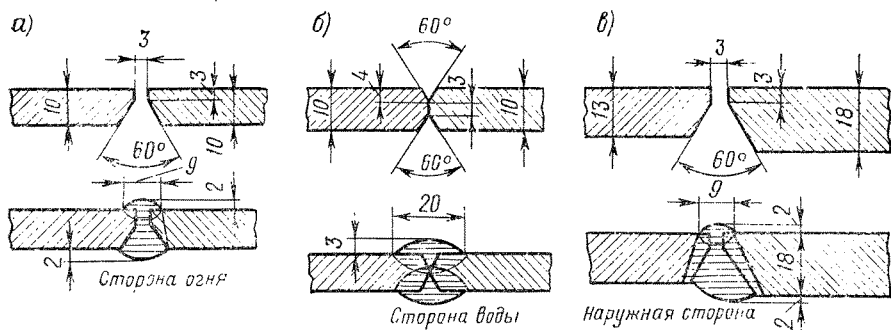


Рис. 6. Сварные швы огневой коробки и кожуха топки:

а — ручная сварка огневой коробки; б — автоматическая сварка огневой коробки; в — ручная сварка кожуха топки

Листы кожуха топки имеют следующую толщину: потолочный — 14—18 мм, боковых стенок — 13—14 мм, лобовой — 13—15 мм, ухватный или смычной 18—22 мм. Кожух топки также сварной. Разделка листов топки под сварку показана на рис. 6.

Заклепочные швы в сварных топках имеются только в местах соединения кожуха топки с цилиндрической частью котла и по топочной раме.

§ 5. Крепления топки

Огневая коробка с кожухом топки соединена с помощью: топочной рамы, топочных связей, анкерных болтов, сварки вокруг шуровочного отверстия.

Топочная рама обеспечивает основное жесткое соединение огневой коробки с кожухом топки в нижней части и является фундаментом топки, которым она опирается на раму паровоза.

Топочная рама (рис. 7) представляет собой брус, замкнутый в виде прямоугольника, отлитого из стали 20Л1 или 25Л1 с последующей обработкой на станке. Уширение бруса топочной рамы по бокам делается с целью увеличения ее жесткости в плане и размеров водяного пространства между стенками огневой коробки и кожуха топки для лучшего парообразования и циркуляции воды, а также для облегчения промывки котла.

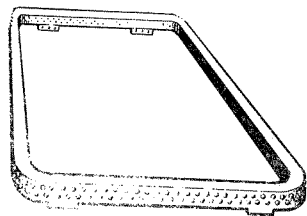


Рис. 7. Топочная рама

На паровозах Л и Е^{а,м} соединение огневой коробки и кожуха топки с топочной рамой выполнено однорядным заклепочным швом с расположением заклепок по углам топочной рамы радиально (рис. 8). Головки заклепок со стороны огневой коробки выполнены полупотайными для предохранения

их от обгорания, а со стороны кожуха топки — полукруглыми. Для достижения необходимой плотности соединения стенок огневой коробки и кожуха топки с топочной рамой их листы с обеих сторон по всему периметру приварены к топочной раме.

Топочная связь представляет собой металлический стержень диаметром 19—22 мм (рис. 9), изготовленный из стали МСт2 и МСт3. С торцов связи просверлены контрольные отверстия диаметром 5—8 мм на глубину 40—50 мм. В случае обрыва связи струя воды и пара выходит из контрольного отверстия и сигнализирует об ее обрыве. Обрыв связей является результатом неравномерного нагрева стенок огневой коробки и кожуха топки. При неравномерном тепловом расширении стенок огневой коробки и кожуха топки происходит перекося связей, а затем и обрыв. В большинстве случаев обрыв наблюдается со стороны огневой коробки, стенки которой тоньше и эластичнее стенок кожуха топки.

В зоне наибольших смещений стенок огневой коробки относительно кожуха, в наиболее удаленных местах от топочной рамы ближе к загибам стенок огневой коробки и в подрешеточной части ставят подвижные связи. *Подвижная связь* представляет собой стержень такого же диаметра, что и жесткая связь. Со стороны кожуха топки она имеет шаровую головку, наличие которой делает связь подвижной. При перемещении листов топки от температурных изменений шаровая головка несколько поворачивается в сферической опоре втулки 1 (рис. 10). Втулку, являющуюся опорой шаровой головки 5 связи, приваривают к стенке 2 кожуха топки. После постановки подвижной связи втулку закрывают крышкой 6 на резьбе. Плотность посадки пробки достигается прижатием ко-

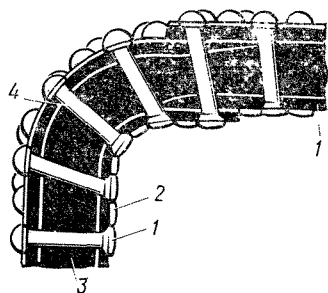


Рис. 8. Расположение заклепок по углам топочной рамы:

1 — стенка огневой коробки; 2 — заклепка; 3 — брус топочной рамы; 4 — стенка кожуха топки

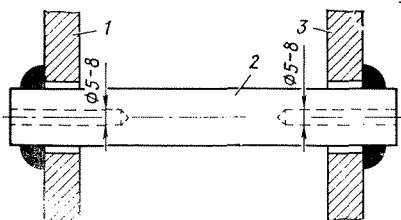


Рис. 9. Жесткая топочная связь:

1 — стенка огневой коробки; 2 — топочная связь; 3 — стенка кожуха топки

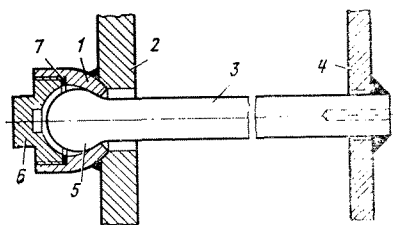


Рис. 10. Подвижная связь:

1 — втулка; 2 — стенка кожуха топки; 3 — стержень; 4 — стенка огневой коробки; 5 — шаровая головка; 6 — крышка; 7 — медная прокладка

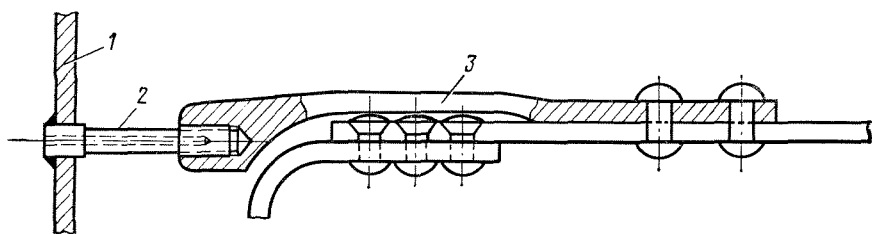


Рис. 11. Лапчатая связь:

1 — огневая решетка; 2 — связи; 3 — лапа

нусного конца ее к внутренней острой грани втулки. Другой конец подвижной связи, имеющий контрольное отверстие, приваривают.

Анкерные болты служат для укрепления потолка огневой коробки и кожуха топки. Они бывают двух типов: жесткие и подвижные. В отличие от боковых связей они имеют большие длину и диаметр (22—24 мм).

Анкерные болты ставят перпендикулярно потолку огневой коробки (см. рис. 5). Для предотвращения обрыва анкерных болтов, косо установленных в потолочном листе кожуха топки, их ставят на приварных втулках. Подвижные анкерные болты установлены в наиболее опасных местах в отношении излома жесткого анкерного болта: в передних рядах около трубной решетки и в задних рядах около лобового листа. В радиальных топках их располагают по бокам на загибах потолка огневой коробки и кожуха топки.

Верхняя часть задней (трубной) решетки укрепляется жаровыми и дымогарными трубами. Нижняя часть же решетки, или подрешеточная часть, укреплена связями специального типа, так называемыми лапчатыми (рис. 11).

Лапчатая связь представляет собой жесткую связь, которая одним концом вваривается в трубную решетку, а другим ввертывается в специальную лапу, прикрепленную к барабану цилиндри-

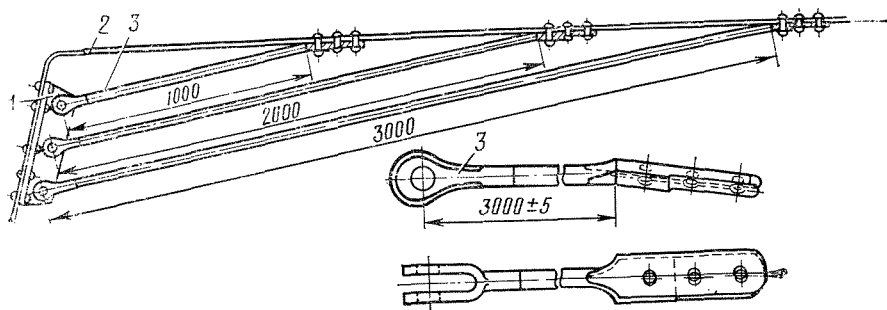


Рис. 12. Продольно-наклонные тяжи:

1 — лобовой лист кожуха топки; 2 — потолок кожуха топки; 3 — тяж

ческой части котла с помощью заклепок. Связь имеет контрольное отверстие, которое приходит почти по всей ее длине.

Тяжи применены на паровозах, имеющих топку с плоским потолком. На них ставят дополнительное крепление в виде продольных, поперечных и наклонных тяжей. Тяжи изготовлены из стали Ст3 и укреплены в листах кожуха топки электросваркой.

На паровозах с радиальными топками крепление верхней части лобового листа кожуха топки производится продольно-наклонными тяжами (рис. 12). К лобовому листу приклепывают тавровые кронштейны и с помощью валиков к ним прикрепляют тяжи, имеющие проушины. Другой конец тяжа, изготовленный в виде лапы, приклепывают к потолку кожуха топки.

Для укрепления и соединения потолка с верхней частью лобового листа кожуха топки применены контрфорсы.

Контрфорс (см. рис. 4) представляет собой горизонтальную полку жесткости, которую угольниками или отогнутыми фланцами приклепывают к лобовому листу и боковым стенкам кожуха топки. Кроме контрфорса, устанавливают раскосные листы (косынки), соединяющие лобовой лист с потолком кожуха топки.

Шуровочное отверстие является местом непосредственного соединения огневой коробки с кожухом топки.

Шуровочное отверстие образовано путем сварки выштамповок задней стенки топки и лобового листа кожуха (рис. 13). Для предохранения стенки огневой коробки от повреждения в шуровочное отверстие вставлен и приварен защитный козырек. На паровозах, оборудованных механическим углеподатчиком, шуровочное отверстие выполнено прямоугольной формы размерами 650×640 мм.

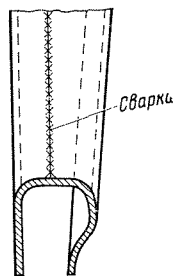


Рис. 13. Соединение листов топки вокруг шуровочного отверстия сварным швом

§ 6. Циркуляционные трубы

Для циркуляции воды в паровозном котле и усиления парообразования в топке паровоза устанавливают циркуляционные (кипятильные) трубы, проходящие вдоль топки от нижней части огневой решетки до верхней части задней стенки топки. Циркуляционные трубы укрепляют в стенках топки с помощью их развальцовки, отбуртовки со стороны воды и обварки со стороны огня. При высокой температуре в топочном пространстве происходит сильный нагрев труб, и в них начинается усиленное парообразование, что создает непрерывное течение воды по трубам (циркуляцию). Помимо улучшения циркуляции воды в котле, трубы служат опорой топочного свода.

На ряде паровозов последней постройки, в порядке экспери-

мента, были применены поперечные циркуляторы, которые имели Т-образную форму. Их устанавливали поперек топки и соединяли боковые водяные промежутки топки с пространством над потолком огневой коробки. Эти циркуляторы обеспечивали хорошую циркуляцию, а также предохраняли боковые стенки топки от перегрева и потолок огневой коробки от оголения при пониженном уровне воды в котле во время движения паровоза под уклон или при резком торможении.

Поперечные циркуляторы служили опорой топочному своду и были сложны в изготовлении. При эксплуатации возникали трещины в сварных швах, и они обгорали. При заводских ремонтах паровозов циркуляторы были заменены продольными циркуляционными трубами.

Глава 3

ЦИЛИНДРИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ КОТЛА

§ 7. Конструкция цилиндрической части

Цилиндрическая часть котла является продолжением топки и состоит из нескольких (обычно из трех) склепанных или сваренных между собой стальных барабанов. В ней размещают дымогарные и жаровые трубы. Материалом для барабанов служит котельная сталь. Толщина листов до 20 мм. Соединяются барабаны между собой несколькими способами:

- а) ступенчатым, причем диаметр среднего барабана меньше диаметров двух крайних;
- б) телескопическим, когда барабаны последовательно вставлены один в другой;
- в) сварным — барабаны имеют один диаметр и приставляются встык один к другому (рис. 14).

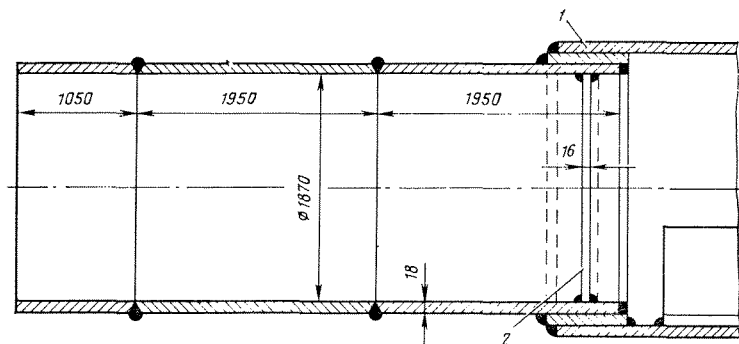
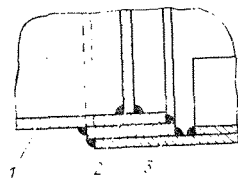


Рис. 14. Цельносварная цилиндрическая часть котла:
1 — барабан дымовой коробки; 2 — передняя решетка

Рис. 15. Укрепление передней решетки:

1 — лист барабана цилиндрической части котла; 2 — передняя решетка; 3 — лист дымовой коробки



В передней части цилиндрической части установлена передняя *трубная* решетка, которая предназначена для укрепления в ней передних концов дымогарных и жаровых труб. На современных паровозах передняя трубная решетка представляет собой диск, который вырезан из котельного железа. Передняя решетка крепится в барабане заклепочным или сварным швом (рис. 15).

На втором барабане установлен паровой колпак. Горячие газы из огневой коробки по трубам протекают в дымовую камеру, отдавая при этом часть своего тепла воде, которая омывает трубы снаружи, и пару, протекающему по элементам пароперегревателя.

Пар, который образовался в котле, поднимается в верхнее не заполненное водой паровое пространство и паровой колпак. Высота парового пространства составляет $1/5$ — $1/7$ диаметра котла. Чем больше паровое пространство, тем равномернее происходит процесс отбора пара из котла и спокойнее парообразование, следовательно, суше отбираемый пар.

Теплопередача в цилиндрической части котла менее интенсивна, чем в огневой коробке. Это связано с тем, что разность температур газов в топке и воды в котле выше, чем в трубчатой части. В топке тепло передается лучеиспусканием, а в трубчатой части за счет конвекции, т. е. соприкосновения горячих газов со стенками труб.

§ 8. Дымогарные и жаровые трубы

Дымогарные (рис. 16) и жаровые трубы служат для отвода продуктов сгорания из топки паровоза и одновременно образуют поверхность нагрева котла. Жаровые трубы служат также для размещения в них элементов пароперегревателя. Дымогарные и жаровые трубы изготавливают цельнотянутыми, бесшовными из малоуглеродистой стали. Для укрепления труб в решетках котла свер-

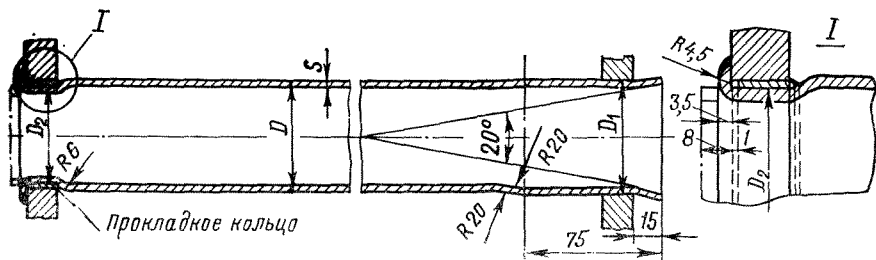


Рис. 16. Дымогарная труба

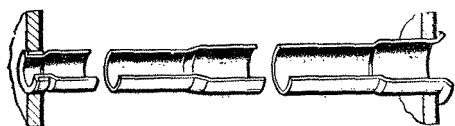


Рис. 17. Укрепление дымогарной трубы

ляют цилиндрические отверстия. При этом в передних решетках диаметры отверстий делают на 3—4 мм больше наружного диаметра труб, чем облегчается постановка и удаление труб во время ремонта. В задних же трубных решетках отверстия для труб делают меньше их наружного диаметра: у дымогарных — на 9—11 мм, а у жаровых — на 9—20 мм.

Перед постановкой труб в котел передние концы их раздают, а задние обжимают до размеров отверстий в трубных решетках. Обжатие задних концов труб улучшает циркуляцию воды у поверхности задней трубной решетки и позволяет лучше очищать ее от накипи при промывках котла. Раздача и обжатие отверстий для дымогарных и жаровых труб в передней и задней трубных решетках производится с таким расчетом, чтобы трубы в котле расходились веером в сторону передней решетки вверх и в стороны от вертикальной оси. Это необходимо для того, чтобы обеспечить более свободное размещение труб в котле и улучшить выход газов из огневой коробки. Кроме того, из-за большего диаметра труб в передней части для их расположения требуется больше места.

Перед постановкой в котел дымогарные и жаровые трубы со стороны задней решетки обжимают двухступенчатым способом, а со стороны передней решетки раздают. Подробно о приемах обжатия, раздачи и применяемых инструментах будет сказано в разделе о ремонте паровозного котла.

Для лучшего укрепления концов дымогарных и жаровых труб в отверстия задней решетки ставят медные прокладные кольца и развальцовывают их, потом в отверстия вводят концы труб, которые также развальцовывают (рис. 17). Затем концы труб, выходящие из решетки, отгибают на 45° и отбортовывают. Далее борты труб приваривают к решетке (рис. 18), когда котел наполнен подогретой до $t = 40 \div 60^\circ \text{C}$ водой.

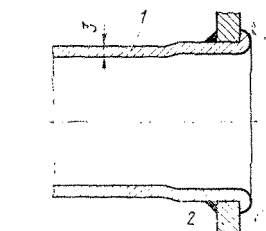


Рис. 18. Установка циркуляционных труб в топке паровоза:

1 циркуляционная труба;
2 стенка огневой коробки

В передней решетке трубы устанавливают без медных прокладных колец, не отбортовывают и не обваривают; выступающие передние концы дымогарных и жаровых труб развальцовывают и отгибают на конце.

Дымогарные трубы на большинстве современных паровозов располагают в шахматном порядке по вершинам ромба вертикальными рядами, кроме того, их размещают между рядами жаровых труб и по краям решетки.

§ 9. Паровой колпак

Паровой колпак (рис. 19) представляет собой резервуар, который является наивысшей точкой парового пространства, служит сборником наиболее сухого пара и установлен на втором барабане цилиндрической части котла. Из парового колпака пар отбирается в паровую машину. На паровозах Э^м, паровой колпак изготовлялся клепаным, на паровозах, Э^п изготовлен штампованным на прессе из цельного листа котельной стали толщиной от 15 до 20 мм. Сверху паровой колпак закрывают крышкой, которая ставится на медном прокладном кольце и укрепляется с помощью шпилек и гаек.

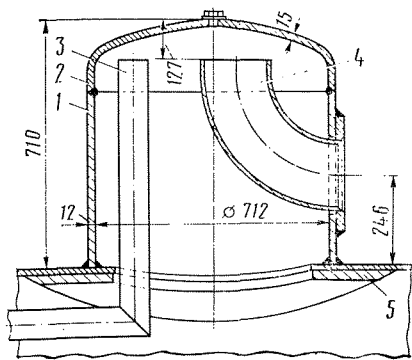


Рис. 19. Паровой колпак:

1 — корпус; 2 — крышка; 3 — труба отбора пара в пароразборную коробку; 4 — пароразборная труба регулятора; 5 — подкладка

§ 10. Теплоизоляция и обшивка котла

В целях уменьшения потерь от внешнего охлаждения паровозный котел, за исключением дымовой коробки, покрыт слоем теплоизоляции. Для изоляции паровозного котла применяют асбест, диатомит и известь, которые обладают низкой теплотворной способностью. Теплоизоляционный материал делают в виде плит толщиной от 40 до 60 мм. Крепят плиты к котлу с помощью проволочного каркаса, а зазоры между решетками заделывают вулканитовой обмазкой.

Перед покрытием изоляционным материалом поверхность котла окрашивают. На наружную поверхность топки сначала наносят асбестовую подмазку, а затем кладут вулканитовые асбоцементные плиты. В местах, где нельзя уложить плиты, накладывают слой изоляционной обмазки при давлении пара в котле 0,2—0,3 МПа.

Поверх изоляционного слоя паровозный котел покрывается обшивкой из листового железа толщиной до 1,5 мм. Обшивка котла защищает изоляционный слой от повреждения. Крепят обшивку стойками, приваренными к стенкам котла, а затем поясами из полосового железа и винтами.

§ 11. Дымовая коробка

Дымовая коробка (рис. 20) предназначена для размещения в ней конуса, паровпускных и паровыпускных труб, искрогасительных приборов, коллектора, пароперегревателя и сифона, а также

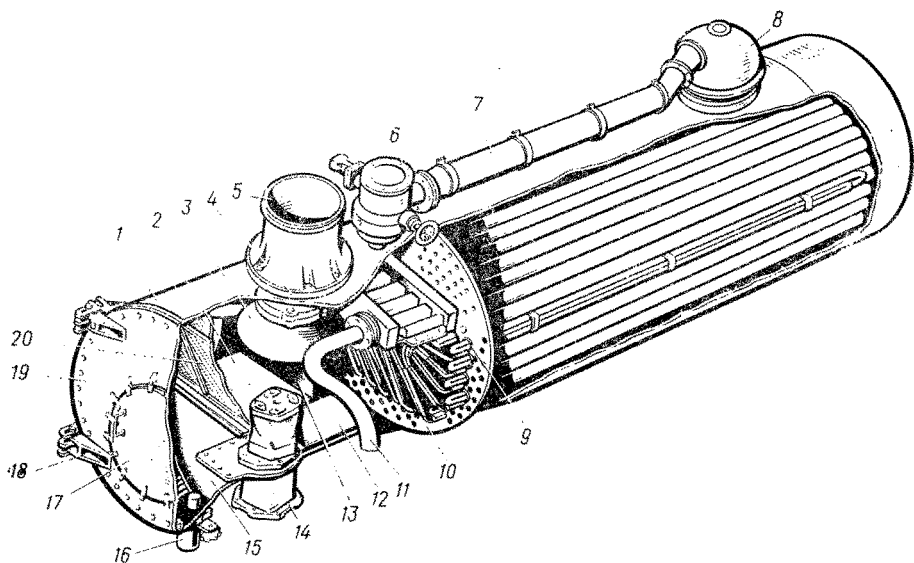


Рис. 20. Дымовая коробка:

1 — барабан дымовой коробки; 2 — горизонтальный лист; 3 — раструб дымовой трубы; 4 — седло дымовой трубы; 5 — дымовая труба; 6 — корпус регулятора; 7 — паропровод; 8 — паровой колпак; 9 — коробка пароперегревателя; 10 — передняя решетка; 11 — паропускная труба; 12 — предохранительный лист; 13 — вертикальный лист; 14 — паровытяжной конус; 15 — отражательный лист; 16 — мусороочистительная труба; 17 — малая дверца; 18 — петля; 19 — фронтовый лист; 20 — сетка

является камерой, где образуется разрежение, необходимое для создания притока воздуха к колосниковой решетке и для интенсивного сгорания топлива.

Размеры дымовой коробки должны быть достаточными для размещения указанных элементов и, кроме того, оставался бы необходимый свободный объем для прохода газов и создания равномерной тяги.

Дымовая коробка — это сварная или клепаная конструкция и состоит из двух листов: верхнего толщиной 13 мм и нижнего толщиной 17 мм, образующих цилиндрический барабан. Нижняя часть дымовой коробки изготовлена из более толстых листов для придания опорной части котла прочности и жесткости. Для предупреждения коробления и прогорания нижнего листа дымовой коробки от скопления внизу ее изгари к нему приклепывается или приваривается предохранительный лист толщиной до 20 мм.

Спереди дымовая коробка закрыта фронтовым листом или передней стенкой, в которой имеется дверца диаметром до 1500 мм для производства текущего ремонта и осмотра размещенного в нем оборудования.

Для очистки дымовой коробки от изгари внизу устроена мусороочистительная труба 16 диаметром 180 мм с задвижкой, заключенной между фланцами трубы.

Дымовая коробка паровозов Л, Е^{а,м}, Э^р оборудована самоочищающимся искрогасительным устройством, где отводящие из дымогарных и жаровых труб газы, ударяясь о вертикальный отражательный щит, создают вихревое движение и, проходя через искрогасительную сетку, направляются в дымовую трубу. Крупные частицы изгари отбиваются от сетки и подвергаются дальнейшему размельчению в общем потоке газов, в результате чего поток газов как бы выметает мелкие частицы изгари.

Дымовая труба 5 установлена наверху дымовой коробки и служит для отвода продуктов сгорания и отработавшего пара в атмосферу.

Нижняя часть трубы, которая расположена в дымовой коробке, соединяется с расширяющимся книзу раструбом 3 для направления струи отработавшего пара и продуктов сгорания топлива. В барабане дымовой коробки предусмотрены специальные вырезы для установки дымовой трубы, конуса, паровпускных и паровыпускных труб.

Объем дымовой коробки влияет на пульсацию газов при выхлопах пара из конуса: чем больше объем, тем меньше пульсация, тем более равномерное горение топлива.

Дымовая коробка соединяется призонными болтами с седлообразным фланцем цилиндрического блока и служит жестким креплением котла с рамой паровоза.

§ 12. Герметичность дымовой коробки

В дымовой коробке создается искусственная тяга газов за счет выпуска отработавшего пара в паровой машине через конус и дымовую трубу, поэтому герметичность камеры имеет исключительно важное значение.

Разгерметизация дымовой коробки определяется следующим образом: открывают сифон на полную мощность и с помощью факела обходят места возможного подсоса воздуха через неплотности. Такие места отмечают мелом и при ремонте паровоза устраняют с помощью заварки и замены неисправных болтов и деталей. Для герметизации большой дверцы между ней и обвязочным угольником дымовой коробки прокладывают асбестовый картон. Чтобы не было подсоса наружного воздуха в дымовую коробку, неплотности между парорабочими трубами и кромками отверстий в дымовой камере уплотняют стальными заделками с асбестовыми прокладками.

Плотность соединений паровпускных труб и элементов пароперегревателя с коллектором проверяют на горячем паровозе пуском пара, так как пропуск его ухудшает разрежение в дымовой коробке. Хорошая герметичность дымовой коробки способствует интенсивному горению топлива, экономному расходованию его и высокой паропроизводительности котла паровоза.

ГАРНИТУРА КОТЛА

§ 13. Колосниковая решетка

Гарнитурой паровозного котла называются принадлежности и узлы топки и дымовой камеры, обеспечивающие сжигание необходимого количества топлива с наименьшими потерями тепла.

К гарнитуре паровозного котла относятся: колосниковая решетка, зольник, дверцы шуровочного отверстия, топочный свод, искроудержательные и искрогасительные приборы, шлакоувлажнитель и дымовытяжное или конусовытяжное устройство.

Колосниковая решетка предназначена для сжигания на ней различных видов твердого топлива (уголь, сланцы, дрова). При нефтяном отоплении паровозных котлов надобность в колосниковой решетке отпадает.

Колосниковая решетка располагается несколько выше топочной рамы с целью предотвращения сильного нагрева стенок огневой коробки у топочной рамы, где возможны отложения накали. Площадь колосниковой решетки измеряется в квадратных метрах, т. е. произведение ширины на длину (в м).

От значения площади колосниковой решетки зависит объем топлива, сжигаемого в единицу времени. Количество топлива (в кг), которое сжигается на 1 м^2 площади колосниковой решетки за 1 ч, называют *напряженностью, или форсировкой, колосниковой решетки*.

Для сжигания топлива, расположенного на колосниковой решетке, необходимо обеспечить равномерный доступ воздуха, поэтому по всей площади колосниковой решетки имеются щели. Суммарная площадь всех щелей в колосниках, выраженная в процентах по отношению ко всей площади решетки, называется *живым сечением*. Живое сечение колосниковой решетки со стандартными качающимися колосниками составляет 18—22%.

У колосниковых решеток с живым сечением меньше 20% воздух протекает с большей скоростью, прорываясь через всю толщу топлива к верхним слоям, и обеспечивает его интенсивное горение. При этом жидкие шлаки в верхнем горящем слое топлива, стекая вниз, быстро охлаждаются потоком встречного воздуха, не достигая щелей колосниковой решетки, шлак получается пористым.

На паровозах Л колосниковые решетки имеют живое сечение, равное 20%, что позволяет сжигать смеси углей с антрацитом и сильно шлакующиеся.

В настоящее время паровозы оборудованы колосниковыми решетками с качающимися колосниками (рис. 21). Эти колосники могут быть поставлены в наклонное положение с помощью рычажной передачи и в образовавшиеся зазоры будет проваливаться

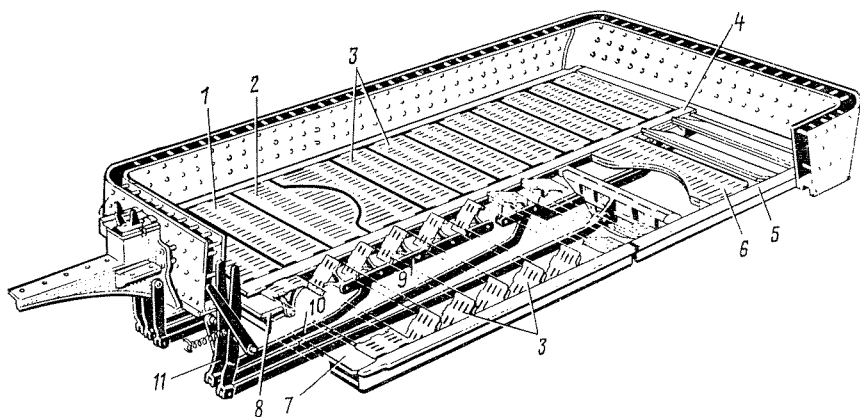


Рис. 21. Колосниковая решетка:

1 — околослапанный колосник; 2 — клапанный откидной колосник; 3 — рядовой колосник; 4 — средняя балка; 5 — боковая балка; 6 — неподвижная плита; 7 — поперечная балка; 8 — планка; 9 — тяга общая; 10 — промежуточная тяга; 11 — рычаг

шлак. При сжигании на такой колосниковой решетке многозольных углей колосники прокачивают и во время движения паровоза.

Колосник 1 колосниковой решетки представляет собой чугунную плиту шириной 220 мм, с продольными щелями шириной 8 мм вверху и 18 мм внизу, через которые подводится воздух.

Колосник опирается на цапфы колосниковых балок и имеет хвостовик для присоединения к нему тяги от привода из кабины машиниста. Колосниковая решетка паровоза Л состоит из 24 колосников длиной 480 мм, уложенных поперек топки в две продольные секции, в каждой из которых девять рядовых колосников 3, один околослапанный 1, клапанный откидной колосник 2 для проваливания шлака и одна неподвижная плита 6; колосниковая решетка уложена на пяти колосниковых балках — четырех боковых 5 и одной средней 4 (хребтовой), которая опирается на кронштейны, прикрепленные к топочной раме. Т-образный профиль колосниковых балок обеспечивает свободное просыпание золы. Боковые балки состоят из двух частей, что предупреждает образование трещин и изломов от прогиба топочной рамы.

Поперечные балки 7 уложены в передней и задней частях колосниковой решетки. Задние колосники установлены неподвижно путем закрепления их планкой 8 к стенке зольника. Колосники объединены в четыре секции по две с каждой стороны топки. Хвостовики колосников соединяются шарнирно между собой общей тягой 9, которая промежуточной тягой 10 соединяется с рычагом 11 для каждой секции, укрепленным на кронштейне. На рычаг 11 надевается ключ для прокачивания колосников. В кабине машиниста рычаги 11 закрепляются замками-защелками.

Откидные колосники 2 имеют самостоятельные приводы для чистки топки, они размещены над бункерами зольника, причем колосники левой секции помещены над задним бункером, а колос-

ники правой секции — над передним бункером зольника. Для облегчения прокачивания группы колосников у правой и левой секции колосниковой решетки предусмотрены пружины.

Использование различных смесей углей при эксплуатации паровозов серии Л показало, что устройство колосниковой решетки является важным фактором рационального использования мощности паровоза и экономии топлива.

§ 14. Зольник, дверцы, свод

Зольник представляет собой устройство, через которое пропускается в топку воздух, необходимый для сжигания топлива на колосниковой решетке, и служит одновременно сборником для золы и раскаленных частиц шлака, проваливающихся через колосниковую решетку. Зольник представляет собой сварную открытую сверху коробку из листовой стали толщиной 4—7 мм, которая подвешивается под топкой к топочной раме.

Бункерный зольник (рис. 22) имеет открывающиеся клапаны. Бункера служат для накопления золы и шлака, дверцы в них — для периодической очистки бункеров. Ширина зольника в верхней части равна ширине топки, его стенки сделаны наклонными, чтобы зола и шлак самотеком ссыпались в бункеры.

Клапаны бункеров укреплены на подвесках и имеют ручной привод для открывания и закрывания их. В зольнике имеются боковые клапаны для подвода воздуха в топку. На паровозе серии Л зольник прикрепляется к топочной раме с помощью угольников и шпилек. Нижняя часть зольника выполнена отъемной и крепится к верхней части болтами, что позволяет заменять нижнюю часть зольника при ее износе.

При чистке топки боковые клапаны должны быть плотно закрыты во избежание подсоса воздуха.

Для заливки водой горячего шлака вдоль оси зольника проложена трубка, к которой подводят воду от инжектора или от водо-

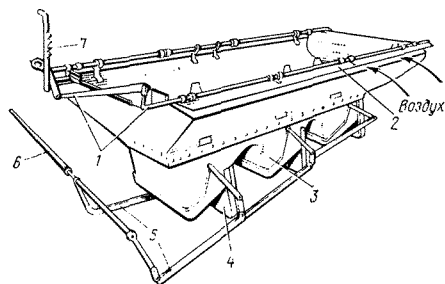


Рис. 22. Бункерный зольник:

1 — привод бокового клапана; 2, 4 — боковой и бункерный клапаны; 3 — бункер; 5 — привод клапана бункера; 6, 7 — рычаги для открывания клапанов бункеров и подвода воздуха

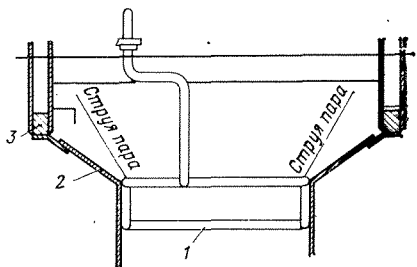


Рис. 23. Шлакоувлажнитель:

1 — золотник; 2 — трубка; 3 — топка

разборной колонки. Для соединения с колонкой в задней части трубки имеется штуцер.

Использование на паровозах смесей углей с антрацитами способствует зашлаковыванию колосниковой решетки. В целях предупреждения такого явления используются шлакоувлажнители.

Шлакоувлажнитель (рис. 23) представляет собой несколько трубок с отверстиями, расположенными по периметру колосниковой решетки. Тонкие струйки пара, которые выходят из отверстий шлакоувлажнителя, проходят вместе с воздухом через зазоры в колосниковой решетке к слою горячего шлака и несколько понижают его температуру. При этом шлаки, соприкасаясь с паром и воздухом, затвердевают и делаются пористыми, через поры воздух поступает к слою топлива, обеспечивая его горение.

Шлакоувлажнитель паровоза Л состоит из двух трубок диаметром 32 мм, уложенных у боковых стенок зольника и соединенных в задней части поперечной трубкой. В каждой продольной трубке просверлены три ряда отверстий диаметром 2 мм, которые располагаются в верхней части трубок и поэтому струи пара направлены непосредственно под колосниковую решетку.

К трубкам шлакоувлажнителя по двум системам подводится пар: по центральной и боковой. Центральный подвод выполнен от отдельной паровой трубы, идущей от пароразборной колонки, а боковые подводы выведены в торцы боковых трубок от системы отопления кабины машиниста. Центральным подводом пара пользуются в теплое время года, а боковыми — при понижении температуры наружного воздуха и включенном отоплении кабины машиниста.

Топочные дверцы служат для прикрытия шуровочного отверстия. При открытии дверец шуровочного отверстия в топку поступает холодный воздух, что является причиной расстройств швов огневой коробки и течи труб. Поэтому открывать топочные дверцы нужно по возможности кратковременно.

На паровозах в основном применяют топочные дверцы двух типов: раздвижные двустворчатые и раскидные двустворчатые.

Раздвижные двустворчатые дверцы (рис. 24) достаточно быстро и легко открываются и закрываются и не мешают локомотивной бригаде, так как не выступают в кабину машиниста. Дверцы подобного типа имеют подвес на роликах, которые катятся по горизонтальной планке-рельсу. Внизу расположена боковая направляющая планка, препятствующая соскакиванию роликов. Дверцы раскрываются одновременно в противоположные стороны посредством системы рычагов, управляемых машинистом. С внутренней стороны створки дверец имеются предохранительные щитки. Кроме того, в створках предусмотрено несколько отверстий диаметром 10 мм, по которым протекает атмосферный воздух, необходимый для охлаждения створок. Двустворчатая раздвижная топочная дверца применена на паровозе ЭР.

Раскидные двустворчатые дверцы (рис. 25) являются наиболее рациональной конструкцией, преимущество которой заключается в

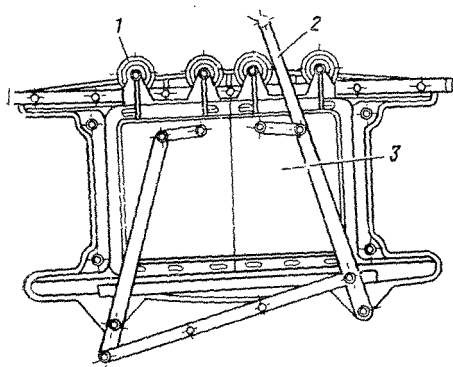


Рис. 24. Раздвижные двустворчатые дверцы:

1 — ролик; 2 — рычаг; 3 — дверца

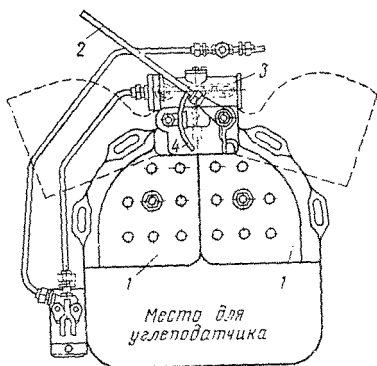


Рис. 25. Раскидные двустворчатые дверцы:

1 — дверцы; 2 — рычаг ручного привода; 3 — цилиндр воздушный; 4 — стойка

том, что дверцы быстро раскрываются и еще быстрее закрываются под воздействием собственной массы, обеспечивают необходимую плотность закрытия шуровочного отверстия топки.

Раскидная топочная дверца применена на паровозах Л и Е_{а.м}. К шуровочному отверстию на четырех шпильках, приваренных к кожуху топки, прикрепляется привалочная чугунная рамка, в верхней части которой имеются два цилиндрических прилива с нарезанными отверстиями для валиков дверец. Рамка толщиной 16 мм усилена окантовкой, по которой перемещаются отлитые из чугуна дверцы.

Правая и левая дверцы заканчиваются в верхней части зубчатыми секторами, находящимися в зацеплении друг с другом, благодаря чему достигается одновременное открытие обеих дверец в разные стороны.

Для охлаждения дверец, постоянно находящихся под воздействием высоких температур раскаленного топлива и газов, осуществлен подвод воздуха внутрь топки, для чего в каждой дверце сделано семь отверстий диаметром 25 мм и поставлены со стороны топки отражательные плиты толщиной 10 мм, усиленные ребрами.

На паровозах Л, Е_{а.м} применена двустворчатая топочная дверца с воздушным приводом. Воздушный привод дверки располагается с левой стороны. Ножная педаль привода, посредством которой воздух впускается в цилиндр и выпускается из него, для удобства пользования несколько сдвинута назад, но при необходимости может быть откинута к лобовому листу топки. Рядом с педалью находится вентиль для подвода воздуха к механизму, который перекрывают, когда надо выключить пневматический привод.

Устройство пневматического привода показано на рис. 26. Привод состоит из воздушного цилиндра 4 диаметром 75 мм, распо-

ложенного сверху дверец, внутри которого перемещается поршень 5. Сбоку поршня имеется палец 3, который шарнирно соединен с ушком секторной части левой створки. При поступлении в цилиндр сжатого воздуха поршень 5 перемещается вправо и поворачивает левую створку дверец. Левая створка через зубчатый сектор поворачивает правую створку.

Цилиндр 4 пневматического привода соединен с главным воздушным резервуаром через клапан, управляемый ножной педалью, расположенной на уровне пола кабины машиниста.

Топочный свод (рис. 27) способствует повышению экономичности паровозного котла, так как:

1) удлиняется путь газового потока в огневой коробке топки, что способствует большей отдаче тепла ее стенкам и более полному сгоранию топочных газов, а следовательно, уменьшению потерь от химической неполноты сгорания топлива за счет лучшего перемешивания газов с подводимым через колосниковую решетку воздухом;

2) мелкие взвешенные частицы топлива, проходя более длинный путь, сгорают полнее, чем также уменьшаются потери от механического недожога топлива;

3) нагретый свод — значительный массив из огнеупорного кирпича — представляет собой хороший аккумулятор тепла, который способствует быстрому выравниванию температуры топочного пространства и предохраняет от расстройств элементы топки, заднюю решетку, дымогарные и жаровые трубы при резких изменениях режима работы паровоза и поступлении холодного воздуха в топку при открытой дверце шуровочного отверстия, а иногда и через прогары топлива на колосниковой решетке при неправильном отоплении;

4) за счет излучения тепла раскаленным сводом на слой горящего топлива и стенки огневой коробки улучшаются горение топлива и отдача тепла воде.

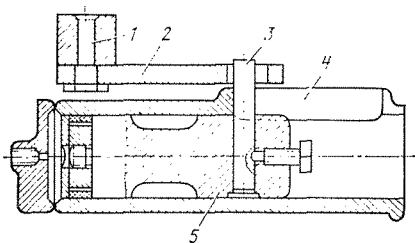


Рис. 26. Пневматический привод:

1, 3 — пальцы; 2 — серьга; 4 — воздушный цилиндр; 5 — поршень

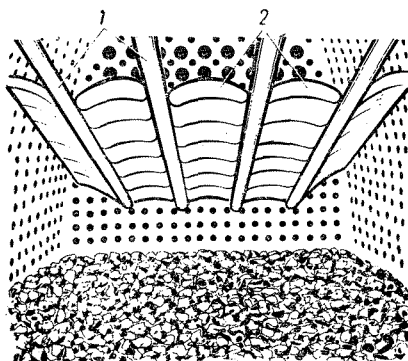


Рис. 27. Топочный свод:

1 — кнпательная труба; 2 — огнеупорный кирпич

Свод выкладывают в передней части топки несколько ниже последнего ряда дымогарных труб. Опорой для него служат циркуляционные трубы. Для свода применяют обычный фасонный арочный кирпич. Кирпичи, в которые входят трубы, имеют вырезы. Для кладки и обмазки топочного свода применяют цементирующий раствор, состоящий из 50% молотой огнеупорной глины и 50% шамотного порошка, замешанных на насыщенном растворе поваренной соли в воде.

У сводов, которые опираются на циркуляционные трубы, оба крайних ряда кирпичей наклонены кверху, что позволяет несколько развить подсводное пространство и одновременно увеличить поверхность нагрева боковых стенок топки под сводом.

Длина кирпичного свода составляет около 50% длины колосниковой решетки.

§ 15. Дымовытяжное устройство и противопожарное оборудование

Общие сведения. Высокая форсировка колосниковой решетки, т. е. интенсивное горение топлива, может быть достигнута подводкой к факелу горящего топлива определенного количества воздуха (16—18 кг на 1 кг топлива). В таком количестве воздух естественным путем в топку не может поступать, а образовавшиеся при горении топлива газы не будут выходить по дымогарным и жаровым трубам из топки. Поэтому необходимо создать в дымовой

коробке искусственную тягу путем установки специального вытяжного устройства, включающего в себя конус и дымовую трубу.

Струя отработавшего пара в машине выходит из конусной насадки с давлением 0,06—0,08 МПа, имея форму опрокинутого конуса (рис. 28) конусностью 1:3. Эта струя пара обладает большим запасом кинетической энергии, захватывает окружающие ее газы в дымовой коробке и увлекает их за собой в дымовую трубу, создавая тем самым разрежение (давление ниже атмосферного) в дымовой коробке. Поэтому создающееся конусом разрежение в дымовой камере и тяга в топке зависят от количества пара, выбрасываемого из конуса в единицу времени и связанного с режимом работы паровоза. Отработавший в цилиндрах паровой машины пар выходит из конусной насадки со скоростью 250—350 м/с. Разрежение при средних рабочих форсировках котла составляет в дымовой коробке 250—300 мм вод. ст.

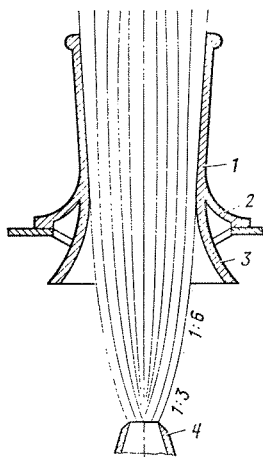


Рис. 28. Расположение паровой струи в дымовой трубе:

1 — труба; 2 — седальце; 3 — петикот; 4 — конусная насадка

Конусы бывают постоянного и переменного сечения. Наиболее простой однодырный конус состоит из круглого пустотелого корпуса с фланцем внизу для укрепления конуса на передней опоре котла. В верхней суженной части (рис. 29) конуса укреплен однодырный насадок (на паровозах Е^а и Е^м), в корпусе которого имеются два отдельных

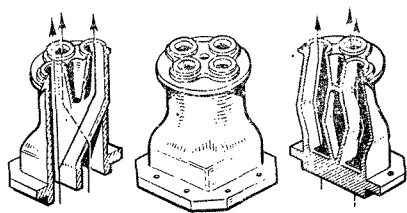


Рис. 29. Четырехдырный конус с отдельным выпуском пара

канала. Каждый канал сообщается с цилиндром паровой машины. Выпуск пара из одного цилиндра отделен от выпуска пара другого цилиндра, поэтому не создается противодавление на поршень соседнего цилиндра.

Конус паровоза Л состоит из двух частей. Нижняя часть — корпус представляет собой чугунную отливку, установленную на цилиндрический блок и закрепленную с ним восемью шпильками. Два канала корпуса размером 320×152 мм соединяются с выпускными каналами цилиндрического блока. Нижняя часть корпуса переходит в верхнюю с образованием четырех круглых симметрично расположенных отверстий диаметром 100 мм.

Сверху корпуса на шпильках М24×50 закреплен четырехдырный насадок из чугуна высотой 300 мм. У нижней поверхности насадка, пришабриваемого к корпусу, предусмотрен центрирующий выступ. Для обеспечения правильного положения паровых струй конуса относительно дымовой трубы к монтажу конусного устройства предъявляются высокие требования и смещение осей отверстия насадка относительно осей отверстий допускается не свыше 0,7 мм, а неперпендикулярность осей отверстий насадка относительно торцевой плоскости — не более 0,5 мм на длине 300 мм. Однодырный конус состоит также из двух частей, имеющих разъем по нижней образующей дымовой коробки. Нижняя часть конуса отлита из стали, а верхняя часть и насадки из чугуна.

Конус и дымовая труба работают совместно. Конус устанавливают строго по оси дымовой трубы, чтобы парогазовая струя правильно вписывалась в устье трубы.

Дымовая труба на паровозах может быть цельнолитой или составной из двух-трех частей. Составная конструкция позволяет заменять изношенную часть трубы, упростить ее установку и ремонт. Форма и размеры дымовой трубы определяются размерами и положением конуса в дымовой камере. Ограничение габаритов трубы определило установку в дымовой коробке специальных раструбов, которые являются продолжением трубы. На современных паровозах удлинение дымовой трубы внутри дымовой коробки компенсирует уменьшение ее высоты над дымовой коробкой.

На паровозах дымовая труба установлена на седалище, которое приварено к нижней образующей барабана дымовой камеры. Труба состоит из четырех частей: собственно трубы, фланца трубы,

промежуточной вставки раструба или направляющей части. В целях обеспечения соосности элементов трубы их соединяют на кольцевых заточках. Седалище трубы отлито из стали, а части трубы из чугуна.

Сифон паровоза является простейшим пароструйным прибором для создания искусственной тяги. Его используют при следовании паровоза с закрытым регулятором, на стоянках или при растопке паровоза. Сифон работает по аналогичному принципу, что и конус, создавая разрежение в дымовой коробке.

Сифон обычно изготавливают из трубки диаметром 20—35 мм, устанавливают его на конус и укрепляют. Представляет он собой кольцо диаметром 240—390 мм.

В кольце имеются отверстия диаметром 3—6 мм. На современных паровозах установлены сифоны с расширяющимися соплами. Сопла ввернуты в корпус сифона. Пар подводится к соплам по трубе, идущей от пароразборной колонки или от парового колпака. Для управления сифоном установлен привод из будки машиниста. Разрежение в дымовой камере, создаваемое сифоном, составляет до 60 мм вод. ст.

Противопожарное оборудование. Вместе с газами в дымовую трубу паровоза уносятся в атмосферу мелкие несгоревшие угольки (искры). Улавливание несгоревших угольков (искр) предотвращает возможность возникновения пожара деревянных зданий, лесов вблизи железнодорожного полотна.

На паровозах старых конструкций применяли простые искроудержательные приспособления в виде металлических сеток, устанавливаемых в выходном сечении дымовой трубы, или искроудержатель в виде круглой сетки, расположенной внутри дымовой коробки между верхней частью конуса и нижним основанием дымовой трубы. Такая сетка является преградой для вылетающих из дымогарных и жаровых труб мелких угольков, которые, ударяясь о сетку, теряют скорость и падают вниз.

На паровозах Л и Е^{а,м} установлены самоочищающиеся искрогасители дефлекторного типа. Принцип работы искрогасителя основан на создании таких скоростей газового потока, при которых крупные частицы несгоревшего угля и изгари разбиваются о сетку и в размельченном виде выбрасываются из дымовой трубы, обеспечивая самоочистку дымовой коробки.

Искрогаситель состоит из системы щитов и искрогасительной сетки, наклоненной к фронтонному листу дымовой коробки. За счет удлинения пути, проходимого газами, происходит гашение изгари. Сечение для прохода газов у конуса можно изменять перемещением подвижной части козырька горизонтального щита, тем самым удлиняя или уменьшая скорость газового потока. Это приводит к регулированию количества уносимой изгари из дымовой коробки. Элементы искрогасителя прикреплены к дымовой коробке штырями и чеками, поэтому разборка и сборка устройства не представляют трудности и требуют мало времени.

Сетка искрогасителя имеет ячейки размером от 10×10 до 6×6 мм. Основные щиты искрогасителя изготовлены из листовой стали толщиной 3 и 4 мм.

§ 16. Оборудование паровоза под мазутное и углемазутное отопление

Паровозы могут быть оборудованы под мазутное (нефтяное) отопление. При этом из топки паровоза демонтируют и удаляют колосниковую решетку, изменяют конструкцию свода, выполняют специальную кирпичную кладку из огнеупорного кирпича. Для хранения мазута на тендере предусматривают бак цельносварной конструкции цилиндрической формы. Бак устанавливают непосредственно на водяной бак тендера на опорных подкладках и укрепляют металлическими поясами и стяжками.

Внутри бака 2 (рис. 30) установлен трубчатый паровой подогреватель (змеевик) 3, размер которого зависит от вместимости бака. Пар в змеевик 3 подводится по паропроводу 6, имеющему запорный вентиль 16. Набор мазута производится через люк 1 с сеткой. Для отвода паров мазута из бака вверх него установлена газоотводная трубка 4. В передней нижней части бака установлен отстойник 7 со спускным краном 11. Внутри отстойника расположен змеевик 8. На паропроводе 6 установлен компенсатор 12, который поглощает относительное перемещение паровоза и тендера при движении. Питательный кувшин 10 укреплен на высоте 250—350 мм от дна отстойника 7, от которого по нефтепроводу

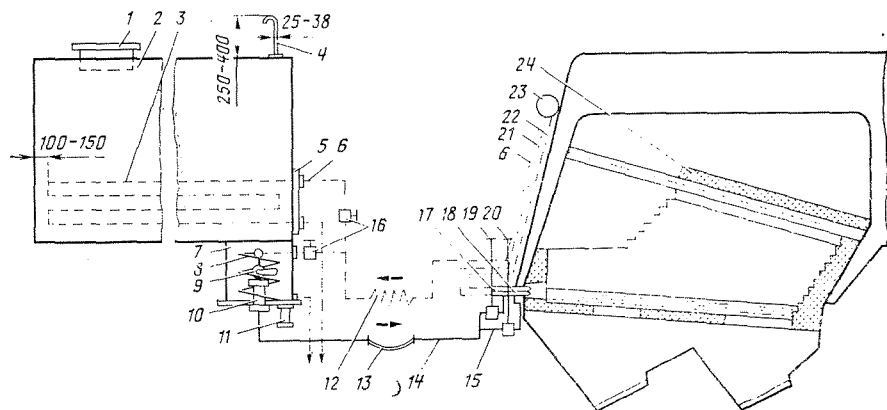


Рис. 30. Схема нефтяного отопления паровоза:

1 — люк с сеткой для набора топлива; 2 — бак для топлива; 3 — змеевик; 4 — газоотводная трубка; 5 — люк для очистки бака; 6 — паропровод к змеевику бака; 7 — отстойник; 8 — змеевик отстойника; 9 — пробковый кран; 10 — питательный кувшин; 11 — спускной кран; 12 — компенсатор; 13 — гибкий рукав; 14 — нефтепровод к форсунке большой производительности; 15 — нефтепровод к форсунке малой производительности; 16, 19, 20 — вентили; 17, 18 — соответственно форсунка малой и большой производительности; 21, 22 — паропроводы; 23 — пароразборная колонка; 24 — свод и кирпичная кладка

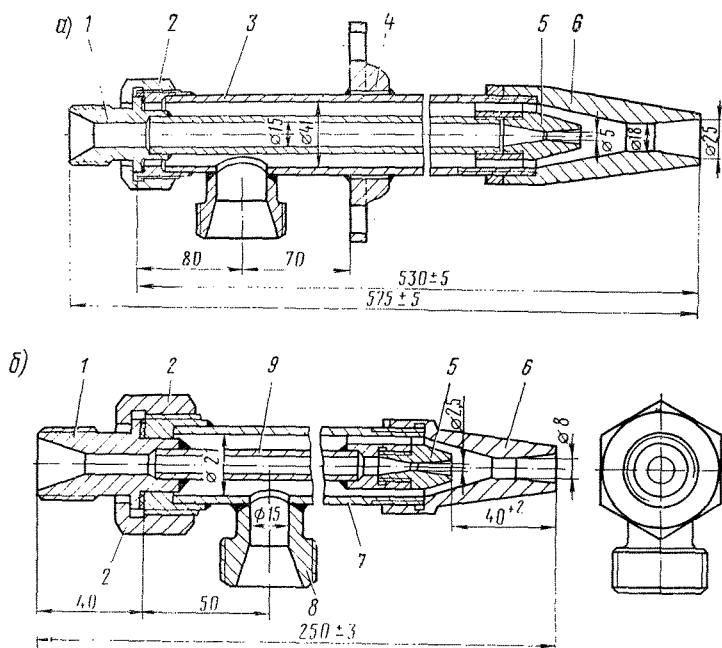


Рис. 31. Форсунка для нефтяного отопления паровоза:

a — большой производительности; *б* — малой производительности; 1 — штуцер для подвода пара; 2 — нижняя гайка; 3 — корпус форсунки; 4 — присоединительный фланец; 5 — паровой конус; 6 — сопло; 7, 9 — наружная и центральная трубки; 8 — штуцер для подвода топлива

14 подается мазут к форсункам. Форсунки расположены под точной рамой в середине топки.

При отоплении паровоза топочным мазутом процесс горения протекает интенсивно. При этом мазут превращается в каплеобразное состояние, имеет большую поверхность соприкосновения с воздухом, и потери как химические, так и механические невелики.

Для нефтяного (мазутного) отопления на паровозах применяют стандартные форсунки. Корпус форсунки 3 (рис. 31) состоит из двух частей. Пар в форсунку подается в штуцер 1 через центральный канал, а топливо поступает в корпус сбоку через приваренный к корпусу штуцер 8. Пар на выходе из парового конуса 5 приобретает большую скорость, подхватывает топливо, стекающее из кольцевого канала, и через сопло 6 подается в мелкораспыленном состоянии в топку.

Форсунка располагается так, чтобы ее ось была установлена точно по вертикальной оси котла и немного ниже топки. При этом обращается внимание на плотность соединений и предотвращение пропуска пара в мазут и мазута в подогреватель.

Форсунка обеспечивает получение до 21 000 кг/ч пара при минимальной производительности ее 200 кг/ч. При длительных простоях паровоза или следовании его с закрытым регулятором такая

производительность форсунки является избыточной. С целью экономии мазута и в связи с тем, что при минимальных подачах мазута форсунка работает неустойчиво, устанавливают форсунку малой производительности (рис. 31, б), укрепленную непосредственно на корпусе большой форсунки. Производительность малой форсунки около 400—480 кг/ч пара.

Мазут подводится к форсунке по трубочке, на которой установлен вентиль для регулирования подачи. На паровой трубочке имеется вентиль для регулирования давления и количества пара. Для лучшего распыления и лучшей текучести мазут подогревают до температуры 40—60°C. Особенно это необходимо в холодное время года.

При отоплении паровоза топочным мазутом температура пламени доходит до 1800—2000°C. С целью организации процесса горения нижние стенки огневой коробки и зольника в зоне горения облицовывают огнеупорным кирпичом. В передней части топки кладку боковых стенок перекрывают топочным сводом. Кладка способствует быстрому воспламенению и более полному сгоранию мазута, так как при наличии раскаленной кладки, отражающей лучистую теплоту, температура топочного пространства повышается и сама кладка является аккумулятором тепла.

При отоплении паровоза топочным мазутом особое значение имеет регулировка поступления в топку воздуха. При большом избытке воздуха возможно охлаждение стенок топки.

При пуске форсунки открывают заслонку на дымовой трубе, клапан поддувала и нефтяной кран на питательном кувшине. Во избежание взрыва газов обязательно следует приоткрыть сифон, чтобы создать некоторую тягу и продуть форсунку паром. Медленно открывают паровое дутье, а затем нефтяной вентиль. Мазут в каплеобразном состоянии мгновенно воспламеняется, после чего остается регулировать пламя двумя вентилями.

В целях повышения форсировки котла и обеспечения надежного парообразования на затяжных подъемах на паровозах с угольным отоплением применяют комбинированное углемазутное отопление. При комбинированном отоплении основным является угольное. Мазутное отопление используется только на трудных участках профиля пути с расходом мазута не более 10% общего расхода угля.

При углемазутном отоплении паровозов используют три основных узла оборудования: бак для мазута с подогревателем объемом от 1,0 до 3,5 м³, располагаемый на тендере, систему трубопроводов (паровых и мазутных) и форсунку, устанавливаемую в топке.

На паровозах с механическим отоплением форсунку устанавливают на головке углесподатчика. На паровозах с ручным отоплением форсунка размещается в нижней части шуровочного отверстия, для чего в топочных дверцах делают вырез.

В обоих случаях форсунка должна быть направлена на середину топочного свода.

ПАРОПЕРЕГРЕВАТЕЛИ

§ 17. Свойства насыщенного и перегретого пара

При нагревании воды в котле температура ее будет постепенно повышаться до 100°C . Затем вода закипает и образуется пар. Давление такого пара равно атмосферному, а температура его, как и температура воды, будет равна 100°C ; каждому давлению соответствует вполне определенная температура кипения. Пар, находящийся над поверхностью кипящей воды, называется *влажным насыщенным* паром, он всегда содержит некоторое количество капельной воды.

Отношение массы воды, содержащейся во влажном насыщенном паре, ко всей массе влажного насыщенного пара называется *степенью влажности* пара. Одним из свойств насыщенного пара является то, что он имеет при определенном давлении соответствующие этому давлению температуру, теплосодержание и плотность.

В случае же понижения температуры происходит обратный процесс превращения пара в воду — его конденсация. Так как каждой температуре насыщенного пара соответствует определенное давление, то при конденсации пара с понижением температуры соответственно снижается и его давление. Это свойство насыщенного пара является большим его недостатком, так как конденсация увеличивает потери тепла при протекании пара в паропроводах и цилиндрах, а скопление воды может вызвать повреждение машины.

Если же влажному, насыщенному пару сообщить тепло в отделенном от воды объеме, то взвешенные в нем частицы воды будут испаряться, т. е. пар станет сухим насыщенным, но температура его будет соответствовать температуре парообразования при данном давлении. Отношение массы сухого насыщенного пара ко всей массе влажного пара называется *степенью сухости* пара.

При дальнейшем сообщении тепла сухому насыщенному пару начинается повышение температуры пара, его плотности, давления и удельного объема. Пар становится перегретым со следующими его свойствами и преимуществами. При получении перегретого пара из насыщенного его теплота состоит из теплоты насыщенного пара и теплоты перегрева. При этом давлению насыщенного пара соответствует только одна температура, а перегретый пар при определенном давлении может иметь более высокую температуру. Перегретый пар одинакового давления с насыщенным паром имеет меньшую плотность, более высокую температуру и большее теплосодержание.

Перегретый пар при охлаждении не конденсируется пока его температура не понизится до температуры насыщенного пара при данном давлении. Перегретый пар более подвижен, чем насыщенный, имеет больший удельный объем, т. е. объем 1 кг перегретого пара при том же давлении больше объема 1 кг насыщенного пара. Поэтому при тех же размерах цилиндров машины требуется перегретого пара меньше, чем насыщенного, для получения одной и той же мощности. Это позволяет иметь меньший расход пара и получить экономию воды и топлива. Температура перегрева пара на современных паровозах примерно 360—450°С. Чем выше температура перегрева пара, тем экономичнее работает паровоз.

Процесс перегрева пара на паровозе заключается в том, что пар из парового пространства котла через паросушиитель поступает в элементы пароперегревателя, где перегревается с давлением, равным котловому. Этот процесс позволяет пару расширяться, т. е. увеличивать свой объем при постоянном давлении. Данное свойство важно еще и потому, что для работы пара в цилиндре паровой машины важна не его масса, а объем. Кроме того, применение перегретого пара значительно уменьшает потери на теплообмен со стенками цилиндров в паровой машине. При повышении перегрева на каждые 10°С экономится около 1% топлива и столько же воды. Первый паровоз с перегретым паром был построен Коломенским паровозостроительным заводом в 1902 г.

§ 18. Типы и схемы пароперегревателей

На паровозах применяют жаротрубные пароперегреватели, которые позволяют получить температуру перегретого пара до 450°С. Основными частями жаротрубных пароперегревателей являются коробка пароперегревателя и пароперегревательные трубки-элементы. *Коробка* представляет собой стальную или чугунную полую отливку, или сварную конструкцию с двумя камерами, разделенными перегородками, и служит для распределения насыщенного пара по элементам и сбора из них перегретого пара.

Коробка пароперегревателя смонтирована на двух кронштейнах, укрепленных в дымовой коробке с помощью шести болтов, гайки которых обращены наружу дымовой коробки.

Пар из котла (рис. 32) при открытом регуляторе поступает в камеру насыщенного пара и направляется в перегревательные трубки — элементы, расположенные в жаровых трубах. Получив в элементах дополнительное тепло, пар в перегретом состоянии поступает в камеру перегретого пара и далее направляется в паровпускные трубы, соединенные с золотниковыми камерами паровой машины паровоза.

В коробке пароперегревателя элементы одним концом соединены с камерой насыщенного пара, а другим концом с камерой перегретого пара.

Таким образом, разделенные внутренними перегородками ка-

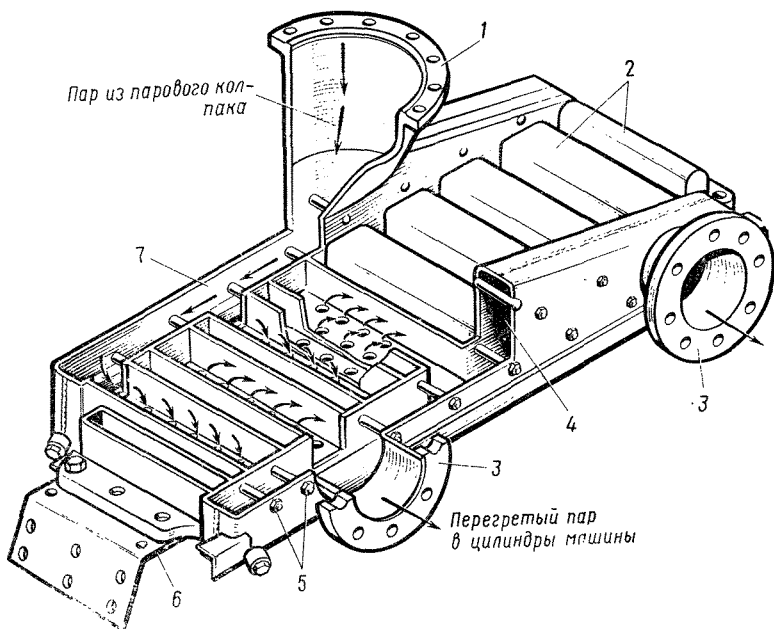


Рис. 32. Коробка пароперегревателя паровоза Л:

1 — патрубок насыщенного пара; 2 — соединительные каналы; 3 — фланцы парорабочих труб; 4 — камера перегретого пара; 5 — связи; 6 — плита; 7 — камера насыщенного пара

меры насыщенного и перегретого пара сообщаются между собой только через пароперегревательные элементы.

Камеры насыщенного и перегретого пара сварены каждая из двух штампованных частей из листовой стали толщиной 10 мм. В стенки камеры насыщенного пара вварены 15, а в стенки камеры перегретого пара 14 связей диаметром 21 мм, которые предназначены для укрепления камер от действующего на них давления пара. Нижние части камер соединены между собой массивной плитой толщиной 30 мм, которая служит для установки болтов, крепящих пароперегревательные элементы.

К наружным стенкам камер насыщенного и перегретого пара и нижней плите приварены штампованные карманы.

По одной группе карманов пар подводится к пароперегревательным элементам из камеры насыщенного пара, а по другим, которые сообщаются с камерой перегретого пара, он поступает из элементов через отверстия в нижней плите. Сверху камеры насыщенного пара приварен стальной литой патрубок для подвода пара из сухопарника к пароперегревательной коробке. Для отвода пара из камеры перегретого пара служат два приваренных цилиндрических патрубка с внутренним диаметром 182 мм. К патрубкам приварены фланцы толщиной 30 мм, в которых просверлены восемь отверстий диаметром 26 мм для болтов, соединяющих патрубки с парорабочими трубами.

Элементы пароперегревателя представляют собой трубки длиной 4200—6350 мм, параллельно расположенные и последовательно соединенные между собой. Передние концы этих трубок образуют отводы к коробке пароперегревателя, а задние соединены с помощью колпачков, обеспечивающих свободный проход из одной трубки в другую. Снаружи трубки омываются потоком топочных газов, которые протекают по жаровым трубам.

Двухоборотные элементы (рис. 33) состоят из четырех рядом расположенных трубок диаметром 28/35 мм, последовательно соединенных между собой. Проходящий по трубкам такого элемента перегретый пар совершает два оборота, или, иначе, две петли в одной жаровой трубе, т. е. пар совершает в одной паровой трубе путь два раза в одном и два раза в другом направлении. Поскольку в одной жаровой трубе помещены четыре последовательно соединенные трубки, то такой элемент называется четырехтрубным. Пароперегревательные трубки двухоборотных элементов по всей длине в трех-четыре местах скрепляют фасонными хомутами, к которым приварены ползки из полосовой стали, опирающиеся на жаровую трубу. Хомуты с ползками обеспечивают элементам центральное положение в жаровой трубе и препятствуют провисанию и короблению трубок элемента, сохраняя между ними соответствующее расстояние, необходимое для полного прогревания элемента топочными газами.

Элементы под действием высоких температур удлиняются по направлению к топке. Для компенсации больших температурных напряжений используют довольно гибкие концы самих элементов, а на коротких концах верхних элементов — дополнительные кривые участки (компенсаторы).

В каждом двухоборотном элементе одно из колен находится ближе к топке, а другое дальше. Это необходимо для предупреждения резкого сужения прохода топочных газов при их входе в жаровую трубу из пароперегревательных элементов. Для закрепления

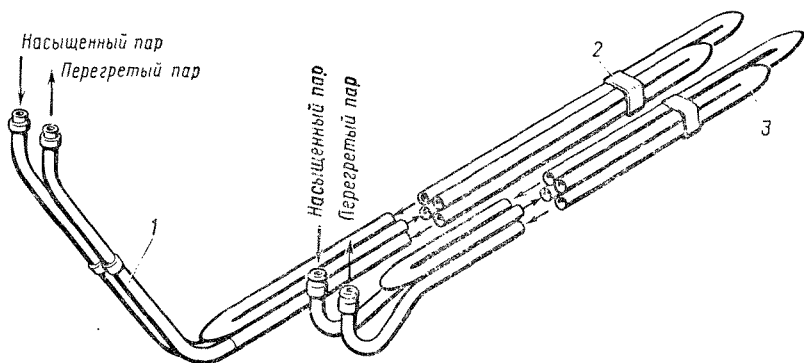


Рис. 33. Двухоборотный пароперегревательный элемент:

1 — трубка; 2 — хомут; 3 — колпачок

преждением их обгорания является чистота их и отсутствие в них накипи. Заращение внутренней поверхности элементов накипью и особенно задних колпачков является следствием отложения различных солей и образования шлаковых наростов снаружи колпачков. Это связано с изменением направления пара и потерей его скорости. Устранение такого явления может быть достигнуто обработкой питающей воды котла антинакипином. Кроме того, необходимо своевременно продувать и промывать котел, причем продувку котла следует производить во время работы паровоза.

Глава 6

ИНЖЕКТОР И ПИТАНИЕ КОТЛА. ВОДОПОДГОТОВКА

§ 19. Водопитательные устройства

На паровозном котле должно быть установлено не менее двух питательных приборов, которые должны приводиться в действие и питать котел водой независимо один от другого. Кроме того, каждый питательный прибор должен обеспечить необходимую подачу воды при максимальной форсировке котла и расходе пара паровой машиной и вспомогательным оборудованием паровоза.

Для подачи воды в котел паровоза используют инжектор. Инжекторы работают острым паром.

Принцип действия инжектора основан на процессе инжекции, который сопровождается переходом тепловой энергии пара в кинетическую энергию движения, передачей паром своей кинетической и тепловой энергии воде, превращением кинетической энергии струи воды в потенциальную энергию давления, вынуждающую воду поступать в котел.

Схема инжектора острого пара представлена на рис. 36. Такой простейший инжектор состоит из трех сопел 4, 5 и 6, расположенных в одном корпусе. Выходящий из сопла 4 пар смешивается в сопле 5 с холодной водой, которая поступает из бака 1 тендера по трубе 2.

Сопло 6 представляет собой диффузор — расши-

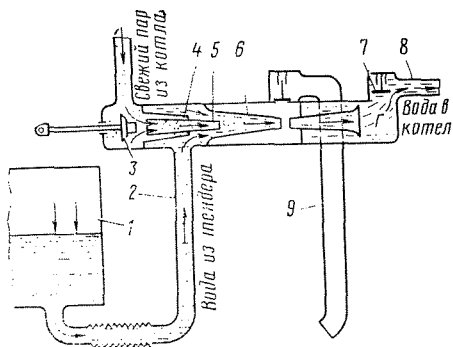


Рис. 36. Схема инжектора острого пара:

1 — бак; 2, 8 — трубопроводы; 3 — паровпускной клапан; 4, 5, 6 — сопла; 7 — питательный клапан; 9 — вестовая труба

рящееся сопло, из которого вода поступает по трубе 8 в котел, преодолевая полное котловое давление на питательном клапане 7.

Физическая сущность процесса, происходящего в инжекторе, заключается в следующем: пар из котла подводится к соплу 4 и выходит в камеру перед соплом 5, где давление равно атмосферному. При этом давление пара падает, а скорость его возрастает, так как конец сопла 4 заужен. Одновременно в камере перед соплом 5 струя пара за счет своего движения с большей скоростью создает разрежение и всасывает воду из бака тендера, перемешиваясь с ней. В сопле 5 происходит конденсация пара. Образовавшаяся пароводяная смесь при проходе через расширяющийся конус сопла 6 резко теряет свою скорость как за счет увеличения поперечного сечения конуса сопла, так и за счет уменьшения объема пароводяной смеси при конденсации пара.

В результате снижения скорости пароводяной смеси повышается ее давление, необходимое для преодоления котлового давления воды на питательный клапан 7.

Инжектор В-250 устанавливают на лобовом листе топки паровоза, и он является вертикальным всасывающим прибором.

Подача инжектора В-250 до 15,6 т воды в 1 ч при давлении пара в котле паровоза 1,5 МПа и температуре воды в тендере 15°C.

В инжекторе (рис. 37 и 38) расположено центральное паровое сопло 13, конденсационно-водяное (смесительное) сопло 9 и нагнетательное сопло-диффузор 7, которые расположены в бронзовом корпусе 10 инжектора.

Вода к инжектору подводится по трубе из тендера (рис. 38, а). С помощью рукоятки 1, осуществляя небольшой подъем паровпускного закачивающего клапана 2, пар из пароразборной колонки поступает в пространство А и далее в кольцевое паровое сопло 11. В это время хвостовик паровпускного закачивающего клапана 2 прижат к центральному паровому соплу 13.

Пар при проходе в проточную часть инжектора из кольцевого сопла 11 создает разрежение в водяной камере Б. При этом в первый момент закачки (рис. 38, б) пар вместе с воздухом и первыми порциями воды выходит наружу через вестовой клапан 4 и вестовую трубу.

В результате создавшегося разрежения в водяной камере Б происходит всасывание воды по трубе из тендерного бака.

После всасывания инжектором воды и ее интенсивного поступления в вестовую трубу (рис. 38, в, второй момент закачки) необходимо увеличить подъем паровпускного закачивающего клапана 2, приподнимая рукоятку 1 инжектора полностью до отказа.

За счет поступления большого количества пара создается разрежение в смесительной камере инжектора. При этом происходит закрытие вестового клапана за счет давления атмосферного воздуха, на что указывает характерный щелчок клапана. В это время создаются условия для устойчивой работы инжектора (рис. 38, г — инжектор в работе).

Для предупреждения засорения сопел инжектора во время

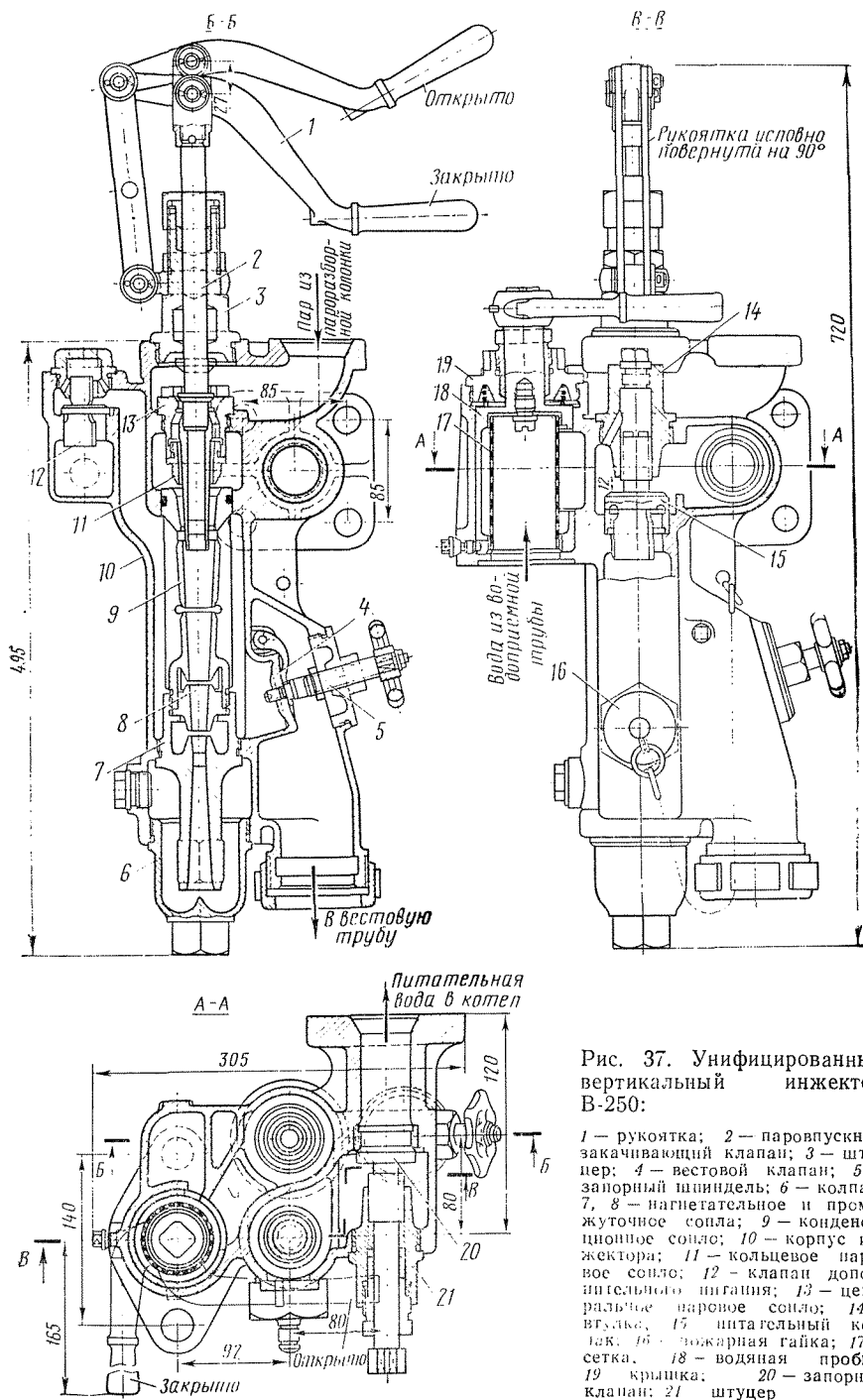
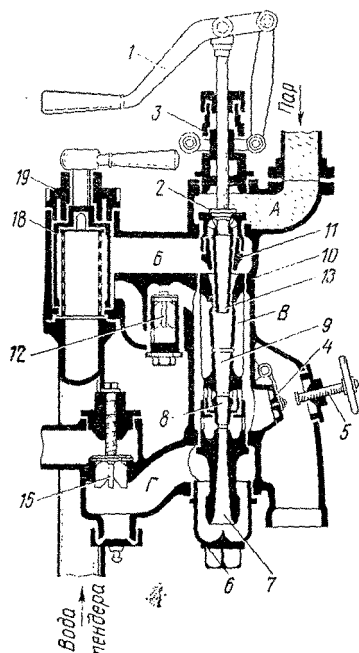


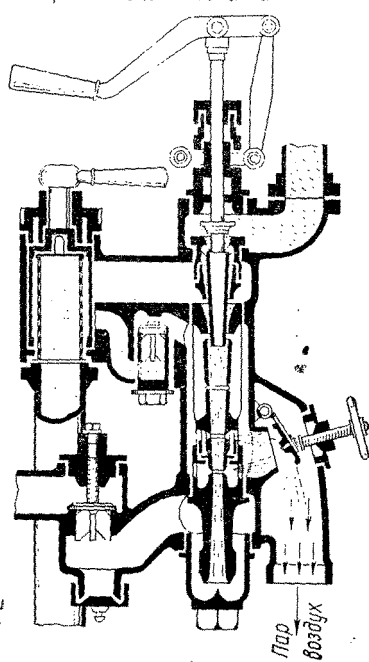
Рис. 37. Унифицированный вертикальный инжектор В-250:

1 — рукоятка; 2 — паровпускной закачивающий клапан; 3 — штуцер; 4 — вестовой клапан; 5 — запорный шииндель; 6 — колпак; 7, 8 — нагнетательное и промежуточное сошла; 9 — конденсационное сошла; 10 — корпус инжектора; 11 — кольцевое паровое сошла; 12 — клапан дополнительного нагнания; 13 — центральное паровое сошла; 14 — втулка; 15 — питаельный колпак; 16 — закарная гайка; 17 — сетка; 18 — водяная пробка; 19 — крышка; 20 — запорный клапан; 21 — штуцер

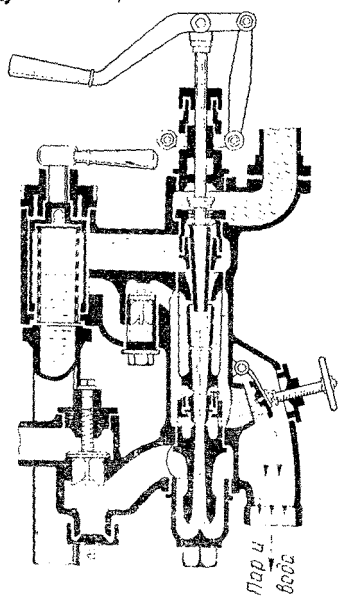
а) Инжектор перед пуском



б) Первый момент заправки



в) второй момент заправки



г) Инжектор в работе

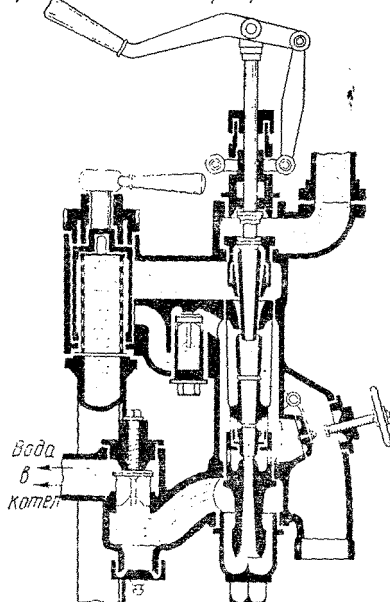


Рис. 38. Схема работы инжектора

поступления воды из тендерного бака по трубе в водяную камеру *Б* в инжекторе установлена сетка 17 (см. рис. 37) и водяная пробка 18. Пробка 18 открывает доступ воде в инжектор. При одном положении пробки 18 вода поступает только в водяную камеру *Б*, а при повороте пробки вода поступает как обычно в водяную камеру и через клапан дополнительного питания 12.

Корпус инжектора и детали его проточной части изготовлены из бронзы, что предотвращает их от коррозии.

Конструкция всасывающего инжектора острого пара В-250 не предусматривает устройства для регулирования его производительности. Поэтому при питании котла водой приходится периодически закачивать воду большими порциями. В то же время одновременная подача в котел паровоза большого количества холодной воды приводит к расстройству соединений котла.

Использование для питания паровозного котла предварительно нагретой воды инжектором острого пара не представляется возможным, так как в данном случае резко снижается скорость конденсации пара и не реализуется необходимое давление воды на питательный клапан.

К преимуществам всасывающего инжектора острого пара следует отнести простоту конструкции, надежность в работе, компактность, малую массу, удобство в управлении и доступность при ремонте.

От инжектора внутри котла идет питательная труба, диаметром 57 мм. Она имеет выходное отверстие в передней части котла. Поэтому питательная вода с температурой 60—65°C резко не охлаждает соединения котла в области топки, где стенки имеют наиболее высокую температуру. Питательные трубы к стенкам котла крепят скобами. Расположение питательных труб в паровозном котле показано на рис. 39.

§ 20. Внутрикотловая обработка воды

Вода из источников водоснабжения содержит минеральные соли, органические вещества или кислоты. Все эти примеси вызывают коррозию металла или откладываются в виде накипи на внутренних поверхностях паровозного котла. Если применять в качестве питательной воды конденсат, растопленный снег или дождевую воду, то такие явления не наблюдаются. Выпучины, волнистость огневой коробки, неисправности дымогарных и жаровых труб, течь по сварным швам, отложение накипи, коррозия, а также пенообразование чаще всего являются следствием плохого качества питательной воды. Качество воды, применяемой для питания паровозных котлов, зависит от геологической структуры района, в котором расположен источник водоснабжения.

Незначительное количество углекислоты в дождевой воде, которую она поглощает из атмосферы и верхних слоев почвы, увеличивает растворительную ее способность. Благодаря этому дож-

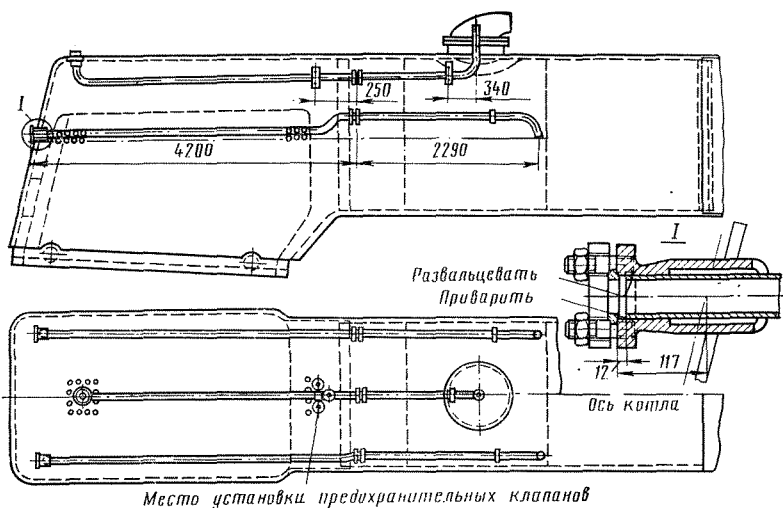


Рис. 39. Расположение питательных труб и трубы к пароразборной колонке на паровозе Л

девая вода растворяет минеральные вещества и твердые породы, через которые она просачивается.

Рассмотрим некоторые минеральные вещества, поглощенные водой, а также их действия после введения в паровой котел.

Карбонат кальция. Если в воде имеется углекислота, то эта соль остается в состоянии раствора, вода остается чистой, при кипячении углекислота улетучивается и из воды выпадает осадок — углекислая известь, которая выделяет свою углекислоту и возвращается в первоначальное состояние карбоната кальция. В связи с плохой растворимостью в воде он выпадает в виде белых кристаллов, в процессе кипения воды в котле большая часть этой соли образует накипь.

Углекислый магний. Если в воде имеются растворимый углекислый магний и бикарбонаты, то происходит процесс, подобный описанному.

Сернокислый кальций. Вода, проходя через пласты гипса (сернокислого кальция), растворяет его. Ввиду того что вода в паровом котле находится под давлением и нагрета до высокой температуры, гипс кристаллизуется и образует твердую накипь с гладкой поверхностью.

Сернокислый магний. Эта соль обладает высокой способностью к растворению и выделяется из воды в виде гидроокиси магния и серной кислоты. В результате чего образуется накипь, а серная кислота вызывает коррозию металла паровозного котла.

Хлористый магний. При наличии $MgCl_2$ в питательной воде происходит аналогичная реакция, только вместо серной кислоты образуется соляная.

Хлористый натрий. Это обыкновенная поваренная соль, на накинеобразование она не влияет, но если скопится в котле, особенно при наличии взвешенных частиц, то возможно образование пены. При этом наблюдается унос котловой воды в элементы пароперегревателя и паровые цилиндры.

Калийные соли по своему действию аналогичны хлористому натрию.

Кроме химических компонентов, которые образуются в результате воздействия воды с соприкасающимися различными веществами, в ней могут содержаться в различных количествах взвешенные вещества: ил, индустриальные и промышленные отходы и т. д.

Поэтому для определения пригодности источника водоснабжения к питанию котлов воду подвергают анализу в дорожной или деповской химико-технической лаборатории и устанавливают, какую обработку необходимо применить, т. е. определяют дозировку антинакипина.

Накипь представляет собой отвердевающие в воде и откладывающиеся на испарительной поверхности котла соединения, образующиеся в результате повышенной их концентрации, уменьшения растворительной способности котловой воды при высокой температуре, а также при химических реакциях. Образование накипи возможно также за счет грязи и осадков, цементирующихся на поверхности металла совместно с другими примесями.

Накипь является хорошим тепловым изолятором. При толщине слоя накипи 3 мм потери тепла составляют около 12%. Химический состав накипи в меньшей степени влияет на теплоизолирующие свойства, чем ее плотность и механическая структура.

Накипь сохраняет влажность, если она расположена на участках поверхности нагрева, омываемых несколько охлажденными отходящими газами, при малой паропроизводительности и если вода не нагрета до максимальной температуры. Однако при высокой паропроизводительности поры накипи станут сухими и в них будет содержаться высокоперегретый пар. Накипь превратится в отличный изолятор тепла, подобный по характеру действия изоляционному покрытию парорабочих труб. Скопление накипи в одном месте может вызвать перегрев листов огневой коробки до температуры, при которой они потеряют пластичность, в результате чего появится выпучина.

Коррозия — это разъедание паровозного котла в листах огневой коробки со стороны воды, в клепаных швах и вокруг связей. Если в воде растворено большое количество углекислоты и кислорода, то в местах образования пузырьков возникает точечная коррозия. Одной из главных причин образования коррозии является происходящий в котле электролитический или гальванический процесс. Если два разнородных предмета погрузить в раствор соли и соединить вместе, то происходит гальванический процесс, подобный совершающемуся в обычном электрическом элементе. Известно, что состав котельного железа и применяемой стали не однороден. Кусочки окаины, необработанная вырезанная связь могут образовать

один полюс, а котельная сталь — другой полюс. Вода, содержащая в любом количестве соль, образует токопроводящую среду. В паровозном котле имеется бронзовая арматура, медные прокладные кольца дымогарных и жаровых труб, а также ряд других металлических предметов, которые способствуют созданию электролитического процесса. Известно, что кислород является фактором, стимулирующим коррозию, так как водород, освобожденный электролизом воды или воздействием кислоты на металл, постоянно удаляется, а кислород остается. По этой причине процесс коррозии прогрессирует быстрее. Присутствие кислорода в питательной воде паровозного котла является основной причиной появления обычной и точечной коррозии. Необходимо поддерживать повышенную щелочность в пределах до 30% (в зависимости от котловой воды), и действие кислорода будет ограничено.

Пенообразование и бросание воды происходят в паровозном котле по разным причинам. Пена состоит из неразрушающихся пузырьков пара, образующихся на поверхности воды. Пузырьки быстро образуются и, скапливаясь, достигают места забора пара, т. е. парового колпака, и по принципу сифона выносятся через клапан регулятора, элементы пароперегревателя, золотники и поршни в атмосферу.

Бросание воды происходит при внезапном образовании пара на испаряющейся поверхности и является следствием внезапного или резкого открытия регулятора, а также работы паровозного котла при больших форсировках. Как правило, пенообразование возможно при увеличении котлового давления, что наблюдается на паровозах Е^в, ^м.

Применяя продувки паровозного котла, можно поддерживать низкую концентрацию растворенных в воде солей. Следовательно, продувку котла необходимо производить согласно рекомендациям, которые дает химико-техническая лаборатория депо, так как этот процесс связан с потерей тепла и, следовательно, топлива. Продувка котла является наиболее целесообразным методом борьбы с пенообразованием.

Имеется несколько способов обработки воды, предназначенной для питания котла, например, водоумягчением до подачи в котел, внутри котла и др.

Водоумягчение — предварительная химическая обработка воды до поступления ее в паровозный котел. Для этого воду из источника закачивают в баки, куда вводят химические реагенты. После того как всевозможные примеси осадут, умягченную воду перекачивают в питательные баки и заливают в тендер паровоза.

Внутрикотловая обработка воды является наиболее распространенным методом умягчения и очистки питательной воды. Для этого применяют специальные химические вещества — антинакипины. Составными частями антинакипинов являются щелочи, фосфаты и органические коллоиды.

Из щелочей применяют: каустическую соду в твердом или жидком виде, кальцинированную соду, едкий калий и поташ; из фос-

фатов: тринатрийфосфат и динатрийфосфат; из коллоидов: дубовый экстракт и сульфитцеллюлозные щелоки. В зависимости от жесткости питательных вод и их коррозионных свойств для каждого депо лабораторией устанавливают дозировку вводимых в котел антинакипинов, т. е. количество их составных частей в граммах на 1 т набираемой паровозом воды. Имеющиеся в котловой воде соли жесткости под действием антинакипина выпадают в осадок в виде шлама, который необходимо удалять из котла продувками или промывкой его. Только при условии выполнения двух непременных условий — правильного питания котла антинакипинами и достаточного количества продувок паровозного котла — гарантируется получение необходимых результатов от применения антинакипинов.

Для борьбы с пенообразованием и уносом котловой воды, где для питания паровозных котлов применяется вода с большим содержанием или наличием природной щелочности, применяют химический пеногаситель. Это тонкоизмельченный порошок органического вещества диамида, который изготавливается путем химического взаимодействия стеорина с гексаметилендиаминном.

Чтобы поддержать в паровозном котле необходимый уровень воды и должное количество пара при наиболее высокой форсировке, применяют химический пеногаситель, который вводится в паровозный котел специальным прибором, состоящим из воронки с крышкой и крана с ручкой, установленным на пробке всасывающего клапана инжектора.

Необходимое количество пеногасителя растворяют в 0,15—0,2 л воды и вливают в воронку. Во время работы инжектора открывают кран на приборе, и раствор пеногасителя вводится в инжектор, там он смешивается с питательной водой и нагнетается в паровозный котел.

Механические минеральные примеси — глина и песок — осаждаются в виде грязи в нижней части котла. Другие примеси, способствующие пенообразованию и взвешенной в воде мути, остаются в верхнем слое воды.

Содержание солей в воде определяет ее жесткость, которая бывает временная и постоянная.

Двууглекислые соли магния и кальция составляют временную жесткость, которая устранима при нагревании воды до 100°C, так как эти соли выпадают в осадок. Остальные кальцевые и магниевые соли, которые не выпадают в осадок при нагревании воды, составляют постоянную жесткость.

Временная и постоянная жесткости составляют общую жесткость воды.

Жесткость воды определяется содержанием 10 г окиси кальция (CaO) в 1 м³ воды, или 0,01 г в 1 л воды, что соответствует одному градусу.

Щелочность котловой воды характеризует степень использования антинакипинов на 1 т испаряемой котлом воды.

АРМАТУРА ПАРОВОЗНОГО КОТЛА. ПАРОПРОВОД И ПРИБОРЫ КОТЛА

§ 21. Контрольные приборы и устройства

Арматуру котла составляют измерительные приборы (манометры, контрольные пробки, предохранительные клапаны и устройства для обслуживания котла: инжектор, пароразборная колонка, спускные краны, свисток для подачи сигнала, промывательные люки и люки-пробки, вентили или водяная колонка для заливки шлака и смачивания топлива. В основном арматура находится на лобовом листе кожуха топки в будке машиниста, а некоторая

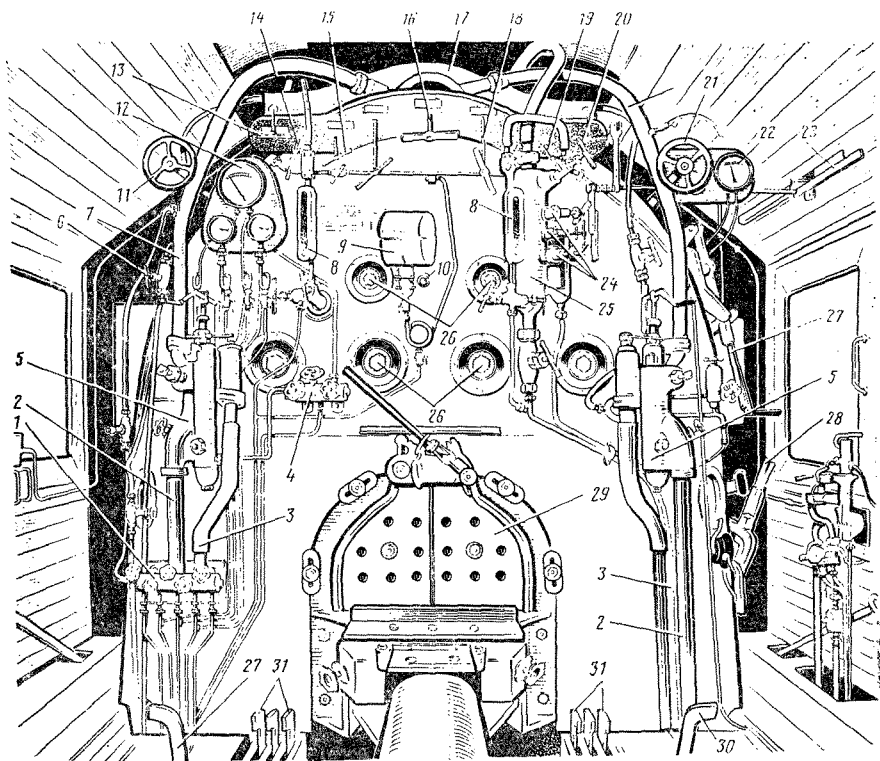


Рис. 40. Расположение арматуры в будке паровоза:

1 — паровая колонка углеподатчика; 2, 3 — вестовая и водоприемная трубы; 4 — водяная колонка; 5 — инжекторы; 6 — вентиль углеподатчика; 7 — паровая труба инжектора; 8 — водомерное стекло; 9, 12, 22 — манометры: котловой, углеподатчика, тормозной; 10 — указатель «Небо топки»; 11 — вентиль к сифону; 13, 14 — вентили: к углеподатчику и к шлакоувлажнителю; 15, 16 — вентили к турбогенератору и запорный; 17 — пароразборная колонка; 18, 19, 20, 21 — вентили: к инжектору, прогрева пресс-маселки, к ресерву, к тормозному насосу; 23, 30, 31 — приводы: свистка, боковых клапанов засылки, колосников; 24 — водопробные краны; 25 — водоуказательная колонка; 26 — люки-пробки; 27 — регулятор; 28 — рычаг реверса; 29 — топочные дверцы

часть — на кожухе топки и цилиндрической части котла (рис. 40).

Для определения давления пара на паровозных котлах установлены *манометры*, принцип действия которых основан на упругой деформации изогнутой в виде кольца плоской или овальной трубки (рис. 41). Один конец трубки *3* впаян в штуцер *б*, к которому подведена паровая трубка от котла. Второй, свободный конец трубки соединен с указательной стрелкой через передаточный механизм — тягу *5*, зубчатый сектор *1*, который находится в постоянном зацеплении с шестеренкой, имеющей общую ось со стрелкой прибора и указывающей на шкале манометра давление. В целях предупреждения вибрации указательной стрелки при движении паровоза ее соединяют со спиральным пружинным волоском, который стремится отклонить стрелку в обратном направлении.

Пружинная трубка *3* манометра сообщается с паровым пространством котла через паровую трубочку, которая изгибается, образуя сифонное кольцо, где скапливается конденсат пара. В нижней части сифонного кольца имеется пробковый краник для спуска конденсата. Между манометром и сифонной трубкой устанавливается трехходовой кран. Трубка *3* предохраняет манометр от перегрева.

Для удобства наблюдения за показаниями манометра со стороны машиниста и его помощника манометр делают с двумя циферблатами (т. е. двусторонним), которые в темное время суток освещаются. На циферблате манометра нанесена красная черта, показывающая допустимое рабочее давление в котле.

Один раз в год манометры разбирают, ремонтируют и пломбируют. Кроме того, не реже 1 раза в шесть месяцев манометры подвергают проверке контрольным манометром.

Манометры с просроченным сроком проверки, разбитым стеклом, без пломбы, а также со стрелкой, не возвращающейся в нулевое положение, использовать не разрешается.

Водомерное стекло паровозного котла состоит из плоского корпуса, в который вставлено на прокладках небьющееся плоское стекло, укрепленное к корпусу рамкой с помощью болтов.

Водомерные стекла устанавливают на лобовом листе кожуха в будке машиниста. Верхняя часть стекла соединена с запорным паровым вентилем, установленным на потолке кожуха топки, который сообщает полость стекла с паровым объемом котла. Снизу стекло соединено с нижним запорным вентилем, находящимся на

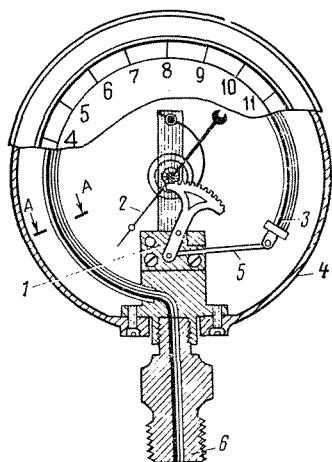


Рис. 41. Манометр:

1 — зубчатый сектор; 2 — стрелка прибора; 3 — трубка; 4 — корпус манометра; 5 — тяга; 6 — штуцер

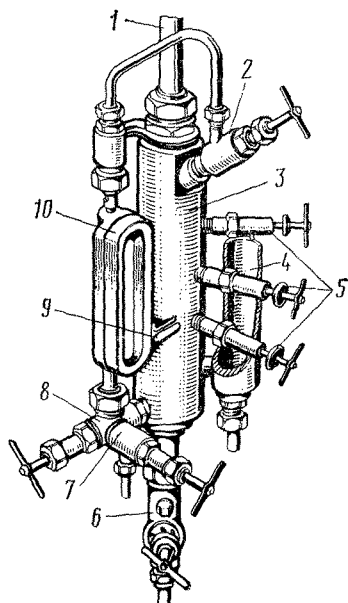


Рис. 42. Водомерные приборы:

1 — трубка; 2, 6, 7, 8 — вентили; 3 — колонка; 4 — воронка; 5 — водопробные краны; 9 — указатель низшего уровня воды в котле; 10 — водомерное стекло

Вентиль водоуказательного стекла, ввернутый в бонку корпуса колонки, соединен с трубкой. В корпусе вентиля предусмотрено два клапана: для продувки стекла и для его выключения. У продувочного клапана сделан отвод для спуска воды в воронку. *Водопробные краны* 5 (см. рис. 42), ввернутые на резьбе в корпус водоуспокоительной колонки, состоят из стального корпуса и клапана, ввернутого в корпус краника. Водопробные краны на паровозах Э расположены на лобовом листе топки на расстоянии 70 мм один от другого по высоте (рис. 43). Нижний кран находится на высоте низшего допускаемого уровня воды в котле, верхний — на высоте проектного наивысшего уровня воды — на предельной грани между паровым и водяным пространством котла, а средний — посредине между верхним и нижним кранами. Водопробными кранами пользуются в случаях порчи водоуказательного стекла и проверки его показаний.

Водоуспокоительную колонку 3 (см. рис. 42) размещают с правой стороны лобового листа, где помещают правое водоуказательное стекло и водопробные краны. Водомерное стекло на водоуспокоительной колонке устанавливается в такое положение, при котором низший уровень воды просматривается на 4 мм выше нижней кромки самого стекла.

Применение водоуспокоительной колонки связано с тем, что

лобовой стенке котла и сообщающим стеклом с водяным объемом котла.

Вторым прибором указания уровня воды в котле служат три водопробных крана.

Около левого водоуказательного стекла к котлу укрепляется указатель нижнего уровня воды в котле, расположенный выше потолка топки на 110 мм. Острие указателя расположено на 20 мм выше нижней кромки выреза в переднем щитке водоуказательного стекла.

В верхней и нижней частях толсто-стенного корпуса водоуспокоительной колонки (рис. 42) сделаны два отверстия для постановки кранов (вентилей) водоуказательного стекла. В средней части колонки сделано три отверстия для постановки водопробных кранов. На верхний фланец колонки навинчивается накидная гайка, которая притягивает циппель медной паровой трубки, а нижний фланец служит для присоединения продувочного вентиля, имеющего внизу клапан для продувки водоуспокоительной колонки. Верхний

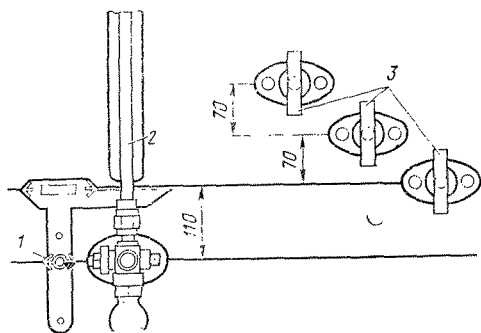


Рис. 43. Схема расположения на лобовом листе топки водопробных кранов и указателей нижнего уровня воды:

1 — указатель нижнего уровня воды и потолка топки; 2 — водоуказательное стекло; 3 — водопробные краны

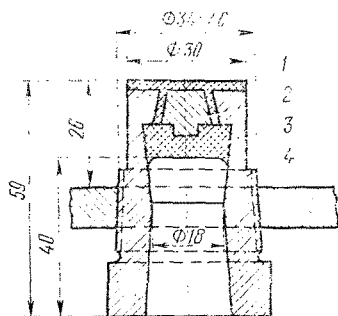


Рис. 44. Контрольная пробка:

1 — наплавка; 2 — вставка; 3 — заливка; 4 — корпус

водомерное стекло, укрепленное непосредственно на лобовом листе кожуха топки, показывает обычно завышенный уровень по причине местного подъема воды от действия циркуляционных труб. Одновременно водомерное стекло на колонке лучше просматривается и позволяет удобно разместить водопробные краны.

Контрольные пробки предназначены для сигнализации паровозной бригаде о понижении уровня воды в котле ниже предельного допустимого и начинающемся обнажении от воды потолка огневой коробки. В передней и задней частях потолка огневой коробки паровозного котла должно быть поставлено по одной контрольной пробке. На паровозах Л с большой огневой коробкой установлено три контрольные пробки.

Контрольные пробки (рис. 44) изготавливают по чертежам МПС стальными со вставками, залитыми легкоплавким сплавом с выходом над потолком огневой коробки на 32^{+3} мм. Сверху пробка заполняется сплавом, состоящим из 90% свинца и 10% олова. Сквозное отверстие пробки заполняется этим сплавом до половины высоты, т. е. до начала спускного расширяющегося книзу отверстия. Легкоплавкие контрольные пробки расплавляются в случае, когда уровень воды в котле понизится ниже предельно допустимого и ниже верхнего торца пробки. Легкоплавкий сплав расплавится и под давлением пара стальная вставка выбросится в топку. При этом пар из котла через отверстие, образовавшееся в пробке, с шумом устремится в топку и оповестит паровозную бригаду о снижении уровня воды. Встречаются случаи течи предохранительных пробок по резьбе в потолке.

К перезаливке допускаются пробки при хорошем состоянии резьбы и незабитых гребнях хвостовика пробки под ключ. После заливки пробки подвергают гидравлическому испытанию в течение 3 мин давлением, равным рабочему давлению плюс 0,5 МПа.

Контрольную пробку, перезалитую и подвергнутую испытанию,

клеят по верхней торцовой поверхности на площади кольца, расположенного между вставкой и наружным краем пробки.

На верхней поверхности заливки пробки делается клеймо, обозначающее номер паровоза, дату заливки (число, месяц) и наименование депо. Ввертывание пробки в отверстие потолка огневой коробки топки производится так, чтобы была обеспечена требуемая плотность соединения и пробка не могла дать течь по резьбе.

Корпус пробки, изготовленный из стали Ст3 или Ст2, обеспечивает продолжительный срок ее службы.

В случае выплавления контрольной пробки, если не принять срочные меры, может произойти полное оголение потолка огневой коробки топки и взрыв котла. Поэтому следует предпринять решительные действия и немедленно включить в работу оба инжектора, закрыть регулятор и сифон, забросать мокрым углем топку и потушить огонь, снизить давление пара в котле до нуля. В случае обнаружения незначительной течи пробки по резьбе или отслоения легкоплавкого сплава следует погасить огонь в топке и заменить неисправную пробку.

Предохранительные клапаны предназначены выпускать излишек пара при превышении давления пара в паровозном котле сверх предельного, отмеченного красной чертой на шкале манометра и обозначенного на металлической (паспортной) табличке, прикрепляемой к лобовому листу котла.

Превышение предельного давления в котле ведет к расстройству креплений котла и при неисправных предохранительных клапанах угрожает взрыву котла. Поэтому для обеспечения гарантии на паровозных котлах должно быть не менее двух предохранительных клапанов, независимых в своем действии друг от друга, с приспособлениями, не допускающими изменения нагрузки на клапан после того, как клапан проверен и запломбирован.

Регулировка предохранительных клапанов производится на несколько отличные одно от другого давления, чтобы избежать выпуска сразу большого количества пара.

Предохранительные клапаны паровозных котлов не реже 1 раза в три месяца подлежат осмотру с проверкой и регулировкой нагрузки. Нагрузка предохранительных клапанов должна быть согласно Правилам надзора за паровыми котлами отрегулирована у паровозного котла: первого клапана на 0,02 МПа, второго и третьего на 0,04 МПа выше разрешенного рабочего давления.

В передней части потолка кожуха топки паровозов Л на усиливающей накладке установлены три по конструкции одинаковых унифицированных предохранительных клапана (рис. 45).

Клапаны регулируют: первый на давление 1,42 МПа и два других на давление 1,44 МПа. Клапан имеет штуцер 12, в котором установлено седло 11 с притирочной поверхностью для посадки клапана 8. На седло навинчено регулировочное кольцо 9. На штуцер 12 навернут стальной литой корпус 10, в котором имеется пружина 5.

Корпус служит направлением для клапана. Пружина установлена между двумя опорными шайбами 6; давление на клапан и нажимной винт 4 передается через шарики 7. Нажимной винт 4, ввернутый в корпус, служит для регулировки силы нажатия пружины. В седле 11 сделано отверстие для прохода пара. После подъема клапана пар выходит в атмосферу через отверстия в корпусе. Предохранительный клапан котла действует следующим образом. Отверстие диаметром 36 мм в седле 11, через которое может выходить пар из котла, закрыто клапаном 8, прижимаемым пружиной 5. Давление пружины на клапан рассчитано так, чтобы при нормальном котловом давлении клапан был прижат к седлу и пар не мог выйти из котла. Если же давление в котле повысится и преодолет усилие пружины, клапан приподнимется и выпустит некоторое количество пара в атмосферу.

В результате работы предохранительного клапана его притирочные поверхности изнашиваются, а пружина клапана теряет свои упругие свойства. Поэтому предохранительные клапаны котла периодически осматривают и подвергают испытаниям.

Для осмотра и испытания клапан снимают с места установки на котле в следующем порядке: первоначально снимают пломбу, затем вывертывают стопорный винт регулирующего кольца, выворачивают нажимной винт, чтобы безопасно освободить пружину клапана от нагрузки, отвертывают корпус клапана и затем разбирают остальные детали.

При наличии на притирочной поверхности клапана и седла вмятин их устраняют притиркой. Дефекты более значительного повреждения — забоины и глубокие вмятины — устраняют путем обработки на станках с последующей притиркой деталей клапана. При потере упругости или поломке пружины ее заменяют.

Клапан испытывают на стенде гидравлическим давлением. Гидравлическое испытание предохранительных клапанов паровозного котла, а также проверка пружины клапана согласно Правилам надзора производится с соблюдением следующих требований:

а) клапан считается выдержавшим гидравлические испытания на

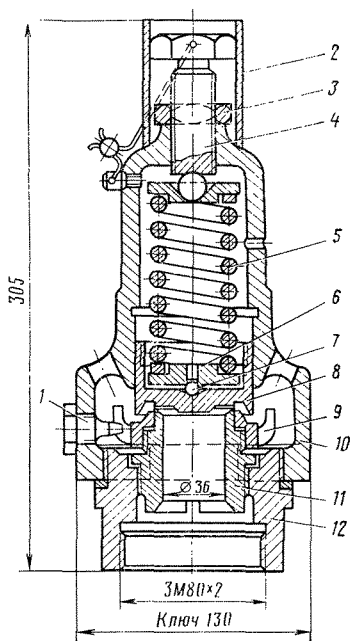


Рис. 45. Предохранительный клапан:

1 — установочный винт; 2 — втулка; 3 — гайка; 4 — нажимной винт; 5 — пружина; 6 — опорные шайбы; 7 — шарики; 8 — клапан; 9 — регулировочное кольцо; 10 — корпус; 11 — седло; 12 — штуцер

прочность и плотность, если в течение 3 мин при постоянном давлении (рабочее плюс 0,5 МПа) не обнаружены просачивание воды и потение через стенки и детали клапана и других дефектов; б) пружина унифицированного предохранительного клапана паровозного котла считается проверенной, если при испытании на стенде под грузом 655 кг прогиб ее составит 25 мм.

После гидравлических испытаний проводятся испытания клапана на пар и предварительную регулировку нажатия пружины, так чтобы клапан открывался при давлении 1,40 МПа. Окончательно регулируют на горячем паровозе. Для четкого открытия и посадки клапана на место его устанавливают с помощью регулировочного кольца 9, которое фиксируется винтом 1.

Корпус предохранительного клапана изготовлен путем отливки из стали, штуцера — из стали Ст3, опорные шайбы и регулировочный болт — из нержавеющей стали, регулировочное кольцо из бронзы ОЦС 3-12-5, пружина — из проволоки диаметром 10 мм. Клапан и его седло подвергают термообработке.

Паровозный свисток (рис. 46) предназначен для подачи звуковых сигналов. Свисток на паровозах размещается на одном из баббанов котла, кожуха топки или на сухопарнике на специальной подставке.

Свисток состоит из корпуса 2, клапана 3 и колпака 1. Корпус свистка отлит из чугуна и укреплен с помощью шпилек к фланцу подставки. На верхнюю часть корпуса навинчивается чугунный колпак, в котором образовано пять отдельно друг от друга камер. В корпус поставлен бронзовый клапан 3 с прямоугольным отверстием для рычага привода. Свисток может быть приведен в действие как ручным, так и пневматическим приводом.

Клапан 3 прижимается к седлу корпуса давлением пара. Ход клапана 9,5—10 мм. При открытии приводом клапана 3 пар из котла поступает в камеры колокола, откуда по наклонным отверстиям направляется в камеру, образованную стенками корпуса и колпака. Из этой камеры пар сквозь щелевое круговое отверстие размером 1,5—1,7 мм выходит наружу в атмосферу.

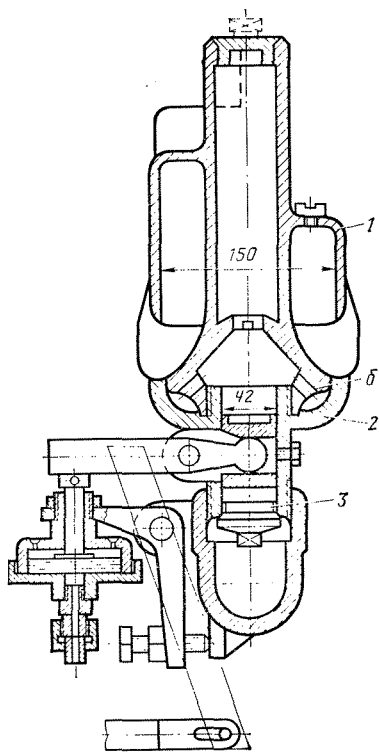


Рис. 46. Паровозный свисток:
1 — колпак, 2 — корпус; 3 — клапан

ствия с большой скоростью струя пара, ударяясь о кромку колокола, создает звук.

Звучание происходит от вибрации металлических стенок полого цилиндра свистка, которые при ударе о них паровой струи создают звуковые волны; сила звучания зависит от диаметра полого цилиндра, а тон — от металла и толщины стенок цилиндра.

Установленный на паровозе Л унифицированный свисток создает звук с пятью тонами по числу отдельных камер чугунного колпака.

§ 22. Прочие устройства для обслуживания котла

Для удаления шлама и спуска воды из котла при промывке, ремонте и эксплуатации паровоза используют спускные краны. На паровозах установлено от 4 до 6 спускных кранов: по два крана (спереди и сзади) на боковых стенках кожуха топки у топочной рамы, один кран на ухватном листе и один внизу на первом барабане цилиндрической части котла.

Спускной кран (рис. 47) имеет литой корпус 1 со стальной крышкой 7, которая крепится к корпусу семью болтами. Для крепления к котлу корпус имеет фланец. Для продувки котла в корпусе и крышке имеется отверстие диаметром 45 мм, закрытое заслон-

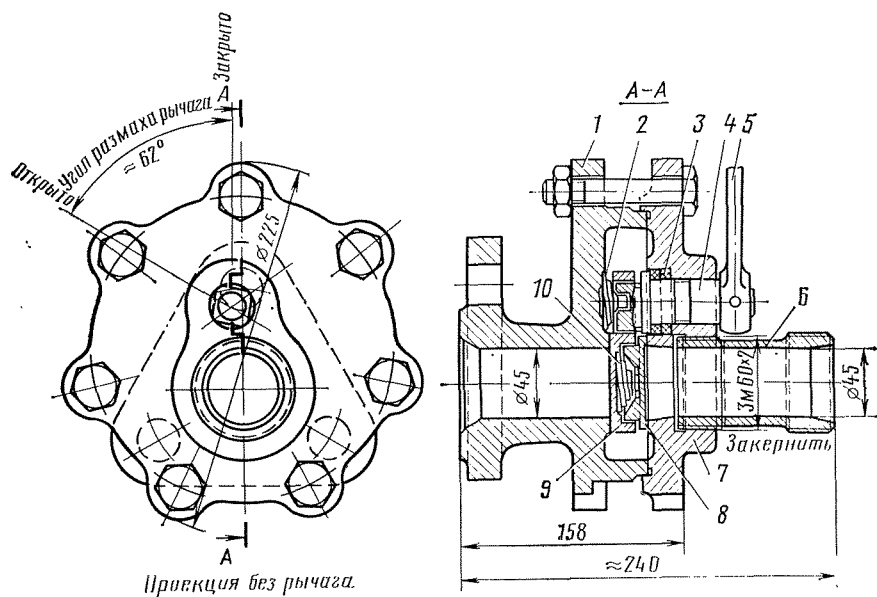


Рис. 47. Спускной кран котла:

1 — корпус; 2, 10 — пружины; 3 — сальник; 4 — стержень; 5 — рычаг; 6 — штуцер; 7 — крышка; 8 — заслонка; 9 — рычаг заслонки

кой 8. Внутри крана помещен рычаг 5 заслонки. Между заслонкой и рычагом имеется распорная пружина 2, которая прижимает заслонку к крышке корпуса. Таким образом закрыто проходное отверстие в корпусе и крышке. В верхнюю часть рычага 9 заслонки вставлен стержень 4, пропущенный через отверстие в крышке 7. На стержень надета рукоятка привода крана. В крышку 7 для присоединения трубы или рукава ввернут переходной штуцер 6.

Для продувки котла на ходу паровоза краны имеют приводы. Приводы продувочных кранов правой стороны топки и заднего крана выведены в будку машиниста, а привод переднего крана левой стороны и крана, установленного на цилиндрической части котла, — на площадку.

Для спуска пара из котла и циркуляции воды при расхолаживании паровоза перед теплой промывкой в передней части котла установлен кран теплой промывки. Корпус крана изготовлен из стали и имеет крестообразную форму с расположенными друг против друга четырьмя отверстиями. Нижнее отверстие диаметром 50 мм соединено фланцем с паровым пространством котла. Два боковых отверстия диаметром 45 мм предназначены для присоединения гибких шлангов. Верхнее отверстие имеет штуцер с сальником.

Пароразборная колонка. Отбор пара на вспомогательные нужды паровоза (для машины углеподатчика, турбогенератора, сифона, водоподогревателя, инжектора, прогрева, отопления будки и т. д.) производится от пароразборной колонки, которая крепится к потолку кожуха топki в будке машиниста.

Пар к пароразборной колонке подводится из верхней части парового колпака по специальной трубе, расположенной внутри котла.

Корпус пароразборной колонки отлит из стали и представляет собой коробку с двумя фланцами, один из которых служит для постановки общего запорного клапана. По бокам от общего запорного клапана расположены отростки для постановки вентилей, обслуживающих паропроводы вспомогательного оборудования.

В центральной части пароразборной колонки имеется запорный клапан, с помощью которого разобщается с котлом камера колонки на случай ремонта того или другого вентиля на горячем паровозе. Запорный клапан (рис. 48) состоит из шпинделя 1 диаметром 23 мм, на конце которого гайкой 2 укреплен бронзовый клапан 5. Между гайкой и клапаном установлена стальная пластинка (в качестве замка). Хвостовик клапана входит в направляющий штуцер 7. Шпиндель 1 клапана уплотняется сальником 10, который расположен в крышке 11, привернутой к корпусу 6 пароразборной колонки 6 шестью шпильками 8. Между крышкой и корпусом колонки имеется уплотнение, выполненное медным прокладным кольцом 12. Посадка запорного клапана производится на бронзовое седло 4. Ход клапана 19 мм обеспечивает необходимый проход пара. Вправо от главного запорного клапана установлены вентили правого инжектора, смазки цилиндра паровой машины и

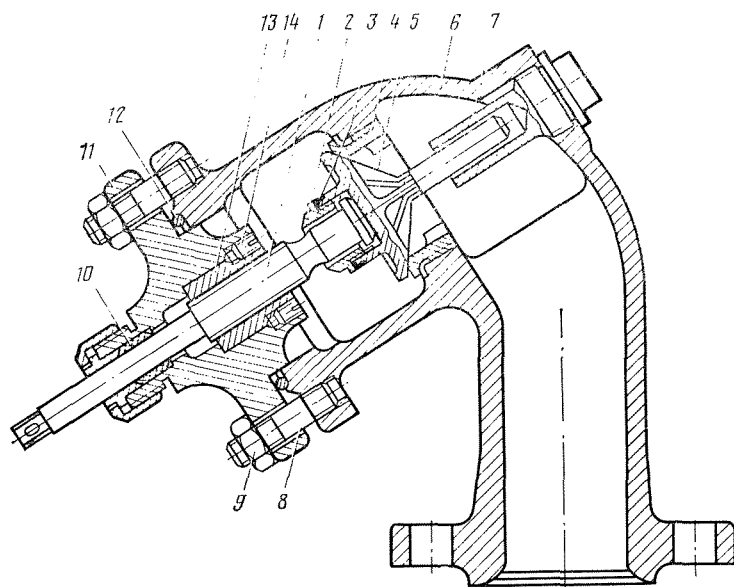


Рис. 48. Общий запорный клапан пароразборной колонки:

1 — шпindelъ; 2 — гайка; 3 — стальная пластинка; 4 — сменное седло; 5 — клапан; 6 — корпус пароразборной колонки; 7 — направляющий штуцер; 8 — шпилька; 9 — гайка; 10 — сальник; 11 — крышка; 12 — прокладное кольцо; 13 — сменная гайка; 14 — стопорный винт

прогрева смазки; влево — последовательно расположены вентили левого инжектора, турбогенератора и отопления будки машиниста.

С торцов пароразборной колонки имеются два отверстия для постановки штуцеров, в которые ввернуты с левой стороны вентили машины углеподатчика. Все вентили и штуцеры установлены на конической трубной резьбе. Вентили вспомогательного оборудования имеют одинаковую конструкцию, но различные размеры деталей в зависимости от назначения и расхода пара прибором, который они обслуживают.

Вентили (рис. 49) турбогенератора и для смазки цилиндров состоят из стального корпуса 1 с конической трубной резьбой на конце. В торцовую часть корпуса ввернут штуцер 4, в который входит шпindelъ 2 из нержавеющей стали. Головка шпинделя упирается в латунный клапан 5, на который навернут обратный клапан 7 с пластинчатой шайбой 6. Уплотнение шпинделя достигается сальником 3 с асбестовой набивкой. Ход клапана 4,0—10,5 мм ограничивается обратным клапаном.

Вентили оборудованы удлиненными стержнями, на концы которых надеты штампованные стальные, хромированные рукоятки.

У паровоза Л установлена пароразборная колонка насыщенного пара, которая служит для питания вспомогательных приборов и агрегатов паровоза, работающих насыщенным паром. Распо-

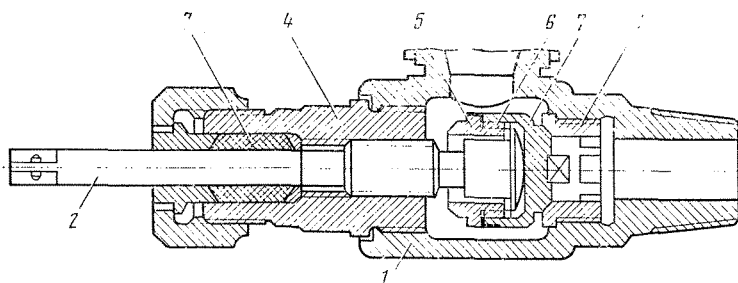


Рис. 49. Вентиль:

1 — корпус; 2 — шпилька; 3 — сальник; 4 — штуцер; 5 — клапан; 6 — шайба;
7 — обратный клапан; 8 — седло

жена она снаружи будки машиниста над топкой. Пар из сухопарного клапана подводится к колонке по трубе диаметром 101/108 мм, проходящей снаружи котла, так как невозможно проложить трубы большого диаметра между топочными связями.

Люк-лаз, люки и люки-пробки установлены на кожухе топки и цилиндрической части котла для осмотра его внутренних частей, а также для промывки и очистки от накипи и шлама. Количество люков и люков-пробок достигает 40—50 на паровозе с большим котлом. Фланец люка-лаза паровоза Л представляет собой массивное кольцо, которое обработано с одной стороны по образующей барабана котла, к которому оно приваривается, а с другой стороны имеет притирочную кольцевую поверхность с наружным диаметром 420 мм. Фланец люка имеет 18 отверстий под шпильки М24×3, которыми совместно с нижним кольцом уплотняется крышка люка.

На потолочном листе кожуха топки этого паровоза размещены семь люков-пробок с внутренним диаметром 76 мм, из которых три на правой стороне и четыре на левой. Расположены люки-пробки на обеих сторонах в шахматном порядке, что позволяет обслуживать весь потолок огневой коробки.

На боковых стенках кожуха установлены по два люка-пробки диаметром 50 мм, из которых один — в верхней части стенки и другой — внизу у топочной рамы. На лобовом листе кожуха топки с торца и в углах смонтировано еще 10 люков-пробок. Два люка-пробки диаметром 50 мм расположены над потолком огневой коробки, четыре люка-пробки диаметром 76 мм — против кипятильных труб, по два диаметром 76 мм — на загибе лобового листа в средней его части и у топочной рамы.

На ухватном листе имеется 10 люков-пробок, из них четыре диаметром 76 мм установлены против кипятильных труб, два диаметром 76 мм — на загибах листа в средней его части и два диаметром 76 мм — для осмотра трубной решетки. У горловины установлены два люка-пробки, оси втулок которых идут параллельно боковым стенкам огневой коробки, что обеспечивает прямой просмотр боковых стенок топки. Два люка-пробки размещены на пе-

реднем барабане цилиндрической части котла, один из которых — справа у нижней части, а второй — слева в верхней части барабана котла. Каждый люк-пробка одинарный (рис. 50) состоит из втулки 3, приваренной к кожуху топки или цилиндрической части котла, крышки 2 и прокладного кольца 1 из бронзы.

Материалом для изготовления втулок и крышек люков-пробок на паровозах этой серии использована сталь марки Ст3.

Для увеличения угла прямого просмотра у втулок со стороны воды сделаны скосы. Для уплотнения применяют паронитовые прокладки толщиной 2—3 мм, опорные поверхности которых перед постановкой смазывают пастой из порошка графита и цилиндрического масла. Более толстые прокладки применять запрещается, так как это уменьшает рабочую длину резьбы соединения крышки и втулки.

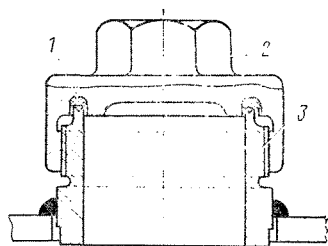


Рис. 50. Люк-пробка:

1 — прокладное кольцо; 2 — крышка; 3 — втулка

§ 23. Уход за арматурой котла

Под воздействием воды и пара внутренние части инжекторов и насосов постепенно изнашиваются. Наибольшему износу подвержено водяное сопло инжектора, где скорость воды быстро падает, а давление на его стенки быстро возрастает. Процесс износа деталей этих питательных приборов увеличивается при наличии в питательной воде взвешенных частиц и солей, которые вызывают механический и химический износы. Кроме того, отложение накипи на внутренней поверхности инжектора уменьшает сечение сопел и снижает его производительность. Нарушение нормальной работы инжектора устраняется при осмотрах и ремонтах. При осмотре инжектор не отнимают от котла и производят только мелкий ремонт: притирку клапанов, укрепление рукоятки заканчивающего и вестового клапана и др. В случае неисправности инжектор снимают с паровоза и ремонтируют его сопла, клапаны, трубы и другие детали.

После ремонта инжекторы испытывают на специальной испытательной станции или непосредственно на паровозе. В этих случаях определяется его производительность и критическое состояние, т. е. проверяется режим работы инжектора при пониженном давлении пара в котле. Бесперебойная работа инжектора и насосов в значительной степени зависит от технически грамотного ухода за ними, который сводится к надзору за режимом работы этих приборов и при необходимости подтягиванию и креплению соединений и сальников.

Вентили, краны и клапаны арматуры котла должны свободно

открываться и закрываться, а их сальники не должны иметь пропуска пара. При больших неплотностях, когда имеют место случаи просачивания воды или парение, вызванное повреждением набивочного материала, его заменяют. При этом в полость между шпинделем и телом сальника закладывают кольцообразный виток из асбестового шнура, пропитанного минеральным маслом. Плотность набивки сальника должна допускать легкое вращение шпинделя, а по высоте быть такой, чтобы грундбукса входила в свое гнездо на $\frac{1}{3}$ рабочей высоты.

Пропуск пара в вентилях может также быть вызван неплотной посадкой клапана на седло. Устранение этой неисправности в клапанах достигается притиркой клапана к седлу. В качестве притирочного материала используется паста ГОИ, которая наносится равномерно на притираемую поверхность. После этого клапан опускают на седло, поворачивают в обе стороны и слегка нажимают. По наличию равномерного опорного пояса по всей окружности клапана и седла определяется качество притирки.

Гидравлическое испытание арматуры котла заключается в проверке ее после ремонта на предмет течи в местах уплотнения, в резьбовых соединениях и в местах сварки.

§ 24. Схема паропровода паровоза

Паропровод служит для подвода пара из котла в паровую машину паровоза и отвода отработавшего пара из цилиндров в конус. Паропровод состоит из паровпускных, паровыпускных и регуляторных труб, изготовленных из стали 10 в бесшовном исполнении. Соединение труб выполнено на прокладных кольцах из чугуна СЧ15-32 или из сталей Ст3 и Ст2.

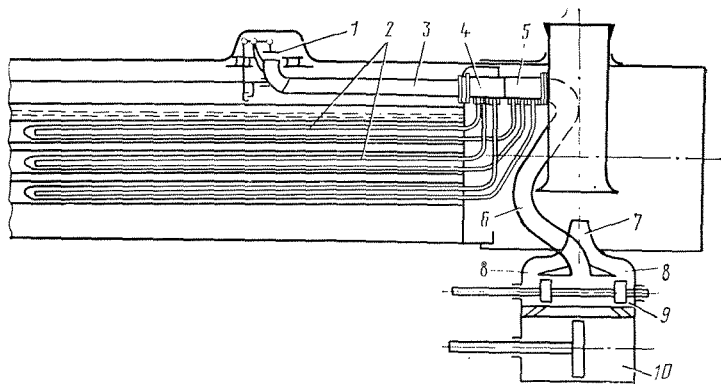


Рис. 5а. Схема паропровода из котла в паровую машину паровоза:

1 — регуляторный клапан; 2 — элементы пароперегревателя; 3 — регуляторная труба; 4 — камера насыщенного пара; 5 — камера перегретого пара; 6, 8 — паровпускные и паровыпускные трубы; 7 — конус; 9 — золотниковая камера; 10 — цилиндр паровой машины

Пар из парового пространства котла через паросушитель проходит в паровой колпак. В паросушителе пар освобождается от избыточной влаги, что повышает качество перегрева пара.

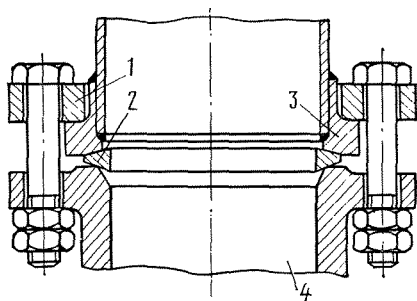


Рис. 52. Соединение паровпускной трубы:

1 — фланец; 2 — прокладное кольцо; 3 — приварное кольцо; 4 — труба

Из парового колпака (рис. 51) через открытый регуляторный клапан 1 по регуляторной трубе 3 и камеру насыщенного пара 4 коробки пароперегревателя пар проходит в элементы пароперегревателя 2 и перегревается. Перегретый пар возвращается в камеру 5 перегретого пара коробки пароперегревателя. Из коробки пароперегревателя перегретый пар по двум парорабочим трубам (паровпускным) 6 идет в золотниковые камеры 9 и затем в цилиндры паровой машины 10. Отработавший пар из цилиндров паровой машины 10 по паровыпускным трубам 8 направляется в конус 7 и через дымовую трубу отводится в атмосферу.

Для подвода перегретого пара в золотниковые камеры паровых цилиндров паровпускные трубы устанавливают в дымовой коробке и располагают вблизи ее стенок. Паровпускные (парорабочие) трубы имеют изогнутую форму, чем обеспечивается возможность выемки из котла элементов пароперегревателя, а также дымогарных и жаровых труб. Паровыпускные трубы соединены с пароотводными каналами цилиндров паровой машины и конусом.

Соединение паровпускных труб с коробкой пароперегревателя, патрубками цилиндров и паровыпускных труб с конусом выполняют на фланцах с прокладными и приварными кольцами, болтами и шпильками. Уплотнение соединения достигается чугунными прокладными кольцами. Соединение паровпускной трубы с патрубком цилиндра показано на рис. 52.

Наружную часть паровпускной трубы, находящуюся вне дымовой коробки, изолируют теплоизоляционной массой и заключают в металлическую обшивку. Диаметры паровпускных, паровыпускных и регуляторных труб выбраны с таким расчетом, чтобы при максимальном расходе была обеспечена минимальная потеря давления пара.

§ 25. Регулятор

Регулятор представляет собой устройство, с помощью которого регулируется впуск пара из котла в золотниковые камеры цилиндров паровой машины паровоза. Регулятор является главнейшим органом управления паровозом.

На паровозах Э^р и Е^а установлены двухклапанные регуляторы

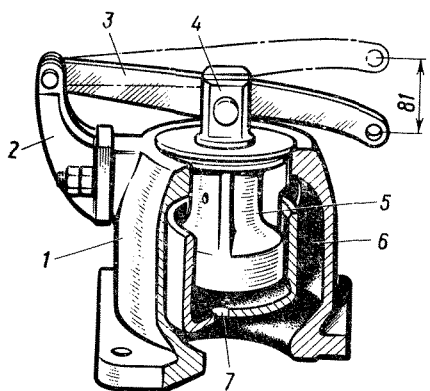


Рис. 53. Двухклапанный регулятор:

1 — головка; 2 — кронштейн; 3 — рычаг; 4 — малый разгрузочный клапан; 5 — большой клапан; 6 — кольцевой канал; 7 — отверстие

(рис. 53). Регуляторная головка 1 отлита из чугуна и представляет собой бочкообразную коробку, внутри которой имеется разгрузочная камера с дном. Разгрузочная камера соединяется с головкой 1 вертикальными ребрами. Регуляторная головка расположена в колене регуляторной трубы, конец которой выведен в сухопарник. Регуляторная головка в своей верхней части имеет коническую посадочную поверхность, на которую опускается большой клапан 5 своей тарелкой. Внизу большой клапан имеет форму поршня, который входит в разгрузочную камеру. В средней части клапан сужается, в результате чего при

его подъеме образуется кольцевой зазор между средней частью клапана и седлом регуляторной головки. Этот зазор обеспечивает свободный проход пара с наименьшим мятием — потерей давления.

Малый разгрузочный клапан 4 установлен в центральном сквозном канале внутри большого клапана, который имеет коническую притирку для посадки малого клапана. Малый клапан имеет прорезину для соединения с рычагом 3, который шарнирно соединен с кронштейном 2. Пространство между ребрами и стержнем малого клапана позволяет пройти пару в разгрузочную камеру под поршень большого клапана после открытия малого клапана. Поэтому после открытия малого клапана на большой клапан действует давление сверху и снизу, т. е. находится в разгруженном состоянии, и для открытия большого клапана требуется небольшое усилие. Дальнейший подъем малого клапана приводит к подъему большого клапана, в результате чего открывается доступ пара в регуляторную трубу. Подъем большого клапана составляет 32—33 мм.

Сферическое дно разгрузочной камеры имеет отверстие 7, что позволяет предварительно поступать пару в регуляторную трубу до значительного количества при открытии большого клапана. Этим достигается плавное поступление пара в золотниковые камеры цилиндров паровой машины и плавное трогание паровоза с места. При открытии большого клапана пар поступает в кольцевое пространство между суженной частью клапана и расточкой в регуляторной головке, а затем по кольцевому каналу 6 в нижнюю часть регуляторной головки и далее в колено регуляторной трубы, а из нее в пароперегреватель. Из пароперегревателя перегретый пар по паровпускным трубам поступает в золотниковые камеры цилиндров паровой машины паровоза.

Регуляторный вал регулятора проходит внутри котла и выве-

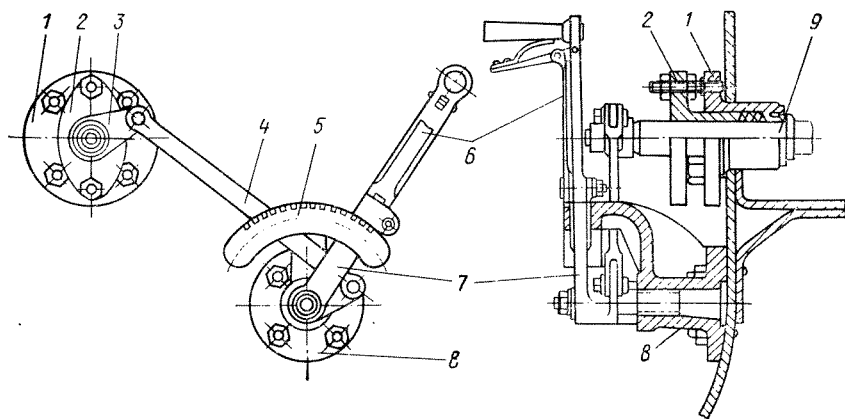


Рис. 54. Привод регулятора паровоза ЭР:

1, 8 — фланцы; 2 — грундбукса сальника; 3 — рычаг; 4 — тяга; 5 — сегмент; 6 — вилка; 7 — рукоятка; 9 — вал регулятора

ден через лобовой лист кожуха топки в будку машиниста. В котле регуляторный вал соединен с клапаном регулятора. На лобовом листе кожуха топки установлена рукоятка, которая тягой соединена с рычагом, насаженным на конец регуляторного вала. Перемещение рукоятки производится по сегменту. Регулятор в нужном положении удерживается вилкой, которая под действием пружины входит между зубцами накладки сегмента.

Привод регулятора показан на рис. 54. Головка, колено регуляторной трубы и большой клапан регулятора отлиты из чугуна, малый клапан изготовлен из стали. Рукоятка регулятора находится в будке машиниста со стороны кресла машиниста. Закрытое положение регулятора соответствует крайнему, правому положению рукоятки, как показано на рис. 54. Для открытия регулятора машинист нажимает рукоятку от себя, поворачивает регуляторный вал и через привод, помещенный в котле, поднимает клапан регулятора. Рукоятка перемещается по сегменту 5, выполненному заодно с фланцем 8. Вилка 6 служит для удержания регулятора в нужном положении.

Регулятор с саморазгружающимся клапаном (рис. 55) установлен на паровозе Л. При открытии регулятора пар из парового колпака поступает в регулятор и через него проходит в пароперегреватель, а затем по паровпускным трубам — в золотниковые камеры цилиндров паровой машины.

Большой чугунный клапан 2 регулятора опирается на притирочную ленту чугунной втулки 3, которая установлена в стальном корпусе 1 регулятора. Клапан 2 имеет направляющий цилиндр с окнами 14. Чугунный поршень 8 с уплотняющими кольцами 4 укреплен на хвостовике клапана 2. Поршень 8 входит в разгрузочную камеру 6. Внутри большого клапана 2 садится своим притирочным конусом малый клапан 11, изготовленный из нержавеющей стали.

Разгрузочный клапан на своем конце имеет упорную гайку 7 и сверху соединяется с тягой 12 и кулачком 13, имеющим привод из будки машиниста.

Работа регуляторного клапана заключается в следующем. При подъеме малого разгрузочного клапана 11, связанного с тягой 12, пар из регуляторной трубы по осевому каналу большого клапана 2 проходит под поршень 8 в разгрузочную камеру. Чтобы малый клапан при своем подъеме вверх не закрывал пара в камеру, на нижнем конце большого клапана имеются шлицы. После заполнения разгрузочной камеры паром за счет большего диаметра разгрузочного поршня, чем диаметр у большого клапана, создается избыточное давление, направленное вверх и позволяющее машинисту легко открыть регулятор. Подъем разгрузочного клапана 4 мм, а у большого клапана — 70 мм.

При закрытии регулятора разгрузочный клапан 11 опускается и перекрывает проход пара под поршень 8 и пар из разгрузочной камеры уходит через отверстия в поршне и днище камеры. Давление при этом под поршнем падает и большой клапан 2 опускается, после чего оба клапана плотно прижимаются к своим местам давлением пара из котла.

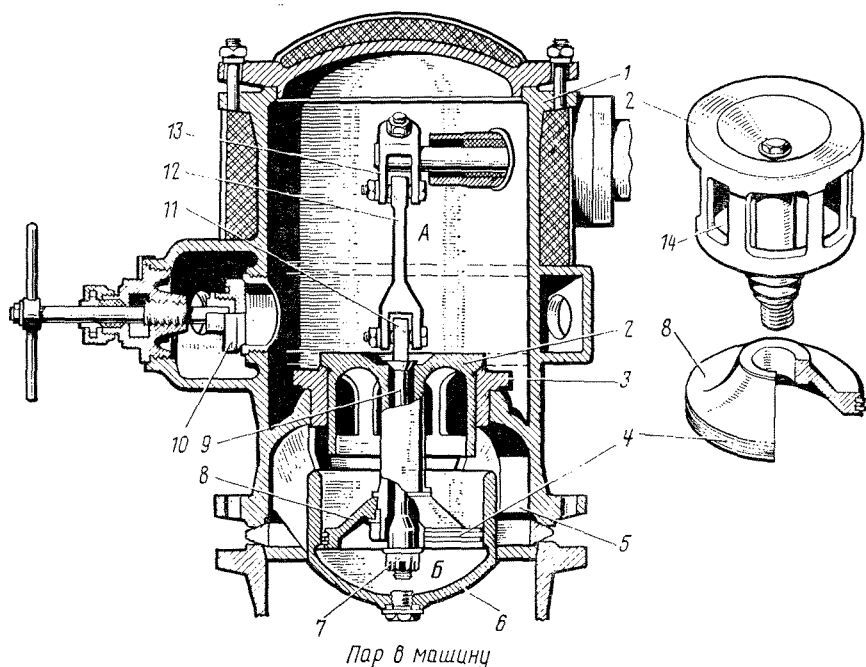


Рис. 55. Регулятор с саморазгружающимся клапаном:

1 — корпус регулятора; 2 — большой клапан; 3 — втулка; 4 — уплотняющее кольцо; 5 — кольцевое отверстие; 6 — разгрузочная камера; 7 — упорная гайка; 8 — поршень; 9 — кольцевой зазор; 10 — запорный вентиль; 11 — разгрузочный клапан; 12 — тяга; 13 — кулачок; 14 — окно

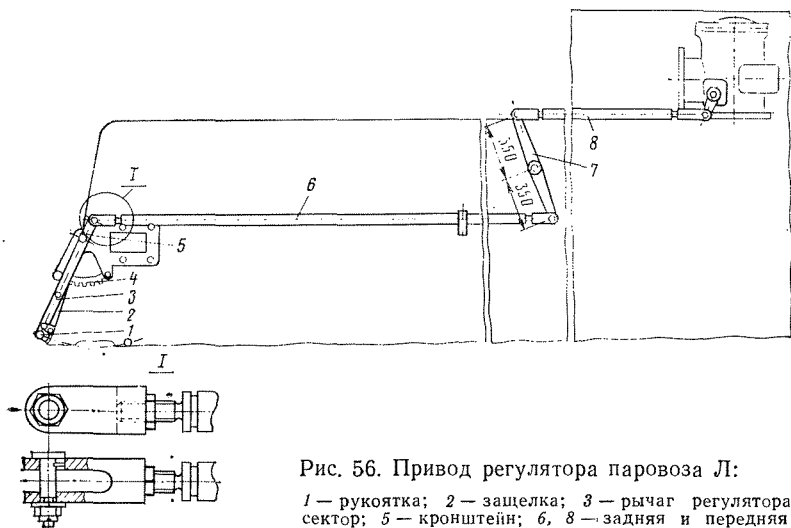


Рис. 56. Привод регулятора паровоза Л:

1 — рукоятка; 2 — защелка; 3 — рычаг регулятора; 4 — сектор; 5 — кронштейн; 6, 8 — задняя и передняя тяги; 7 — компенсаторный рычаг

Привод регулятора (рис. 56) состоит из системы рычагов, связанных с регуляторным валом. Привод имеет две тяги 8 и 6, компенсирующий рычаг 7, кронштейн 5 с сектором 4 и рычаг регулятора 3 с рукояткой 1. Рукоятка 1 имеет защелку 2, которая в установленном положении входит в зацепление с зубчатым сектором.

§ 26. Паросушители

Присутствие влаги в паре ведет к снижению экономичности паровоза. Увеличение влажности пара на 1% уменьшает температуру перегретого пара в среднем на 10% и увеличивает расход топлива до 1%. Уносимые из котла вместе с влагой различные соли при испарении в пароперегревателе отлагаются на стенках элементов и тем самым еще больше снижают температуру перегрева пара. Одновременно происходит обгорание и перегрев элементов, увеличивается нагарообразование в золотниковой камере и цилиндрах.

Для уменьшения влажности пара, отбираемого из котла, на паровозах применяют специальные устройства, называемые паросушителями, которые обычно устанавливают в сухопарнике.

Принцип работы паросушителя заключается в самоотделении воды при резком изменении направления струи пара. При этом вода стремится продолжить по инерции движение по прямому направлению, в результате чего она попадает на стенки паросушителя и затем стекает вниз в паровое пространство. Такие типы инерционных паросушителей хорошо отделяют воду, но полностью вернуть ее обратно в водяное пространство не удастся, так как ее

вновь подхватывает проходящий из котла пар. Этот тип паросушителей установлен на паровозах ЭР.

На паровозе Л установлен паросушитель, работа которого основана на принципе сепарации влаги. Паросушитель смонтирован в верхней части сухопарника. Крышка сухопарника одновременно является верхней частью паросушителя. Снизу к крышке на болтах укреплены корпус и основание паросушителя. Основание паросушителя отделяет его внутреннюю полость от парового пространства. Внутренняя полость паросушителя имеет водосборную камеру, куда стекают отделившиеся частицы воды. Эта камера соединяется с водяным пространством котла двумя дренажными трубами, нижние концы которых погружены в воду. В середине основания паросушителя имеется круглое отверстие, через которое проходит труба, подводящая осушенный пар от паросушителя к пароразборной колонке.

При открытом регуляторе пар из котла поступает в канал между крышкой и основанием паросушителя.

В верхней части паросушителя пар при движении резко изменяет направление, поворачивается вниз и направляется в водосборную камеру на большой скорости. В результате этого частицы

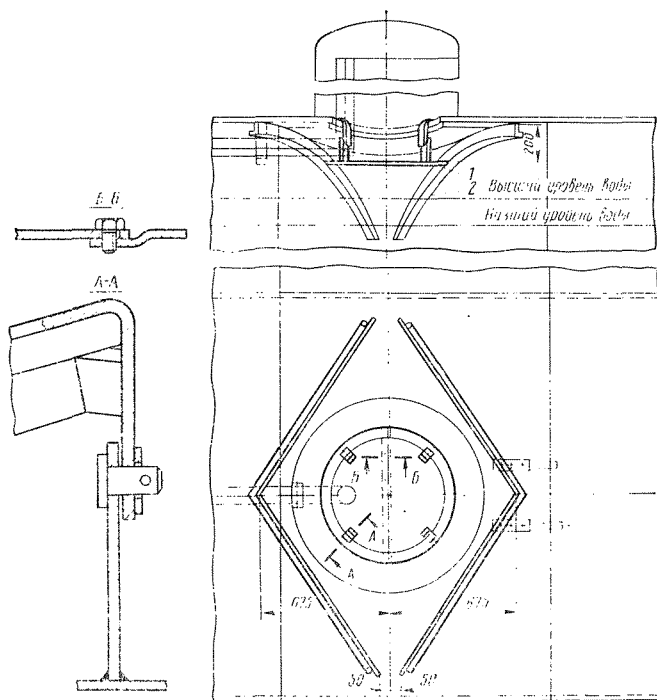


Рис. 57. Паросушитель:

1 — отбойный щит; 2 — угольник

воды отделяются от пара и стекают в водосборную камеру. В случае когда происходит усиленный отбор пара из котла, например, при боксовании паровоза, уровень воды в дренажных трубах не повышается, так как увеличивается скорость протекания пара через паросушитель, и как следствие автоматически повышается давление в водосборной камере, а это препятствует подсосу воды из котла через дренажные трубы. Осушенный пар поступает в верхнюю часть паросушителя, а затем в регулятор.

Эксплуатация паровозов Л показала, что используемый паросушитель не обеспечивает осушение пара и не предотвращает уноса воды. Поэтому конструкция паросушителя была изменена.

На паровозах Л последней постройки под паровым колпаком установлен паросушитель (рис. 57) в виде отбойного щита. Отбойный щит 1 предупреждает унос паром воды из котла с поверхности испарения под сухопарником. Угольники 2 преграждают путь воде и пене, которая может быть подхвачена паром в цилиндрической части котла, в сухопарник.

Щит 1 перекрывает вырез в барабане котла под сухопарником, он представляет собой лист стали толщиной 4 мм. Для удобства производства работ при установке щита внутрь котла его изготовляют из двух частей, которые соединяют болтами. С помощью приваренных четырех стоек (к каждой половине по 2 стойки) щит посредством валиков подвешивают к ножкам, приваренным к вырезу парового колпака.

§ 27. Принципиальная схема

Паровая машина преобразует потенциальную энергию приготовленного котлом пара в механическую работу, используемую для передвижения паровоза и поезда, и состоит из силовой части, в которой происходит упомянутое преобразование энергии из одного вида в другой, и парораспределительного механизма, обеспечивающего подачу пара в соответствующие полости машины, перемену направления движения паровоза и наиболее эффективное и экономичное использование пара.

Паровая машина и движущий механизм схематически изображены на рис. 58.

В цилиндро-поршневую группу, обеспечивающую возвратно-поступательное перемещение ползуна 10, входят, кроме параллелей 8 и парового цилиндра 14, укрепленных с помощью болтов на раме 1 паровоза, неподвижно соединенные между собой гайкой, запрессовкой и клином 11 поршень 13, делящий объем цилиндра на заднюю А и переднюю В полости, поршневая скалка 12 и ползун 10.

Шатунно-кривошипный механизм преобразует возвратно-поступательное движение во вращательное и состоит из валика 9 ползуна, поршневого (ведущего) дышла 7 и пальца 6 кривошипа ведущего колеса 5.

В механизм, передающий на сцепные колеса часть развиваемой на пальце 6 кривошипа ведущего колеса мощности, входят сцепные дышла 4, пальцы 3 кривошипов сцепных колес 2 и соединяющие дышла шарниры, не показанные на схеме.

На первых паровозах имелись кривошипы К, закрепленные на паровозных осях. Позднее пальцы кривошипов стали запрессовывать в приливы дисков или спиц движущих колес, а кривошип, как деталь, перестал существовать. Под кривошипом теперь подразумевают палец и линию, соединяющую его центр с центром колеса. Размер этой линии, т. е. расстояние между осями пальца и колеса (иначе говоря эксцентриситет пальца), называют длиной или радиусом кривошипа R .

Ознакомление с кинематикой любого механизма удобнее производить на так называемой скелетной схеме, передающей не формы деталей, а взаимное расположение их рабочих осей, шарниров и, в нужных случаях, конфигурацию деталей.

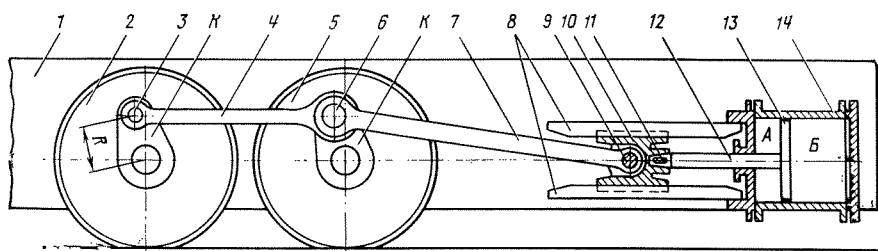


Рис. 58. Схема силовой части паровой машины и движущего механизма

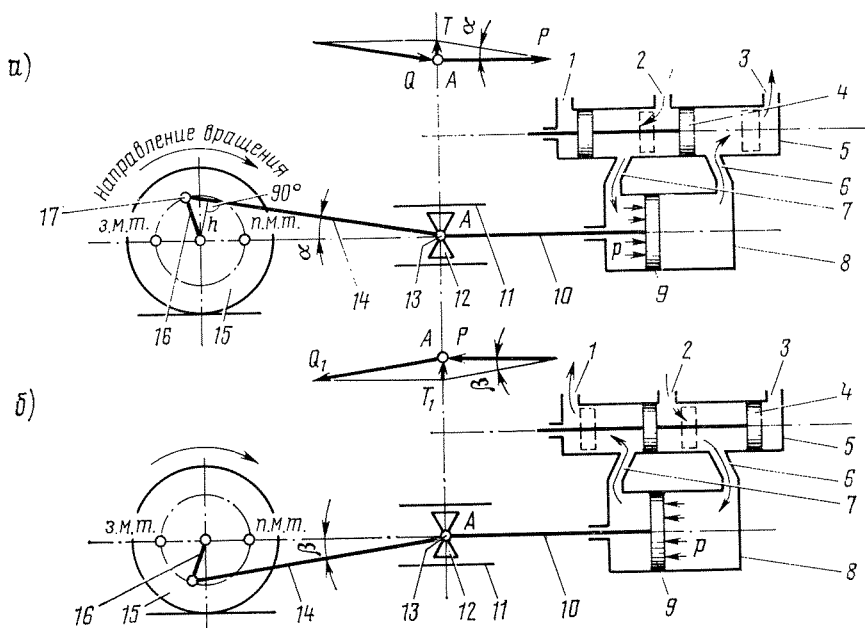


Рис. 59. Скелетная схема силовой части паровой машины и внутреннего механизма парораспределения

На рис. 59 приведена скелетная схема силовой части паровой машины паровоза (без сцепных колес и дышел) и внутренний механизм парораспределения, состоящий из золотника 4 и его камеры 5.

В некоторый момент в начале или процессе работы паровой машины паровоза свежий пар из котла через канал 2 (рис. 59, а) поступает в золотниковую камеру 5, попадая в пространство между дисками золотника 4, и по каналу 7 направляется в заднюю полость парового цилиндра 8. В это время передняя полость парового цилиндра 8 через канал 6, переднюю полость золотниковой камеры 5 и канал 3, соединенный с форсовым конусом (на рисунке не показано), сообщена с атмосферой. Поэтому неуравновешенное давление пара на поршень 9 (см. стрелки *p*) заставляет последний

перемещаться вперед вместе с соединенными с ним поршневой скалкой 10 и ползуном 12.

Действующая вдоль скалки 10 сила P (суммарное давление пара на поршень) по известному правилу параллелограмма (см. схему сил над ползуном) раскладывается в точке A (геометрическая ось валика 13 ползуна) на две составляющие: Q — действующую вдоль продольной оси ведущего дышла 14, и паразитную силу T — давящую на верхнюю параллель 11 и вызывающую поперечную качку паровоза. Через заднюю головку ведущего дышла 14 сила Q воздействует на палец 17 кривошипа 16, заставляя ведущее колесо 15 вращаться по часовой стрелке, и паровоз движется вперед, пока кривошип находится выше оси колеса.

На рис. 59, б кривошип располагается ниже оси колеса; этому соответствует новое положение золотника. Теперь пар по каналу 2 через пространство между дисками золотника и по каналу 6 поступает в переднюю полость цилиндра и давит на поршень с другой стороны, заставляя его двигаться в обратном направлении — от передней крышки цилиндра к задней, задняя же полость цилиндра при этом сообщается через каналы 7, 1 и заднюю полость золотниковой камеры 5 с форсовым конусом (атмосферой). В результате разложения силы P от действия пара в точке A на силы T_1 и Q_1 (см. параллелограмм сил под ползуном), оказывается, что силой T_1 ползун и в этом случае прижимается к верхней параллели, а сила Q_1 через кривошип продолжает вращать колесо по часовой стрелке, вынуждая паровоз по-прежнему двигаться вперед.

Вращающий момент силы Q , заставляющий колеса катиться по рельсам, равен произведению этой силы на перпендикулярное к направлению этой силы плечо h (см. рис. 59, а), т. е. $M = Qh$.

Но это плечо h , равное длине перпендикуляра, опущенного из центра колеса на продольную ось ведущего дышла, изменяется в зависимости от угла поворота кривошипа в широких пределах: от максимальной величины, равной радиусу кривошипа R , когда кривошип оказывается под прямым углом к продольной оси ведущего дышла (вблизи от своего отвесного положения), до нуля, когда кривошип приходит в переднюю (п. м. т) или заднюю (з. м. т) мертвую точку. Именно потому, что вращающий момент в этих точках из-за отсутствия плеча становится равным нулю и паровая машина не может при таком положении тронуться с места, эти точки называются *мертвыми*. Поэтому паровоз снабжен двумя паровыми машинами — правой и левой — и кривошип левой расположен так, что он при переднем ходе отстает от правого ровно на угол 90° . Благодаря этому, когда кривошип одной машины находится в п. м. т или з. м. т и вращающий момент на этой стороне паровоза равен нулю, кривошип другой машины расположен отвесно и его вращающий момент близок к наибольшему.

Ход поршня H , совершаемый за время поворота кривошипа из п. м. т в з. м. т (или наоборот), равен длине двух радиусов R кривошипа, т. е. $H = 2R$.

Но если вынуть валик ползуна и продвинуть поршень от удара в заднюю крышку до удара в переднюю крышку, окажется, что в этом случае пройденная им длина H_1 больше его хода при собранном механизме: $H < H_1 = H + l_n + l_3$.

Следовательно, при работе поршень не доходит до передней крышки на величину l_n , а до задней — на l_3 . Это необходимо, во-первых, чтобы даже при незначительном износе подшипников поршневого дышла или диаметра шейки кривошипа и валика ползуна предотвратить возможность удара поршня в крышки цилиндра, а главное — обеспечить создание упругой паровой подушки перед изменением направления движения поршня в з.м.т и п.м.т, тем самым исключить инерционные удары в силовом механизме и организовать плавный переход его через мертвые положения, когда поршень изменяет направление своего движения.

Пар, заполняющий объем паровой подушки, не производит полезной работы, но после каждого опорожнения полости цилиндра вновь расходуется из котла при следующем наполнении этой полости свежим паром. Поэтому объем паровой подушки называют *вредным объемом* или *вредным пространством*, а недоходы поршня до ударных положений, т. е. l_n и l_3 — линейными величинами переднего и заднего вредных пространств.

Так как действие паровой подушки со стороны каждой передней и задней крышек должно быть одинаковым, то и объемы переднего и заднего вредных пространств обязаны быть равными. Но наличие скалки по одну сторону поршня, а также различная конфигурация его сторон заставляют делать переднюю и заднюю крышки цилиндра разной формы, и тогда линейная величина вредного пространства (недоход поршня до крышки) спереди и сзади может оказаться неодинаковой, т. е. $l_n \neq l_3$.

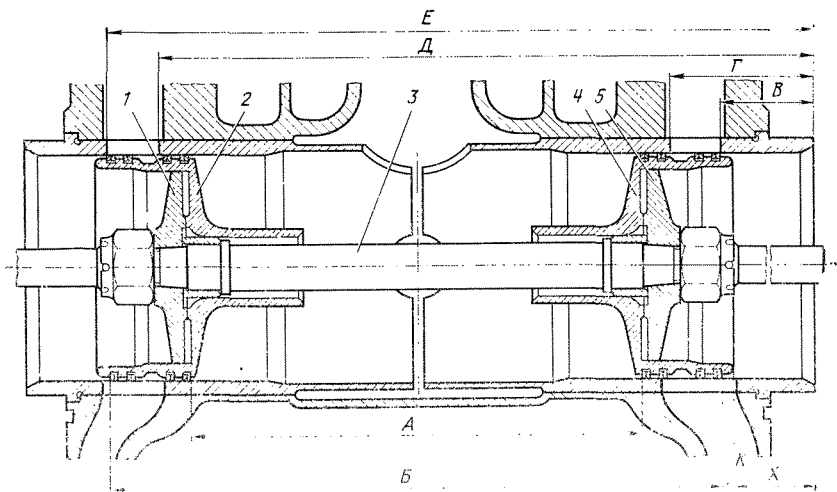


Рис. 60. Раздвижной золотник

Парораспределительный механизм, обеспечивающий своевременный впуск пара в полости цилиндра и выпуск пара из них и тем самым создающий требующийся цикл работы, состоит из внутренней и внешней частей. Внутреннюю часть парораспределительного механизма составляют золотники и их втулки, в которых они перемещаются.

На паровозах СССР установлены круглые раздвижные золотники системы Трофимова. При беспарном ходе подвижные диски 2 и 4 (рис. 60) золотников сдвигаются к середине золотниковой камеры и стоят неподвижно и только скалка 3 с закрепленными на ней упорными шайбами 1 и 5 продолжает двигаться взад и вперед, не касаясь своей более тонкой средней частью горловин золотниковых дисков. При открытии регулятора пущенный в машину свежий пар поступает в пространство между дисками 2 и 4, раздвигает их до упора в шайбы 1 и 5, и золотник начинает двигаться как одно целое. Диски снабжены уплотнительными кольцами, препятствующими пару перетекать из одной полости золотниковой коробки в другую.

§ 28. Парораспределение и схема кулисного механизма Вальшера

Контркривошип. Движения золотника и поршня должны быть строго согласованы друг с другом, иначе паровая машина не сможет нормально работать. Поэтому привод золотника осуществляется от дополнительного — золотникового — кривошипа, посаженного на ту же ось, что и главный поршневой кривошип, и соединенного с ползуном золотника своим дышлом.

В предыдущем параграфе было наглядно показано, что при переднем ходе паровоза, когда главный кривошип находится выше оси колеса (см. рис. 59, а), золотник (изображен сплошными линиями) должен быть смещен назад от своего среднего положения, чтобы обеспечить снабжение рабочей (на рисунке задней) полости цилиндра паром и сообщение нерабочей его полости (на рисунке передней) с форсовым конусом. Когда же главный кривошип находится ниже оси колеса, то при том же переднем ходе паровоза золотник должен быть сдвинут вперед от своего среднего положения (см. рис. 59, б). Следовательно, в момент перемены направления движения поршня, т. е. в п.м.т и з.м.т, золотник обязательно должен находиться в своем среднем положении, готовясь к впуску пара в одну полость цилиндра и выпуску пара из другой. Отсюда ясно: если приводить золотник в движение от специального золотникового кривошипа, то этот кривошип должен быть посажен под углом 90° к главному кривошипу, почему его и принято называть *контркривошипом*.

Для движения паровоза задним ходом необходимо, чтобы при расположении кривошипа выше оси колеса (см. рис. 59, а) свежий пар из котла подавался в переднюю полость цилиндра, а задняя

полость в это время была бы сообщена с атмосферой. Это возможно осуществить, если диски золотника займут положение, обозначенное на рис. 59, *а* штриховыми линиями, т. е. зеркальное по отношению к их местонахождению при переднем ходе (очерчено сплошными линиями). В этом случае пар из котла по патрубку 2 попадет в золотниковую камеру 5 между дисками золотника 4, показанными штриховыми линиями, затем по каналу 6 поступит в переднюю полость цилиндра и начнет давить на поршень 9, заставляя его перемещаться в сторону задней крышки. Вместе с поршнем в том же направлении будут двигаться соединенные с ним детали — скалка 10 и ползун 12.

Действующие силы. Сила пара P (см. на рис. 59 параллелограмм сил над валиком ползуна), приложенная к скалке 10, делится в точке A (центр валика 13 ползуна) на две силы: Q — вдоль оси ведущего дышла 14 и T — перпендикулярную рабочей плоскости параллелей 11. Следует обратить внимание на то, что при заднем ходе эта «паразитная» сила T будет направлена вниз и нагружит нижнюю параллель.

В том что воздух (в начале движения) или пар, находящиеся в задней полости цилиндра, и при заднем ходе не будут противодействовать силе свежего пара, легко убедиться. В этом случае задняя полость цилиндра соединена с атмосферой через канал 7 (см. рис. 59, *а*), пространство золотниковой камеры 5 сзади заднего диска золотника (изображен штрихами), патрубок 1 и форсовый конус.

Точно так же и при движении кривошипа в пределах полукруга, лежащего ниже оси колеса (см. рис. 59, *б*), золотник при заднем ходе должен занимать положение, оппозитные по отношению к своим соответствующим положениям при переднем ходе; одно из таких оппозитных положений показано на рис. 59, *б* штриховыми линиями. В этом случае пар из котла, вошедший через патрубок 2 в пространство золотниковой камеры 5, ограниченное дисками золотника 4 (штриховые линии), по каналу 7 направится в заднюю полость цилиндра и заставит поршень 9 двигаться в сторону передней крышки цилиндра 8. Воздух или пар из передней полости цилиндра будут удаляться через канал 6 в часть золотниковой камеры 5, расположенную перед передним диском (штриховые линии) золотника 4, и далее через патрубок 3 и форсовый конус — в атмосферу.

Соединенный с поршнем скалкой 10 ползун 12 также будет двигаться вперед, увлекая за собой поршневое дышло 14. В точке A (ось валика 13 ползуна) сила P , передающаяся от поршня, разделится на две: Q_1 — направленную по оси ведущего дышла 14 и заставляющую колесо вращаться против часовой стрелки, и паразитную силу T_1 — действующую на нижнюю параллель 11 перпендикулярно ее плоскости. Как и при переднем ходе, паразитные силы T правой и левой машин паровоза, действуя совместно, вызывают поперечную качку его надрессорного строения.

Кривошип и контркривошип, взаимное положение. Рассматривая рис. 61, легко прийти к выводу: если при положении главного

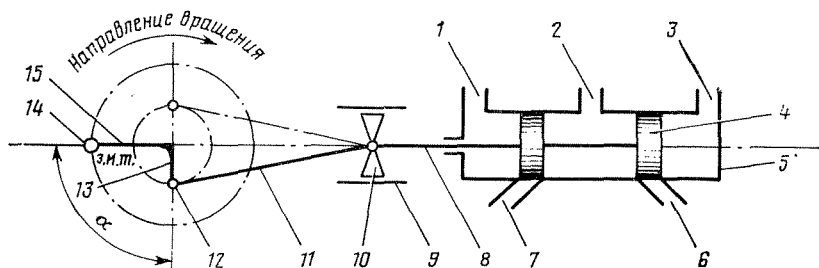


Рис. 61. Угол насадки α

кривошипа и поршня в з.м.т золотник находился в среднем положении, как указано на рисунке, то при дальнейшем движении паровоза передним ходом золотник должен двинуться навстречу поршню, чтобы открыть канал 7 для впуска пара в заднюю полость цилиндра и одновременно открыть канал 6 для выпуска пара из передней полости цилиндра. А такое встречное движение поршня и золотника возможно только в том случае, если контркривошип 13 отстает в своем вращении от кривошипа 15, т. е. посажен так, как указано на рис. 61. Это можно проверить. У паровоза,двигающегося передним ходом (см. стрелку *направление вращения*), главный кривошип 15 из з.м.т будет описывать верхнюю полуокружность своего пути, а связанная поршневым дышлом с его пальцем 14 поршневая группа: поршень, скалка и ползун (на рисунке не показаны) — удаляться от ведущего колеса, тогда как контркривошип 13, следуя в своем вращении по часовой стрелке вслед за кривошипом 15 и воздействуя пальцем 12 через тягу 11 на золотниковый ползун 10, направляемый параллелями 9, и соединенную с ним золотниковую скалку 8, заставит золотник 4 двигаться в сторону ведущего колеса, т. е. навстречу поршневой группе. При этом задний диск золотника, сдвигаясь влево, начнет открывать канал 7 для впуска свежего пара в заднюю полость цилиндра через патрубок 2 и пространство золотниковой камеры 5, расположенное между дисками золотника 4. Одновременно передний диск золотника, сдвигаясь тоже в сторону ведущего колеса, сообщит переднюю полость цилиндра с атмосферой через канал 6, пространство золотниковой камеры между ее передней крышкой и передним диском золотника и далее через патрубок 3 с форсовым конусом.

Задний ход. Представим, что паровоз движется задним ходом, т. е. колеса вращаются против часовой стрелки (см. рис. 61). Тогда, чтобы заставить кривошип 15 описывать нижнюю полуокружность своего пути, надо направить свежий пар в заднюю полость цилиндра через канал 7 и для этого сдвинуть золотник 4 в сторону ведущего колеса. Однако контркривошип 13, наоборот, начнет сдвигать золотник к его передней крышке и подаст свежий пар в переднюю полость цилиндра, соединив заднюю полость каналами 7 и 1 с форсовым конусом. Это произойдет потому, что при заднем

ходе контркривошип *13* изображенный на рис. 61 не будет следовать через 90° за кривошипом *15*, а наоборот, станет опережать его на тот же угол. Чтобы заставить машину двигаться задним ходом, необходимо повернуть контркривошип *13* в зеркальное (оппозитное) положение, обозначенное на рис. 61 штрихпунктиром; тяга *11*, связывающая палец контркривошипа с золотниковым ползуном *10* при новом положении контркривошипа, также изображена штрихпунктиром. Итак, чтобы паровоз мог двигаться и вперед и назад, контркривошип должен для каждого направления движения устанавливаться в соответствующее положение — переднего или заднего хода.

Однако изменять положение контркривошипа на ведущем колесе с «прямого» (передний ход) на «оппозитное» (задний ход) неконструктивно. Проще снабдить машину двумя контркривошипами переднего и заднего хода и в зависимости от нужного направления движения соединять заднюю головку тяги *11* (к золотнику) с соответствующим контркривошипом. Вплоть до Великой Отечественной войны в паровозном парке СССР имелись еще машины с двумя контркривошипами, выполненными в виде эксцентриков, насаженных на среднюю часть ведущей оси; это паровозы с двухэксцентриковым парораспределительным механизмом Стефенсона, Гуча и Аллана (паровозы Р, Ч^н, Ч^к и др.).

Механизм перемены хода с одним контркривошипом. Между тем не представляет труда применить для движения в обоих направлениях один жестко установленный контркривошип, если привод золотника организовать через равноплечий рычаг первого рода *6* (рис. 62, *а*), вставленный между половинками разрезанной на две части тяги к золотнику; здесь ее переднюю половинку *2* назовем золотниковой тягой, а заднюю часть *3* — контркривошипной (эксцентриковой) тягой. Рычаг *6* закреплен своей серединой с помощью шарнира *7* на раме паровоза. Следует обратить внимание: чтобы перемещения золотника были при обоих случаях закрепления золотниковой тяги — на передний ход за нижний конец рычага (сплошная линия), на задний ход за верхний конец рычага (штриховая линия) — совершенно одинаковыми, ось качания (точка подвеса *о*) рычага *6* должна находиться на оси золотниковой камеры, как показано на рис. 62, *а*. Если это условие не будет соблюдено и между горизонтальными плоскостями, в которых лежат ось золотниковой камеры и ось точки подвеса *о* рычага *6* (рис. 62, *б*), окажется расстояние *h*, — движение золотника при переднем и заднем ходе паровоза будет различным. Это легко проверить. Если при переднем ходе золотниковая тяга *2*, соединенная с нижним концом рычага *6*, установит при з.м.т золотник в среднее положение, то когда задний конец *q* золотниковой тяги будет соединен с верхним концом *q'* рычага *6*, при з.м.т окажется, что золотник сместится из среднего положения назад. Новое положение валика *1* золотникового ползуна будет *s'*; найти его просто: ведь длина золотниковой тяги *qs* остается неизменной, поэтому приложив острие ножки циркуля, раздвинутого на эту величину *qs*, к

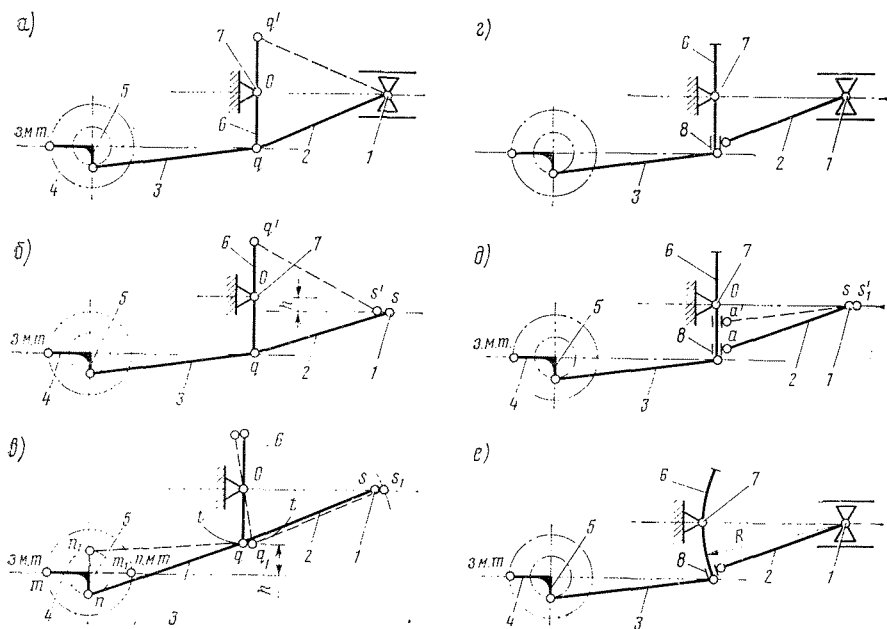


Рис. 62. Построение кулисного механизма перемены хода

верхнему концу q' двухплечего рычага 6 при з.м.т, делаем другой ножкой засечку на оси золотниковой втулки. Расстояние $s's$ равно смещению золотника из среднего положения из-за неверного расположения точки подвеса o рычага 6. Мало того, чтобы перемещения золотника при переднем и заднем ходе были идентичны, а в з.м.т и п.м.т он занимал среднее положение, необходимо точку захвата q двухплечего рычага 6 контркривошипной (эксцентриковой) тягой 3 располагать в горизонтальной плоскости, в которой лежит ось ведущего колеса, как показано на рис. 62, а.

В самом деле, при установке машины в з.м.т и п.м.т местонахождение оси валика 1 золотникового ползуна должно быть в обоих случаях одинаковым, определяющим среднее положение золотника. Представим, что точка захвата равноплечего рычага при з.м.т будет расположена на h мм выше горизонтальной плоскости, в которой лежит ось колеса (рис. 62, в), центр валика 1 золотникового ползуна занимает положение s , соответствующее среднему положению золотника. Когда ведущее колесо сделает пол-оборота и кривошип 4 займет положение п.м.т, палец n контркривошипа 5 встанет в положение n_1 . Чтобы найти новое положение точки захвата равноплечего рычага 6, очертим из точки качания o этого рычага часть дугового пути $t-t$ точки захвата q , а из центра нового положения контркривошипного пальца n_1 сделаем на этом пути $t-t$ засечку, раздвинув ножки циркуля на длину контркривошипной (эксцентриковой) тяги 3, определяемой расстоянием nq . Эта

засечка q_1 определит местоположение точки захвата при п.м.т. Из точки q_1 сделаем засечку на линии перемещения центра валика золотникового ползуна 1, раздвинув ножки циркуля на длину золотниковой тяги 2, равную qs . Полученная точка s_1 укажет местоположение центра валика золотникового ползуна при п.м.т., а расстояние ss_1 определит сдвиг золотника вперед из среднего положения, которого при правильно сконструированном механизме быть не должно. Таким же путем можно показать, что смещение точки захвата равноплечего рычага при з.м.т. вниз также вызовет при п.м.т. недопустимый сдвиг золотника из среднего положения.

Правильное местоположение точки захвата q равноплечего рычага устанавливает этот рычаг в среднее (отвесное) положение и в з.м.т. и п.м.т. Центр s валика 1 золотникового ползуна (см. рис. 62, а), определяющий положение золотника при з.м.т. и п.м.т., будет находиться в одном и том же месте (среднем положении), если треугольники oqs и $oq's$ будут равны. Их сторона os общая, $q's = qs$, поскольку это неизменяемая в процессе работы длина золотниковой тяги 2, а стороны oq и oq' равны между собой по условию — рычаг b равноплечий. Такое возможно только в том случае, когда точки o — качания рычага b и s — центра валика золотникового ползуна лежат на оси золотниковой камеры и треугольники oqs и $oq's$ прямоугольные. Теперь можно сформулировать два основных принципа, которым должен отвечать внешний парораспределительный механизм.

1. Ось (точка подвеса) двуплечего рычага перемены хода должна располагаться на оси золотниковой камеры.

2. Точка захвата двуплечего рычага головкой контркривошипной (эксцентриковой) тяги должна лежать в горизонтальной плоскости, в которой располагается ось ведущей колесной пары.

Кулиса. Менять место соединения золотниковой тяги с равноплечим рычагом перед каждым изменением направления движения паровоза так же неудобно, как попеременно соединять ее с контркривошипом переднего или заднего хода. Чтобы избежать такого неудобства, двуплечий рычаг qoq' заменяют кулисой 2 (рис. 63) — рамкой, внутри которой может скользить без перекоса камень 3. Задний конец золотниковой тяги 4 делают в форме вилки, облегающей боковые торцы кулисы, и соединяют с камнем валиком 5, удерживаемым на месте с помощью шплинтов 6. Для соединения кулисы с контркривошипной (эксцентриковой) тягой у нее внизу сзади отковывают ушко 1. При кулисе нет надобности перед изменением направления движения паровоза производить какую-либо разборку и сборку в механизме парораспределения; достаточно опустить камень с сое-

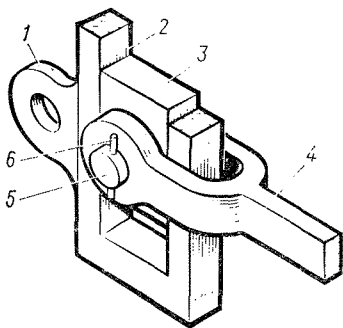


Рис. 63. Устройство кулисы

диненной с ним вилкой золотниковой тяги вниз и паровоз будет двигаться передним ходом; если же поднять камень с вилкой в самый верх кулисы, паровоз пойдет задним ходом. Скелетная схема такого механизма представлена на рис. 62, г. На схеме задний конец золотниковой тяги 2 шарнирно соединен с кулисным камнем 8, а передний конец контркривошипной (эксцентриковой) тяги 3 шарнирно соединен с нижним концом кулисы 6, которая подвешена и может колебаться на шарнире 7, расположенном в ее середине.

Отсечка; перекрыши; рабочая ширина золотникового диска. До сих пор работа паровой машины рассматривалась в предположении впуска пара в цилиндр за все время хода поршня от одного мертвого положения до другого. Хотя в таком случае машина, казалось, развивает максимальную силу и мощность, однако это и неверно и невыгодно.

Невыгодно потому, что по приходе поршня в мертвую точку весь пар котлового давления из отработавшей полости цилиндра придется выбрасывать в атмосферу, хотя он продолжает обладать тем же, практически, запасом потенциальной энергии, который он имел при впуске. Мало того, выпуск такого количества пара с высоким давлением будет происходить с трудом: выпускаемый пар будет оказывать большое противодействие на нерабочую сторону поршня и тем самым отнимать значительную часть силы и энергии, развиваемых паром в рабочей полости цилиндра. Чтобы использовать потенциальную энергию свежего пара более рационально, выпуск его в цилиндр прекращают задолго до прихода поршня в мертвую точку. Тогда остаток своего хода в данном направлении поршень будет двигаться за счет расширения находящегося в цилиндре пара. При этом давление и температура работающего пара будут заметно падать, а поэтому при выпуске его из цилиндра во время обратного хода поршня отработавший пар окажет значительно меньшее сопротивление; противодействие, оказываемое им на нерабочую сторону поршня, резко снизится и одновременно существенно возрастет к.п.д. паровой машины. Прекращение (отсечение) впуска пара в рабочую полость цилиндра до прихода поршня в мертвую точку называется *отсечкой*, измеряется в долях хода поршня и обозначается греческой буквой ϵ (эпсилон). Так, например, отсечка $\epsilon = 0,6$ означает, что на шести десятых хода поршня в цилиндр впускается свежий пар, а остальные четыре десятых своего хода поршень движется под действием расширяющегося пара. Расчетами и практикой установлено, что паровоз с двумя паровыми машинами (правой и левой), кривошипы которых заклинены под углом 90° друг к другу, при любом положении своих машин может двинуться с места, если отсечка установлена $\epsilon = 0,7 \div 0,75$.

Но, чтобы произвести отсечку, т. е. до прихода золотника в среднее положение закрыть в золотниковом зеркале окно — отверстие канала, по которому свежий пар поступает в рабочую полость цилиндра, необходимо увеличить ширину золотникового диска со

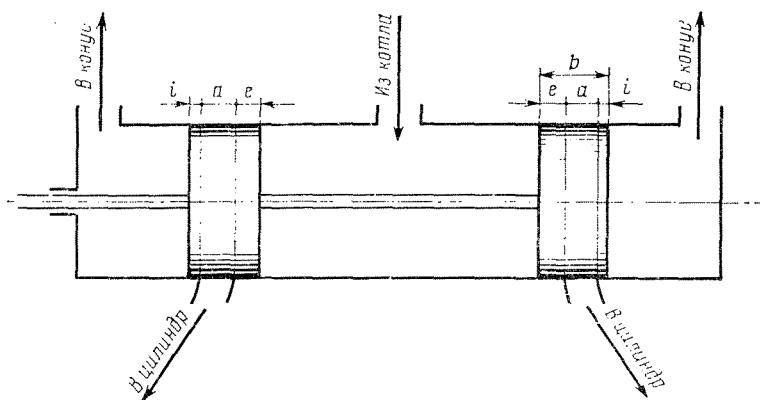


Рис. 64. Золотник с перекрышами:

a — ширина окна; e — перекрыша впуска; i — перекрыша выпуска; b — ширина золотникового диска

стороны впуска пара на некоторую величину, определяющую максимальный размер отсечки. Этот добавок к ширине диска носит наименование *перекрыша впуска* и его размер обозначается буквой e ; на эту величину золотниковый диск в среднем положении золотника перекрывает впускную кромку окна в золотниковой втулке (рис. 64); отсюда название — *перекрыша*.

Поршень со скалкой, ползун и передняя головка поршневого дышла, подходя к мертвой точке, в которой они должны изменить направление движения, обладают значительным запасом инерции. Чтобы погасить ее и сделать переход через мертвую точку более плавным, безударным, окно, через которое выходит из нерабочей полости цилиндра отработавший пар, закрывают до прихода поршня в з.м.т и п.м.т. Этим создается так называемая подушка из остатка пара в цилиндре. Для этого золотниковые диски с наружных, выпускных сторон уширяют так, чтобы при среднем положении золотника выпускные рабочие кромки дисков перекрывали кромку окна на некоторую величину i , называемую *перекрышей выпуска*. Тогда общая рабочая ширина каждого диска оказывается равной сумме ширины окна a и обеих перекрыш — впуска e и выпуска i , т. е. $b = a + e + i$.

Промежуточные отсечки, кривизна кулисы. Нагрузка на паровоз изменяется в весьма широких пределах; он может везти поезд большой массы с наибольшей возможной скоростью, используя всю мощность, которую позволяют ему развить его паровая машина и котел, а иногда требуется, чтобы паровоз следовал без состава, резервом и тогда затрата мощности на собственное перемещение, конечно, будет во много раз меньше. Следовательно, паровая машина паровоза должна обеспечивать изменение развиваемой ею мощности в весьма широких пределах. Очевидно, изменять для этого параметры приготовляемого котлом пара, уменьшая его давление и температуру, нерационально: снижение давления и температуры

свежего пара существенно ухудшит к.п.д. паровой машины. Но не это главное. Даже обслуживая один и тот же поезд в одинаковых погодных условиях, машинист вынужден часто варьировать мощность паровой машины в довольно широких пределах — от максимальной до нуля. Например, следуя по затяжному спуску, он закрывает регулятор, и паровоз с составом движется под действием сил инерции и слагающей силы тяжести; на равнинном участке — использует только часть той мощности, которую может дать паровоз, а на крутом подъеме заставляет паровоз развить максимальную мощность. Так как эти изменения мощности следуют друг за другом в различных комбинациях и через небольшие промежутки времени, то регулировать изменение давления пара в котле и его температуру оказывается не только невыгодным, но и невозможным.

Мощность, развиваемая паровой машиной паровоза, при прочих равных условиях будет изменяться пропорционально количеству расходуемого пара на цикл работы машины. Чем раньше будет происходить отсечка (т. е. чем меньше она будет), тем меньше пара будет подано в цилиндры паровой машины и тем большую часть своего хода поршень будет проходить под действием расширяющегося пара. Но размах кулисы вследствие неизменности размера радиуса контркривошипа для данной машины постоянен, и уменьшить отсечку можно только одним путем: сдвинув кулисный камень ближе к центру качания (точке подвеса) кулисы. Это уменьшит ход золотника пропорционально удалению оси валика камня кулисы от точки ее подвеса и тем самым заставит золотник производить отсечку раньше, т. е. уменьшит ее. А этом как раз и требуется. Итак, изменение расстояния от оси валика кулисного камня до точки подвеса кулисы пропорционально меняет отсечку, т. е. наполнение цилиндров свежим паром. На некоторой величине упомянутого расстояния отсечка становится нулевой, т. е. впуск пара не происходит. В этом случае перемещение золотника на открытие не превышает перекрыши впуска, и паровое окно в золотниковой камере не открывается вовсе. Когда же ось валика кулисного камня совпадает с осью качания кулисы (точкой подвеса), то движение золотника прекращается полностью, хотя кулиса продолжает делать полный размах.

Казалось бы найден простой выход для получения на паровой машине паровоза малых отсечек. Однако, если кулиса сохранит прямолинейность своего паза для камня, то на малых отсечках она станет работать плохо, неравномерно. В самом деле, если поставить машину в п.м.т или з.м.т, когда кулиса займет среднее положение, и начать смещать камень в сторону точки подвеса кулисы, то золотник не будет при этом оставаться на месте в своем среднем положении. Благодаря неизменности длины золотниковой тяги золотник по мере приближения камня к точке подвеса кулисы начнет уходить вперед из среднего положения тем дальше, чем ближе к точке подвеса кулисы будет передвинут кулисный камень (см. рис. 62, д).

Это несложно установить и доказать также математическим путем. В самом деле, треугольники oas и $oa's'$ прямоугольные и по теореме Пифагора $(as)^2 = (oa)^2 + (os)^2$ и $(a's')^2 = (oa')^2 + (os')^2$.

Но гипотенузы этих треугольников равны друг другу, так как представляют собой неизменяющуюся от перемещения камня в кулисе длину золотниковой тяги, т. е. $as = a's'$. Естественно, равны друг другу и квадраты этих гипотенуз, т. е. $(as)^2 = (a's')^2$, а значит и $(oa)^2 + (os)^2 = (oa')^2 + (os')^2$.

Так как по построению $oa' < oa$, то и $(oa')^2 < (oa)^2$. Но тогда предыдущее равенство может быть соблюдено лишь в том случае, когда $(os')^2 > (os)^2$, т. е. $os' > os$, что и требовалось доказать: золотник при установке кулисного камня в позицию a' сдвинется из своего среднего положения вперед на величину ss' , если кулиса находится в своем среднем (отвесном) положении.

Решение поставленной задачи сколь элементарно, столь и изящно: достаточно паз в кулисе для камня сделать не прямолинейным, а описать радиусом, равным длине золотниковой тяги, т. е. равным расстоянию между осями валика кулисного камня и валика золотникового ползуна (см. рис. 62, е). Тогда, если кулиса поставлена в среднее (отвесное) положение и точка ее подвеса лежит на оси камеры золотника, то перемещение камня по всей ее длине не будет вызывать никакого сдвига золотника из его среднего положения. Это уже механизм не только перемены хода, но и механизм наполнения (отсечек).

Теперь в двух основных принципах, которым должен отвечать внешний парораспределительный механизм (см. с. 83), слова «двуплечего рычага перемены хода» следует заменить словом «кулиса» и добавить к ним еще третий.

3. Кулиса должна быть описана радиусом, равным длине золотниковой тяги и направлена выпуклостью назад.

Переводной механизм. Чтобы машинист мог изменять величину отсечки и направление движения паровоза со своего места в будке, паровую машину паровоза снабжают переводным механизмом (рис. 65). Поперек рамы паровоза укладывают в подшипниках переводной вал 12, концы которого снабжены рычагами 13. С помощью валиков подвеска 14 соединяет рычаг 13 с золотниковой тягой 2 и позволяет по мере поворота переводного вала 12 перемещать кулисный камень по кулисе в нужное положение. Винт 8 с гайкой 9 крепят возле кресла машиниста. Вращая этот винт за рукоятку маховика 7, машинист перемещает гайку 9 вдоль винта, а соединенная с гайкой переводная тяга 10, воздействуя на рычаг 11, закрепленный на переводном валу 12, поворачивает последний и через рычаг 13 и подвеску 14 устанавливает кулисный камень в требуемое положение. Чтобы исключить произвольный поворот винта 8, его снабжают зубчатым колесом. С помощью укрепленной на раме защелки (на схеме не показана) машинист фиксирует зубчатое колесо и тем самым положение камня в кулисе.

Опережение (предварение) впуска и выпуска пара. При нахождении машины в з.м.т или п.м.т рассмотренный выше механизм наполнения ставит кулису, а тем самым и золотник в среднее положение, при котором диски золотника, даже с нулевыми перекрышами впуска и выпуска, закрывают окна в зеркале золотника. Тогда в мертвой точке свежий пар не может попасть в цилиндр, а отра-

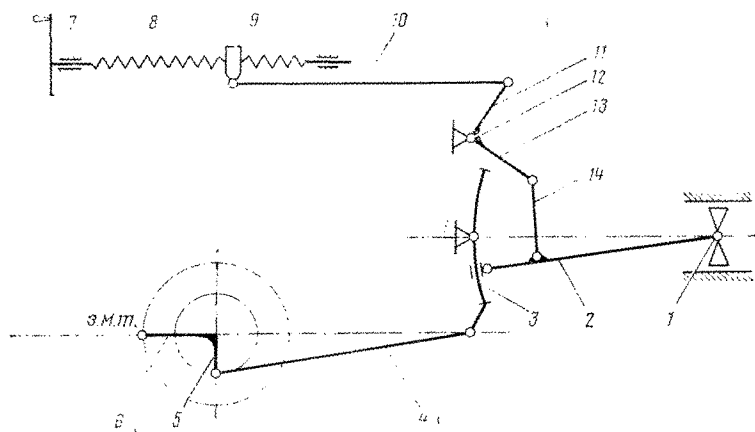


Рис. 65. Механизм наполнения и переводной механизм:

1 — валтик золотникового ползуна; 2 — золотниковая тяга; 3 — кудиса; 4 — контркривошип; (эксцентриковая) тяга; 5 — контркривошип; 6 — кривошип; 7 — маховик; 8 — переводной винт; 9 — гайка переводного винта; 10 — переводная тяга; 11, 13 — рычаги переводного вала; 12 — переводной вал; 14 — подвеска радиальной тяги

ботавший — начать покидать цилиндр. И только когда колеса провернутся на некоторый угол, рабочая полость цилиндра начнет наполняться свежим паром, а отработавший пар начнет выходить в конус и атмосферу. В первые моменты в открывшихся узких щелях между рабочими кромками окон и золотника будет происходить сильное мятие пара, в результате которого давление пара в рабочей полости будет нарастать весьма медленно, а противодействие на нерабочую сторону поршня также медленно падать. Так будет при отсутствии перекрыши. А если золотник, как это всегда бывает, имеет перекрыши, да еще достаточно большие, то впуск свежего пара в рабочую полость и выпуск отработавшего пара из другой полости начнутся, когда колесо провернется на значительный угол. Чтобы такого не случилось, чтобы свежий пар в рабочую полость уже в мертвой точке поступал без существенного мятия, а давление отработавшего пара в мертвой точке резко упало, необходимо заранее к приходу машины в з.м.т или п.м.т сдвинуть золотник из среднего положения на величину, большую перекрыши впуска (и

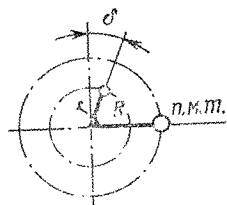


Рис. 66. Опережение за счет изменения угла насадки

выпуска), т. е. организовать опережение (предварение) впуска и выпуска. Линейную величину опережения принято обозначать греческой буквой γ с индексом внизу, указывающим предварение впуска γ_e или выпуска γ_v . Линейная величина опережения впуска колеблется на паровозах СССР в пределах от 4 до 8 мм.

Сдвинуть золотник из среднего положения на величину перекрыши впуска плюс линейная величина опережения впуска

($e + v_e$) возможно за счет соответствующего изменения угла посадки контркривошипа относительно кривошипа, как показано на рис. 66, где δ — угол опережения, обеспечивающий получение нужной величины v_e .

В некоторых системах парораспределения применялся такой способ создания потребного предварения впуска. Можно было бы применить его и в рассматриваемом механизме. Однако это нельзя считать рациональным и прежде всего из-за переменной линейной величины опережения, которая будет зависеть от отсечки.

В самом деле, уменьшение отсечки приближением кулисного камня к точке подвеса кулисы сокращает ход золотника и соответственно уменьшает величину линейного предварения. Но малые отсечки, особенно на быстроходных паровозах, применяются на больших скоростях, когда заметно сокращается продолжительность открытия окна. А уменьшение произведения величины открытия окна на продолжительность его открытия (время — сечение) существенно влияет на мятые пара и наполнение цилиндра паром и его опорожнение от отработавшего. При обеспечении предварения за счет угла насадки получается неустраняемое противоречие; при больших скоростях уменьшается отсечка, а вместе с ней уменьшается время — сечение и предварение, что приводит к резкому падению мощности паровой машины.

Поэтому на паровозах имеется специальный механизм опережения, обеспечивающий сдвиг золотника при нахождении поршня в мертвых точках из среднего положения на величину перекрыши впуска плюс линейная величина опережения впуска ($e + v_e$). Он состоит (рис. 67) из маятника 3, подвешенного в верхней точке d и соединенного с валиком золотникового ползуна в промежуточной точке f . Поводок 1, закрепленный на поршневом ползуне, соединяется с нижней точкой g маятника с помощью маятниковой тяги 2 такой длины, чтобы при нахождении поршня (ползуна) на середи-

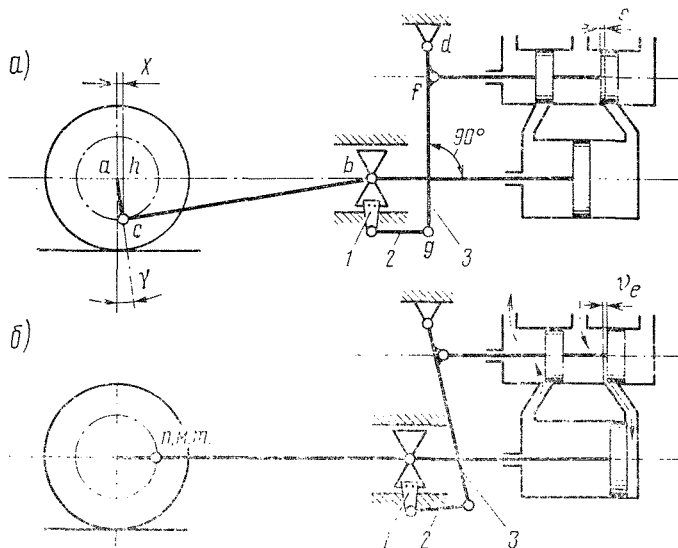


Рис. 67. Маятниковый механизм опережения

не хода ось маятника была перпендикулярна оси цилиндра (рис. 67, а).

Здесь следует обратить внимание на то, что при положении поршня (ползуна) на середине хода кривошип не находится в отвесном положении, а сдвинут в сторону цилиндра на некоторый угол γ . В самом деле, расстояние ab , если точка b соответствует положению центра валика ползуна на середине его хода, равно длине поршневого дышла. Но ведь и расстояние cb есть тоже длина этого же дышла, надетого на палец кривошипа, т. е. $cb=ab$. Чтобы найти положение точки c , достаточно раствором циркуля, равным ab , сделать на окружности движения центра пальца кривошипа засечку c , используя центром ось b валика ползуна. Угол γ или соответствующая ему линейная величина недохода центра пальца кривошипа до вертикали называются углом перебега γ и перебегом поршня ha .

Перебег поршня несложно определить. Треугольники cha и chb прямоугольные. По теореме Пифагора

$$(ch)^2 + (hb)^2 = (cb)^2; \quad (1)$$

$$(ch)^2 + (ha)^2 = (ca)^2. \quad (2)$$

Но $ha+hb=ab=cb=L$ — это длина поршневого дышла, $ca=R$ — радиус кривошипа, а $ha=X$ — искомый перебег. Тогда из (1) $(ch)^2 + [L-X]^2 = L^2$; $(ch)^2 + L^2 - 2LX + X^2 = L^2$, следовательно, $(ch)^2 + X^2 = 2LX$. Но из (2) $(ch)^2 + X^2 = R^2$, значит $2LX = R^2$, и окончательно перебег поршня равен $X = \frac{R^2}{2L}$.

Когда поршень придет в мертвую точку, т. е. совершит из своего среднего положения путь, равный радиусу кривошипа R , золотник должен оказаться в положении предварения впуска, т. е. быть сдвинутым из среднего положения на величину, равную сумме перекрыши впуска и предварения впуска, т. е. $e+v_e$ (рис. 67, а, б).

Отсюда соотношение плеч маятника $\frac{(df)}{(dg)} = \frac{e+v_e}{R}$. Тогда $v_e = R \frac{(df)}{(dg)} - e$.

Все величины в правой части уравнения для данного паровоза неизменны. Отсюда следует, что такой маятниковый механизм обеспечивает постоянство линейного опережения впуска при любых отсечках и скоростях движения.

Кулисный механизм Вальшерта¹. Кулисный механизм наполнения и маятниковый механизм опережения в своей работе удачно сочетаются друг с другом. Когда поршень находится в мертвой точке, механизм опережения сдвигает золотник на ту максимальную величину, на которую он может его сдвинуть. Но в этот самый момент кулиса занимает свое среднее положение и потому воздей-

¹ В а л ь ш е р т — бельгийский инженер, который предложил этот механизм в 1844 г.

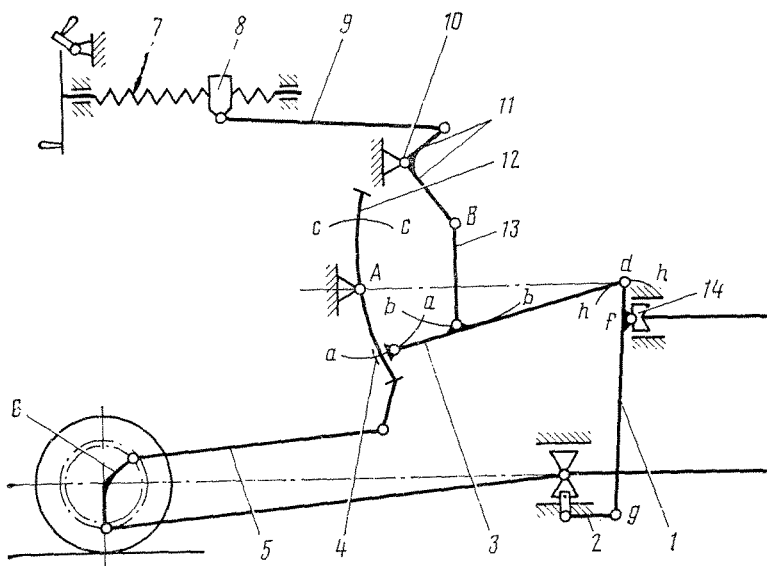


Рис. 68. Скелетная схема парораспределительного механизма Вальшерта

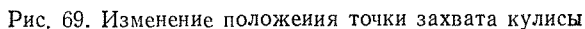
1 — маятник; 2 — тяга маятника; 3 — радиальная тяга; 4 — кулисный камень; 5 — контркривошипная (эксцентриковая) тяга; 6 — контркривошип; 7 — переводной винт; 8 — гайка переводного винта; 9 — переводная тяга; 10 — переводной вал; 11 — рычаг переводного вала; 12 — кулиса; 13 — подвеска радиальной тяги; 14 — золотниковый ползун

ствие от контркривошипа на золотник равно нулю. Ведь если бы не было механизма опережения, золотник под действием механизма наполнения находился бы в своем среднем положении и перемещение камня по кулисе в любом направлении на любую величину не оказывало на положение золотника никакого воздействия.

Наоборот, когда поршень находится на середине своего хода, воздействие механизма наполнения на золотник наибольшее — он сдвигает его на максимальную величину, соответствующую установленной положением камня в кулисе отсечке. В этот же момент маятник устанавливается перпендикулярно оси цилиндра и его воздействие на золотник отсутствует. Если бы механизма наполнения не было или, что то же самое, камень в кулисе был бы поставлен в точку качания кулисы, золотник находился бы в своем среднем положении.

Указанное обстоятельство позволяет соединить оба эти механизма в один общий. Для чего достаточно расположить точку подвеса кулисы на высоте верхней точки маятника и соединить переднюю головку золотниковой тяги с этой точкой маятника (рис. 68). Теперь тягу 3 следует называть радиальной (ее длина представляет радиус кулисы).

Необходимо заметить, что золотник в таком механизме получает от кулисной части перемещения, уменьшенные на отношение плеч маятника в $k = (tg)/(dg)$ раз.



Особенности механизмов парораспределения паровозов СССР.

Но тогда для соблюдения второго принципа механизма наполнения пришлось бы снабдить кулису очень длинным хвостовиком qr_0 (рис. 69), а это в свою очередь потребовало бы значительно увеличить радиус контркривошипа для создания необходимого хода золотника. Чтобы сохранить радиус контркривошипа в определенных пределах, уменьшают длину хвостовика кулисы, поднимая точку захвата ее на высоту h над совпадающими осями цилиндра и линией центров движущих колесных пар $A-A$.

Новое положение точки захвата p определяют переносом прежнего положения p_0 по дуге, описанной из центра o ведущей колесной пары, до пересечения с прямой, параллельной оси цилиндра и отстоящей от нее на h , мм. Тогда равносторонний треугольник

92

$m_0 p_0 m_{10}$ поворачивается на угол β в новое положение $m p m_1$ уменьшая свое основание (удвоенный радиус контркривошипа) пропорционально уменьшению расстояния от точки подвеса o' кулисы до точки захвата ее, т. е. $m m_1 = 2r_{\text{кк}} = m_0 m_{10} \frac{o' p}{o' p_0}$.

Вследствие этого угол между кривошипом и контркривошипом (угол насадки) не остается прямым, а увеличивается на угол поворота β .

2. Желание, не нарушая габаритных рамеров, вписать цилиндр бóльшего диаметра для получения бóльшей мощности, заставило приподнять цилиндр.

В паровозах ЭВ/и это достигнуто наклоном оси цилиндра $B-B$, пересекающейся с геометрической осью ведущей колесной пары (рис. 70, а). При этом з.м.т., п.м.т. и точка захвата кулисы p_0 остаются на одной прямой — оси цилиндра; радиус контркривошипа (om_0 и om_{10}) поворачивается в новое положение, сохраняя угол насадки 90° , и уменьшается соответственно укорочению хвостовика

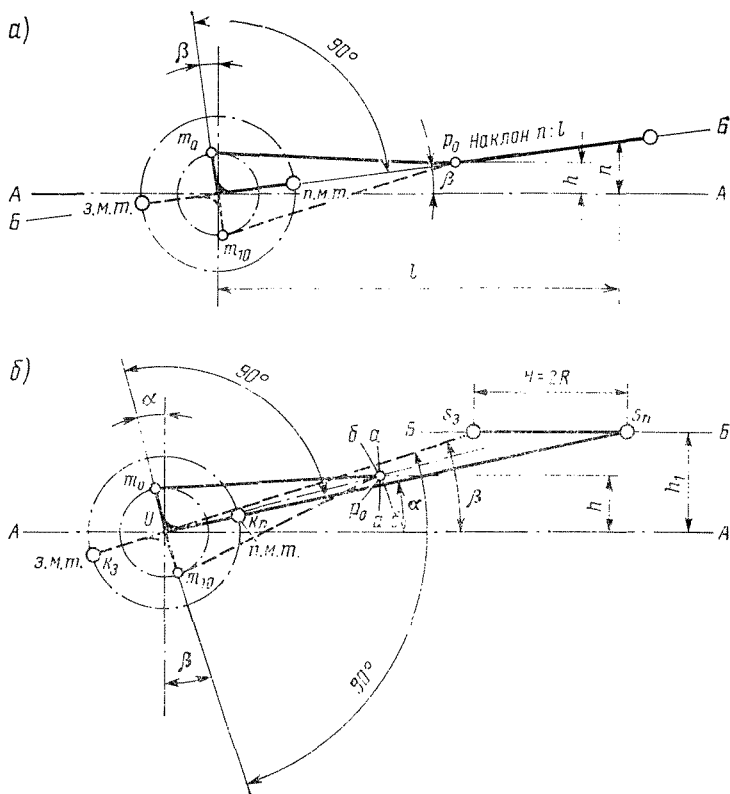


Рис. 70. Часть механизма паровой машины:

а — с наклонными цилиндрами; б — с горизонтальными, но приподнятыми

кулисы за счет подъема точки захвата на h , мм. При этом надо учитывать, что при среднем положении поршня маятник, оставаясь перпендикулярным оси цилиндров, уже не будет вертикален. Наклон цилиндров к горизонтали на паровозах ЭВ/И $n:l=1:30$.

В других случаях конструкторы, оставив ось цилиндра $B-B$ горизонтальной, подняли ее на некоторую высоту h_1 (рис. 70, б) над осью центров движущих колесных пар $A-A$. На паровозах Л разность высот $h_1=20$ мм, на E^a , E^m — $h_1=50,8$ мм.

Тогда, как видно на рис. 70, б, мертвые точки центра пальца кривошипа окажутся расположенными не оппозитно, а по концам ломаной линии k_3OK_n : точки k_3 и k_n — суть места пересечения окружности, описываемой центром пальца кривошипа, с прямыми, проходящими через крайние положения s_3 и s_n центра валика поршневого ползуна и через проекцию o геометрической оси ведущей колесной пары.

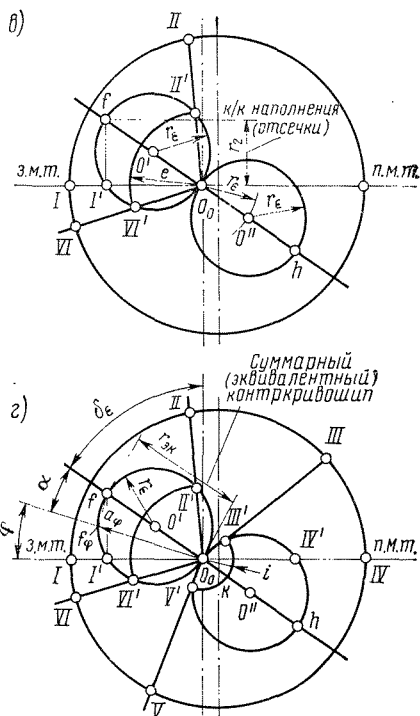
Местонахождение центра пальца контркривошипа при п.м.т. (точка m_0) и з.м.т. (точка m_{10}) определяют пересечением описываемой им окружности с перпендикулярами, восстановленными из точки o к соответствующим положениям радиуса кривошипа, так как угол насадки контркривошипа остается равным 90° .

Поскольку углы α и β между вертикалью и направлениями радиуса контркривошипа при п.м.т. и з.м.т. различны, то линия m_0m_{10} не прямая, а ломаная, и для определения среднего положения точки захвата p_0 кулисы нужно найти пересечение дуг $a-a$ и $b-b$, описанных радиусом, равным длине контркривошипной (эксцентриковой) тяги ($m_0p_0=m_{10}p_0$), из точек m_0 и m_{10} . Как видно на рис. 70, б, точка p_0 лежит на биссектрисе угла s_3os_n , образованного положениями оси поршневого дышла при п.м.т. и з.м.т. и оказывается поднятой над плоскостью центров движущих колесных пар $A-A$ на h , мм. Следует отметить, что для лучшего выявления происходящих в механизме изменений на рис. 70, б h_1 взято в масштабе, в несколько раз большем, чем все остальные элементы.

Круговая диаграмма. Наглядную связь перемещений золотника, величины открытия окон и смены фаз парораспределения в зависимости от угла поворота кривошипа позволяет установить круговая диаграмма. Для ее построения необходимо знать следующие параметры машины: длину поршневого дышла L , радиус кривошипа R , перекрыши впуска e и выпуска i , линейное предварение впуска v_e и ширину окна a на рабочей поверхности золотниковой втулки.

Построение диаграммы начинается с проведения двух взаимно перпендикулярных осей — диаметров кривошипной окружности (рис. 71, а). Выбрав масштаб (обычно используют 1:4 или 1:5), проводят очерк кривошипной окружности.

Для учета конечной длины поршневого дышла по известной формуле $X=R^2/2L$ подсчитывают перебег поршня в середине его хода (поправку Брикса) и в том же масштабе откладывают его от вертикальной оси кривошипной окружности в сторону, противоположную цилиндру. Поскольку на рис. 71 диаграмма чертится для



Чтобы найти второе положение кривошипа, соответствующее концу впуска, следует по горизонтальному диаметру кривошипной окружности отложить от з.м.т. путь, проходимый поршнем до расчетной отсечки, определяющей наполнение цилиндра свежим паром. На рис. 71 отложена величина, соответствующая отсечке $\varepsilon = 0,4$. Путь, проходимый поршнем до отсечки $H_\varepsilon = \varepsilon H$, где $H = 2R$ — ход поршня за поворот колеса на 180° .

Точка пересечения перпендикуляра, восстановленного из места на горизонтальном диаметре, соответствующего положению поршня в момент отсечки, с верхней половиной кривошипной окружности даст точку II , определяющую положение кривошипа в конце впуска. Линию кривошипа получают, соединив точку II с точкой O_0 .

Если в избранном для золотника масштабе (1:1 или 2:1) раскрыть циркуль на величину перекрыши впуска и из полюса O_0 , как из центра, сделать засечку на линии кривошипа в момент данной отсечки, то определится положение золотника в тот же момент, т. е. точка II' .

Поскольку точка I' представляет в избранном масштабе отклонение золотника от среднего положения в момент начала впуска (положение кривошипа в точке I , т. е. в з.м.т.), точка II' — есть отклонение золотника от среднего положения в момент отсечки (положение кривошипа в точке II — «отсечка»), а точка O_0 соответствует нулевому отклонению золотника от среднего положения, т. е., по сути, его среднему положению, то все эти точки должны лежать на общей золотниковой окружности наполнения (впуска). Известны различные способы нахождения местоположения центра окружности, проходящей через три заданных точки как математические, так и графические. На рис. 71, б показан элементарный графический способ — с помощью перпендикуляров к середине хорд, соединяющих точки I' и II' с точкой O_0 . Произвольно взятым радиусом r_x сделаны засечки из каждой из трех точек, а полученные соответственные точки a и b , а также c и d соединены между собой прямыми. Пересечение этих прямых дает центр золотниковой окружности наполнения, проходящей через три основные, принадлежащие ей точки I' , II' и O_0 , как это показано на рис. 71, в.

Через центр золотниковой окружности O' и полюс кривошипных лучей O_0 проводят прямую до пересечения ее в двух местах с кривошипной окружностью, получая линию наибольших отклонений золотника из среднего положения. Расстояние места ее пересечения с золотниковой окружностью наполнения (точка f) от горизонтального диаметра кривошипной окружности представляет собой условный контркривошип наполнения при данной отсечке, численно равный $r_2 = \sqrt{4r_{\varepsilon}^2 - r_1^2} = \sqrt{4r_{\varepsilon}^2 - (e + v_e)^2}$. Иначе говоря: такое расстояние от центра ведущего колеса должен был бы иметь при данной отсечке центр пальца контркривошипа, оказывающего своим непосредственным воздействием на золотник такое же влияние, как весь действительный кулисный механизм Вальшерта, представленный на рис. 68. Одновременно, точка f определяет величину наибольшего отклонения золотника (расстояние O_0f) из среднего положения при принятой отсечке $\varepsilon = 0,4$.

Отложив от точки O_0 на нижней части линии наибольших отклонений золотника радиус золотниковой окружности наполнения ($r_{\varepsilon} = O'O_0$) из полученной точки O'' , как из центра, проводят золотниковую окружность выпуска того же радиуса r_{ε} , поскольку от-

клонение золотника от среднего положения будет в обе стороны одинаковым (см. рис. 71, *в*). Расстояние между точками f и h представит ход золотника за половину оборота ведущего колеса в принятом масштабе.

Продляя дугу отсечки, описываемую из центра o_0 радиусом, равным перекрыше впуска e , получают на золотниковой окружности впуска точку VI' , а проведя через эту точку и центр o_0 луч до пересечения с кривошипной окружностью, — точку VI . Эти точки определяют положение кривошипа в момент начала открытия окна на впуск, т. е. момент предварения впуска.

В масштабе, принятом для перемещений золотника (1:1 или 2:1), поставив иглу циркуля в точку o_0 , наносят на золотниковой окружности выпуска дугу «отсечки выпуска» радиусом, равным перекрыше выпуска i (рис. 71, *г*). При этом на золотниковой окружности получают точки пересечения III' и V' , через которые из центра o_0 проводят лучи до пересечения их с кривошипной окружностью. Тогда на последней определяются еще две точки положения кривошипа: III — соответствующая началу предварения выпуска, и V — указывающая момент закрытия окна на выпуск и начала сжатия оставшегося в задней полости цилиндра пара.

Построение круговой диаграммы заканчивают отметкой точек IV' и IV , лежащих на горизонтальном диаметре кривошипной окружности, т. е. отвечающих положению кривошипа в п.м.т. Эти точки — момент начала выпуска (см. рис. 71, *г*).

Так как точка f лежит на перпендикуляре, восстановленном в точке I' к горизонтальному диаметру кривошипной окружности, то диаметр золотниковой окружности $fo_0 = 2r_e$ в принятом при построении ее масштабе выражает и половину наибольшего отклонения золотника от его среднего положения, и величину суммарного (эквивалентного) контркривошипа, заменяющего при данной отсечке весь парораспределительный механизм Вальшерта, изображенный на рис. 68. Численно этот контркривошип равен $r_{\text{эк}} = 2r_e = \sqrt{r_1^2 + r_2^2}$, поскольку условные контркривошипы опережения и наполнения, как явствует из круговой диаграммы (r_1 лежит на горизонтальном диаметре кривошипной окружности, а r_2 параллелен ее вертикальному диаметру), перпендикулярны друг другу и для их сложения можно использовать теорему Пифагора. Это свойство заложено было при построении внешнего механизма парораспределения Вальшерта: когда кулисная часть механизма оказывает на перемещение золотника наибольшее влияние (середина хода поршня), часть, осуществляющая опережение, вовсе не воздействует на золотник (см. рис. 67, *а*). И наоборот: когда маятниковый механизм опережения сдвигает золотник на наибольшую величину, на которую он может его сдвинуть (мертвые точки, см. рис. 67, *б*), механизм наполнения вовсе не оказывает влияния на золотник (кулиса в среднем положении).

Анализ круговой диаграммы. В избранном масштабе (M 1:1 или M 2:1) величина эквивалентного контркривошипа определяется на диаграмме отрезком

f_{00} (см. рис. 71, 2), т. е. наибольшим отклонением золотника от среднего положения, а угол опережения δ_e для него при данной отсечке заключен между вертикальным диаметром кривошипной окружности и линией наибольшего сдвига золотника f/h .

Если принять большую величину отсечки, то центр золотниковой окружности впуска из-за ухода точки II' вправо поднимется, а благодаря этому размер ее радиуса увеличится, так как точки I' и O_0 , через которые она проходит, останутся на прежних местах. Соответственно поднимется и точка f , а следовательно, изменится (уменьшится) угол между линией наибольших отклонений золотника из среднего положения и вертикалью (перпендикуляром к линии движения поршня). Расстояние f_{00} (так как точка O_0 останется на прежнем месте) тоже должно увеличиться; значит, с увеличением отсечки возрастает ход золотника. Итак, с увеличением отсечки: 1) растет ход золотника ($r_{0,6} > r_{0,4}$); 2) существенно увеличивается наибольшая величина открытия окна; 3) уменьшается угол опережения — $\delta_{0,6} < \delta_{0,4}$.

Все это обеспечивает увеличение силы, развиваемой в цилиндре паровой машины с увеличением отсечки, уменьшая мятие пара при впуске с одновременным ростом количества вошедшего в цилиндр пара за один цикл.

Круговая диаграмма позволяет связать математически угол поворота кривошипа из з. м. т. и перемещение золотника при этом повороте. Допустим (см. рис. 71, 2) кривошип из з. м. т. повернулся на угол φ . В этом случае отклонение золотника из среднего положения представлено отрезком f_{φ} $O_0 = y$.

Угол $\angle f_{\varphi} O_0 = 90^\circ$, как вписанный, опирающийся на диаметр. Тогда $f_{\varphi} O_0 = = f_{00} \cos \alpha$ или $y = r_{\text{зк}} \cos (90 - \delta_e - \varphi) = r_{\text{зк}} \sin (\delta_e + \varphi)$.

Полученное выражение представляет уравнение движения золотника в парораспределительном механизме Вальшерта, связывающее угол поворота кривошипа φ , отсечку $r_{\text{зк}}$ и δ_e с перемещением золотника y .

Следует, однако, сказать, что в реальном механизме нет полного совпадения фактического отклонения золотника от среднего положения с подсчитанным по выведенным математическим уравнениям. Это зависит прежде всего от конечной длины тяг, передающих движение. Ведь в круговой диаграмме учтена поправка только для поршня. Но главное, необходимость подвешивания деталей механизма вносит свои погрешности в движение его звеньев. Так, кулисный камень устанавливается в каждое положение за счет того, что радиальная тяга удерживается подвеской 13 на определенной высоте (см. рис. 68). При качании кулисы 12 под действием усилия, передаваемого ей контркривошипной (эксцентрикковой) тягой 5 от контркривошипа 6 во время движения паровоза, место кулисы, где в данный момент находится кулисный камень 4, описывает дугу $a-a$ с центром A в точке подвеса кулисы. В то же время, точка подвеса радиальной тяги 13 описывает дугу $b-b$ с центром B на валке рычага 11, на котором качается подвеска 13. Мало того, и передний конец радиальной тяги тоже описывает направленную выпуклостью в обратную сторону дугу $h-h$ с центром в точке f — проекции оси валика золотникового ползуна 14. Все это приводит к тому, что кулисный камень во время работы не остается на одном расстоянии от точки ее подвеса, а совершает сложное движение, называемое игрой камня в кулисе. Это не только вызывает увеличение износа камня и паза кулисы, но влияет и на точность парораспределения, в результате чего возникает разница в отсечке, а следовательно, и в развиваемом усилии по скалке в передней и задней полости одного и того же цилиндра. Еще хуже обстоит дело, когда кулисный камень находится в верхней половине кулисы, так как при этом дуга $c-c$, описываемая им, и дуга $b-b$ места соединения радиальной тяги 3 с подвеской 13 направлены выпуклостями в разные стороны; от этого «игра» кулисного камня существенно возрастает. Именно поэтому конструкцией механизма предусмотрено использование верхней половины кулисы для заднего хода паровоза, который применяется значительно реже переднего и обычно с меньшими нагрузками.

Следует обратить внимание на то, что точки II и VI на круговой диаграмме, а также точки III и V (см. рис. 71) попарно связаны друг с другом. Изменение отсечки заставляет передвинуться и занять новое положение не только точку II , определяющую конец впуска, т. е. собственно отсечку, но и точку VI — начало

предварения впуска. С увеличением отсечки предварение впуска начинается позднее, вследствие уменьшения угла опережения δ_e .

Еще теснее связаны друг с другом точка *III* — начало предварения выпуска и *V* — конец выпуска (начало сжатия). Их положение определяют два фактора: линия наибольшего сдвига золотника, представляющая биссектрису охватываемого их лучами угла, а также величина и знак перекрыши выпуска. Дело в том, что малое сжатие невыгодно: оно увеличивает расход свежего пара на заполнение вредного пространства и поднятия в нем давления до впускного. Однако в быстроходных машинах, чтобы давление в конце сжатия не превысило котлового, перекрышу выпуска делают отрицательной, т. е. при среднем положении золотника окно на выпуск пара уже открыто. На круговой диаграмме отрицательная перекрыша откладывается внутрь золотниковой окружности впуска в виде дуги радиуса *i*. Величина открытия окна на выпуск представляет для данного положения кривошипа сумму отрезка внутри золотниковой окружности впуска и перекрыши выпуска. Любое изменение перекрыши выпуска тотчас изменяет положение лучей *III* и *V*, но при этом сохраняется симметричность их расположения относительно линии наибольшего сдвига золотника, а следовательно, и равенство составляемых ими с нею углов. При этом соответственно изменяются фазы парораспределения, между которыми проходят лучи *III* и *V*.

Следует отметить, что ширина окна у некоторых паровозов меньше перемещения золотника за вычетом перекрыши впуска, т. е. $a < y - e$.

В этом случае при перебеге золотника открытие окна, не меняясь, остается максимальным. Это учитывает дуга окружности, проведенная из точки *о*, как из центра радиусом $r = e + a$.

Теоретическая индикаторная диаграмма. Последовательная связь фаз парораспределения, их длительность, измеряемая в долях хода поршня, изменение давления пара в полости цилиндра и совершаемая паром работа за ход поршня наглядно представлены в индикаторной диаграмме. В верхней части рис. 72 построена круговая диаграмма при отсечке $\epsilon = 0,4$ для задней полости правой машины паровоза со следующими данными, мм:

Длина поршневого дышла	$L = 3100$
Радиус кривошипа	$R = 325$
Перекрыша впуска	$e = 38$
Перекрыша выпуска	$i = 4$
Линейное предварение впуска	$v_e = 5$
Ширина окна	$a = 58$

Вдоль кривошипной окружности расписаны фазы парораспределения, заключенные между соответствующими лучами положения кривошипа:

- I* (з. м. т.) — *II* — впуск;
- II* — *III* — расширение;
- III* — *IV* (п. м. т.) — предварение выпуска;
- IV* — *V* — выпуск;
- V* — *VI* — сжатие;
- VI* — *I* (з. м. т.) — предварение впуска.

На золотниковых окружностях показаны части a_x лучей положения кривошипа; длина этих частей является в выбранном масштабе ($M 1:1$ или $M 2:1$) шириной открытия окон для впуска (на верхней окружности) или выпуска (на нижней окружности).

Под круговой диаграммой построена теоретическая индикаторная диаграмма. Для этого на соответствующем расстоянии от круговой диаграммы параллельно горизонтальному диаметру криво-

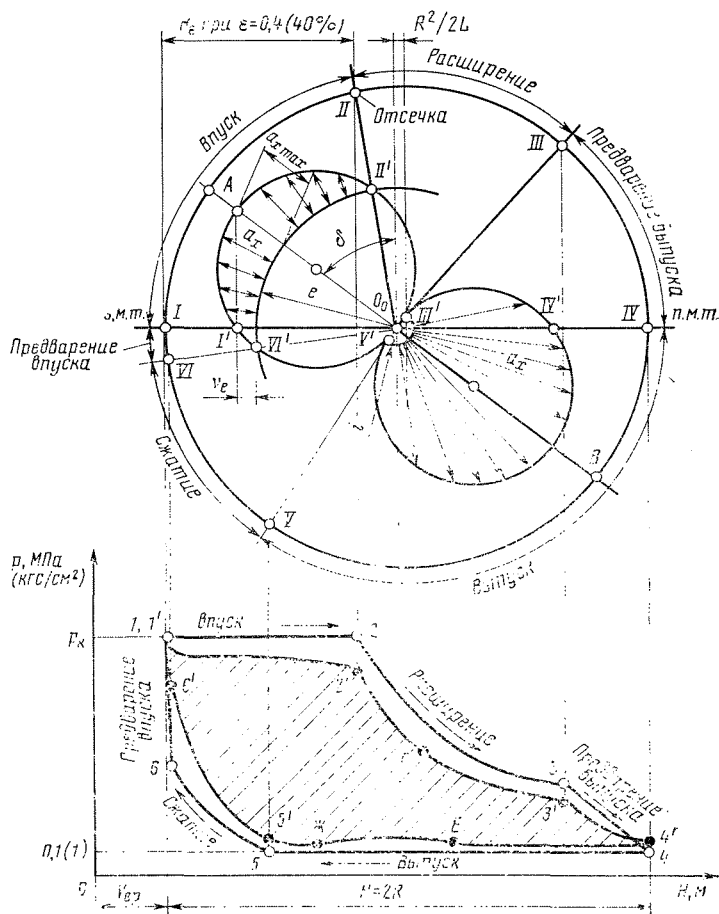


Рис. 72. Построение индикаторной диаграммы

шипной окружности проводят ось перемещений поршня H , представляющую линию нулевого давления $p=0$. Из точек I (з.м.т.) и IV (п.м.т.) круговой диаграммы на ось H опускают перпендикуляры, основания которых определяют на оси крайние точки хода поршня. От левой из них откладывают влево в масштабе, принятом для кривошипной окружности, величину вредного пространства $V_{вр}$ и из полученной точки восстанавливают перпендикуляр — ось давлений p .

В справочной литературе (например, в паспортных книжках паровосов) вредное пространство указано в процентах от рабочего объема цилиндра. Поскольку последний

$$V_p = \frac{\pi d^2}{4} H,$$

где d — внутренний диаметр цилиндра, а следовательно $\pi d^2/4 = S$,

представляет поперечное сечение цилиндра (площадь поршня), очевидно, что ось хода поршня H одновременно является осью объемов цилиндра V , значения которых связаны постоянным коэффициентом S . Поэтому на диаграмме линейная величина вредного пространства будет составлять столько же процентов от хода поршня, сколько процентов имеет объем вредного пространства от рабочего объема цилиндра.

Для построения линии впуска откладывают в принятом масштабе по оси давлений абсолютное рабочее котловое давление p_k (т. е. пренебрегая потерями на сопротивление в трубах и каналах) и переносят эту ординату на перпендикуляры, опускаемые из точек I и II круговой диаграммы на ось H . Полученные точки I и 2 соединяют горизонтальной линией — прямой впуска.

Линию расширения строят из точки 2 индикаторной диаграммы как адиабату (т. е. учитывая отсутствие подвода тепла) с показателем степени (для перегретого пара) $\kappa=1.33$. Для этого из начала координат O (рис. 73) проводят две вспомогательные прямые: одну B под углом 30° к оси абсцисс H , другую $Б$ под углом 40° к оси ординат p . Порядок определения точек адиабаты показан стрелками: из точки 2 проводится горизонталь до оси ординат; под углом 45° полученная точка проектируется на вспомогательную линию $Б$ и из этой проекции κl проводится новая горизонталь κl . Затем из точки 2 проводится вертикаль до пересечения t с вспомогательной линией B ; точка t сносится под углом 45° на ось абсцисс и из пересечения с нею u восстанавливается перпендикуляр; точка встречи перпендикуляра с ранее полученной горизонталью κl дает новую точку A_1 , принадлежащую адиабате. Повторяя этот

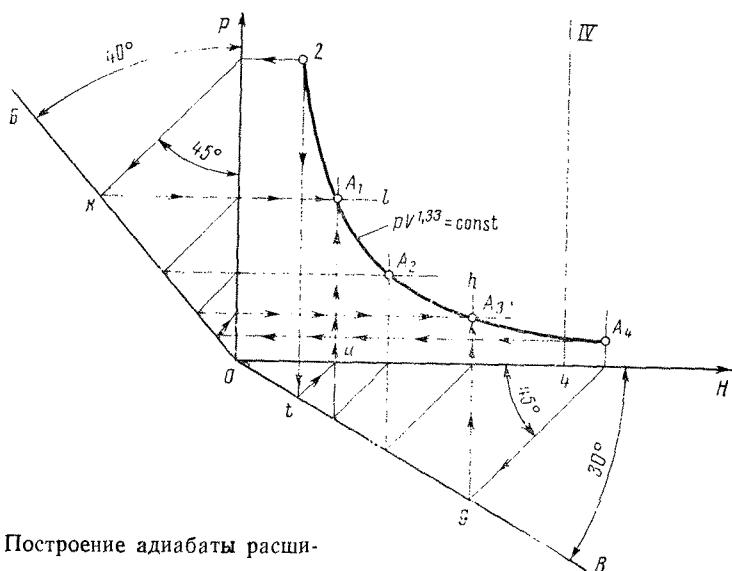


Рис. 73. Построение адиабаты расширения

прием из точки A_1 , получают положение точки A_2 и т. д. Через найденные точки адиабаты проводят плавную кривую, которая должна обязательно пересечь вертикаль, соединяющую точки IV и 4 обеих диаграмм.

Место пересечения перпендикуляра, опущенного из точки III на ось абсцисс, с построенной адиабатой определяет момент начала предварения выпуска на индикаторной диаграмме — точку 3 (см. рис. 72).

Для проведения линии выпуска на перпендикуляре, опущенном из точки IV , откладывают от точки его пересечения с осью абсцисс отрезок, соответствующий в принятом масштабе величине атмосферного давления, т. е. $0,1$ МПа (1 кгс/см²) — точка 4 ; через эту точку проводят горизонтальную линию выпуска до пересечения с перпендикуляром из точки V — точка 5 . Соединив прямой точки 3 и 4 , получают линию предварения выпуска.

Из точки 5 , используя вспомогательные прямые, находят точки адиабаты сжатия, беря за начальную точку 5 . Порядок построения этой кривой ясен на диаграмме рис. 73, где начальная точка обозначена для этого случая буквой A_4 . Проводя линии, как указано стрелками, получают точку A_3 и т. д. Построение продолжают до перпендикуляра, опущенного из точки I (см. рис. 72). Плавную кривую сжатия проводят из точки 5 до встречи ее с перпендикуляром из точки VI , это и будет точка 6 — начало предварения впуска. Соединив прямой точки 6 и I , получают линию предварения впуска, и построение теоретической индикаторной диаграммы закончено.

Действительная индикаторная диаграмма. Ряд причин, из которых главные — мятые пара при проходе через котловой и цилиндрический тракты и потеря тепла, существенно уменьшают площадь и искажают форму индикаторной диаграммы, как это видно на рис. 72.

На пути из парового пространства котла пар мнется и теряет давление из-за сопротивлений в паросушителе, регуляторе, пароперегревательных элементах и паровпускных трубах. В результате в золотниковой коробке давление пара ощутимо меньше, чем было в котле. В цилиндрическом тракте пару предстоит проходить через щели, открываемые золотником, окна и каналы, что также вызывает значительное мятие. Большинство потерь паром своей потенциальной энергии возрастает с увеличением числа циклов в единицу времени, т. е. с ростом скорости движения паровоза, так как в этом случае скорость движения пара по паровому тракту возрастает, а сопротивление, вызывающее мятие, пропорционально квадрату расхода пара, который в свою очередь пропорционален скорости пара. Поэтому разница между теоретической и действительной индикаторными диаграммами зависит от отсечки.

Итак, точка I' (см. рис. 72) — начало впуска — действительной индикаторной диаграммы лежит существенно ниже точки I теоретической диаграммы. Эта разность может достигать нескольких десятых МПа (нескольких кгс/см²).

В начальные моменты впуска свежий пар соприкасается с охлажденными мятым паром каналами, стенками цилиндра и поршня и значительно понижает свою температуру перегрева. Это явление называют *контракцией* перегретого пара. Она может в некоторых случаях доходить до частичной конденсации пара. Кроме того, в открытой золотником относительно небольшой щели для прохода пара происходит его интенсивное мятие. Поэтому линия впуска $1'-2'$ действительной диаграммы имеет резкое падение вначале, а затем идет не горизонтально, как линия $1-2$ теоретической диаграммы, но с большим или меньшим наклоном.

Перед точкой $2'$, когда для прохода пара остается все более сужающаяся щель, падение давления ускоряется. За точкой $2'$ кривая расширения пара наклонена сначала более круто, чем адиабата, а с некоторой точки Γ , наоборот, она становится положе адиабаты вплоть до точки $3'$. Это объясняется тем, что на участке $2'-\Gamma$ пар отдает часть своего тепла новым участкам более холодных стенок цилиндра, тогда как на участке $\Gamma-3'$ температура продолжающего расширяться пара становится ниже температуры окружающих его стенок, и последние начинают возвращать ему накопленное в них тепло.

В точке $3'$ начинается предварение выпуска, и давление пара резко падает до точки $4'$. Отличие кривой $3'-4'$ от прямой $3-4$ объясняется теплообменом пара со стенками, подобным такому же явлению на линии $2'-3'$.

Выпуск проходит при давлении несколько выше атмосферного, так как поршню приходится выталкивать «лениво» выходящий пар почти атмосферного давления. В зависимости от скорости движения паровоза, влияющей на скорость поршня, линия $4'-5'$ приподнята над линией $4-5$ на большую или меньшую величину. В своей второй половине на близкой к прямой линии $4'-5'$ в некоторой точке E возникает «бугор», исчезающий в точке $Ж$. Дело в том, что линейная скорость движения поршня не одинакова в различных местах его хода; она наибольшая в средней части хода поршня, когда угол между кривошипом и осью цилиндра близок к 90° и, наоборот, значительно уменьшается по мере приближения поршня к мертвым точкам. Ведь при вращении колеса, когда кривошип составляет с осью цилиндров угол, близкий прямому, некоторому числу градусов его поворота соответствует значительно больший отрезок пути, чем описываемый поршнем недалеко от мертвой точки при повороте кривошипа на тот же угол. Поэтому в цилиндре на участке между точками $E-Ж$ интенсивное выталкивание пара из цилиндра приводит к повышению давления.

Начинающееся в точке $5'$ сжатие благодаря большему начальному давлению, чем в точке 5 , отклоняет линию действительного сжатия $5'-6'$ от теоретической адиабаты $5-6$.

Эллиптическая диаграмма. Хотя зависимость величины и направления перемещения золотника наглядно представляет круговая диаграмма, но на практике гораздо удобнее пользоваться для этого эллиптической диаграммой, на которой перемещение золот-

ника связано с местоположением и направлением движения поршня. Дело в том, что измерение угла поворота кривошипа на паровозе весьма затруднительно, благодаря чему возникают совершенно недопустимые погрешности, тогда как положение поршня в каждый данный момент можно определить с любой достаточной точностью очень простыми приемами.

Кроме того, эллиптическую диаграмму можно с помощью элементарного оборудования записать на каждой стороне любого паровоза и, сравнив ее с построенной теоретической, выявить погрешности и соответственно исправить механизм парораспределения.

Построение эллиптической диаграммы, после того как построена круговая, начинают с проведения оси $x-x$ (рис. 74) параллельно горизонтальному диаметру круговой диаграммы (з. м. т. — п. м. т.) и на достаточном от нее расстоянии, чтобы наибольшие отклонения золотника уложились вне ее пределов. Для этого достаточно, чтобы ось $x-x$ была удалена от самой нижней точки круговой диаграммы на диаметр золотниковой окружности.

Затем линию хода поршня от з. м. т. до п. м. т. делят на 10 равных частей и намечают на кривошипной окружности 18 мест положений кривошипа (точки $1, 2, 3, \dots, 9, 9', 8', \dots, 2', 1'$) и одновременно отмечают все 11^ю положений поршня (точки $0, 1, \dots, 9, 10$) на оси $x-x$. Проводят лучи из полюса o_0 к 18 точкам положения кривошипа. Измерителем определяют сдвиг золотника по каждому лучу и на восстановленном из соответствующей точки на оси $x-x$ перпендикуляре отмечают сдвиг золотника от оси, т. е. от его среднего положения. Например, для положения кривошипа в з. м. т. (точка I) берут расстояние o_0-I' — от полюса до внешнего края золотниковой окружности и откладывают его от точки o на оси $x-x$ по перпендикуляру вверх — линия $o-o$ (I). Эту операцию продолжают, получая отрезки перпендикуляров, до точки 8 , соответствующей для принятой отсечки ($\varepsilon=0,4$) приходу золотника в среднее положение (точка 8 ложится на ось $x-x$, так как перемещение золотника равно нулю). Продолжая эту операцию дальше, перпендикуляры откладывают вниз от оси $x-x$, а пройдя точку 3 , сдвиг золотника снова откладывают вверх от оси $x-x$. Другими словами, сдвиг золотника, замеряемый по окружности впуска, откладывается вверх от оси $x-x$, а сдвиг, замеряемый по окружности выпуска, откладывается вниз.

Последними наносят точки наибольшего сдвига (A и B с длиной перпендикуляра, равной диаметру золотниковой окружности) и оставшиеся точки границ фаз (II, III, V и VI). Через все полученные на планшете эллиптической диаграммы точки проводят плавную кривую, очертание которой напоминает эллипс. Если бы круговая диаграмма строилась без учета поправки Брикса, то эллипс получился бы математически точный. Конечная длина шатуна вызывает его искажение, делая «разными» половины хода поршня: в задней части цилиндра меньше ($o_0-z. м. т.$), а в передней больше ($o_0-p. м. т.$) на величину поправки $R^2/2L$.

Заканчивается построение эллиптической диаграммы проведением линий перекрыши. От оси $x-x$ вверх откладывают величину перекрыши впуска e , а вниз — перекрыши выпуска i , если она положительная, и вверх — если отрицательная. Через полученные точки проводятся горизонтали в пределах всей длины хода поршня. Если построение велось аккуратно и правильно, точки II и VI должны оказаться на линии перекрыши впуска, а точки III и V — на линии перекрыши выпуска. Заштрихованные вертикалями части диаграммы над перекрышей впуска и под перекрышей выпуска представляют собой открытие парового окна соответственно на впуск и выпуск.

При проверке качества регулировки парораспределения можно легко и с желаемой точностью замерить перемещения поршня и золотника, а по ним построить эллиптическую диаграмму, которая

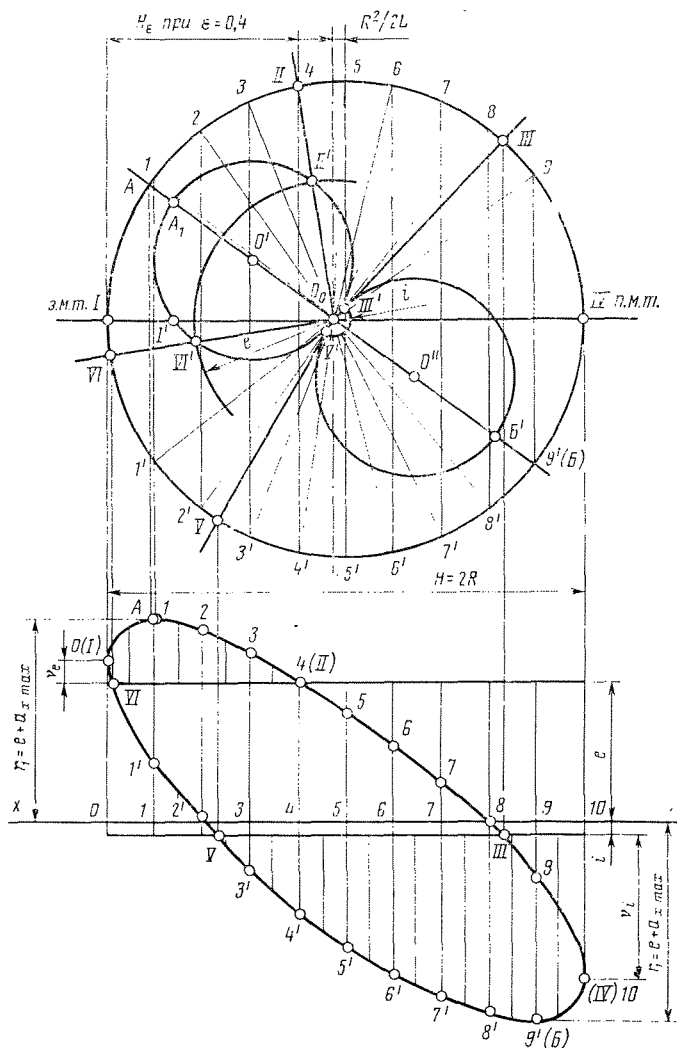


Рис. 74. Построение эллиптической диаграммы

при сравнении ее с паспортной позволит выявить дефекты в регулировке¹.

Мощность паровоза. Сила тяги. Площадь индикаторной диаграммы выражает работу, которую совершает пар в цилиндре за один оборот колеса. В самом деле, если измерить площадь действительной индикаторной диаграммы и разделить ее на ход поршня, получается среднее индикаторное давление пара в цилиндре p_i .

¹ Подробнее см. гл. 22 «Проверка и регулировка парораспределительного механизма».

Умножив его на поперечное сечение цилиндра (площадь поршня S), получают среднюю силу, действующую на поршень во все время его хода. Произведение этой силы на ход поршня и на две рабочие полости цилиндра даст индикаторную работу за один цикл (за один оборот колеса) в одном цилиндре: $L_i = 2p_i SH = 2p_i \times \frac{\pi d^2}{4} H$.

Это можно проверить правилом размерности $p_i [\text{Н/м}^2] S [\text{м}^2] \times H [\text{м}] = \text{Нм} = \text{Дж}$.

Если работу умножить на число цилиндров паровой машины паровоза M и на число циклов, совершаемых машиной за 1 с, т. е. на частоту вращения n , то определится индикаторная мощность, развиваемая паровозом:

$$L_i M n = N_i;$$

$$L_i [\text{Дж}] M [1] n \left[\frac{1}{\text{с}} \right] = \text{Вт}.$$

Это можно связать со скоростью движения паровоза v и диаметром его движущих колес D .

Частота вращения движущих колес паровоза равна скорости движения, деленной на длину окружности движущего колеса:

$$n = \frac{v}{\pi D}; \quad v \left[\frac{\text{м}}{\text{с}} \right] / \pi D [\text{м}] = n \left[\frac{1}{\text{с}} \right],$$

и тогда формула индикаторной мощности, развиваемой паровозом, будет

$$N_i = 2p_i \frac{\pi d^2}{4} H M \frac{v}{\pi D}.$$

Но $H = 2R$. Тогда для двухцилиндрового паровоза ($M = 2$) после сокращения π и числовых множителей формула приобретает вид:

$$N_i = 2p_i \frac{d^2}{D} R v \quad \text{или} \quad p_i [\text{Н/м}^2] \frac{d^2 [\text{м}^2]}{D [\text{м}]} R [\text{м}] v [\text{м/с}],$$

т. е. $\left[\frac{\text{Нм}}{\text{с}} \right] = \left[\frac{\text{Дж}}{\text{с}} \right]$ или $[\text{Вт}]$.

Если среднее давление в цилиндре (p_i) определять не в ньютонах на квадратный метр, а в мегапаскалях, в которых удобнее строить индикаторные диаграммы, то надо иметь в виду соотношение $1 \text{ МПа} = 9,80665 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$. Тогда формула мощности паровоза по СИ приобретает вид:

$$N_i = 2 \cdot 9,80665 \cdot 10^2 p_i \frac{d^2}{D} R v \text{ кВт},$$

если v — в м/с, а d, D, R — в м.

Из тяговых расчетов известно, что $N_k = \frac{F_k v_1}{367} \text{ кВт}$, где F_k — касательная (т. е. приложенная к ободу движущих колес) сила тя-

ги паровоза, кгс, которая указывается в паспортных книжках паровозов и по которой делают тяговые расчеты; $v_1 = 3,6 v$ — скорость движения паровоза, км/ч, соответствующая скорости v , м/с, при которой снята индикаторная диаграмма.

Поскольку $N_k = N_i \eta_m$, где η_m — механический к.п.д. паровоза, то $\frac{F_k v_1}{367} = \frac{F_k \cdot 3,6 v}{367} = 2 \cdot 9,80665 \cdot 10^2 p_i \frac{d^2}{D} R \eta_m$, откуда

$$F_k = 199946,7 p_i \frac{d^2}{D} R \eta_m, \text{ кгс,}$$

округленно

$$F_k = 2 \cdot 10^5 p_i \frac{d^2}{D} R \eta_m, \text{ кгс, с ошибкой } + 0,027 \%.$$

А по СИ

$$F_k^{\text{СИ}} = 2 \cdot 9,80665 F_k = 1960807 p_i \frac{d^2}{D} R \eta_m, \text{ Н,}$$

округленно

$$F_k^{\text{СИ}} = 1,96 \cdot 10^3 p_i \frac{d^2}{D} R \eta_m, \text{ кН, с ошибкой } - 0,041 \%.$$

§ 29. Контрпар. Минимальная отсечка

Контрпар. В особых случаях, когда требуется добавка к силе, создаваемой тормозными приборами состава и тендера, а также при отказе автотормозов, машинисту паровоза приходится применять контрпар. Так именуется работа паровой машины, когда установка камня в кулисе не соответствует направлению движения, т. е. при переднем ходе паровоза камень установлен в положение заднего хода. В этом случае паровая машина превращается из двигателя в тормоз.

На рис. 75, относящемся к задней полости правого цилиндра паровой машины, стрелкой указано направление вращения кривошипа — передний ход, а так как камень в кулисе поставлен на задний ход, то и положение осей золотниковых окружностей, построенных на круговой диаграмме для отсечки $\varepsilon_4 = 0,4$, зеркально смещено по отношению к предыдущим диаграммам. Поэтому и чередование фаз парораспределения идет на круговой диаграмме не по часовой стрелке, как раньше, а в обратном направлении.

Построение индикаторной диаграммы начинается, как всегда, с подготовки планшета для нее. Выбрав местоположение оси абсцисс (ход поршня H) и отметив на ней положение з.м.т., откладываем влево отрезок, соответствующий вредному объему (см. с. 102), и, восстановив из конца отрезка перпендикуляр к оси абсцисс, получаем ось ординат (давлений p). Отмечаем на оси ординат атмосферное давление p_0 и давление пара в котле p_k .

нает открываться окно для выпуска пара, и давление в задней полости цилиндра быстро падает до атмосферного. Далее до прихода поршня в п.м.т. (точка IV) начнется разрежение в задней полости, и газы сгорания вместе с изгарью начнут засасываться в цилиндр. Это неминуемо повлечет усиленный износ уплотнительных колец золотника и поршня, а также стенок золотника и цилиндра. Чтобы воспрепятствовать этому, машинист перед применением контрпара должен открыть специальный вентиль, подающий воду из котла в паровыпускные трубы или каналы, где она обращается в пар и препятствует подсосу газов и изгари в цилиндры, или, как на паровозах Е^а и Е^м, открыть клапан холостого хода (если он не демонтирован), подводящий пар от котла прямо в цилиндры, в которых благодаря этому не возникает разрежение.

Продолжая вращение, кривошип заставляет поршень двигаться из п.м.т. к з.м.т., выталкивая содержимое цилиндра в конус. Этот процесс длится до междофазовой точки III (3), в которой окно закрывается, и поршень сжимает оставшийся в цилиндре пар, пока в междофазовой точке II (2) не начнет открываться окно на выпуск пара, и давление быстро поднимается до котлового.

Дальнейшее движение поршня к задней крышке происходит по прямой котлового давления до з.м.т., т. е. точки I на индикаторной диаграмме.

Следует обратить внимание на то обстоятельство, что контур индикаторной диаграммы при нормальной работе паровой машины (см. рис. 72) описан по часовой стрелке, как показывают стрелки возле наименования фаз парораспределения. Однако контур индикаторной диаграммы для контрпара описан против часовой стрелки, что указывает на важнейший момент: площадь индикаторной диаграммы при контрпаре в определенном масштабе представляет отрицательную работу, т. е. работу, оказывающую противодействие движению паровоза, создающую тормозной эффект.

Машинист должен использовать контрпар такой силы, чтобы не вызвать пробуксовки движущих колес, вызывающей резкое нарастание проката и порчу головок рельсов. Еще более недопустим контрпар, вызывающий остановку движущих колес; в этом случае значительно понижается тормозной эффект, так как колеса начинают скользить по рельсам, а коэффициент трения меньше коэффициента сцепления колес с рельсами. Но гораздо хуже то, что при этом усиленно истирается бандаж в одном месте и теряет форму правильной окружности. В дальнейшем, при проходе конца хорды, образовавшейся на окружности, вес всего паровоза падает на высоту образовавшегося ползуна; в результате в рельсах могут возникнуть трещины или образоваться изломы, а все места соединений на паровозе разбиваются и слабеют. По правилам технической эксплуатации не разрешается выпускать из депо паровозы с ползунами более 1 мм при буксовых подшипниках скольжения и более 0,7 мм при роликовых.

При установке действительного контрпара действия машиниста должны протекать в такой последовательности:

выключите или (если заторможен) отпустите паровозный тормоз;

произведите экстренное торможение тендера и поезда, если автотормоза его работают;

откройте вентиль (кран) подачи котловой воды в выпускные каналы или трубы либо откройте клапан беспарного (холостого) хода на паровозах Е^а и Е^м, если он не снят;

закройте регулятор, если он был открыт;

установите рычаг перемены хода на первое деление обратного хода;

приведите в действие инжектор (при следовании передним ходом), чтобы при резком торможении не оголить потолок;

откройте цилиндропродувательные клапаны;

медленно откройте регулятор до полного сечения;

осторожно и постепенно увеличивайте отсечку обратного хода, одновременно подавая под колеса песок, пока не будет достигнут необходимый тормозной эффект, но не допуская пробуксовки и остановки движущих колес.

Когда надобность в контрпаре миновала, машинист: подтягивает камень к оси качания кулисы; закрывает регулятор; прекращает подачу песка; плавно перемещает камень в крайнее положение по ходу, а затем подтягивает рычаг перемены хода к нулевому положению; закрывает вентиль подачи котловой воды.

Минимальная отсечка. Многие полагают, что поставив рычаг перемены хода на нуль и тем самым приведя кулисные камни на середину кулисы, они при открытом регуляторе заставляют паровую машину паровоза прекратить выработку мощности. Это мнение ошибочно, так как указанным выше приемом только выключают из работы механизм наполнения (отсечки), точнее сказать, этот механизм перестает воздействовать на перемещение золотника. Однако в парораспределительном механизме Вальшерта есть второй механизм — опережения, который все время хода паровоза заставляет золотник перемещаться. Этот механизм не выключается никогда и перестает работать только при остановке паровоза.

Золотник от механизма опережения совершает из среднего положения путь в каждую сторону, равный сумме перекрыши впуска и опережения впуска, а следовательно, полный его ход при камнях в центрах кулис будет равен удвоенной сумме e и v_e , т. е. $h_0 = 2(e + v_e)$.

При этом поршень будет проходить под действием пара некоторый путь от мертвой точки до отсечки, когда золотник закроет окно, открывавшееся на величину опережения впуска. Подсчитать этот ход поршня от м.т. до отсечки несложно.

Если линейное опережение впуска равно v_e , плечо маятника от радиальной тяги до золотникового ползуна l_1 , а полная длина маятника l , то поршень от м.т. до отсечки при выключенном механизме наполнения пройдет путь $H_0 = v_e l / l_1$.

Тогда отсечка в долях от полного хода поршня $H=2R$ составит

$$\epsilon_0 = \frac{H_0}{H} = \frac{v_e}{H} \frac{l}{l_1} \quad \text{или} \quad \epsilon_0 = \frac{v_e}{2R} \frac{l}{l_1}.$$

Можно эту операцию — вычисление отсечки при выключенном механизме наполнения — упростить, если учесть, что ход золотника от маятника пропорционален ходу поршня и коэффициент пропорциональности равен отношению плеч маятника, т. е. $H=h_0 l/l_1$. Если в ранее выведенном выражении $\epsilon_0 = \frac{v_e}{H} \frac{l}{l_1}$ заменить ход поршня из предыдущего уравнения, то получится

$$\epsilon_0 = \frac{v_e}{h_0 \frac{l}{l_1}} = \frac{v_e}{h_0}.$$

Остается подставить в последнее уравнение выведенное ранее выражение хода золотника при нулевом положении рычага перемены хода и тогда

$$\epsilon_0 = v_e/2(e + v_e),$$

т. е. минимальная («нулевая») отсечка в парораспределении Вальшерта (при выключенном механизме наполнения) в долях хода поршня равна отношению линейного опережения впуска к удвоенной сумме перекрыши впуска и линейного опережения впуска. Отсюда вывод: нулевой отсечки в механизме Вальшерта нет и быть не может, поскольку не может быть выключен механизм опережения.

Для примера произведем подсчет «нулевой» отсечки для паровоза Л (данные см. табл. 2) обоими способами:

По ходу поршня.

Ход поршня от м.т. до отсечки при движении золотника только от механизма опережения $H_0 = v_e l/l_1 = 8 \frac{1000}{145} = 55,2$ мм.

«Нулевая» отсечка в долях от хода поршня

$$\epsilon_0 = \frac{H_0}{H} = \frac{55,2}{800} = 0,069.$$

По ходу золотника.

«Нулевая» отсечка в долях от хода поршня

$$\epsilon_0 = \frac{v_e}{2(e + v_e)} = \frac{8}{2(50 + 8)} = 0,069.$$

Второй способ проще и точнее, так как при нем нет промежуточных действий с округлением частного.

Как видно из данных табл. 2, минимальная отсечка в долях хода поршня у приведенных серий паровозов колеблется между 0,051 и 0,069, т. е. между 5,1 и 6,9%.

Т а б л и ц а 2

Паровозы	Перекрыша впуска e , мм	Линейное опережение впуска v_e , мм	Ход поршня H , мм	Маятник		Минимальная отсечка ϵ_0
				верхнее плечо l_1 , мм	вся длина l , мм	
Е ^а , Е ^м	31,75	4,76	711	79,4	773,1	0,065
Э ^р , Э ^м	35	4	700	110	987,2	0,051
Л	50	8	800	145	1000	0,069

§ 30. Паровые цилиндры, их арматура

Индивидуальные цилиндры. Тип цилиндра и материал, из которого он отлит, определяет конструкция паровой рамы, для которой цилиндр предназначен. На паровозах с листовой рамой 7 (рис. 76), например ЭВ/м установлены чугунные индивидуальные цилиндры. Каждый из них имеет отлитые заодно поршневую 5 и золотниковую 3 бочки, патрубки для присоединения паровпускной 2 и паровыпускной 1 труб и фланцы по торцам бочек для установки цилиндровых и золотниковых крышек. В толще отливки между бочками цилиндра и золотниковой коробки имеются

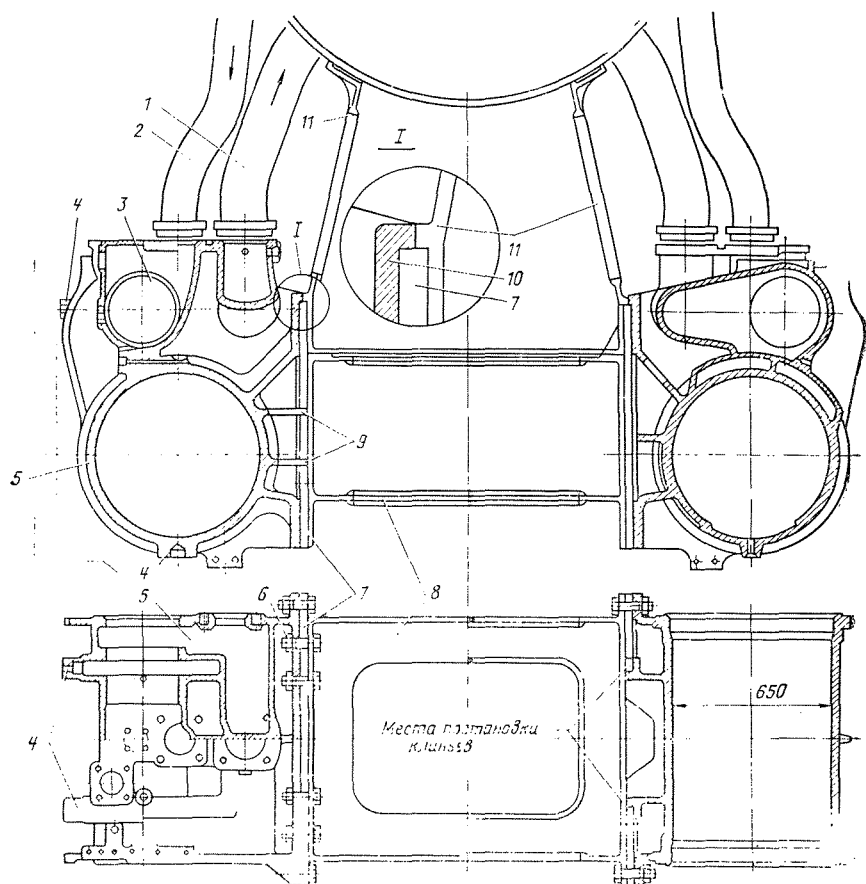


Рис. 76. Разрез по привалочным цилиндрам

каналы, через которые происходит наполнение цилиндра паром и опорожнение его. Ребра жесткости 9 обеспечивают прочную связь бочек с привалочным фланцем 10 цилиндра. В соответствующих местах сделаны приливы (бонки) 4, в которые после рассверливания отверстия и нарезки резьбы ввертывают смазочные штуцера, цилиндропродувательные клапаны для спуска конденсата из цилиндра и золотниковой камеры и др. Часть отверстий, служащих для осмотра и проверки, закрыта нарезными пробками.

Цилиндры удерживаются на раме с помощью болтов 6, которые, чтобы сделать крепление более надежным и прочным, делают точеными диаметром на 0,1 мм больше диаметра проверенных разверткой дыр под них в фланце цилиндра и в раме. Поэтому болты загоняют на место ударами кувалды.

Следует обратить внимание, что привалочный фланец снабжен разгрузочной полкой (см. выноску 1), которой он опирается на верхний торец рамы 7. Иногда такие полки расположены в средней части отливки, и тогда они опираются на торец выреза в раме. Благодаря полке болты избавлены от срезающего напряжения, которое возникает под действием массы цилиндра.

От значительных усилий, возникающих при работе пара в цилиндре и стремящихся сдвинуть цилиндр в продольном направлении, болты защищены пологими разгрузочными клиньями, имеющими уклон 1:140. Забивают их между боковыми торцами привалочного фланца цилиндра и упорами, приваренными в этих местах к рамным листам. Иногда используют торцы не привалочного фланца, а, как показано на рис. 76, боковые поверхности коробки, образованной из ребер жесткости и отлитой заодно с цилиндром. Пологость клиньев обеспечивает их надежную посадку, однако, учитывая особую ответственность крепления и потребность в любой момент удостовериться в его исправности, после забивки клинья приваривают. В дальнейшем достаточно следить — цела ли сварка.

Правая и левая машины паровоза работают не синхронно, а с отставанием фаз левой на 90°. От этого в правом и левом полотнищах рамы возникают большие усилия, направленные в разные стороны. Поэтому в месте привалки цилиндров рамные полотнища соединены весьма мощным и жестким креплением 8, по форме представляющим прямоугольный ящик.

Боковые фланцы сваренного или склепанного скрепления снабжены отверстиями под цилиндровые болты, которые проходят одновременно через эти фланцы, рамные листы и привалочные фланцы цилиндра и соединяют их в одно целое.

В местах повышенных нагрузок на междучилиндровом креплении подклепаны или подварены усиливающие листы или плиты. Например, в месте установки шкворня передней тележки.

На междучилиндровом рамном скреплении стоит постамент 11 — опора передней части котла. Поэтому верхний торец его описан наружным радиусом барабана дымовой коробки. Поста-

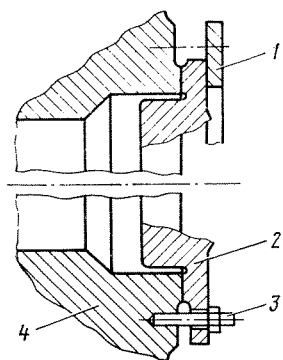


Рис. 77. Постановка крышки

мент соединен болтами, заклепками или сваркой с междучилиндровым креплением, а на продольных боковинах имеет каблучки или заплечики (см. выноску 1 на рис. 76), которыми опирается на верхние торцы рамных листов. Соединение постаментов с рамой 7 и междучилиндровым креплением воспринимает от котла и наполняющей его воды мощные инерционные усилия, которые гасятся только на нем, поскольку это единственное неподвижное соединение котла с рамой паровоза.

Внутренняя поверхность бочки цилиндра 4 (рис. 77) расточена точно цилиндрически, а на концах сделаны цилиндрические заточки, соединяющиеся с рабочей поверхностью цилиндра коническим приемом. Диаметр заточек на 15—20 мм больше диаметра цилиндра. Благодаря этому облегчается постановка поршня в цилиндр, создается опора для цилиндрических крышек, а главное, обеспечивается возможность не менять крышки при расточке цилиндра. Когда запас по диаметру после нескольких расточек будет выбран или толщина стенки бочки дойдет до предельно допустимой, в цилиндр запрессовывают чугунную втулку, которую затем растачивают на месте.

Цилиндрические крышки 2 ставят на притирке и крепят с помощью шпилек 3, ввернутых в тело цилиндра. Иногда шпильки пропущены сквозь фланец крышки, как показано в нижней части рис. 77. Однако тогда притирку невозможно делать непосредственно крышкой о торец цилиндра, приходится пользоваться притирами. Кроме того, при неравномерной затяжке шпилек возникает опасность облома борта крышки. Гораздо целесообразнее крепить крышки, как показано на рис. 77, сверху, т. е. с помощью нажимного стального кольца 1. Этот способ практически исключает возможность излома борта у крышки и позволяет производить притирку крышки прямо по месту постановки. Наружное кольцо обеспечивает и правильность постановки крышки, и равномерность ее обжатия.

Так как заточка в процессе работы цилиндра не участвует, то она и не изнашивается и потому всегда концентрична оси цилиндра. Это обстоятельство позволяет использовать ее при проверке положения оси цилиндра.

Отливка и обработка окон в золотниковой бочке невозможны. Поэтому в золотниковой части цилиндра отливают только установочные ребра для чугунных втулок. Сами же втулки после тщательной обработки окон и проточки на внешней поверхности уплотнительных канавок под шнуровой асбест запрессовывают в золотниковую бочку по одной с каждой стороны цилиндра и растачивают под золотник уже на месте. Вместе с объемом

средней части золотниковой бочки втулки образуют золотниковую камеру, закрываемую крышками, которые притирают к торцам втулок и крепят шпильками, как и крышки цилиндра.

Окна для прохода пара делают треугольной формы или в виде скошенного четырехугольника. Они охватывают весь периметр втулки, чтобы уменьшить мятые пара из-за малого сечения. В местах, где перемещаются замки уплотнительных колец, делают прямые простенки 1 (рис. 78). Будучи прижаты крышкой через бурт к установочному ребру золотниковой бочки, золотниковые втулки надежно закреплены от сдвига.

Цилиндровую втулку от смещения удерживают стопорные болты, ввернутые в соответствующие бонки.

Блочные цилиндры. На паровозах с брусковой рамой цилиндровая и золотниковая бочки, междучилиндровое скрепление, постамент и паровыпускные каналы отлиты из стали в виде единого мощного блока (паровозы Е^а, Е^м) или выполнены как два полублока, соединенных по вертикальному фланцу болтами. Исключение составляют паровозы Л, у которых по технологическим причинам верхняя часть постаменты изготовлена отдельно и после фланцевого соединения со сболченными полублоками приварена к ним по периметру фланца. Другим исключением является часть паровозов Е^а и Е^м, у которых блок цилиндров отлит заодно с брусковой паровозной рамой.

На рис. 79 представлены двухчастевые блочные цилиндры. Цилиндровые 8 и золотниковые 5 бочки соединены короткими и достаточно прямыми каналами 7. Имеется патрубок 4 с фланцем для присоединения паровпускной трубы. Выпуск пара происходит через торцовые части золотниковых бочек в U-образные патрубки, играющие роль крышек и соединяющие золотниковые камеры с фланцами паровыпускных каналов 3, отлитых внутри постаменты 2, поддерживающего дымовую коробку 1, и заканчивающихся привалочным фланцем форсового конуса. В цилиндрические бочки 8 запрессованы чугунные втулки 9, удерживаемые от сдвига стопорными болтами 15. По наружной стороне цилиндрические втулки ступенчатые: до половины длины — одного диаметра, на второй половине диаметр меньше на 2 мм. Этим облегчается их постановка, так как почти до половины они свободно заводятся в бочку и лишь потом начинается запрессовка. У концов втулок заранее разделяют окна против паровых каналов. Против них же внизу бочки делают отверстия для спуска конденсата, а на середине сверху — отверстие для подвода смазки. В золотни-

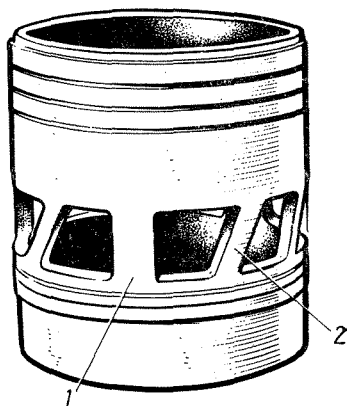


Рис. 78. Золотниковая втулка:
1, 2 — прямой и косой простенки

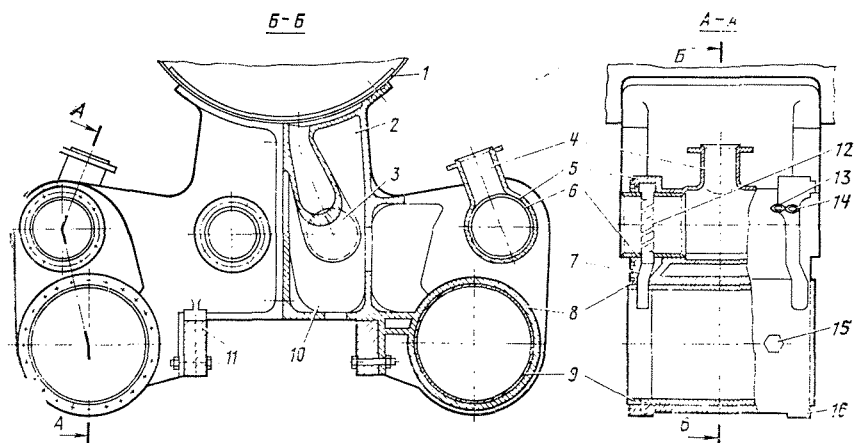


Рис. 79. Блочные цилиндры

ковые бочки также запрессованы чугунные втулки 6 с паровыми окнами 12. Для подвода смазки имеются отверстия 13 для ввертывания цилиндропродувательных клапанов — 16, а закрываемые пробками отверстия 14 служат для проверки золотников.

Блок крепко сидит междуцилиндровым скреплением 10 на параллельных брусках рамы 11 и соединен с нею болтами. Клинья от сдвига в продольном направлении забиты спереди между выступами блока и вырезом в раме.

Необходимо отметить, что соединение полублоков осуществлено коническими болтами для большей плотности постановки. В блочных цилиндрах ставят обычно три золотниковые втулки: две крайних без свеса внутренних торцов и промежуточную, в которой имеется широкое отверстие для прохода свежего пара из паровпускного патрубка в золотниковую камеру (паровозы Л).

Задние золотниковые крышки отлиты заодно с кронштейнами для направляющих золотниковых ползунов. Поскольку отъем притертых крышек от места требует значительных усилий, а пытаться сорвать их с притирки ударами недопустимо, в трех местах через 120° в промежутках между гладкими отверстиями для крепящих болтов или шпилек рассверливают и нарезают при изготовлении крышки отверстия для съемных болтов. При снятии крышки болты ввертывают в отверстия, и их концы, упираясь во втулку, отрывают крышку от места.

Поршневая и золотниковая скалки требуют во избежание пропуска пара постановки уплотняющих лабиринтных сальников.

Лабиринтный сальник представляет собой набор уплотнительных элементов, каждый из которых составлен из обоймы 7 (рис. 80, а) с находящимися внутри нее двумя чугунными уплотняющими кольцами 5. Каждое кольцо (рис. 80, б) состоит из четырех частей, которые соприкасаются друг с другом по плоско-

сти прямых разрезов (стыков) 11 и стянуты по окружности браслетными пружинами 6 (см. рис. 80, а). В местах прилегания торцов уплотнительных колец обоймы имеют кольцевые проточки 9 и, будучи вставлены в расточку цилиндровой крышки 8 и плотно прижаты друг к другу торцами внешних ободков, не лишают уплотнительные кольца некоторой свободы перемещения благодаря остающемуся между ними зазору 0,15—0,30 мм. Крайние обоймы уплотнены медным прокладным кольцом 10 и упорным кольцом 4, притертым к обойме. Полной герметизации этим сальником не достигается, пар может, перетекая через зазоры между торцами уплотнительных колец, проходить по направлению к крышке 2 сальника, плотно сжимающей весь набор уплотнительных элементов через упорное кольцо. Однако, просачиваясь через щели между уплотняющими кольцами и обоймами и много раз изменяя направление движения, т. е. следуя по своеобразному лабиринту, пар встречает на своем пути внезапные расширения в виде проточек 9. Поэтому по мере движения по лабиринту пар довольно быстро теряет давление и конденсируется в воду, что затрудняет проникновение через сальник каждой следующей порции пара и, наконец, «запирает» сальник. Для очистки поверхности скалки перед ее входом в сальник в проточке крышки имеется зажатая с помощью наружного кольца 1 асбестовая или войлочная набивка 3. Между основным уплотнением и очищающей набивкой подводят смазку, нагнетаемую пресс-масленкой, так что мягкая набивка дополнительно препятствует утечке смазки.

Каждый цилиндр оснащен тремя *продувательными клапанами*: для передней и задней полостей цилиндра и для золотниковой камеры (средней). Через них удаляется конденсат. На большинстве паровозов стоят шариковые цилиндропродувательные клапаны

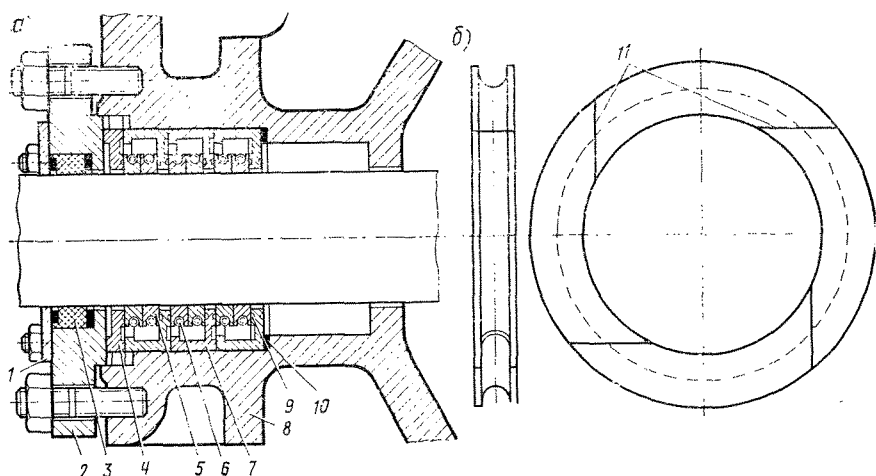


Рис. 80. Конструкция (а) и уплотняющее кольцо (б) лабиринтного сальника

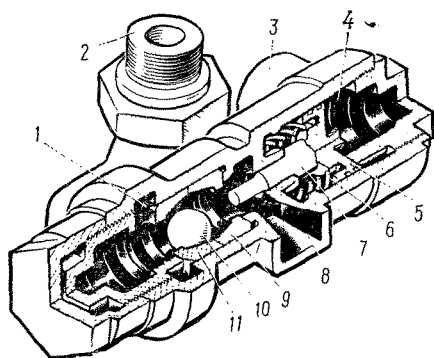


Рис. 81. Продувательный клапан с воздушным приводом

4, заставляя поршень 5, удерживаемый пружиной 6, сдвинуться в направлении шарика 10. Изготовленный заодно с поршнем стержень 7 отталкивает шарик от его седла, и пар из цилиндра и золотниковой камеры устремляется через штуцер 2, камеру 1, между шариком и стенками чашек в выходное отверстие 8.

При движении без пара в момент разрезания в цилиндре шарик 10 под давлением атмосферного воздуха садится на конус чашки 11, препятствуя засасыванию в цилиндр воздуха и пыли. На стоянке шарик под действием собственной массы скатывается в середину между двумя чашками, открывая конденсату выход из цилиндра, т. е. автоматически соединяет объем цилиндра и золотниковой камеры с атмосферой.

На паровозах, у которых по габаритным условиям невозможно поставить шариковые продувательные клапаны с воздушным приводом (например, ЭВ/И), остаются в эксплуатации продувательные клапаны с механическим — ручным — приводом (рис. 82). Смонтированный внутри фланца 1 тарельчатый клапан 2 притерт к ввернутому в отросток фланца 1 седлу 3. Прокладка 4 препятствует прорыву наружу пара и конденсата из цилиндра при закрытом клапане. Фланцы с вмонтированными клапанами приваливают на шпильках и прокладных кольцах к расточкам бонок на нижней образующей цилиндра. Поводок 5, проходящий через прямоугольные отверстия в хвостовиках седел всех продувательных клапанов цилиндра, имеет против хвостовика каждого клапана фигурный вырез, благодаря которому при перемещении поводка в направлении стрелки

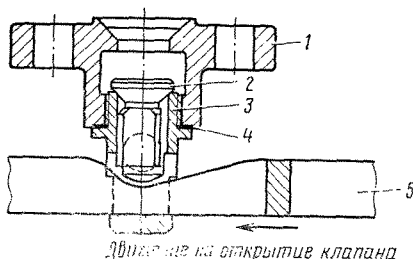


Рис. 82. Продувательный клапан с механическим приводом

происходит подъем, т. е. открытие клапана на достаточную величину, обеспечивающую продувку цилиндра. Сдвиг поводка в обратную сторону до образования зазора между ним и хвостовиком клапана позволяет последнему под действием собственной массы и давления пара опуститься на седло. Круглое отверстие в седле, показанное штриховой линией, направляет струю пара и конденсата в сторону от паровоза.

Во избежание скопления в цилиндрах паровой машины конденсата паровозные бригады должны на продолжительных стоянках держать продувательные клапаны с механическим приводом открытыми.

Если бригада забыла об этом, то при трогании может произойти в цилиндрах гидравлический удар, выбивающий крышки, вызывающий изгиб поршневого дышла и другие повреждения. Чтобы предотвратить или хотя бы смягчить гидравлический удар, на цилиндрах паровозов, оборудованных продувательными клапанами с ручным приводом, стоят предохранительные тарельчатые клапаны, по конструкции одинаковые с котловыми.

Для уменьшения потерь тепла цилиндры и паровпускные трубы вне котла покрывают изоляцией и обивают листовой сталью толщиной 1,5—2 мм.

§ 31. Поршни. Уплотнительные кольца

Поршень, делящий объем цилиндра на две полости, представляет собой отлитый или отштампованный из стали диск с развитыми ступицей и ободом (венцом). На некоторых паровозах остались еще литые чугунные поршни. Диски поршней на паровозах ЭР, Л, Е^а, Е^м воронкообразные, а потому более прочные и более легкие, чем плоские. Ступица имеет цилиндрическое или коническое отверстие для прессовой посадки на конец скалки. Натяг выбирают такой, чтобы давление запрессовки было не меньше максимального усилия от пара на поршень при работе, но в то же время превышало его не больше чем в полтора раза. Обычно пользуются

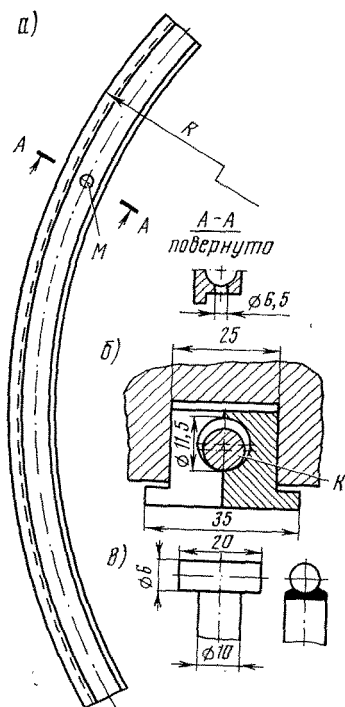


Рис. 83. Секционное поршневое кольцо:

а — отдельная секция; б — схема установки кольца в ручье поршня; в — конец пружины со штифтом; К — кольцевая пружина; М — отверстие под штифт пружины

таблицами, в которых учитывается диаметр цилиндра и рабочее давление пара в котле. Прессуют до упора ступицы в борт скалки. После этого заворачивают натугу гайку и фиксируют ее заклепкой или приваркой в двух местах.

На ободе (венце) проточены две-три кольцевые канавки — ручки, в которые заводят **уплотнительные кольца**, препятствующие проникновению пара из одной полости цилиндра в другую между поршнем и стенкой.

Наиболее распространены чугунные секционные кольца. Каждое полукольцо состоит из пяти секций, одна из которых показана на рис. 83, а. Внешняя дуга секции описана внутренним радиусом цилиндра R и стягивает центральный угол около 72° . Полукольца заводят в ручки парами, как показано на рис. 83, б. В полу-чающийся при этом кольцевой канал заранее вставляют кольцевую пружину K , прижимающую секции к стенкам цилиндра. Во избежание прорыва пара в зазоры между секциями они имеют отверстия M , в которые при сборке вставляют концы штифта, приваренного к торцу пружины (см. рис. 83, в). Смещение отверстия к одному концу секции обеспечивает при правильной сборке расположение замков (промежутков между секциями) одного полукольца против тела секции парного ему полукольца, находящегося в том же ручье. Для этого достаточно, чтобы при сборке короткие концы секций у парных полуколец смотрели в разные стороны от отверстий M .

Глава 10

ДВИЖУЩИЙ МЕХАНИЗМ

§ 32. Ползуны и параллели

Задний конус 3 стальной поршневой скалки 5 (рис. 84) запрессован в горловину 2 литого стального ползуна, жестко связывая поршень и ползун между собой. Этим обеспечивается свободное, без перекоса перемещение поршня в цилиндре, поскольку прямолинейное движение ползуна надежно направляют параллели.

Развитая мощная горловина 2 позволяет запрессовывать в нее конус поршневой скалки. Через отверстие 6 хвостовика скалки и горловины ползуна забивают под углом 45° к вертикали клин 7, в отверстия которого, находящиеся возле внешней поверхности горловины, вставляют контрольные шплинты. Если произойдет просадка в месте запрессовки, клин опустится и один шплинт освободится, сигнализируя неисправность, а другой зажмется или даже срежется.

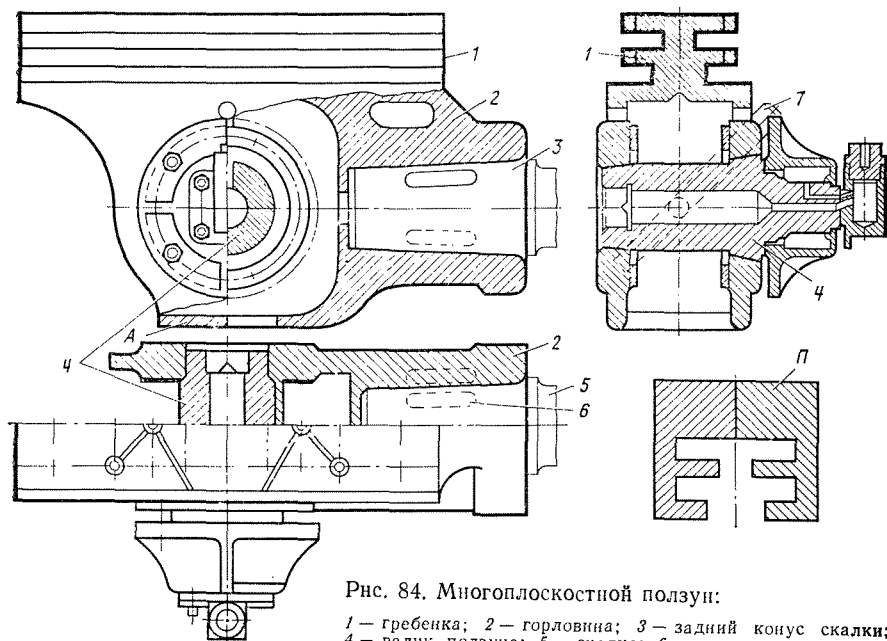


Рис. 84. Многоплоскостной ползун:

1 — гребенка; 2 — горловина; 3 — задний конус скалки; 4 — валик ползуна; 5 — скалка; 6 — отверстие под клин; 7 — клин; А — перепонка; П — параллель

Конструкция ползунуов разнообразна. Есть ползуны, в которых между параллелями располагается только направляющий элемент ползуна — башмак с поползушками, как показано на рис. 85, *а* (паровоз E^M). Направляющий элемент однопараллельного ползуна может быть надет на параллель, охватывая ее, как видно на рис. 85, *б* (паровозы $ЭВ^{1/1}$, E^a), сверху и снизу, или же, имея форму гребенки, вдвинут внутрь параллели (рис. 85, *в*) — паровоз Л. Гребенку лучше видно на рис. 84 (поз. 1). На том же рисунке справа внизу показано поперечное сечение параллели П, составленной из двух симметричных брусков, соприкасающихся по вертикали и стянутых болтами в верхней массивной части.

Направляющие плоскости параллелей не только обеспечивают совместное движение ползуна и поршня без перекоса, но и предназначены воспринимать паразитную силу T , вызывающую попе-

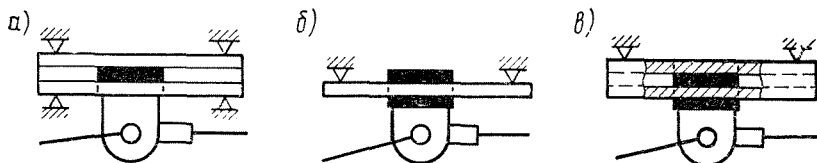


Рис. 85. Типы ползунуов:

а — двухпараллельный паровоза E^M ; *б* — однопараллельный паровозов $ЭВ^{1/1}$, E^a ; *в* — многоплоскостной паровоза Л

речную качку паровоза (см. рис. 59). Так как эта сила довольно значительная, то для уменьшения трения и износа на рабочие плоскости ползунов типов, указанных на рис. 85, *а, б*, привертывают болтами или шурупами с утопленными головками вкладыши (поползушки) из бронзы или сплава ЦАМ или же стальные вкладыши, армированные сплавом ЦАМ. Дополнительно вкладыши (поползушки) удерживают от сдвига боковыми и торцовыми упорами, прикрепленными к стенкам ползуна болтами или электросваркой. У многоплоскостных (гребенчатых) ползунов хорошо развитая поверхность трения настолько уменьшает давление, приходящееся на единицу площади, что оказывается возможным покрывать плоскости гребенки баббитом.

Ответственной деталью ползуна — валик; на него действует полная сила, развиваемая в цилиндре паровой машины, и потому он надежно, без качки укреплен в щеках ползуна постановкой на конус. Имеется три основных вида крепления валика. Валик 3 (рис. 86, *а*) заводят через заднюю щеку 1 ползуна и выдвигают его нарезной хвостовик 5 через переднюю щеку 2. На хвостовик надевают зажимной фланец 4, затягивают и надежно шплинтуют гайку 6 хвостовика.

Удобнее закладывать в гнездо валик ползуна снаружи (рис. 86, *б*), а затем прижимать его к конусным расточкам зажимным фланцем 4, завертывая равномерно крест-накрест гайки шпилек 7. Оба описанных способа имеют общий недостаток: трудно обеспечить надежное плотное прилегание конусных частей валика одновременно в обеих щеках ползуна. Как правило, в одной из щек крепление получается менее надежным и в работе начинает ослабевать. Свободно от этого недостатка так называемое унифицированное крепление, изображенное на рис. 86, *в*. Здесь конусную пригонку валика делают только в задней щеке, а в коническую расточку передней щеки заводят половинки разрезной втулки 8, охватывающей цилиндрическое тело валика и направляемой им. Затягивая гайку 6, нажимают зажимным фланцем 4 равномерно на половинки разрезной втулки и заставляют ее плотно прижаться к конической расточке передней щеки, надежно укрепив валик ползуна.

На паровозе Л, на котором применено это крепление, диаметр нарезного хвостовика лишь незначительно отличается от диаметра цилиндрической части валика ползуна, и потому уда-

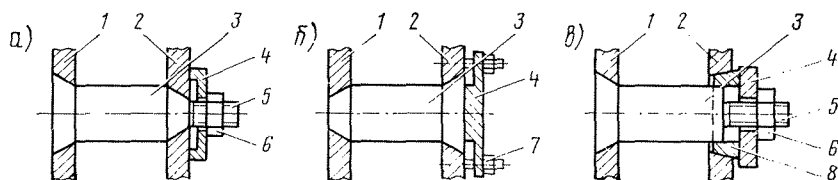


Рис. 86. Виды крепления валика ползуна

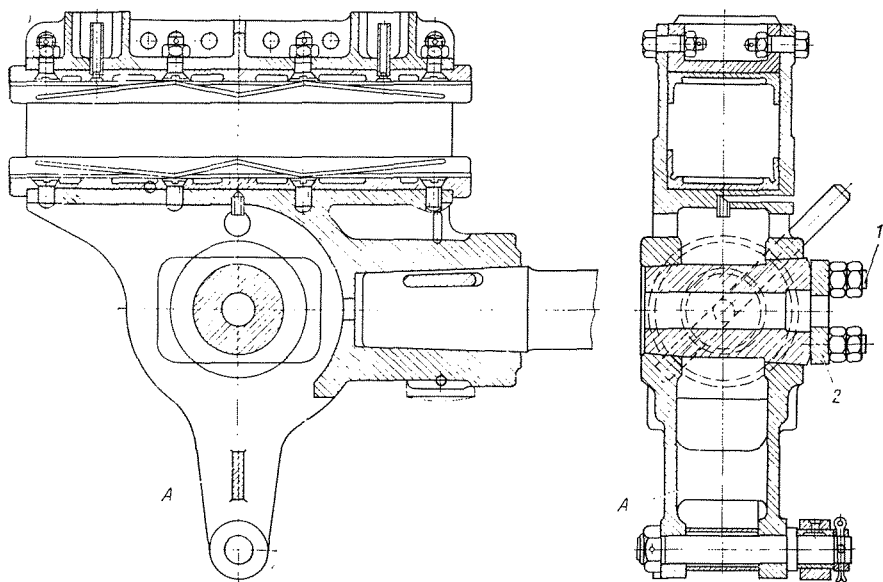


Рис. 87. Ползун паровоза Э^в/И

лось обойтись без нажимного фланца: на разрезную втулку нажимает прямо торец гайки хвостовика.

Передний конец параллели опирают на прилив задней крышки цилиндра, а задний — на кронштейн для установки кулисы или же на специальный кронштейн. Нецентрализованное смазывание трущихся поверхностей ползуна и параллелей осуществляют фитильными масленками, установленными у мест смазывания.

Пример типичной однопараллельной конструкции представляет собой ползун паровоза Э^в/И (рис. 87). Обе его поползушки расположены в верхней части; нижняя привернута шурупами с заглубленными в тело поползушки головками в углублении корпуса ползуна. Верхний башмак съемный, что позволяет монтировать ползун на параллели, не отнимая ее от места. За счет поднятия и опускания башмака с привернутой к нему болтами верхней поползушкой может быть отрегулирован зазор между поползушкой и верхней опорной плоскостью параллели, поэтому отверстия под крепящие болты имеют необходимую овализацию. Зазор между телом параллели и нижней поползушкой регулируют изменением толщины прокладок между параллелью и ее опорами.

По концам башмака прилиты фитильные масленки, трубки которых входят в отверстия поползушки. От этих отверстий на стороне поползушки, обращенной к параллели, идут косые углубления для распределения смазки по всей поверхности трения; такие же углубления нанесены и на боковинах поползушек с той же целью — распределения смазки.

Валик ползуна заводят в отверстие снаружи и удерживают на месте, завертывая гайки на четырех шпильках 1 зажимного фланца 2. Ниже валика щеки ползуна стягивает перепонка А, на которую при монтаже опирают переднюю головку поршневого дышла. Еще ниже расположены отверстия, в которые вставлен валик поводка маятника. Мощная тумба горловины расточена под конус 1:15 заднего хвостовика поршневой скалки. В дне расточки имеется отверстие для выхода сора и масла, исключаящее возможность подпора при запрессовке.

Параллель двутаврового сечения крепят точеными болтами к специальному приливу цилиндровой крышки и к параллельной раме. Задние отверстия овальные, что обеспечивает свободу расширения от нагрева при работе. Между телом параллели и опорными местами обязательно укладывают пакет прокладок различной толщины. Это позволяет выверять параллельность рабочих плоскостей направляющей к оси цилиндра и устанавливать параллель на определенную высоту, обеспечивающую потребный рабочий зазор между пополюшками и параллелью (при отсутствии силы T).

Многоплоскостной ползун паровоза Л (рис. 88) имеет три яруса трущихся плоскостей, из которых два — верхний и нижний — работают при движении вперед, а средний — при движении назад. Благодаря этому паразитная сила T (см. § 27) при переднем ходе, когда паровоз развивает максимальную мощность, действует на значительно большую площадь гребенки ползуна, чем при движении тендером вперед, когда обычно требуется значительно меньшая мощность.

До паровоза № 0465 включительно ползун изготовляли штамповкой с последующей выборкой мест под головку поршневого дышла, валик, конус поршневой скалки и углублений с внутренней стороны щек в области валика под стальные предохранительные шайбы, покрытые 2-миллиметровым слоем латуни. Пополюш-

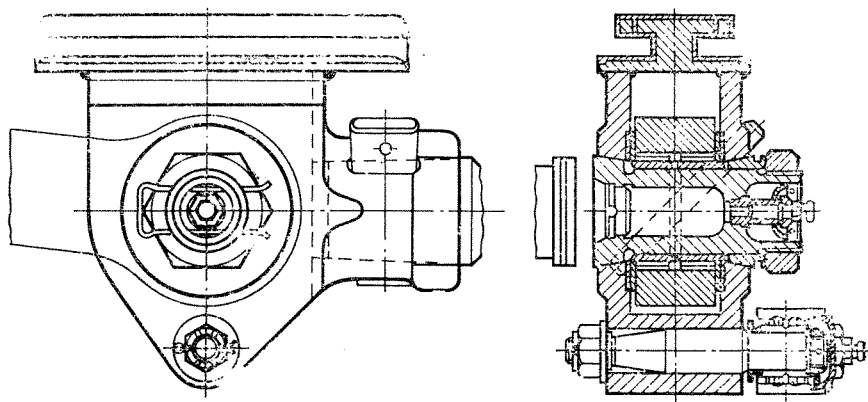


Рис. 88. Ползун паровоза Л

ку с гребенкой изготавливали отдельно и приваривали к корпусу ползуна.

С паровоза № 0466 ползуны изготавливали цельнолитыми; они оказались более прочными, и при ремонте ими заменяли штампованные.

Чтобы баббитовая заливка на плоскостях поползушки не сдвинулась под действием сил трения, плоскости гребенки во многих местах просверлены насквозь, и эти отверстия перед заливкой тщательно лудят третником, как и сами плоскости. В результате при заливке в отверстиях застывают пробки, надежно связывающие слои баббита над и под каждым ярусом поползушки. Иногда до заливки производят армирование рабочих плоскостей поползушки, наплавляя латунные полосы, закрепленные одновременно заплавкой сквозных и несквозных (на нижней плоскости) отверстий.

§ 33. Дышла

Дышловый механизм преобразует возвратно-поступательное движение во вращательное и распределяет силу, возникающую в цилиндре от действия пара, между всеми движущимися осями паровоза. Для преобразования возвратно-поступательного движения ползуна во вращательное служит пара: поршневое дышло 6 — главный кривошип 5 (рис. 89). Передняя головка поршневого дышла охватывает валик ползуна 7 и совершает вместе с ним возвратно-поступательное перемещение, колеблясь вокруг валика. Задняя головка поршневого дышла охватывает главный кривошип, расположенный на ведущем колесе, и при движении паровоза описывает окружность. Все остальные точки штанги поршневого дышла описывают во время движения эллипсы, вертикальные оси которых по мере удаления от кривошипа уменьшаются.

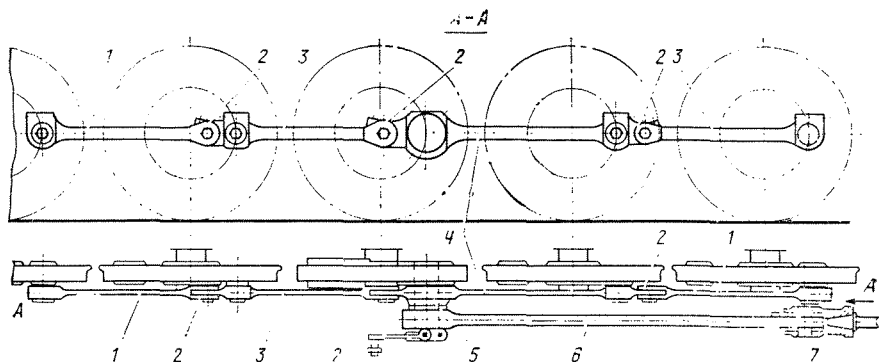


Рис. 89. Дышловый механизм паровоза с пятью движущими осями

На центровой шейке пальца главного кривошипа, расположенной ближе к раме паровоза, чем поршневая, на которой надета головка поршневого дышла, размещается головка центрального дышла 4. Другая головка центрального дышла сидит на пальце кривошипа ближайшей колесной пары; на рис. 89 вторая головка центрального дышла надета на палец кривошипа второй движущей оси паровоза, считая от дымовой трубы.

Все остальные дышла называют сцепными. Все они имеют только по одной головке, надетой на палец кривошипа того колеса, на которое они передают часть силы действия пара. Второй конец сцепного дышла 1 заканчивается вилкой шарнира 2, которым это сцепное дышло соединено с центровым или же с другим сцепным 3, расположенным ближе к главному кривошипу. Такая конструкция дышлового механизма требует, чтобы только две оси — ведущая и соединенная с ней центровым дышлом — не имели поперечного разбега (не могли перемещаться поперек оси пути). Все же остальные движущие оси могут иметь поперечный разбег, достаточный для свободного прохода паровоза по кривым участкам пути. При значительных разбегах валик шарнира 2 и палец сцепной оси имеют сферическое очертание рабочей поверхности и достаточную слабину, предотвращающие изгиб и разрушение дышла при проходе по кривым малого радиуса.

Следует иметь в виду, что под термином «длина дышла» для поршневого и центрального дышел понимается расстояние между центрами подшипников их головок, а для сцепных — между центром подшипника головки и центром валика соединительного шарнира.

Поршневое дышло. Значительная сила, развиваемая паром в цилиндре, действует на поршневое дышло под некоторым углом к его продольной оси, увеличивая этим опасность продольного изгиба. Поэтому сечение штанги 8 (рис. 90) поршневого дышла двутавровое с мощными полками.

Передняя головка 13 поршневого дышла паровоза Э^{в/и} закрытого типа. При сборке сначала заводят лобовой 12 вкладыш подшипника; затем между задними бортами клинового вкладыша 11 помещают клин 10 и вставляют вместе в рамку головки. Затяжной болт 9 начинают ввертывать, когда клин свободно опирается на скос клинового вкладыша. Доведя головку затяжного болта до нажатия через шайбу на нижний торец передней головки дышла, вставляют на место и шплинтуют шпильку 14, предотвращающую выпадание болта и обеспечивающую ему упор при ослаблении затяжки клина.

После сборки подшипника переднюю головку поршневого дышла заводят внутрь ползуна, располагают отверстие подшипника против отверстий под валик, вставляют на место валик ползуна и затягивают гайки, прижимая к местам посадки конусные части валика. Осторожно, подтягивая затяжной болт, сближают вкладыши дышлового подшипника до нормального обхвата рабочей поверхности валика ползуна. Окончательное положение головки

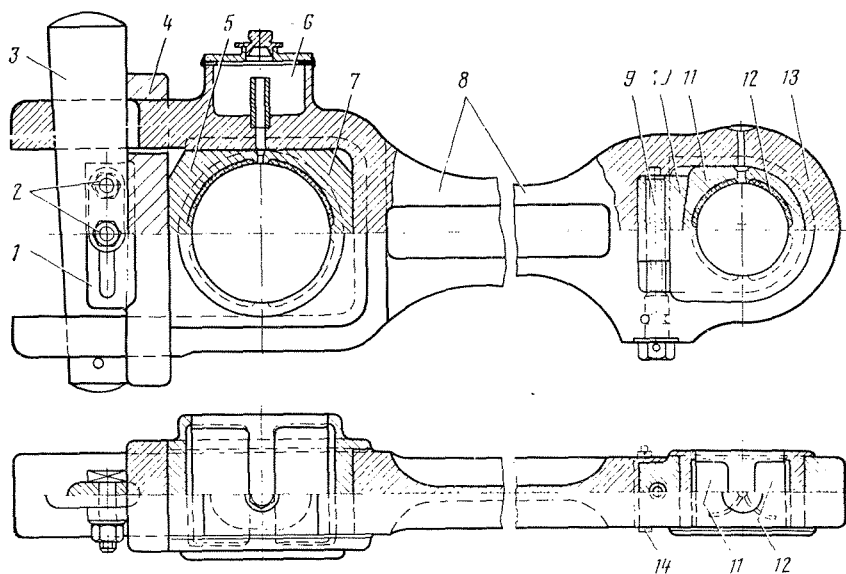


Рис. 90. Поршневое дышло (шатун) паровоза ЭВ/Н

затяжного болта фиксируют отгибом пластинчатой шайбы, другой зуб которой утоплен в выемке головки дышла. Через отогнутую часть пластинчатой шайбы и головку болта пропускают шплинт и разводят его.

Борта бронзовых вкладышей определяют их поперечное расположение в рамке передней головки. На поверхности, обращенной к валику ползуна, во вкладышах имеются колодцы, залитые баббитом, с рисками для распределения смазки по всей поверхности. Смазка поступает через сверления в валике из фитильной масленки, укрепленной на ползуне.

Задняя головка поршневого дышла паровоза ЭВ/Н открытого типа, т. е. в разобранном виде представляет собой подобие вилки. Между ее зубьями заводят передний вкладыш 7 и, перемещая ползун с передней головкой в сборе с валиком, надевают вилку на главный кривошип, доведя до соприкосновения поршковую шейку с вставленным лобовым вкладышем. Затем в вилку вставляют клиновой вкладыш 5, продвигая его до упора в поршковую шейку. В поперечном направлении местоположение обоих вкладышей определяется их бортами. Концы вилки соединяют скобкой 4. Опуская в прорези хвостовиков вилки клин 3, заставляют скобу 4 нажать на задний вкладыш 5 подшипника задней головки и сжать подшипник. Когда затяжка будет достаточной, положение клина фиксируют, закручивая гайки болтов 2, проходящих через отверстие в клине и прорезь пряжки 1, приваренной к скобе 4.

На задней головке поршневого дышла высажена или приварена фитильная масленка 6, из которой смазка поступает на рабочую

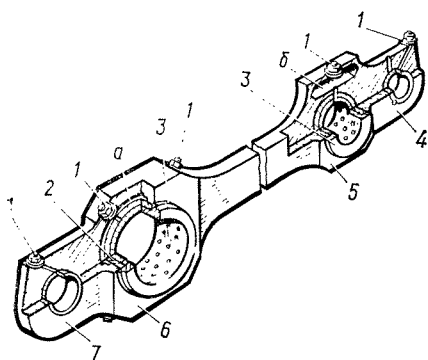


Рис. 91. Центровое дышло с плавающими втулками

са рабочей поверхности вкладышей. Когда натяг становится равным нулю, т. е. вкладыши упираются друг в друга, дальнейшая подтяжка подшипника невозможна, и если она нужна, то нужно опилить торцы вкладышей до получения зазора между ними (натяга) при затянутом состоянии подшипника. Поршневые дышла с обеими глухими головками рассмотрены в следующем параграфе.

Центровое дышло. До $\frac{4}{5}$ нагрузки, приходящейся на поршневое дышло, должно передавать дальше центровое дышло. Поэтому для облегчения и одновременно сохранения достаточной прочности и надежности штанга центрального дышла имеет обычно двутавровое сечение с полками солидной толщины при относительно тонкой вертикальной стенке. Однако на некоторых паровозах (Е^а, Е^м) центровые дышла имеют (для простоты изготовления) сечение в виде прямоугольника.

Характерная особенность центрального дышла — наличие, как и у поршневого дышла, двух головок, одна из которых 6 (рис. 91) — центровая — охватывает центровую шейку пальца главного кривошипа на ведущей оси, тогда как другая — 5 — надета на палец кривошипа сцепной оси, расположенной рядом с ведущей. Так как на паровозах ЭВ/1 и других по обе стороны упомянутых осей имеются сцепные оси, то центровое дышло с обеих сторон заканчивается хвостовиками 7 и 4, которыми с помощью валиков соединяют вилки сцепных дышел.

Поскольку центровое дышло соединяет пальцы кривошипов двух колес с фиксированным расстоянием между ними, длина дышла, т. е. расстояние между центрами подшипников его головок, должна в точности равняться промежутку между центрами осей этих колес. Только у паровозов ЭВ/И предусмотрен двухклиновой центральный подшипник, позволяющий изменять длину дышла в случае надобности (рис. 92). Это обстоятельство предъявляет специфическое требование к подкатке и взаимному расположению

поверхность вкладышей, установленных так же, как и вкладыши передней головки, т. е. с колодцами, залитыми баббитом.

При сборке таких разъемных подшипников особое внимание обращают на то, чтобы при затянутом клине между обращенными друг к другу торцами лобового и клинового вкладышей оставался установленной величины зазор, называемый натягом (на рис. не показан). Он обеспечивает возможность подтяжки клинового подшипника по мере износа

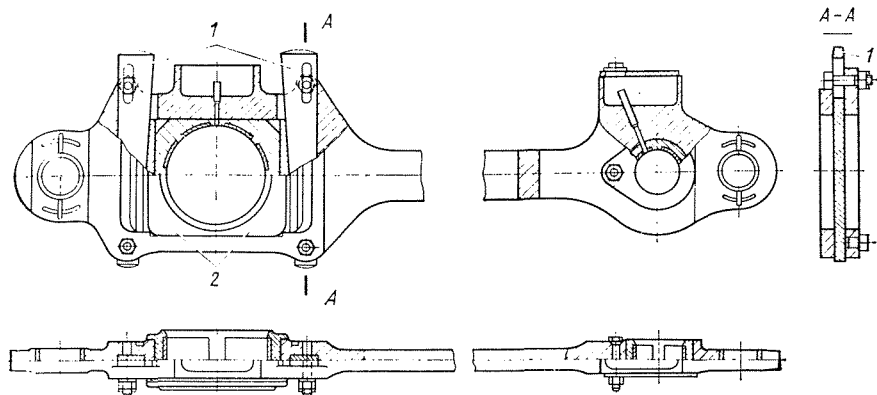


рис. 92. Центровое дышло паровоза ЭМ с клиновым подшипником:

1 — клин; 2 — вкладыш

колесных пар паровозов ЭВ/И, связанных центровым дышлом. Перед навеской центрального дышла на этих паровозах надо с помощью стихмаса убедиться в том, что расстояния между центрами второй сцепной и ведущей, третьей, осей и между центрами их пальцев кривошипов точно совпадают друг с другом. Так как высота пальца главного кривошипа значительно больше, чем у пальца кривошипа второй сцепной оси, то при проверке используют стихмас с выдвижной ножкой.

Сцепные дышла. У грузовых паровозов сечение штанги сцепных дышел прямоугольное, а у пассажирских — двутавровое: быстросходные локомотивы требуют лучшего уравнивания.

На конце, противоположном головке, сцепное дышло заканчивается вилкой, охватывающей хвостовик соседнего дышла. Внутренняя часть щек вилки обычно имеет скосы; хвостовик тоже сделан тоньше в сторону соседнего колеса. Этим исключается соприкосновение тела вилки и хвостовика при проходе паровозом кривых участков пути, когда одна ось перемещается на некоторую величину относительно соседней и линия продольных осей дышел становится ломаной. При значительных перемещениях осей применяют в шарнирах валики с шаровыми втулками (например, на паровозах Е³, Е⁴).

Для облегчения прохода по кривым и предотвращения появления больших изгибающих напряжений при сдвиге соседних осей на паровозах ЭВ/И пальцы кривошипов удлинены. Поэтому при входе в кривую головка дышла сдвигается вдоль пальца и тем избавляет штангу от изгибающего напряжения.

При ремонте устаревшую конструкцию головки с невращающейся втулкой заменяют стандартной — шарнирным соединением с плавающей втулкой (рис. 93).

Отверстие в хвостовике растачивают так, чтобы запрессовать в него неподвижную стальную втулку 3. Внутрь этой втулки за-

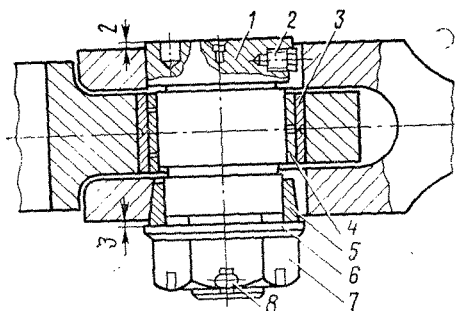


Рис. 93. Шарнирное соединение дышел с плавающей втулкой

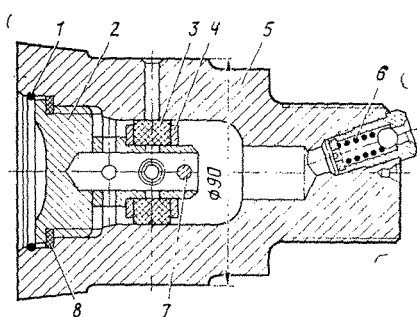


Рис. 94. Смазывание шарнира через полый валик

ладывают стальную плавающую втулку 4 и заводят хвостовик на место между щеками вилки. Конусная часть стального соединительного валика 1, направляемая и удерживаемая от проворота при креплении соединения шпонкой 2, плотно входит в конусную расточку внутренней щеки вилки. Когда валик вставлен, на свободный его конец надевают стальное конусное разрезное кольцо 5, шайбу 6 и наворачивают корончатую гайку 7. После затяжки гайку фиксируют шплинтом 8. Во время затяжки конусный конец валика и разрезное конусное кольцо садятся на конусные расточки в щеках вилки, обеспечивая надежное крепление валика. При ослаблении от износа в процессе эксплуатации повторно подтягивают гайку.

Внутренний диаметр стальной втулки 4 на несколько десятых долей миллиметра больше диаметра рабочей цилиндрической поверхности валика 1, а наружный диаметр этой втулки на такое же число десятых миллиметра меньше внутреннего диаметра стальной втулки 3, запрессованной в отверстие хвостовика сцепного дышла. Поэтому при движении паровоза втулка 4 не остается в каком-то определенном положении, а под влиянием действующих сил совершает беспорядочные повороты вокруг своей оси в ту и другую сторону, как бы плавает в окружающей ее смазке, почему ее и называют плавающей.

Так как силы, действующие на шарнир сцепного дышла за время оборота колеса, непрерывно изменяются от нуля до наибольшего значения в зависимости от давления пара на поршень и угла поворота кривошипа, то валик и неподвижная втулка, в которую он вставлен в устаревшей конструкции шарнира, изнашиваются неравномерно и довольно быстро выходят из строя из-за большого местного износа. Шарнир же с плавающей втулкой избавлен от этого недостатка, поскольку из-за свободного вращения втулки 4 ее износ происходит равномерно и потому она служит во много раз дольше. Чтобы плавающая втулка была лучше погружена в смазку, ее снабжают большим количеством сквозных сверлений, через которые масло свободно перетекает,

смачивая обе — наружную и внутреннюю — рабочие поверхности. Смазка в шарнир поступает из масленки, установленной на хвостовике; это либо приваренная трубка, либо камера в теле дышла. У некоторых паровозов смазка к шарниру поступает через валик.

Так, в валиках 5 паровозов Л высверлена для жидкой смазки полость, закрываемая нарезной пробкой 2 (рис. 94). Уплотнение обеспечивает прокладка 8, а пружинное стопорное кольцо 1 не дает пробке отвернуться. На засверленном хвостовике пробки имеется два ряда отверстий. Через первый ряд, расположенный ближе к нарезанной части, смазка циркулирует по сверлению хвостовика; второй ряд закрыт войлочной шайбой 3, зажатой между стальными шайбами 4, удерживаемыми на месте шплинтом 7. Запрессованная через обратный клапан 6 жидкая смазка просачивается сквозь войлочную шайбу 3 к трем радиальным отверстиям в теле валика и смачивает рабочие поверхности. Запрессованной в валик смазки хватает на 500—600 км пробега паровоза.

Дышловые шарниры паровоза Е^м смазывают полужидкой смазкой, которую запрессовывают через штуцер, установленный на наружном торце рассверленного внутри валика. Смазка постепенно расходуется через три радиальных сверления, ведущих от внутренней камеры валика к его рабочей поверхности.

§ 34. Дышловые подшипники

Плавающая втулка широко распространена в дышловых подшипниках не только сцепных, но и центровых, и поршневых дышел. На рис. 91 представлено центровое дышло, у которого обе головки 5 и 6 оборудованы подшипниками с плавающей втулкой. На некоторой части паровозов еще остались плавающие втулки, изготовленные из бронзы. Но вышедшие из строя подлежат замене на отлитые из антифрикционного сплава ЦАМ, армированного стальным каркасом, подобно втулкам, какими оборудованы дышла паровозов Л (рис. 95). Как видно на рисунке, поверхность

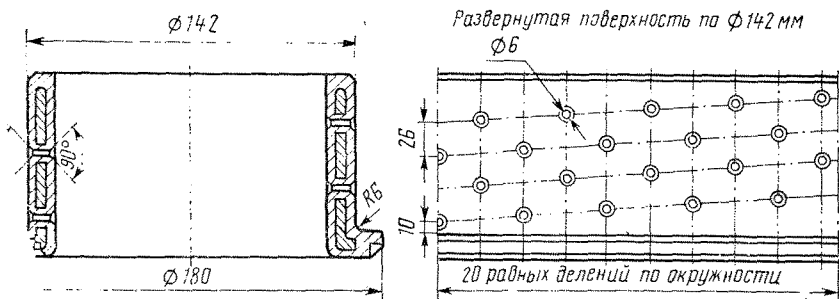


Рис. 95. Разрез и развертка плавающей втулки паровоза Л

втулки покрыта массой сквозных смазочных отверстий, диаметром 6 мм, расположенных в шахматном порядке на двухзаходной винтовой линии с шагом 52 мм.

Через штуцера 1 (см. рис. 91) твердую смазку запрессовывают до заполнения масленок а и б в теле дышла, всех отверстий в плавающих втулках и зазоров между плавающими 3 и стальными 2 втулками и пальцами, пока смазка не начнет выступать из этих зазоров на торцевой стороне подшипников. Единственный недостаток подшипников с плавающими втулками — сильный стук при беспарном ходе. Этот стук возрастает по мере увеличения зазоров между плавающей втулкой и сопряженными деталями из-за износа.

Головки сцепных дышел паровоза Э^{в/н} оборудованы втулочными подшипниками с неподвижно устанавливаемой втулкой, имеющей ухо для ее фиксации на головке с помощью шпильки. Эти втулки могут быть бронзовыми или стальными, но у последних рабочую поверхность, обращенную к пальцу, и торцы покрывают сплавом ЦАМ (паровоз Е^а). Палец кривошипа с втулочным подшипником бурта не имеет, иначе на него невозможно было бы надеть втулку. Чтобы предотвратить соскакивание головки дышла с такого пальца, к торцу последнего болтом привертывают достаточных размеров диск. Если смазка осуществляется не через палец, то его просверливают насквозь и через отверстие пропускают нарезанную на конце ножку грибка, замыкающего подшипник на пальце, и фиксируют ее гайкой с шплинтом.

Сцепные дышла паровозов Л, Е^в и др. имеют подшипники с плавающими втулками, смазка к которым поступает через пальцы кривошипов, где просверлен канал, закрытый затем заглушкой с внутренней стороны. В канал смазка поступает от штуцера, расположенного на ступице колеса. Из канала в пальце к местам, требующим смазки, идут два сквозных радиальных отверстия, просверленных посередине шейки.

Совсем другое устройство имеют некоторые дышловые подшипники паровозов Л. Это подшипники качения, в которых значительное уменьшение трения обеспечивают ролики и «иглы». Иглами называют ролики, у которых длина в пять и более раз превышает их диаметр.

Как известно, коэффициент трения качения в несколько раз меньше коэффициента трения скольжения. Поэтому применение роликовых подшипников вместо клиновых и втулочных резко уменьшает потери на трение в механизме, повышая механический к. п. д. машины и практически ликвидирует опасность чрезмерного перегрева, задира и заклинивания. Кроме того, подшипники качения значительно увеличивают срок службы без ремонта не

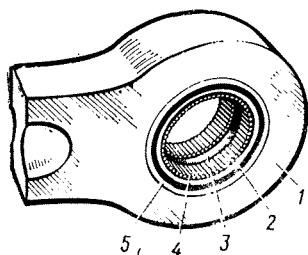


Рис. 96. Головка поршневого дышла с иглольчатым подшипником

только тех узлов, в которых они применены, но и всего движущего механизма благодаря отсутствию заметных зазоров в подшипниках на ведущем пальце, обеспечивают экономию цветного металла и смазочных материалов, облегчают и упрощают обслуживание.

В поршневых дышлах паровозов Л в передней головке 1 (рис. 96) установлен двухрядный игольчатый подшипник с роликами («иглами») 4 диаметром 5 мм и длиной 50 мм, размещенными между стальным запрессованным в головку дышла кольцом 5, служащим наружной обоймой, и стальной внутренней обоймой, насаженной на часть цилиндрической поверхности валика ползуна. Промежуточное кольцо 3 разделяет пакеты «игл», обеспечивая им свободное качение, приставное кольцо 2 закрывает дорожку, по которой катятся «иглы». Подобные игольчатые подшипники работают на паровозах Л также в цапфах кулисы, в кулисном камне и в золотниковом кулачке.

Глава 11

КОНСТРУКЦИЯ ПАРОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА

§ 35. Внутренний парораспределительный механизм

Парораспределительный механизм делят на внутренний, не доступный для осмотра на работающем паровозе, и внешний.

К внутреннему парораспределительному механизму относят золотники и золотниковые втулки. В § 27 дано описание работы раздвижного золотника системы Трофимова. При беспарном ходе он обеспечивает перетекание воздуха по широким каналам из одной плоскости цилиндра в другую, почти не создавая сопротивления. Только на индикаторных диаграммах, снятых мягкой пружиной при значительных скоростях движения, можно уловить разницу давления в полости при всасывании и выталкивании воздуха.

Опасность для целости как золотника, так и связанных с ним других деталей механизма парораспределения представляет момент раздвижки его дисков. Золотниковые диски диаметром 300 мм и более обладают значительной массой и, буквально разлетаясь с середины камеры, могут нанести мощный удар в упорные шайбы, ограничивающие их перемещение. Чтобы этого не происходило, принят ряд конструктивных мер (рис. 97).

При раздвигании дисков пар, проходя через кольцевой зазор между скалкой 6 золотника и горловиной диска 1, заполняет пространство А между торцами золотникового диска и упорной шайбы 3. Когда суженная часть горловины золотникового диска наводится на стальную втулку 2, зажатую между бортом скалки 6 и упорной шайбой 3, в суженную часть внутренней поверхности

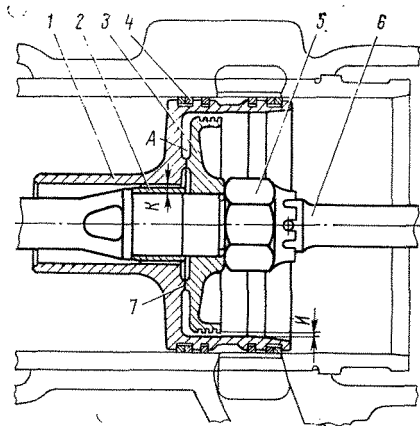


Рис. 97. Диск золотника на упорной шайбе

обода диска входит кольцевая лабиринтная поверхность шайбы. Так как остающиеся в этих местах кольцевые зазоры K и $И$ очень малы (разность диаметров находится в пределах $0,2—0,5$ мм), то в пространстве A происходит упругое сжатие попавшего в него пара; эта паровая подушка быстро гасит скорость подхода золотникового диска к упорной шайбе и обеспечивает значительное ослабление силы их соударения; посадка происходит достаточно мягко с легким ударом, не влияющим на состояние деталей золотника.

На обращенных друг к другу торцах диска и шайбы имеются притирочные кольцевые выступы 7, которые, сомкнувшись, предотвращают утечку пара вдоль скалки. Стальную втулку 2 сажают на скалку с натягом, упорная шайба имеет подвижную посадку и ее удерживают на месте корончатой зашплинтованной гайкой 5. На внешней цилиндрической части диска протачивают от четырех до шести ручьев под золотниковые чугунные кольца 4 как одинарные, так и сдвоенные. При постановке в один ручей двух колец их замки размещают диаметрально противоположно.

Так как при остановке дисков во время беспарного хода скалка золотника продолжает двигаться, золотники системы Трофимова обязательно имеют контрскалку, опирающуюся на бронзовую втулку, установленную в передней золотниковой крышке.

Чтобы при беспарном ходе диски были как можно ближе придвинуты друг к другу, необходимо после закрытия регулятора перевести рычаг перемены хода в положение наибольшей отсечки по ходу движения. Тогда перемещения скалки станут наибольшими и упорные шайбы сдвинут золотниковые диски ближе к середине камеры. Затем следует подтянуть реверс к нулевой отметке на планке, чтобы максимально сократить перемещение скалки. При возникновении надобности в езде с паром надо убедиться, что указатель отсечки сдвинут от нуля в направлении движения, осторожно приоткрыть регулятор и, дождавшись мягкого удара золотниковых дисков в упорные шайбы, выставить требуемую отсечку и открыть шире регулятор.

§ 36. Внешний парораспределительный механизм

Золотниковая скалка и ползун. Выходящий через сальник задней золотниковой крышки конец золотниковой скалки на большинстве паровозов соединен с золотниковым ползуном с помощью

клина. На паровозах Л хвостовик золотниковой скалки 6 конический и всю регулировку положения золотника осуществляют только за счет изменения его размеров при сборке (рис. 98, а). Сам ползун выполнен в виде вилки, щеки 4 которой скользят в направляющих, либо отлитых заодно с задней золотниковой крышкой, либо приболченных к кронштейну. Изображенный на рис. 98, а золотниковый ползун снабжен игольчатыми подшипниками 2, в которых вращается валик 3, соединяющий ползун с маятником. Смазка к подшипникам поступает из масленок, наполняемых через штуцера 1.

Несколько иначе решен вопрос регулировки в модернизированном клиновом соединении золотникового ползуна со скалкой на паровозах ЭВ/II. Заранее заготавливают установочную стальную втулку 7 (рис. 98, б) длиной 65 мм, свободно надетую на цилиндрический хвостовик скалки. Хвостовик вставляют в отверстие ползуна и забивают клин 5, чтобы втулка плотно прижалась к заточке скалки. После этого определяют смещение золотника из среднего положения при камне, находящемся в центре кулисы, и поршне, поставленном на середину хода. Найденное смещение золотника указывает, на сколько миллиметров следует уменьшить длину установочной втулки, если золотник оказался смещенным вперед.

На многих паровозах (в том числе и на немодернизированных ЭВ/II) можно отрегулировать установку золотника в сборе. Для этого цилиндрический хвостовик золотниковой скалки 6 (рис. 98, в) на некоторой длине имеет нарезку. После плотной посадки

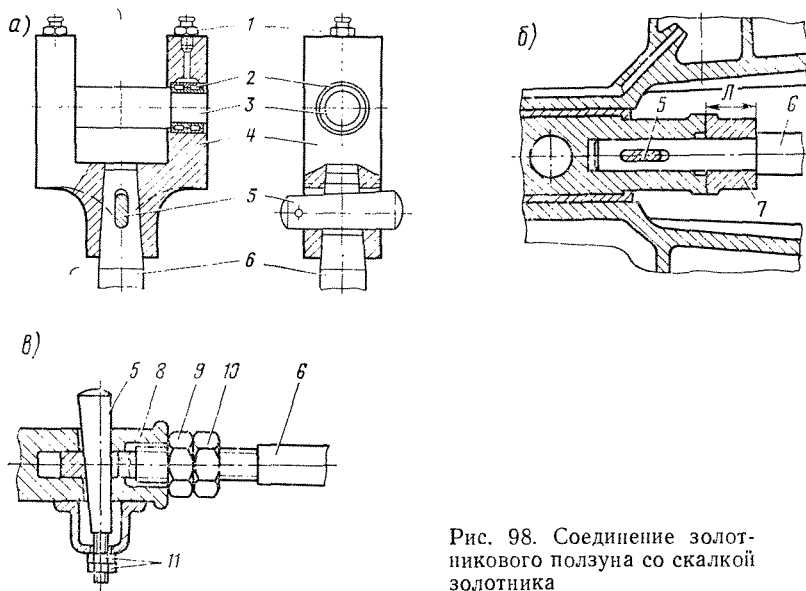


Рис. 98. Соединение золотникового ползуна со скалкой золотника

клина 5 при любом положении регулировочной гайки 9 и отвернутой контрагайке 10 определяют смещение золотника от среднего положения (при камне в центре кулисы и поршне на середине хода). Если окажется, что золотник смещен вперед, то осторожно отвертывают гайку 9, пока расстояние между ее торцом и обращенным к ней торцом горловины ползуна 8 не станет равным только что определенному смещению; тогда клин осаживают до

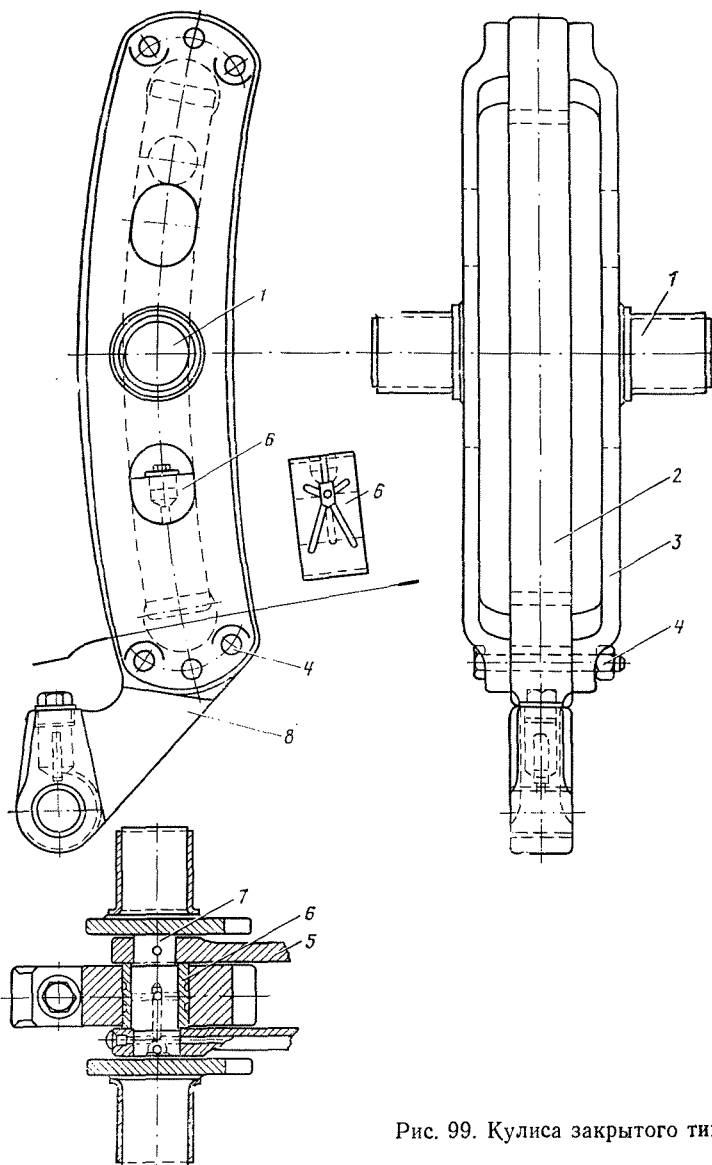


Рис. 99. Кулиса закрытого типа

плотного прижатия горловины ползуна к гайке. После чего остается только еще раз проверить правильность установки золотника и, убедившись в этом, затянуть контргайку 10 и зафиксировать положение клина гайками 11.

Если же при первоначальной проверке положения золотника окажется, что он смещен на n мм назад, следует, подвернув вручную контргайку 10, чтобы зафиксировать положение гайки 9, выбить клин повыше и сдвинуть скалку вперед на величину больше размера смещения золотника. Затем осторожно осаживать клин, наворачивая верхнюю гайку 11 на его хвостовик до тех пор, пока расстояние между торцами горловины 8 ползуна и обращенной к нему стороны гайки 9 не станет равным найденному смещению золотника. После этого, расконтрив гайку 9 и контргайку 10, завернуть гайку до плотного упора в торец горловины ползуна. Затем законтрить гайки 11 и 9.

Кулиса и камень. Существует две разновидности кулисы — закрытая (рис. 99) и открытая. Средняя часть закрытой кулисы, выполненная в виде рамки 2 с радиальным пазом, предназначенным для перемещения камня 6, охватывается по бокам щеками 3. Просветы между рамкой и щеками сделаны для пропуска вилки 5 радиальной тяги, соединенной валиком 7 с кулисным камнем 6. Для беспрепятственного пропуска вилки радиальной тяги щеки повернуты (только вверх и вниз) в каждом конце тремя болтами 4. Оси цапф 1 лежат посередине длины кулисы и определяют ее точку подвеса. Собственно именно для размещения цапф нужны в данной конструкции щеки. Рабочая поверхность кулисы, вдоль которой перемещается камень, а также и трущаяся поверхность камня закалены, чтобы продлить срок службы деталей. На цапфы напрессованы сменные стальные втулки, хорошо видные в разрезе на нижней проекции. Сменная стальная втулка запрессована и в отверстие хвостовика 8 кулисы. В щеках имеются широкие отверстия, через которые можно заправить смазкой масленку кулисного камня. Конструкция кулисы закрытого типа позволяет выпустить концы вилки радиальной тяги позади кулисы. Это обстоятельство использовано на паровозе Э^в/И, где подвеска радиальной тяги находится позади кулисы.

К достоинствам кулисы закрытого типа относят уменьшение запыленности ее рабочих поверхностей, существенно понижающее их износ. Недостатки: затруднения с заправкой масленки кулисного камня и осмотром рабочей поверхности кулисы.

В кулисе открытого типа щеки 2 (рис. 100) выполнены в виде кронштейнов, несущих цапфы 3 и укрепленных на развитой средней части заднего полстнища рамки 1 тремя болтами 6. Подвод смазки к цапфам и рабочей поверхности кулисы осуществлен через центральный канал в одной из цапф, сверления в щеках и рамке и далее на другую сторону — по трубке, укрепленной на рамке кулисы. Как и в кулисе закрытого типа, на цапфы и в отверстие хвостовика 5 кулисы запрессованы сменные стальные втулки.

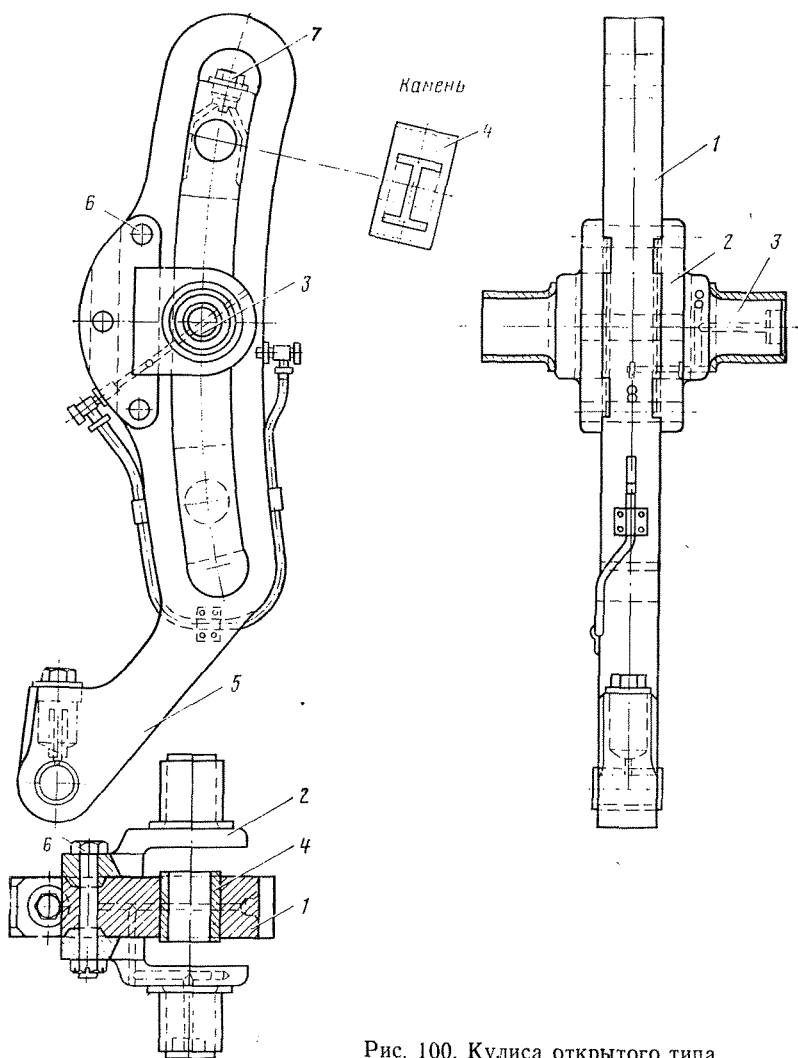


Рис. 100. Кулиса открытого типа

Следует упомянуть, что рабочие поверхности камней 4 снабжены канавками для распределения смазки.

Характерная особенность кулисы открытого типа паровозов Л — наличие усиливающего бурта (обводки) толщиной 12 мм; это значительно увеличивает прочность кулисы. Подобная конструкция оказалась возможной благодаря тому, что кулисы этих паровозов изготовлены штамповкой. На паровозах данной серии кулисные камни оборудованы шгольчатыми подшипниками, так же как и подшипники хвостовика и цапф. При движении задним ходом, когда камень занимает место в верхней половине кулисы, к нему

не поступает жидкое масло от пресс-масленки централизованной смазки и возникает необходимость во избежание повреждения рабочих поверхностей от сухого трения использовать местную масленку для камня. Именно поэтому в камне предусмотрен штуцер 7 для заправки мазеообразной смазкой.

Контркривошип. На паровозах Эр, Э^м, Л контркривошип съемный. Щека 2 (рис. 101), несущая на конце палец 1 контркривошипа, имеет расточенное незамкнутое отверстие для посадки на заточку пальца главного кривошипа. Затяжку контркривошипа производят прецизионными (особо точного размера) или коническими (конус 1 : 200) болтами 3.

Чтобы надежнее зафиксировать положение контркривошипа, щека стоит на шпонке, а для пропуска болтов в заточке пальца кривошипа сделаны углубления. Описанные особенности хорошо видны на рис. 101 и дополнительных пояснений не требуют.

Тяги. Сравнительно небольшие усилия, которые приходится передавать тягам механизма парораспределения, позволили сделать их относительно небольшого и прямоугольного сечения. Соответственно и валики шарнирных соединений этих тяг тоже небольшого диаметра. Точно так же не предъявляются особых повышенных требований к стали, из которой они изготовлены. Между тем у паровозов Л в соединениях парораспределительного механизма частично использованы игольчатые подшипники.

Переводной механизм. На паровозах Л изменение отсечки и перемены направления движения осуществляют с помощью воздушного реверса, тогда как на прочих сериях эти операции совершают вручную вращением винта 8 перемены хода рукояткой 10 (рис. 102). Станина 3 укреплена на боковой стенке топki или на стойке,

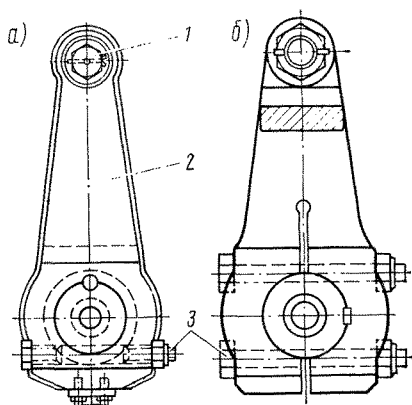


Рис. 101. Контркривошип:

а — с одним болтом; б — с двумя болтами

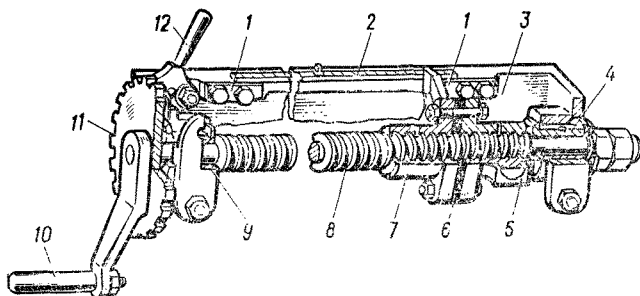


Рис. 102. Переводной винт

соединенной с полом будки машиниста. В вставленных в торцовые стенки станины чугунных втулках 4 и 9 может вращаться переводной винт 8, имеющий многозаходную нарезку трапецеидального профиля. По резьбе горизонтального переводного винта движется гайка, собранная из двух половин 5 и 7, между которыми зажаты прокладки 6. Такая конструкция гайки позволяет при износе обеспечивать ее плотное прилегание (без люфта) к резьбе винта за счет изменения толщины пакета прокладок. На передней половине 5 гайки имеются горизонтальные цапфы для соединения с вилкой тяги переводного винта, идущей к рычагу переводного вала. На одной из половин гайки переводного винта (на рисунке на задней 7) сверху имеется указатель, перемещающийся вдоль рейки 2, чтобы можно было видеть величину отсечки в десятих долях хода поршня. Перемещение гайки вперед и назад ограничено упорами 1. Установленную отсечку фиксируют защелкой 12, конец которой вдвигают между зубцами маховика 11.

В тех случаях, когда станина переводного винта укреплена на топке, тяга к переводному валу сделана из двух половин, в разрез между которыми вставлен равноплечий рычаг, который называют компенсаторным, поскольку он своим поворотом компенсирует изменение расстояния между переводным винтом и валом от температурного удлинения котла и тем сохраняет определенные при разбивке рейки отсечки. Однако вращение переводного вала требует значительных мускульных усилий и не позволяет быстро изменить отсечку на большую величину и перемену хода.

Схема воздушного реверса для изменения отсечки и хода приведена на рис. 103, а. Когда рукоятка 1 стоит на нулевом делении, двуплечий рычаг 3 занимает отвесное положение. Тогда золотник распределительной головки 5 занимает среднее положение, при котором его края только частично перекрывают отверстия А и В каналов, идущих первый — в заднюю полость цилиндра 6, а второй — в переднюю полость. В камеру над золотником через отверстие Г подается воздух из главного тормозного резервуара, проникающий через открытые отверстия А и В в обе полости цилиндра, надежно удерживая поршень 7 в занимаемом им положении.

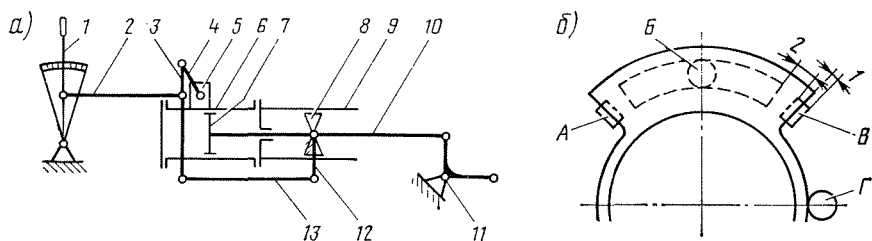


Рис. 103. Воздушный реверс:

а — схема; б — распределительная головка

Если машинист сместит рукоятку 1 реверса вперед, то двуплечий рычаг наклонится, вращаясь около нижнего шарнира, и своим верхним концом заставит кривошип 4 и соединенный с ним золотник повернуться по часовой стрелке. Тогда золотник накроет своей выемкой (очерчена на рис. 103, б штриховой линией) отверстие В, соединив тем самым переднюю полость цилиндра с отверстием Б, ведущим в атмосферу. Равновесие поршня нарушится и под влиянием большего давления в задней полости цилиндра он двинется вместе с ползуном 8 вперед, приведя через переводную тягу 10 во вращение переводной вал 11. Камень в кулисе начнет опускаться.

Но как только ползун 8 двинется вперед по направляющей 9, он через наглухо соединенный с ним поводок 12 и тягу 13 потянет вперед нижний конец двуплечего рычага 3. Теперь этот рычаг будет вращаться относительно среднего своего шарнира, удерживаемого на месте тягой 2 от рукоятки 1 реверса. Одновременно верхний конец рычага будет вращать кривошип 4 и соединенный с последним золотник против часовой стрелки. Это будет продолжаться, пока золотник не займет свое среднее положение, при котором отверстие В окажется разобщенным с атмосферным отверстием Б, но тогда через него пойдет сжатый воздух в переднюю полость цилиндра. Сравнявшееся давление в обеих полостях цилиндра удержит поршень в новом положении, соответствующем новому положению рукоятки реверса, и кулисный камень останется на отметке, которая отвечает новому делению шкалы реверса.

При отклонении рычага реверса в обратном направлении с атмосферой окажется соединенной задняя полость цилиндра, так как золотник накроет выемкой отверстия А и Б. Поршень сместится назад и поднимет кулисный камень вверх по кулисе.

В аварийном случае (при отсутствии воздуха в главном тормозном резервуаре) питать реверс можно паром. Для этого закрывают кран питания от главного тормозного резервуара и открывают вентили у пароразборной колонки и у входа паропровода в трубу между краном питания и отверстием Г над распределительным золотником. Поршень в цилиндре воздушного реверса уплотнен резиновыми манжетами, которые при использовании пара довольно быстро приходят в негодность, поэтому и разрешено пользоваться паром только в аварийных случаях.

На паровозах Л цилиндр воздушного реверса прикреплен к одному из барабанов цилиндрической части котла.

В месте выхода скалки из цилиндра установлен поршневой сальник. Цилиндр смазывается из масленки, расположенной на трубе, подводящей воздух в распределительную головку. От установленной над воздушным реверсом трехфитильной масленки питают смазкой верхнюю параллель с ползуном и нижней параллелью, скалку возле сальника и вал кривошипа распределительной головки.

§ 37. Экипаж. Колесные пары

Экипаж паровоза представляет собой подвижное основание, на котором размещены энергетическая (котел с его устройствами) и силовая (паровая машина) установки и различное специальное оборудование. В состав экипажной части входят колесные пары, буксы, паровозная рама, рессорное подвешивание, тележки, ударно-тяговые устройства.

Расстояние на прямом участке пути между точками опоры на рельсы первой и последней колесных пар экипажа паровоза (без тендера) называют *общей или полной базой*. Под *жесткой базой* понимают расстояние между точками опоры на рельсы двух наиболее удаленных друг от друга колесных пар, не имеющих существенных боковых, т. е. поперек оси рельсового пути, перемещений.

Экипажная часть паровоза испытывает значительные динамические нагрузки и находится в весьма тяжелых условиях, будучи подвержена воздействию пыли и атмосферных осадков. Поэтому к ее агрегатам предъявляют особые требования в отношении прочности и стойкости, учитывая, что многие их неисправности могут повлечь за собой аварии.

Одними из наиболее ответственных частей паровоза, от которых зависит безопасность движения, являются **колесные пары**. Они воспринимают всю нагрузку от массы паровоза, направляют его в прямых и кривых участках пути и при этом жестко взаимодействуют с рельсами, получая от них при движении ничем не смягченные толчки и удары. Такие специфические условия работы требуют, чтобы колесные пары имели возможно меньшую массу, что снизит развивающиеся при соударениях силы, и высокую прочность. Выполнение обоих условий достигают путем рационального использования высококачественного металла.

Комплект колесных пар для одного паровоза называют *скатом*. В скате различают движущие, бегунковые и поддерживающие колесные пары или оси. Движущими считают колесные пары, соединенные дышлами и принимающие поэтому участие в преобразовании силы тяги, развиваемой паровой машиной, в движение по рельсам.

Движущую колесную пару, соединенную поршневым дышлом с ползуном паровой машины и участвующую в преобразовании

Расположенные впереди экипажа колесные пары, не соединенные дышлами с паровой машиной и служащие частично для восприятия массы паровоза, а главным образом для облегчения его входа и движения по кривым участкам рельсовой колес, именуются *бегунковыми*.

На подступичную часть оси с помощью гидравлического пресса насаживают ступицу колесного центра 4 (рис. 104) и на расстоянии (по центрам), равном радиусу кривошипа, запрессовывают в прилив между спицами палец кривошипа 2. На ранее выпускаемых колесных парах для правильного ориентирования положения кривошипов относительно друг друга (правый должен опережать левый на угол 90°) колесный центр направлен при посадке шпонкой 5.

Technical drawing of a vehicle wheel assembly, showing a side view (left) and a front view (right).

Side View (Left): A cross-sectional view of the wheel assembly. It shows the tire (1) mounted on a rim (2). The rim is connected to a hub (3) via a flange (4). The hub is mounted on a shaft (5) which passes through a bearing (6) and a housing (7). The housing is secured with a nut (8) and a washer (9). Dimensions are indicated: 150 between the flanges, 1440 between the centers of the wheels, and 1590 between the centers of the wheels.

Front View (Right): A view of the wheel from the front. It shows the tire (1) and the rim (2). The rim has a central hub (3) and spokes (4). The spokes are labeled "Ребра" (Ribs). The wheel is shown in a position of "ход вперед" (forward movement), indicated by an arrow.

143

образующее противовес 9, предназначенный для уравнивания инерционных сил, которые развивают пальцы кривошипов с подвешенными на них дышлами. Если массы того объема, который удастся разместить в виде противовеса в колесном центре, оказывается недостаточно для уравнивания действия сил инерции, то противовес, как показано на рисунке, выполняют в виде коробки, внутрь которой заливают свинец, обладающий большей плотностью ($11,3 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$). Колесный центр охватывает насаженный в горячем состоянии бандаж 3, положение которого фиксирует бандажное кольцо 8.

Сразу за подступичной частью оси колесной пары расположена буксовая шейка 7, на которую опирается подшипник, заключенный в коробку, предохраняющую его от пыли, обеспечивающую смазывание и передающую через него нагрузку на ось; эту коробку называют *буксой*. Для ограничения разбега подшипника вдоль оси колесной пары ее средняя часть 6 на паровозе Э^{ВЧ} отделена от шейки буртом. Как у этого бурта, так и у хорошо видных на рисунке разделительных мест на пальце кривошипа между центральной шейкой и посадочной частью пальца и между центральной и поршневой шейками может произойти концентрация напряжений, вызывающая появление микротрещин, которые развиваются в крупные трещины.

Назначение отдельных участков оси колесной пары, различие в силах, действующих на этих участках, тип подшипников и т. п. заставляют делать ось с переменным диаметром. Чтобы избежать концентрации напряжений, соседние участки разного диаметра сопряжены переходными частями (галтелями), которые образованы плавными кривыми возможно большего радиуса. В тех случаях, когда длина переходного участка мала, галтель составляют из плавно сопряженных отрезков кривых разного радиуса; при этом радиусы убывают от меньшего диаметра к большему (рис. 105, а). Когда не хватает места для большого радиуса, применяют так называемые поднутренные галтели (рис. 105, б), т. е. часть ее выбирают в теле детали с большим диаметром. Для уменьшения концентрации напряжений иногда применяют разгружающие выточки перед галтелью (рис. 105, в).

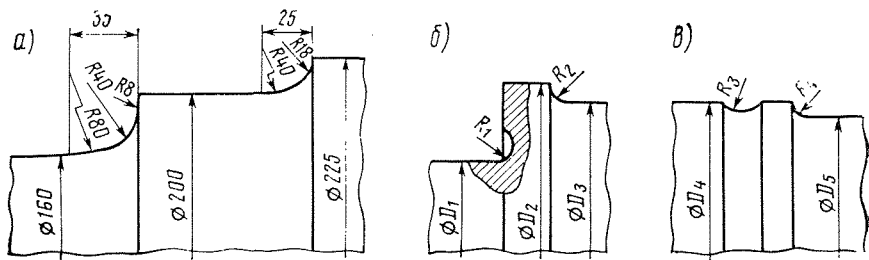


Рис. 105. Галтели и разгружающие выточки на оси

У паровозов Л, Е^а, Е^м оси движущих колес просверлены для облегчения и проверки на отсутствие скрытых дефектов.

Рабочие поверхности осей упрочняют накаткой роликами, которая к тому же делает поверхность более гладкой. Ступицу и обод колесного центра соединяют спицы или диски. Последние могут быть одинарными и двойными. Диски для облегчения имеют отверстия, между которыми расположены перемычки, связывающие оба диска.

Поверхность пальцев кривошипов для продления срока службы упрочняют накаткой или закаливают. У подавляющего большинства паровозов пальцы полые. В одних случаях это сделано для проверки качества металла и уменьшения массы; в других образованная вдоль оси полость служит резервуаром для смазки, которую запрессовывают через штуцер-масленку, ввернутую в центр торца пальца. Так как в данном случае применяют твердую смазку, то ее подача через радиальные сверления к рабочей шейке начинается после разогрева подшипника, что обеспечивает экономное расходование смазки. О съемном контркривошипе сказано выше.

На обод колесного центра сажают в нагретом состоянии бандаж 3 (см. рис. 104). Этот элемент колесной пары имеет непосредственный контакт с рельсом, направляет паровоз по рельсовому пути и передает силу тяги. Чтобы колеса при движении по прямой занимали среднее положение, возвращались в него, если отклонились из-за неровностей пути, и не сходили с рельсов при движении в кривых участках пути, бандажу 4 обточкой придают стандартный профиль (рис. 106).

Коническая поверхность бандажа, имеющая уклон внутрь колес 1:20, переходящий ближе к внешнему краю в уклон 1:7, заставляет колесную пару стремиться занять самое нижнее положение, т. е. автоматически центрирует ее относительно нитей рельсов. При движении по кривому участку пути колесная пара набегает на внешний рельс. Из-за конусности бандажа колесо на этом рельсе перекачивается по кругу большего диаметра, чем круг катания наглухо соединенного с ним второго колеса, движущегося по внутреннему рельсу. Это существенно уменьшает скольжение колес, так как путь по внешнему рельсу длиннее, чем по внутреннему, а колеса, жестко соединенные осью, не могут иметь разную частоту вращения.

Рабочая поверхность гребня

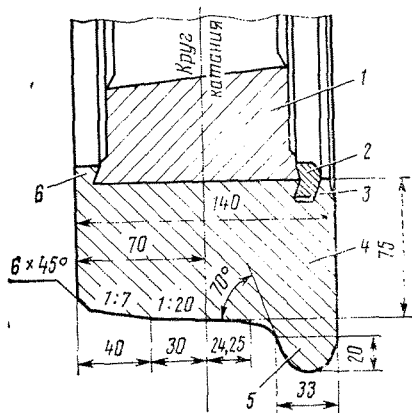


Рис. 106. Соединение бандажа с колесным центром

5 — часть конуса с углом наклона образующей к оси колесной пары 70° , это предотвращает опасность вползания гребня на рельс.

Изготовление колесных пар из новых элементов называют *формированием*. Предварительно шейки и подступичные части осей накатывают, полируют или шлифуют, чтобы придать большую прочность и гладкость, увеличивающие срок службы. Сборку движущей колесной пары, оборудованной подшипниками качения, начинают с посадки на шейку оси подшипника, упорного и маслоотбойного колец и втулки лабиринта. Посадку производят на чисто промытую бензином и протертую салфетками поверхность шейки, разогрев сажаемую деталь в масляной ванне с электроподогревом до $90\text{--}100^\circ\text{C}$. После протирки посадочных поверхностей салфетками их смазывают еще натуральным озокеритом, препятствующим возникновению контактной коррозии и облегчающим снятие.

Ось в колесные центры обычно запрессовывают в холодном состоянии. Предварительно подступичные части смазывают растительным маслом, затем тщательно направляют соединяемые части и соединяют с помощью гидравлического пресса. Усилие запрессовки на каждые 100 мм диаметра подступичной части должно составлять 440—637 кН (45—65 тс). Изменение давления запрессовки по мере насадки центра на ось фиксируют самопишущим прибором. При нормальной запрессовке получают плавную нарастающую слегка выпуклую кривую.

Для надежной посадки бандажа 4 на колесный центр 1 обеспечивают натяг в пределах 1—1,5 мм на каждый метр диаметра обода у центра. Бандаж нагревают до $250\text{--}320^\circ\text{C}$ и вставляют в него до соприкосновения с упорным буртом 6 колесный центр, уже напрессованный на ось.

Пока температура надетого бандажа превышает 200°C , в его паз заводят бандажное кольцо 2 из фасонной стали и проводят обкатку прижимного бурта 3 для обеспечения плотного крепления бандажного кольца. После остывания до окружающей температуры обстукиванием проверяют плотность посадки, наносят на обод контрольную риску глубиной до 1 мм, а на бандаже против риски — 4—5 кернов глубиной до 1,5 мм на длине 25 мм с равными промежутками между ними. Эти метки позволяют в эксплуатации обнаружить начавшийся сдвиг бандажа вследствие ослабления посадки.

Для обеспечения нормального прохода паровозом кривых участков пути две колесные направляющие пары не имеют поперечного разбега (перемещения поперек продольной оси паровоза) и образуют жесткую базу, которая должна быть по возможности короткой. Но расстояние между точками опоры соседних движущих колесных пар слишком близко к ширине колеи, а на некоторых паровозах (например, Э^{В/И}, Е^а, Е^м и др.) даже меньше ее. Поэтому перемещающимися в поперечном направлении колесными парами жесткой базы служат колесные пары, расположенные по обе стороны ведущей. Поскольку в этом случае гребень

бандажа ведущей колесной пары помешал бы нормальному вписыванию экипажа в кривую, он удален, т. е. ведущие колеса сделаны безгребневыми. А чтобы предотвратить возможность сползания безгребневого бандажа с рельсов, он уширен до 150 мм против 140 мм у бандажей с гребнем.

Ввиду особенного значения колесных пар в обеспечении безопасности движения Инструкцией по освидетельствованию, ремонту и формированию колесных пар локомотивов и электросекций предусмотрено клеймение их элементов. В прямоугольной рамке указан условный номер, присвоенный ремонтному пункту, имеющему разрешение на формирование, освидетельствование с выпрессовкой оси и полное освидетельствование колесных пар, а также на изготовление их элементов. Дату работ проставляют: месяц — римскими цифрами, а год (две последние цифры) — арабскими. Каждая колесная пара имеет клеймо приемщика (серп и молот), инспектора ОТК. Клейма в форме окружности обозначают вид произведенных работ: если внутри окружности выбита буква ф — значит, осуществлено формирование новой колесной пары; д — освидетельствование с выпрессовкой оси; сб — смена бандажей; пб — перетяжка бандажей. Также буквами тч и цифрой в круге указывают депо, где производилась перетяжка бандажей.

Помимо этого, элементы колесных пар имеют следующие клейма и знаки:

ось (на правом торце) — номер завода-изготовителя; месяц и год изготовления; клейма, подтверждающие правильность переноса знаков с необработанной оси; номер пункта, перенесшего знаки; клеймо формирования колесной пары или смены оси; номер ремонтного пункта; дату формирования или смены оси; клеймо освидетельствования с выпрессовкой оси и номер ремонтного пункта; дату освидетельствования; клейма приемки;

бандаж (на боковой наружной грани) — номер завода-изготовителя; марка бандажа; клеймо приемки; номер плавки; номер бандажа; дату изготовления; твердость по Бринеллю;

литой центр колеса — отлитые знаки и клейма согласно техническим условиям;

палец кривошипа (на наружном торце) — номер завода-изготовителя; дату изготовления; клейма, подтверждающие правильность переноса знаков с необработанного пальца; номер пункта, перенесшего знаки; номер пункта, запрессовавшего палец; дата запрессовки; клеймо приемки.

На щеке контркривошипа ставят номер оси колесной пары и букву стороны, которой принадлежит кривошип.

§ 38. Буксы

Общие сведения. Восприятие и передача сил тяги и торможения, а также статических и динамических нагрузок от колесной пары через рессорное подвешивание на раму и обратно осуществ-

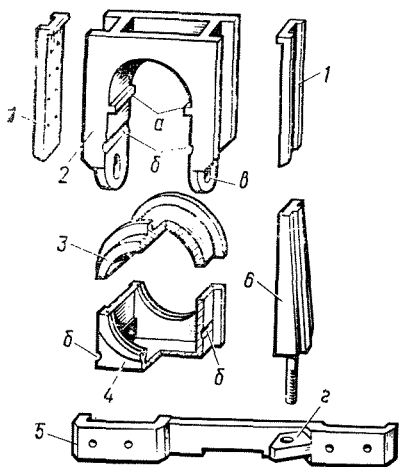


Рис. 107. Детали паровой буксы с подшипником скольжения

входят через корпус буксы, а также через размещенные в них подшипники. Соответственно типу рамы буксы могут быть наружные (утендерных и паровозных тележек) и внутренние. Корпус наружной буксы представляет собой цельную стальную литую коробку прямоугольной или цилиндрической формы, надетую на наружную шейку оси. Корпус внутренней буксы обязательно имеет разъем по горизонтали; в верхней ее части размещен подшипник, а в нижней, представляющей собой резервуар, — смазка и устройства для ее подачи к подшипнику. Различают буксы с подшипниками качения (Л) и скольжения (ЭВ/и Е^а, Е^м).

Букса с подшипником скольжения. П-образный стальной корпус 2 (рис. 107) унифицированной буксы расточен внутри по окружности до выступов *а*. В эту расточку запрессован до упора буртом бронзовый подшипник 3, опирающийся на выступы *а* своими нижними кромками.

На большей части рабочей поверхности подшипника сделаны колодцы, залитые баббитом, что облегчает приработку и уменьшает силу трения.

Между щек корпуса снизу заведена сварная подбуксовая коробка 4, удерживаемая на месте штифтами, вставленными в круглые отверстия *б*, сечение которых разделено поровну между корпусом буксы и подбуксовой коробкой.

В боковые выемки корпуса буксы заведены бронзовые наличники 1 и привернуты стальными шурупами с головками, поставленными впотай. Один из наличников скользит по вырезу в паровой раме, а во второй входит своей нескошенной стороной буксовый клин 6. В подбуксовой связи 5, стягивающей концы выреза в раме, приварен кронштейн 2, в отверстие которого пропущен нарезанный хвостовик буксового клина. Вращая гайку, накрученную на хвостовик буксового клина и опирающуюся сверху на кронштейн в подбуксовой связи, опускают или поднимают клин, обеспечивая необходимый зазор между буксой и челюстями выреза в раме. Прорезь для серьги обозначена буквой *в*.

С наружной стороны корпуса 1 (рис. 108), обращенной к ступице колеса, приварена стальная, открытая снизу торцовая шайба 10 армированная бронзой. Иногда ставят шайбу из бронзы, привертывая ее винтами впотай, а нижние концы шайбы подпирают приваренными к корпусу буксы стальными упорами, разгружающими винты.

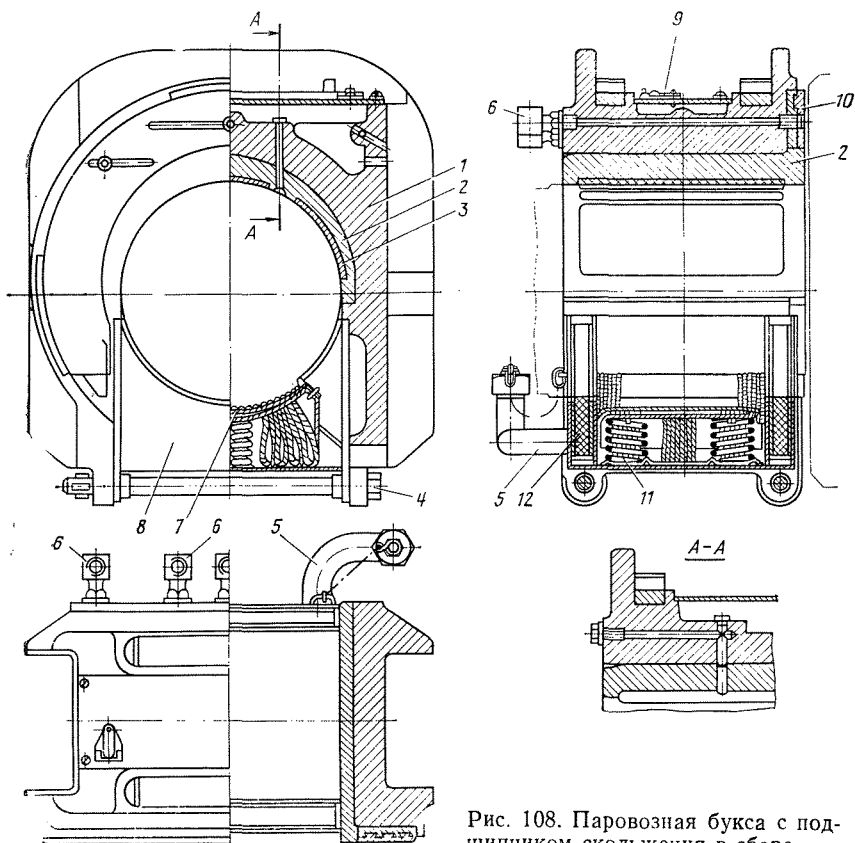


Рис. 108. Паровозная букса с под-
шипником скольжения в сборе

В пазы торцовых стенок подбуксовой коробки 8 вставлены войлочные манжеты 12, охватывающие шейку оси в местах ее входа в буксу и препятствующие проникновению пыли и грязи внутрь буксы.

В подбуксовой коробке расположен полстер 7, представляющий собой подобие щетки из пряжи, закрепленной на металлической пластине или сетке; эта «щетка» охватывает шейку оси снизу и прижимается к ней пружинами 11, а концы пряжи в виде фитилей доходят до днища коробки. При отсутствии полстера в подбуксовую коробку закладывают набивку из пряжи. Налитая через трубку 5 смазка заполняет резервуар подбуксовой коробки и полстером или набивкой подводится к шейке оси.

Подвод смазки к рабочим поверхностям наличников, торцевой шайбы и подшипника 2 с баббитовой заливкой 3 осуществляют фитили, вставленные в трубки, укрепленные в верхней полости корпуса буксы, служащего резервуаром для смазки. На парово-

зах Э^р, Е^а, Е^м предусмотрена централизованная подача смазки в буксы через гибкие шланги, соединенные со штуцерами 6, от которых идут каналы к местам, требующим смазывания. Однако на паровозах Е^а, Е^м торцовые шайбы и наличники смазывают через фитильные масленки. В отличие от унифицированной буксы на паровозах этих серий подбуксовую коробку удерживают на месте болты 4, зафиксированные чеками.

Резервуар для смазки в корпусе буксы предохраняет от пыли и грязи крышка 9, удерживаемая пружинами.

Следует отметить, что у паровозов Э^{в/и} на корпусах букс бронзовых наличников нет, так как в буксовых вырезах рамы стоят чугунные накладки, обеспечивающие снижение коэффициента трения и являющиеся сменной ремонтной деталью.

Характерная особенность буксового подшипника — наличие так называемого холодильника. Это скос в нижней части подшипника, образующий зазор между шейкой и подшипником и служащий для создания масляного клина, разделяющего трущиеся поверхности.

Букса с подшипником качения. Конструкция букс с роликовыми подшипниками сложная и требует значительно большей точности при сборке, чем с подшипниками скольжения, но эти буксы обладают многочисленными и существенными достоинствами: сопротивление движению ниже во всем диапазоне скоростей, мало зависит от погодных условий и длительности стоянки и при трогании с места составляет всего 15% сопротивления подшипников скольжения; расход цветных металлов доведен до минимума; расход смазки меньше в 5—15 раз; нет надобности в подбивке, фитилях и т. п.; отпадает необходимость в повседневном уходе, так как ревизия букс с роликовыми подшипниками требуется 1 раз в 6 месяцев, что резко сокращает эксплуатационные расходы; обеспечено поддержание установленного поперечного разбега; почти полностью исключено загрязнение балласта и рельсов от потерь смазки из букс.

Как правило, корпус правой и левой букс каждой движущей колесной пары представляет двухчастевую отливку с разъемом в горизонтальной плоскости на высоте геометрической оси колесной пары. Нижняя часть корпуса букс (рис. 109) имеет значительный подъем к середине, благодаря чему резко уменьшается потребный объем смазки для заправки буксы и создаются индивидуальные масляные ванны для правого и левого подшипников. Верхняя часть корпуса такой перетяжки не имеет, вследствие чего в ней образован большой объем воздуха, насыщенного при движении паровоза мельчайшими частичками масла, чем улучшается смазка верхних нагруженных половин роликовых подшипников.

Особого внимания требует герметизация корпуса, во-первых, для предотвращения попадания в него пыли и грязи, а во-вторых, для исключения утечки смазки из буксы. Поэтому верхнюю и нижнюю части корпуса буксы тщательно пригоняют друг к другу, а у мест выхода оси из корпуса собирают надежный лабиринт-

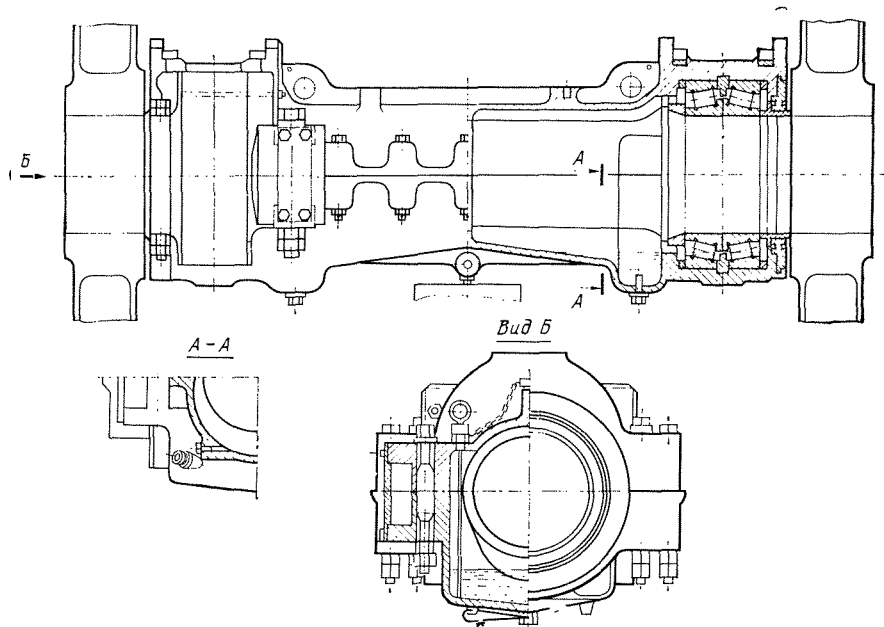


Рис. 109. Буксы с подшипниками качения

ный затвор-сальник, состоящий из многочисленных ступеней. Во избежание нарушения пригонки частей корпуса при повторных разборках и сборках с каждой из четырех сторон привалочных фланцев забивают по два конических болта, обеспечивающих точную установку верхней части корпуса относительно нижней. При первой сборке под головки этих конических болтов ставят шайбы с таким расчетом, чтобы до забивки головка вставленного болта не доходила до шайбы на 5—15 мм. При каждой выбивке болтов, при разборке буксы для ремонта или ревизии натяг их уменьшается. Для его сохранения уменьшают высоту шайб вплоть до окончательного их снятия. При следующей разборке корпуса притачивают новые болты с новым комплектом шайб.

Чтобы предотвратить потерю смазки в местах выхода оси из объема буксы, по ее торцам имеется эффективное уплотняющее устройство из нескольких, расположенных последовательно один за другим лабиринтов. Детали, входящие в комплект лабиринтного уплотнения буксы, разбираются на две и даже три части, удерживаемые браслетной пружиной, что позволяет разбирать и собирать лабиринтные уплотнения без распрессовки колесных центров. По наиболее удаленной образующей уплотнения в специальную проточку закладывают резиновое кольцо.

Для предотвращения подпора масла перед лабиринтом при движении паровоза между лабиринтом и подшипником установлен маслоотбойный диск, захватывающий масло из ванны и направляющий его внутрь подшипника на ролики.

Заправляют буксу смазкой через отверстия в верхней части корпуса, куда вставлены шупы с нанесенными на них рисками наивысшего и наименьшего уровня масла. Верхний уровень при заправке контролируют через закрываемое заглушкой контрольное отверстие; как только в нем покажется масло, наполнение буксы прекращают.

Спускают масло из буксы через отверстия, закрываемые пробками, расположенными в самых нижних точках объема. Масляная ванна требует для заправки 7—7,5 л смазки.

Чтобы не потерять шуп, его прикрепляют к корпусу цепочкой. Лица роликовых букс движущих осей не имеют наличников, но бронзовые наделки приклепаны на стальных накладках рамы, а буксовые клинья отлиты из чугуна.

Глава 13

РАМА. РЕССОРНОЕ ПОДВЕШИВАНИЕ

§ 39. Конструкции паровозной рамы

Конструкцию в виде пространственной фермы, на которой монтируют все агрегаты паровоза, кроме колесных пар с буксами и паровозных тележек, называют *главной* или просто *паровозной рамой*. Она бывает листовой, брусковой и цельнолитой.

Листовая рама. Эта рама имеет два продольных полотнища 12 (рис. 110) толщиной около 30 мм и высотой около 1 м, соединенных междурамными скреплениями. Передние концы объединены брусом 9 и расположенным за ним горизонтальным скреплением. Места привалки цилиндров усилены мощным междуцилиндровым скреплением 10, выполненным в виде прямоугольного ящика. На междуцилиндровом скреплении располагается передняя опора котла — постамент 8. Задние части полотнищ связаны между собой передней 4 и задней гибкой 2 опорами топки, а их концы прочно соединены задним стяжным ящиком 1. В нем находятся шкворни и передние концы стяжек, соединяющих паровоз с тендером. Между колесными парами размещены вертикальные

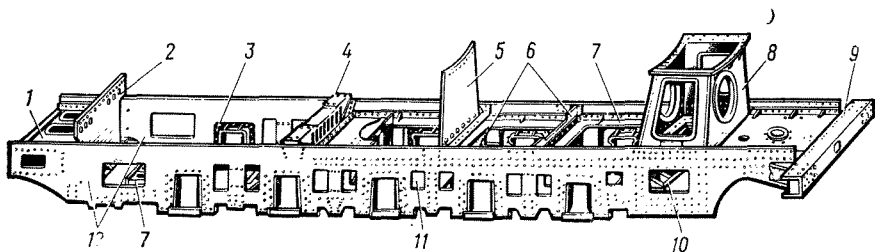


Рис. 110. Листовая рама паровоза

междурамные скрепления 6, связанные между собой горизонтальными листами 7, которые приклепаны к полотнищам рамы. На вертикальных междурамных скреплениях на некоторых паровозах стоят гибкие опоры (подбрюшники) 5 цилиндрической части котла. В слабонагруженных местах рамы сделаны облегчающие вырезы 11.

Для обеспечения жесткости конструкции все болтовые соединения полотнищ и скреплений осуществлены на точеных (призонных) болтах, вгоняемых на место с удара и исключаящих перемещение соединяемых деталей относительно друг друга.

Так как толщина рамных листов недостаточна для надежного, без перекосов, направления букс, буксовые вырезы снабжены направляющими 3, которые представляют собой стальную отливку П-образной формы с ребрами жесткости, огибающую буксовый вырез.

В паровозах с листовой рамой ($\mathcal{E}^{в/и}$) задняя плоскость направляющей вертикальна и непосредственно прилегает к буксовому наличнику; передняя же — имеет уклон 1:10 и между ней и буксовым наличником вставлен буксовый клин 6 (см. рис. 107). По мере износа наличников клин поднимают кверху, ограничивая перемещения буксы в ее челюстях вдоль продольной оси паровоза в пределах заданных размеров.

Направляющая прикреплена по периметру к полотнищу рамы призонными болтами и усиливает это самое слабое место рамы, но недостаточно. Только замыкание буксового выреза подбуксовой связью предотвращает опасность его раскрытия. Подбуксовая связь, стягивая концы выреза, предупреждает появление трещин в верхних углах буксового выреза. Для этого пригнанные «под краску» ее привалочные углубления надвигают на каблучки рамы с натягом, а наружные грани каблучков имеют скос с уклоном 1:7. К раме концы подбуксовой связи крепят двумя-тремя болтами с каждой стороны.

Брусовая рама. В отличие от листовой брусовая рама представляет ферму, состоящую из брусков, расположенных на значительном расстоянии друг от друга. Так, на паровозе $\mathcal{E}^у$ листовая рама при толщине листа 32 мм имеет высоту полотна 1020 мм, тогда как на паровозе Л верхний брусок рамы имеет площадь сечения над буксами 140×160 мм (толщина на высоту), а наибольшая высота фермы полотна по кромке брусков 750 мм. Благодаря этому брусовая рама:

позволяет удобно разместить рессоры над рамой (верхнее рессорное подвешивание), будучи значительно меньшей высоты; делает ненужными продольные горизонтальные скрепления, обладая большой жесткостью в поперечном направлении; позволяет ставить блочные цилиндры, отлитые заодно с междурамным скреплением и постаментом; упрощает конструкцию и сборку рамы тем, что отпадает надобность ставить буксовые направляющие, так как толщина бруса достаточна для надежного направления

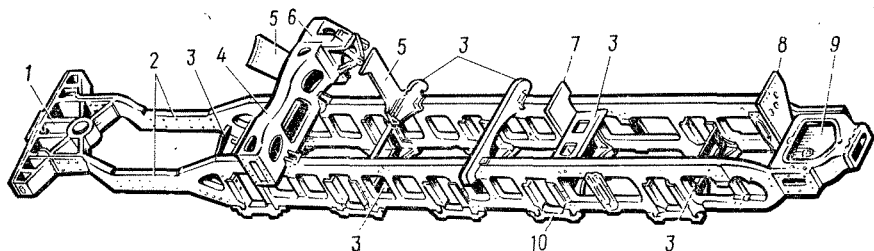


Рис. 111. Брусовая рама паровоза Л

буксы в челюстях; значительно уменьшает число болтовых соединений и исключает надобность в заклепочных соединениях.

В результате брусовая рама оказывается более прочной и надежной, не требуя для этого дополнительного расхода металла.

На рис. 111 изображена брусовая рама паровоза Л. По сравнению с листовой рамой, изображенной на рис. 110, ажурность конструкции, позволяющая иметь свободный доступ для осмотра всех устройств, размещаемых между фермами рамы 2, а также мощные литые буферный брус 1, стяжной ящик 9, кулисный кронштейн 6, параллельная рама 4 и другие междурамные скрепления 3 вместе с блоком цилиндров обращают раму чуть ли не в монолит. Гибкие опоры 7 и 8 поддерживают топку, а 5 — цилиндрическую часть котла.

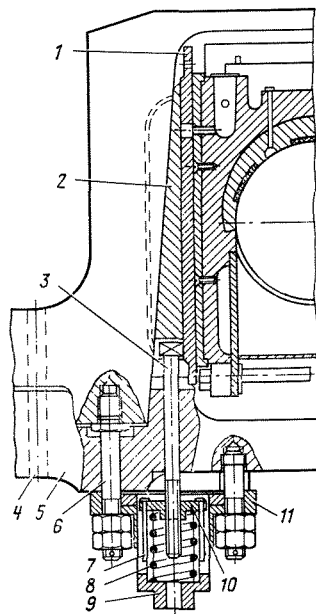


Рис. 112. Самоустанавливающийся буферный клин

Самое слабое место рамы — буксовый вырез — замыкает подбуксовая связь 10 площадью сечения в самом узком месте 140×80 мм. Как видно на рис. 112, каблучки рамы имеют уклон 1:12 в обе стороны, соответствующий двустороннему уклону в посадочных углублениях подбуксовой связи 5. В середине каждого каблучка ввернута установочная шпилька 6, помогающая точно поставить связь. Кроме того, за каждым каблучком стоит болт 4; следовательно, каждая подбуксовая связь на главной раме паровоза Л прикреплена к концам буксового выреза двумя шпильками и двумя болтами, кроме первой сцепной колесной пары, у которой связь имеет две шпильки и четыре болта, а ее наименьшая площадь сечения увеличена до 140×90 мм. Кроме того, у этой же связи передние болты из-за невозможности их постановки сверху, как всех прочих, имеют утопленные в нижнюю часть нижнего бруса рамы бур-

ты и сверху закреплены корончатыми гайками со шплинтами. Снизу все болты и шпильки подбуксовых связей закреплены гайкой с контргайкой.

На паровозах с брусковой рамой буксовый клин стоит не спереди, как при листовой раме, а сзади и выполнен самоустанавливающимся. Пружина 8, вставленная в стакан 9, удерживаемый фланцем 11, нажимает на гайку 10 упорного болта 3, заставляя его сдвигать клин 2 вверх, если между наличником буксы и пластиной 1 возникает зазор от износа. Таким образом клин постоянно автоматически выбирает излишний зазор. Остается только следить за величиной просвета между концами контрольных штифтов 7 и нижней кромкой пазов в стакане 9, и когда этот просвет окажется больше установленной нормы, увеличить натяжку пружины, для чего гаечным ключом нужно вращать стакан против часовой стрелки и тогда вращающиеся вместе со стаканом контрольные штифты, вставленные в гайку 10, заставят ее, свертываясь с упорного болта 3, сильнее сжать пружину и уменьшить зазор между концами штифтов и нижней кромкой пазов стакана 9.

Цельнолитая рама. На некоторых паровозах Е^а, Е^м установлена цельнолитая рама. Это мощная пространственная ферма, включающая в себя две продольные боковые фермы, междурамные скрепления, блок цилиндров, постамент, буферный брус, опоры топки, задний стяжной ящик, кронштейны для рессорных балансиров, тормозных подвесок и тормозного вала. Полное отсутствие болтовых и заклепочных соединений делает конструкцию особенно прочной и жесткой и существенно упрощает монтаж, ремонт и уход в эксплуатации. Сам ремонт повреждений цельнолитой рамы заключается в устранении выявленных трещин и других дефектов с помощью электросварки.

Укрепление котла на раме. Значительная длина котла паровоза (10 м и более) и широкий диапазон изменения его температуры (более 200°С) вызывает существенное изменение его длины в среднем около 50 мм. Поэтому закрепить котел на раме жестко можно только в одном конце, все же прочие опоры котла должны быть подвижными. Жестко котел закреплен на постаменте над блоком цилиндров, потому что подвижка его в этом месте нарушила бы плотность труб, подводящих пар к паровой машине.

Соединение котла, точнее его дымовой коробки, с передней опорой осуществляется с помощью точеных призонных болтов, размещенных по периметру фланца постамент. Второй основной опорой котла служит подвижное соединение топочной рамы с размещенным внутри главной рамы междурамным скреплением. Эти опоры разнообразны по выполнению.

Скользящие опоры представляют так называемый скользун, прикрепленный болтами к каблучку топочной рамы. Скользун своим бронзовым или стальным, наплавленным бронзой, вкладышем опирается на подкладку, прикрывающую междурамное скрепление и являющуюся сменной ремонтной деталью. Обычно такая

опора располагается под передней частью топочной рамы. Однако на паровозах Э^{в/и} такой опорой оборудована и задняя часть топки. На паровозе Л обе опоры топки гибкие, т. е. выполнены в виде относительно тонкого (13 мм) стального листа, поставленного на ребро (плоскостью поперек продольной оси паровоза). У паровозов Е^{в/и} передние опоры оснащены скользунами, а задние гибкие — листовые.

Кроме того, цилиндрическая часть котла опирается на гибкие листовые опоры-подбрюшники. Для этого к барабанам приваривают или приклепывают изогнутые по их очертанию угольники, к которым с помощью точеных болтов присоединяют листовые опоры, которых бывает одна — три в зависимости от серии паровоза.

§ 40. Рессорное подвешивание

Общие сведения. Механизм, служащий упругой связью между колесными парами с буксами и рамой экипажа, называют *рессорным подвешиванием*. Оно предназначено для распределения нагрузки от массы паровоза между колесными парами, для смягчения толчков и ударов в вертикальной плоскости, возникающих при движении по рельсовому пути, а также для распределения динамических перегрузок между колесными парами.

Упругими элементами служат в паровозе многолистовые рессоры и пружины. Многолистовая рессора (рис. 113) представляет собой набор (пакет) 2 упругих стальных закаленных пластин шириной 100—130 мм при толщине 10—13 мм, длина которых постепенно убывает книзу или кверху, придавая рессоре очертание бруса равного сопротивления. Во избежание взаимного поперечного смещения листы имеют посередине продольные желобки и выступы (видны на рисунке справа), входящие одни в другие. Весь пакет стягивает хомут 3, не дающий листам рассыпаться и одновременно служащий опорной частью рессоры. Кроме того,

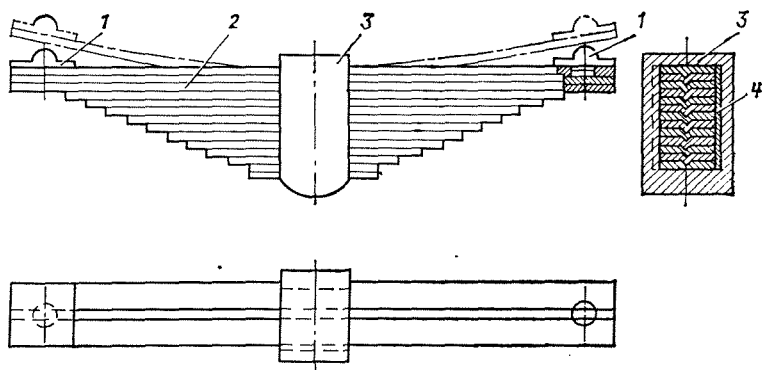


Рис. 113. Листовая рессора паровоза

паз глубиной 2—3 мм на боковой поверхности листов, в который входит выступ щеки хомута, предотвращает продольное перемещение листов. На концах самых длинных листов, называемых коренными (их бывает до четырех), сделаны отверстия, через которые пропускают специальные болты-подвески или упорки; отверстия снабжают накладками 1. Чтобы можно было разобрать такую рессору, со стороны, противоположной среднему выступу в хомуте, входящему в паз рессорных листов, вставлена прокладка 4; выжав эту прокладку, свободно выбивают листы из хомута.

Рессоры последних годов изготовления делают не из желобчатой, а из гладкой полосы. Для предупреждения от смещения листов вдоль или поперек их длины выдавливают посередине каждого листа сверху шаровую лунку, снизу — соответствующий лунке выступ. В этом случае прострожку паза в средней части листов и постановку прокладки 4 не производят.

Количество листов в пакете и их размеры (толщина, ширина и длина) определяют грузоподъемность и жесткость рессоры. *Жесткостью* называют нагрузку, вызывающую прогиб рессоры (пружины) в 1 мм. Чем больше жесткость рессоры, тем хуже она смягчает толчки и удары. С помощью упорков 35 (см. рис. 1) рессоры 32 опираются на буксы, а через подвески 31 соединяются между собой, с рамой, с продольными 34 и поперечными 39 двухплечими рычагами-балансирами.

Группа рессор, связанных балансирами, работает совместно: удар или толчок, воздействующий на одну рессору, распределяется между всеми рессорами данной группы. Поэтому ход такого экипажа мягче и плавнее, чем при безбалансирном подвешивании, когда каждая рессора работает независимо от других. В сбалансированном экипаже при движении паровоза динамический прирост нагрузки на одну из рессор немедленно отразится через балансир на сопряженной рессоре и распределится между рессорами пропорционально их статическим нагрузкам. Следовательно, сопряженное подвешивание, распределяя динамическую перегрузку между рессорами, уменьшает ее максимальную величину, приходящуюся на каждую из них.

Поскольку воздействие на раму группы сопряженных балансирами рессор можно заменить действием одной равнодействующей силы, такую группу называют *точкой подвешивания*, а положение этой точки совпадает с местом приложения равнодействующей. Концы группы сопряженных рессор присоединены к раме паровоза, т. е. на каждую точку подвешивания приходится два присоединения концов рессор к раме. Следовательно, чтобы определить, в скольких точках подвешен данный экипаж, достаточно подсчитать количество соединений концов рессор с рамой паровоза и разделить полученную величину на два.

Большинство паровозов подвешено в трех точках не только потому, что такое подвешивание статически определимо и можно точно рассчитать распределение нагрузок по осям: оно обеспечивает независимость нагрузок от прогиба отдельных рессор, в

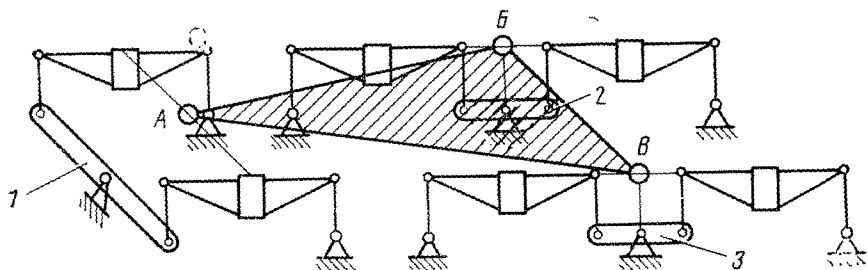


Рис. 114. Подвешивание в трех точках

статическом положении дает постоянную расчетную нагрузку рессор, вследствие этого не требует регулирования. Поэтому при трехточечном подвешивании упорки и подвески имеют постоянную длину. Пример такого подвешивания для трехосного экипажа приведен на рис. 114. Рессоры двух колесных пар объединены продольными балансирами 2 и 3 в правую и левую группы. Каждая из этих групп, замкнутая концами на раму, дает одну точку подвешивания с равнодействующей одна в точке Б, другая в точке В. А правая и левая рессоры третьей оси объединены поперечным баланси́ром 1 в одну группу, дающую одну точку подвешивания А, находящуюся на продольной оси паровоза в месте расположения равнодействующей нагрузок на рессоры. Если соединить точки подвешивания прямыми линиями, получим условную опорную поверхность в виде треугольника АБВ, показывающего, что такое подвешивание устойчиво.

Пассажирские паровозы, рассчитанные на большие скорости движения, обычно имеют большее число точек подвешивания. Этим обеспечивается их устойчивость при поперечной качке над рессорного строения и уменьшается боковой наклон при следовании в кривых участках железнодорожного пути с большими скоростями.

За одну точку подвешивания принимают всякую группу рессор, внутри которой есть поперечный баланси́р, а также все рессоры двухосной тележки, если рама опирается на нее шаровой пятой. В этих случаях точка подвешивания, очевидно, лежит на продольной оси паровоза.

Нагрузки на колесные пары паровоза практически одинаковы и разнятся друг от друга обычно не более чем на 5—10 кН (0,5—1 тс). Сумма нагрузок на движущие оси составляет сцепную массу паровоза, определяющую силу тяги при трогании с места и разгоне поезда.

Нагрузка на бегунковую и поддерживающую оси обычно равна примерно 70% нагрузки на движущую ось, благодаря чему облегчается вписывание паровоза в кривые и подготовка пути к восприятию давления движущих колесных пар.

Над менее нагруженным колесом ставят рессору с меньшей жесткостью, и если ее сопрягают баланси́ром с более жесткой

рессорой, то балансиры делают разноплечным, как показано на рис. 115. При этом соблюдают равенство моментов на плечах балансира: $(p_1/2)a = (p_2/2)b$, откуда $a/b = p_2/p_1$, т. е. отношение плеч балансира обратно пропорционально отношению нагрузок на рессоры (жесткости рессор), следовательно, с рессорой более нагруженной колесной пары должно быть соединено меньшее плечо балансира, и наоборот. Плечи балансира, соединяющих рессоры колесных пар с равной нагрузкой, делают одинаковыми.

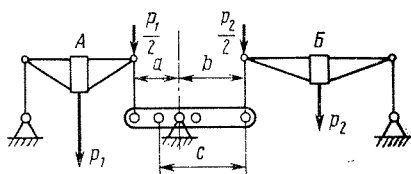


Рис. 115. Сопряжение разных рессор неравноплечим балансиром

Чтобы иметь возможность исправить нарушения в распределении нагрузок между движущими и тележечными осями, в продольном балансира, объединяющем их в одну группу, делают три точки опоры и из них выбирают ту, которая отвечает заданным условиям. На рис. 115 показано, что использована средняя точка опоры. Если понадобится часть массы с рессоры *Б* передать на рессору *А*, то опору надо перенести на левую точку. Если же, наоборот, на движущих осях окажется избыток нагрузки, то опору придется перенести на правую точку. Следует помнить, что изменение нагрузки на рессору *А*, если ее левый конец окажется соединенным не с рамой, а с балансиром следующей оси, коснется не только данной рессоры, но и сопряженных с нею, и величина изменения распределится между ними соответственно их жесткости.

В случае необходимости увеличить гибкость (величина обратная жесткости) рессорного подвешивания, не изменяя жесткости рессоры, применяют спиральные пружины, подключаемые последовательно с листовыми рессорами (см. рис. 1, поз. 41).

Различают три основных вида рессорного подвешивания: верхнее, нижнее и промежуточное.

При верхнем подвешивании (см. рис. 1) рессоры 32 расположены над буксами 33 и опираются на них хомутами или через рессорные упорки 35.

В нижнем подвешивании рессоры 7 (рис. 116) подвешены к буксам 3. Для этого хомут рессоры имеет проушины, соединяемые валиком 6 с серьгой 5, концы которой входят в прорези *в* (см. рис. 107). Балансир 1 (см. рис. 116), опирающийся ножом на призму в раме 4, соединяет упорки 2 соседних рессор 7, направляемых скобами 8.

Промежуточное подвешивание характерно размещением рессор 2 (рис. 117) между колесными парами. В этом подвешивании на буксы опираются балансиры 3.

Нередко применяют смешанное подвешивание, представляющее собой комбинацию из двух, а иногда из трех основных типов. В качестве примера на рис. 117 показана задняя правая группа рессор паровоза Л; на две задние буксы опираются балансиры

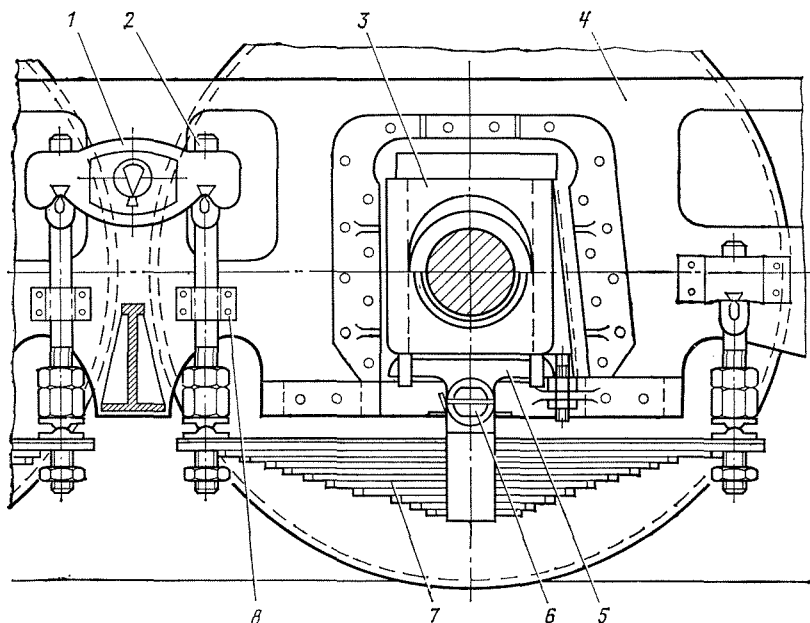


Рис. 116. Нижняя подвеска (паровоз ЭР)

3, тогда как рессоры 2 установлены в просветах рамы; на буксу ведущей оси рессора 4 опирается через упорку 5, а баланси́р 6 размещен в просвете рамы. Подвески 1 соединяют концы группы рессор с рамой. Следовательно, в этой группе рессор применены верхнее и промежуточное подвешивания.

Применение того или иного вида подвешивания зависит от конструктивного выполнения паровоза в целом и главным образом от посадки котла на раму. Так, например, на паровозах Е^а и Е^м на бегунковых и первых трех движущих колесных парах осуществлено верхнее подвешивание, обеспечивающее удобство при осмотре, сборке, разборке, ремонте и регулировке. А у двух задних движущих колесных пар выбрано промежуточное подве-

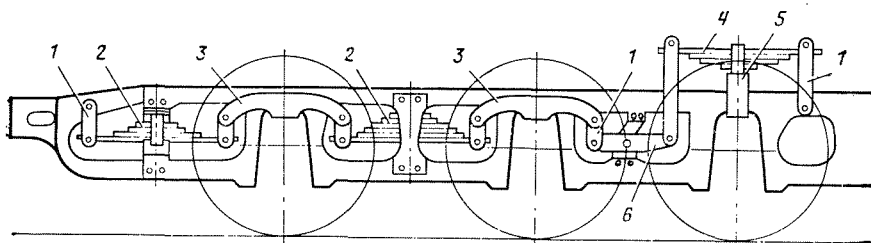


Рис. 117. Смешанная подвеска (задняя группа рессор правой стороны паровоза Л)

шивание, так как близко расположенная топка не оставляет места для размещения верхнего подвешивания. Если же применить нижнее подвешивание, то рессоры при чистке зольника не на канаве постоянно входили бы в контакт с золой и шлаком, да и доступ к ним был бы больше затруднен.

Конструкция деталей рессорного подвешивания. При листовой раме продольные балансиры, рессорные упорки (стойки) и подвески располагают по одну (внутреннюю) сторону рамы. При брусковой раме балансиры размещают над брусками или между ними, а упорки и подвески поэтому обнимают раму.

Типичный балансир при листовой раме (паровоз ЭР) показан на рис. 118 (см. также на рис. 116). Это литой, кованный или отштампованный двуплечий рычаг, в рабочие места которого вставлены стальные закаленные призмы 1, запрессованные в тело балансира под усилием 30—50 кН (3—5 тс). К обработанному по радиусу углублению призмы прижимается острие ножа 2 сопряженной детали (в данном примере — кронштейна балансира 4, прикрепленного к рамному листу 3). Нож представляет собой стальную закаленную чеку — пластинку толщиной около 30 мм с «сдвинутой» средней частью. Такое устройство обеспечивает простоту разборки и сборки и надежное предохранение от сдвига. На рис. 119 показана подвеска (упорка) паровоза ЭР, представляющая собой болт 1, плоская четырехгранная головка которого входит в кронштейн 2 рамы (см. вверху) и направляется его четырехугольным отверстием, а нижняя резьбовая часть вставлена в концевое отверстие коренных листов рессоры (см. также рис. 116). Гайками 4 регулируют затяжку рессоры. Здесь также применены ножи 3 и призмы 5, обеспечивающие высокую подвижность деталей относительно друг друга и тем повышающие качество подвешивания. Для этого радиус скругления рабочей части ножа в 2 раза меньше радиуса углубления под нож в призме.

При большей длине подвесок (упорок) направляющие скобы ставят также на середине их длины (см. рис. 116, поз. 8). Цифрой 6 на рисунке обозначена рама.

Несмотря на закалку, рабочие поверхности ножей и призм, испытывающие огромные удельные нагрузки, относительно быстро выработываются, выходят из строя, и их приходится заменять.

В конструкции рессорного подвешивания паровозов некоторых серий, например Л, в шарнирных соединениях применены не ножи и призмы, а цементированные и закаленные валики и втулки. Валиковые соединения менее чувствительны, чем чековые, да к тому же требуют регулярной смазки, но зато они очень надежны в работе, а их ремонт прост и дешев и заключается только в смене валиков и втулок. Упомянутые паровозы имеют брусковую раму, при которой как упорки и подвески, так и стойки и балансиры состоят (каждая деталь) из двух симметричных частей, охватывающих бруски рамы.

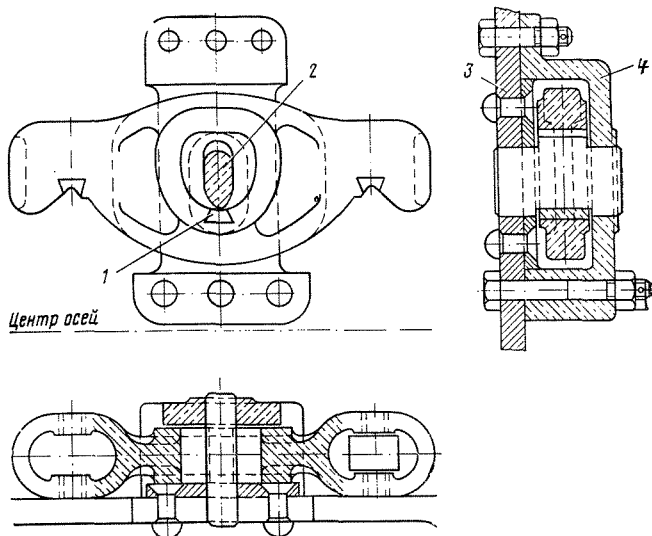


Рис. 118. Продольный балансир паровоза ЭР

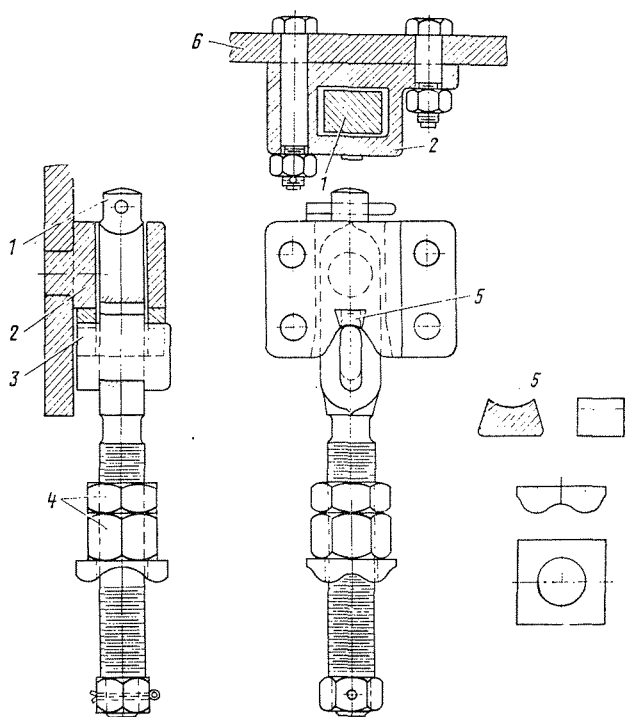


Рис. 119. Подвеска (упорка) паровоза ЭР

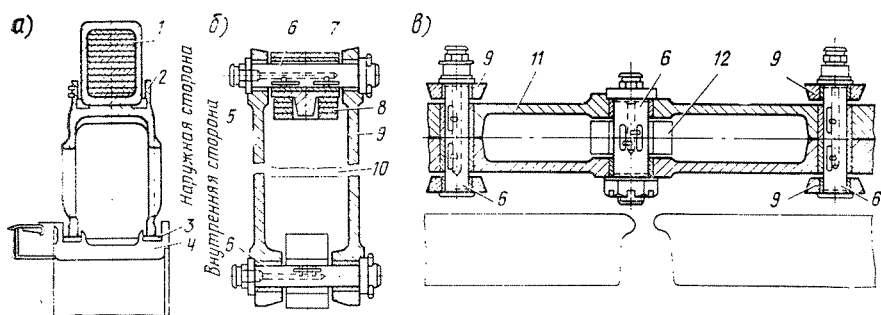


Рис. 120. Детали рессорного подвешивания:

а — буксовый узел паровоза Л; *б* — рессорная подвеска; *в* — продольный баланси́р

В качестве примера на рис. 120 показаны некоторые детали рессорного подвешивания с применением шарниров из валиков и втулок.

Разрез буксового узла рессорного подвешивания одной из первых трех движущих колесных пар паровоза Л (верхнее подвешивание) изображен на рис. 120, *а*.

Буксовая стойка 2 П-образного сечения опирается на стальной вкладыш 3, вставленный в корпус буксы 4 и представляющий собой сменную ремонтную деталь. В верхней части стойки имеется обработанное ложе для хомута рессоры 1.

В средней части стойки сделаны облегчающие вырезы.

Разрез по правой подвеске представлен на рис. 120, *б*. Это вид сзади, так как штуцера 5 для смазки обращены внутрь, иначе до нижних было бы невозможно добраться — мешали бы диски колес.

Валики 6 имеют центральное сверление для смазки, из которого к рабочей поверхности ведут радиальные отверстия и у их выхода на поверхности валика сделаны продольные канавки, чтобы масло покрыло возможно большую часть места соприкосновения валика и втулки.

Щеки 9 подвески совершенно одинаковые и охватывают раму 10 и рессору 8. С рессорой подвеска соединяется посредством специальной упорки 7, цилиндрический зуб которой входит в отверстия коренных листов рессоры 8 и является сменной ремонтной деталью.

На рис. 120, *в* дан разрез по продольному баланси́ру. Как видно на рисунке, баланси́р 11 составлен из двух одинаковых половин, между которыми располагается стойка 12, помещенная в пространстве между брусками рамы и закрепленная в них. На рисунке заметна разница в длине плеч баланси́ра — правое его плечо длиннее. Остальное ясно из чертежа и пояснений не требует.

ПАРОВОЗНЫЕ ТЕЛЕЖКИ. ВОЗВРАЩАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА И УДАРНО-ТЯГОВЫЕ ПРИБОРЫ

§ 41. Паровозные тележки. Возвращающие устройства

Вписывание в кривые. В движении паровоз обладает значительной кинетической энергией, пропорциональной его массе и квадрату скорости. При входе в кривую и следовании по ней паровоз стремится по инерции двигаться по прямой, и только реакция внешнего рельса на силу, развиваемую набегающим на рельс передним колесом, заставляет паровоз повернуть в кривую. Кроме силы инерции на паровоз, движущийся по кривой, действует еще центробежная сила, так же как и кинетическая энергия, пропорциональная массе паровоза и квадрату скорости его движения, но обратно пропорциональная радиусу кривой: $C = mv^2/R_{кр.}$

Центробежная сила тоже стремится прижать колеса к внешнему рельсу кривой и опрокинуть паровоз. Чтобы парализовать действие центробежной силы в кривых участках пути, внешний рельс располагают выше внутреннего (рис. 121). Благодаря этому возникает слагающая N силы тяжести Q паровоза, которая в зависимости от величины возвышения наружного рельса (т. е. угла α наклона пути), радиуса кривой и скорости движения может быть больше, меньше центробежной силы или равняться ей.

В зависимости от соотношения центробежной силы, силы инерции и слагающей N силы тяжести паровоза его экипаж может занимать различное положение в кривой.

Если преобладают первые две силы над третьей, то экипаж

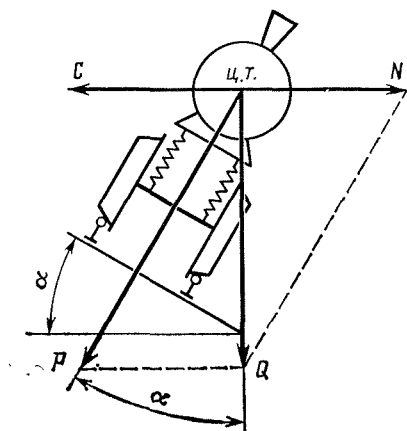


Рис. 121. Схема сил, действующих на паровоз в кривой

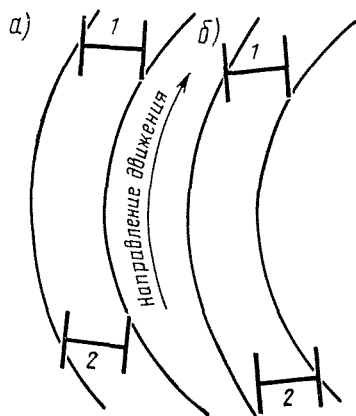


Рис. 122. Схема установки экипажа в кривой

устанавливается в кривой в положение наибольшего сдвига (рис. 122, а), когда движущиеся по внешнему рельсу крайние колеса колесных пар 1 и 2 жесткой базы паровоза прижаты гребнями бандажей к этому рельсу, т. е. весь паровоз сдвинут на наибольшую возможную величину от центра кривой. Если же доминируют силы тяжести, то паровоз устанавливается в кривой в положение наибольшего перекоса (рис. 122, б), когда гребень бандажа передней колесной пары 1 в жесткой базе набегаёт на внешний рельс, а гребень задней колесной пары 2 в жесткой базе прижимается к внутреннему рельсу. Между этими двумя крайними положениями — наибольшего сдвига и наибольшего перекоса — располагается масса так называемых свободных установок, когда гребень бандажа передней колесной пары жесткой базы набегаёт на внешний рельс, а гребни бандажей задней колесной пары жесткой базы не касаются рельсов.

Для облегчения прохода экипажей по кривым участкам пути в этих местах уширяют расстояние между внутренними гранями рельсов в зависимости от радиуса кривой. Наибольшее уширение — 25 мм (с учетом допускаемого отклонения от нормы). Но этого, обычно, недостаточно, чтобы длинный экипаж паровоза мог расположиться в кривой, не расширив путь. Поэтому движущим колесным парам, находящимся впереди и сзади жесткой базы, дают возможность перемещаться поперек продольной оси паровоза за счет либо разбега буксовых подшипников по шейкам осей, либо зазоров между буксами и буксовыми направляющими.

Так, у паровозов E^a и E^m первая и пятая движущие колесные пары, отстоящие друг от друга на 5688 мм, имеют разбег за счет подшипников по 6,35 мм в каждую сторону от среднего положения, а вторая и четвертая — по 3,2 мм; у паровозов E^m отклонения второй и пятой колесных пар составляют соответственно 40 и 44 мм при расстоянии между крайними сцепными осями 5780 мм.

Компактно расположенные движущие колесные пары при отсутствии тележек создают большие консоли по концам экипажа, например у паровозов $E^{в/и}$ это значительно увеличивает момент инерции паровоза и плечо действия сил инерции при проходе по кривым, что очень влияет на безопасность движения. Размещение тележек под консолями существенно улучшает вписывание в кривые, поскольку даже относительно небольшое усилие между гребнем бандажа тележки и рельсом значительно уменьшает силу набегающего переднего движущего колеса. Такое сильное влияние тележки объясняется большим плечом развиваемого ею усилия, поскольку ее передняя (у двухосной) или единственная колесная пара намного дальше отстоит от центра тяжести паровоза, чем передняя движущая колесная пара.

Тележки. Наличие тележки улучшает взаимодействие паровоза и пути. Рельс представляет собой неразрезную балку, лежащую на упругом основании. Поэтому нагрузка от каждого колеса прогибая рельс, одновременно вызывает его выпучивание за преде-

лами действия нагрузки. На рис. 123, а изображена в сильно преувеличенном для наглядности виде деформация рельса под паровозом без тележек с тремя движущими колесными парами, каждое из колес которых давит на рельс с силой Q . Наибольший изгиб h_1 и соответственно наибольшее напряжение будут иметь части рельса за пределами крайних колесных пар, тогда как между соседними колесами экипажа изгиб h_2 будет меньше из-за совместного влияния рядом расположенных нагрузок.

Если же этот экипаж оснастить по концам тележками (рис. 123, б), нагрузка на каждое колесо которых будет существенно меньше, чем на движущее колесо, например $0,7Q$, то вследствие этого уменьшения нагрузки прогиб рельса по концам экипажа будет меньше, чем в первом случае, т. е. $h_4 < h_1$, между движущими колесами прогиб останется, практически, прежним, а между тележечным колесом и крайним движущим прогиб h_3 будет меньше h_4 , но больше, чем h_2 , т. е. $h_2 < h_3 < h_4$. Следовательно, применение тележек улучшило взаимодействие пути и экипажа, и напряжения в рельсе уменьшились.

Наконец, необходимо упомянуть о том, что тележки воспринимают на себя избыток массы над нужной сцепной массой. Потребная сцепная масса зависит от силы тяги, развиваемой машиной при трогании и разгоне. Но мощные быстроходные паровозы, такие как Л, требуют мощного котла для реализации своих возможностей на больших скоростях движения, масса которого получается больше требуемой сцепной массы.

Тележки различают по классам. К *первому классу* относят тележки, имеющие самостоятельный экипаж, соединенный с главным экипажем паровоза с помощью центрально-шкворневого устройства (схема на рис. 124, а). Это двухосные тележки.

Тележки третьего класса управляются водилом и чаще всего самостоятельного экипажа не имеют (рис. 124, в). Таковы бесшкворневые одноосные тележки паровозов Е^а, Е^м.

Тележки второго класса представляют промежуточный тип, они могут не иметь самостоятельного экипажа, но обладают и шквор-

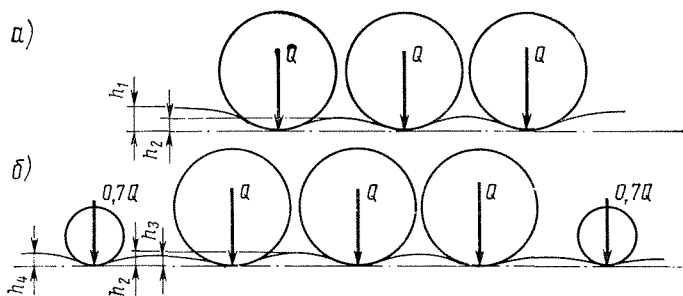


Рис. 123. Деформация рельса от нагрузки колесных пар паровоза

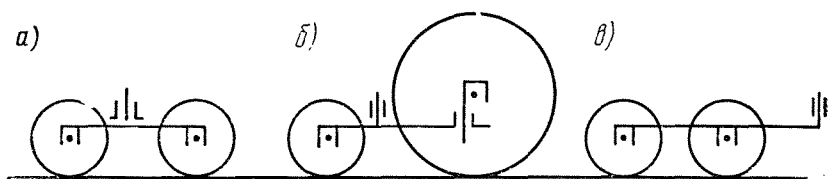


Рис. 124. Схемы паровозных тележек

нем, и водилом. Их иногда в литературе называют полутораосными, так как они работают совместно с ближайшей сцепной осью (рис. 124, б). В них бегунковая ось соединена с передней сцепной и воздействует на нее при вписывании в кривую.

Возвращающие устройства. При входе паровоза в кривую тележка под действием реакции рельса на гребень ее переднего колеса отклоняется внутрь кривой, тогда как главный экипаж стремится продолжать движение по прямой.

Рама тележки и рама паровоза имеют между собой связь — *возвращающее устройство*, которая при отклонении тележки стремится вернуть ее в прежнее положение. Но в кривой это оказывается невозможным, так как тележку удерживает в отклоненном положении реакция рельса (в месте касания его гребнем колеса). Поэтому сила, возникшая в возвращающем устройстве, будет воздействовать на главный экипаж паровоза, стремясь повернуть его в сторону кривой и тем облегчая его вписывание в кривую.

Чем меньше радиус кривой, тем больше отклонение тележки. Если возвращающее устройство увеличивает силу своего воздействия на главный экипаж пропорционально отклонению тележки, то тем самым облегчается вписывание паровоза в кривую малого радиуса.

Рессорное возвращающее устройство состоит из двух рессор 2 и 4 (рис. 125, а), концы которых соединены тягами 3. Хомуты рессор уперты во вкладыши 5 и 1, обнимающие шкворневой стакан. Когда тележка, входя в кривую, отклонится в сторону рессоры 4 (рис. 125, б), то, нажимая на вкладыш 5 этой рессоры своей

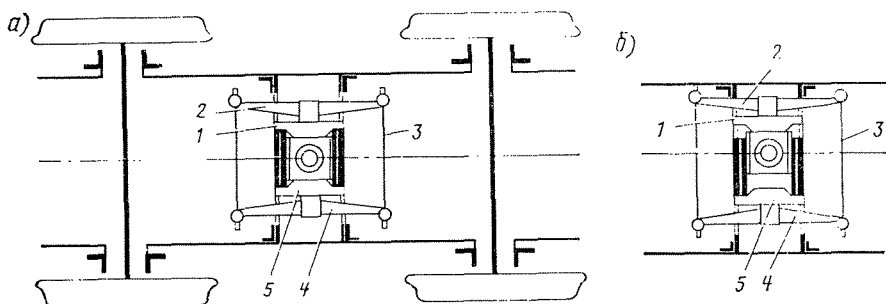


Рис. 125. Рессорное возвращающее устройство

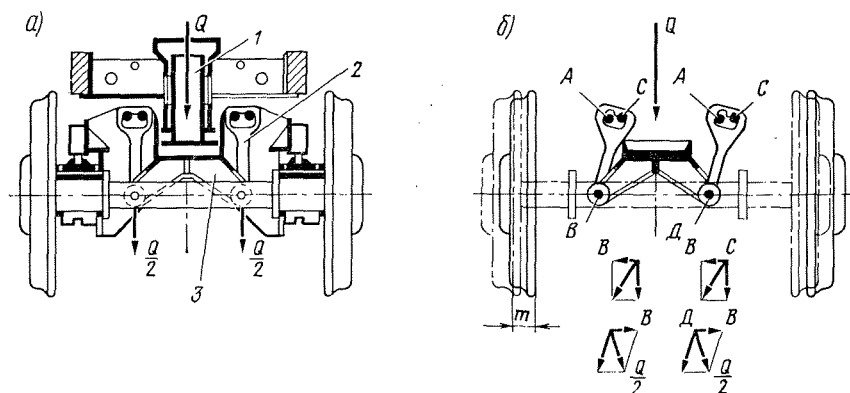


Рис. 126. Возвращающее устройство люечного типа

рамой, она заставит рессору 4 через тяги 3 нагрузить рессору 2. Совместное усилие рессор 4 и 2 будет действовать через вкладыш 1 на шкворневой стакан и через него и шкворень заставляя главный экипаж отклоняться в ту же сторону, что и тележка, чем облегчит ему вписывание в кривую. Чем больше будет отклонение тележки, тем сильнее будут нагружены рессоры и тем больше будет возвращающее усилие. Чтобы тележка устойчиво шла по прямому пути, рессорам придают начальную затяжку, поэтому возвращающее усилие начинает расти не от нуля.

Возвращающее устройство с люлькой на подвесках схематично изображено на рис. 126, а. Шкворневой стакан 1 опирается на люльку 3, висящую на подвесках 2. Обычно подвесок бывает четыре. Валики, на которых висят подвески, заделаны в раму тележки. Как только при входе в кривую произойдет смещение тележки (на рис. 126, б вправо на величину m), так сдвиг ее рамы заставит подвески занять наклонное положение и опираться на валики уже не двумя призмами, а одной. Это сразу возбudit значительную возвращающую силу, пытающуюся сдвинуть люльку, а вместе с ней шкворень и главный экипаж в ту же сторону — вправо. Возникающие при этом параллелограммы сил даны внизу рисунка.

В этом устройстве (при вертикальных подвесках) нет никакой «предварительной затяжки», т. е. силы, обеспечивающей прямолинейное движение тележки на прямых участках пути. Однако надо учесть, что при ничтожном отклонении тележки в сторону тотчас подвеска окажется опирающейся не на два валика (призмы), а на один, и возникшая от этого значительная сила удержит тележку в прямолинейном движении. Чем шире расставлены в подвеске опорные призмы, тем больше эта «предварительная затяжка».

Тележками на подвесках оборудованы паровозы Е^а и Е^м, но там на люльку опирается не шкворень, а опорный стакан главной

рамы паровоза, так как это тележка III класса, т. е. бесшкворневая.

Широко распространено возвращающее устройство в виде сектора. Пока сектор, опирающийся на две ножки, занимает среднее положение (рис. 127, а), система находится в равновесии. Но стоит тележке сместиться в сторону, как сектор поворачивается (рис. 127, б), оказывается

опертым только на одну «ножку», а в месте контакта его с секторной плитой возникает возвращающая сила, равная $B = p \operatorname{tg} \alpha$. Ее реакция на секторной плите будет действовать на главную раму паровоза, поворачивая ее в кривую.

На рис. 127 представлен вариант возвращающего устройства с постоянной возвращающей силой, не зависящей от величины отклонения тележки. В самом деле, опорные поверхности сектора описаны радиусом с центром в точке поворота сектора, а опорная поверхность секторной плиты представляет касательные плоскости к поверхности сектора. Следовательно, при любом отклонении сектора угол между вертикалью и нормалью к поверхности секторной плиты в точке ее контакта с сектором будет оставаться постоянным. А так как возвращающая сила пропорциональна тангенсу этого угла, то и она будет оставаться неизменной. Наличие достаточно широко расставленных «ножек» обеспечивает возникновение возвращающей силы при самом ничтожном отклонении тележки и придает ей спокойный ход на прямых участках пути.

Если опорные поверхности секторной плиты выполнить не плоской, а криволинейной, то возвращающая сила в этом случае будет переменной, изменяясь в зависимости от отклонения тележки. Так сделано в передней тележке паровоза Л, у которого рабочие поверхности секторов очерчены радиусом 180 мм, а рабочие поверхности секторной плиты — радиусом более 700 мм. Поэтому с возрастанием отклонения тележки увеличивается угол наклона давления α , так как давление всегда направлено по радиусу опорной поверхности секторной плиты в месте ее контакта с рабочей поверхностью сектора. Возрастание угла α влечет рост тангенса и увеличение возвращающей силы $B = p \operatorname{tg} \alpha$.

Примером одноосной тележки III класса может служить тележка паровоза Л. Нагрузку на тележку передает продольный балансир 1 (рис. 128), через направляющий стакан 3, люльку 2, секторы 8 возвращающего устройства, раму 5 тележки, рессоры 4 и буксы 7. Рессорные подвески прикреплены к раме через спиральные пружины 6. Рама тележки цельнолитая и соединена с

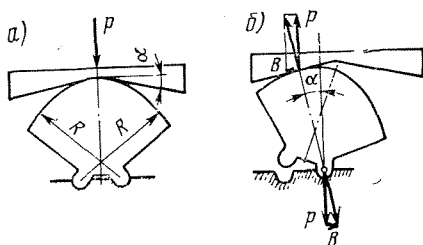


Рис. 127. Секторное возвращающее устройство

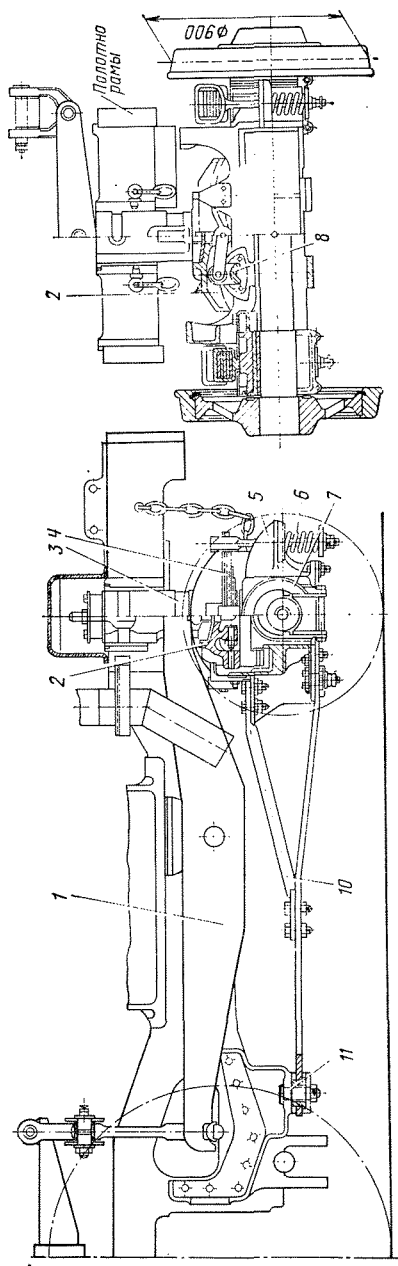
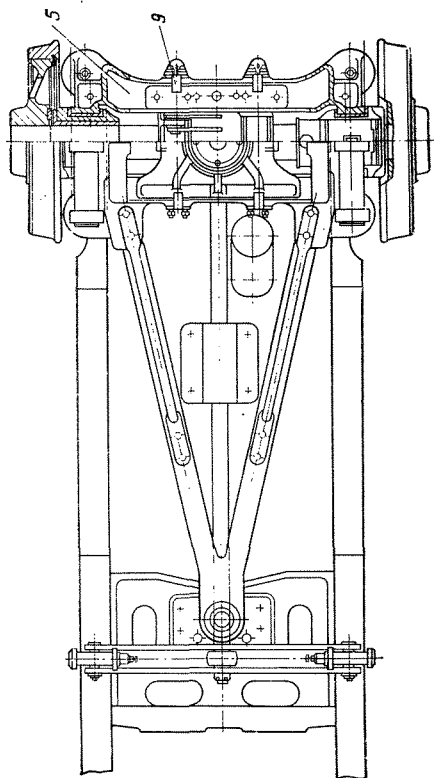


Рис. 128. Тележка паровоза Л



главной рамой водилом 10, шкворень 11 которого пропущен через прилив междурамного скрепления.

Возвращающее секторное устройство (рис. 129) состоит из люльки 2 — фасонной стальной отливки с надсекторными углублениями, четырех секторов 1, отлитых из стали двумя парами; секторы каждой пары объединены корытообразными перемычками А. В средней части люльки снизу имеются два прилива, соединенных с помощью тяг с приливами Б секторных перемычек А, чем предотвращается сдвиг секторов. Наибольшее перемещение тележки 125 мм в каждую сторону. Чтобы тележку не могло выбросить из-под паровоза при поломке ее деталей, к скобам рамы тележки крепят цепи. Буксы тележки аналогичны буксам движущих колесных пар. Однако у паровозов постройки до 1953 г. нет централизованного питания смазкой и они требуют ручной заправки. Колесная пара тележки с диаметром по кругу катания 900 мм имеет литой дисковый центр; ось полая.

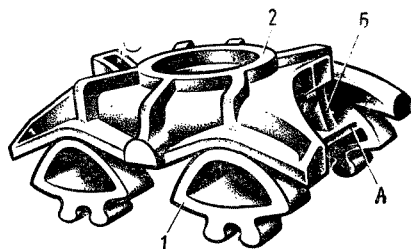


Рис. 129. Секторное устройство тележки паровоза Л

§ 42. Ударно-тяговые приборы

Общие сведения. Сцепление между паровозом и тендером может быть упругим и жестким. При упругом сцеплении скобы 2 (рис. 130) винтовой стяжки фиксируют шкворнями 3 в стяжных ящиках паровоза и тендера. На последнем с помощью проушин хомута закреплена шкворнем 5 листовая упругая рессора 4, концы которой упираются в затылки буферных стаканов 8, лежащих в направляющих коробках 9. При затягивании с помощью ломика винта 1 стяжки рессора выпрямляется и все сцепление оказывается в натянутом положении. По бокам винтовой стяжки на своих шкворнях 6 установлены две запасные жесткие тяги 7, у которых одно из отверстий широко оваловизовано, благодаря этому возможно беспрепятственное вписывание паровоза с тендером в кривые. Запасные тяги используют только при повреждении основной стяжки.

Унифицированное жесткое сцепление паровоза с тендером состоит из трех тяг (рис. 131) — главной 8 и двух запасных 14 с их шкворнями 10 и 6, 7 и 11. Передние отверстия запасных стяжек удлинены и они включаются в работу только при обрыве главной стяжки. На хвостовике паровоза укреплен радиальный буфер 5, на котором с помощью зуба удерживается подушка 4. Подвижной радиальный буфер вставлен в коробку 2, укрепленную на стяжном ящике тендера; перемещая его с помощью клина 9,

регулируют натяжение сцепления. После этого регулировочный болт 13 контрят гайками в скобе 12. Главные шкворни и места соприкосновения подушки 4 с радиальными буферами паровоза и тендера 3 смазывают с помощью фитильных масленок 1.

При входе в кривую подушка 4, перемещаясь по буферу 5, поддерживает нормальное натяжение сцепления, поскольку поверхности радиальных буферов описаны из их шкворней, как из центров.

Концевые ударно-тяговые устройства. Главное ударно-тяговое устройство представляет собой автосцепка. Она позволяет соединять между собой отдельные единицы подвижного состава, воспринимает и передает силу тяги и удара при сцеплении и набегании.

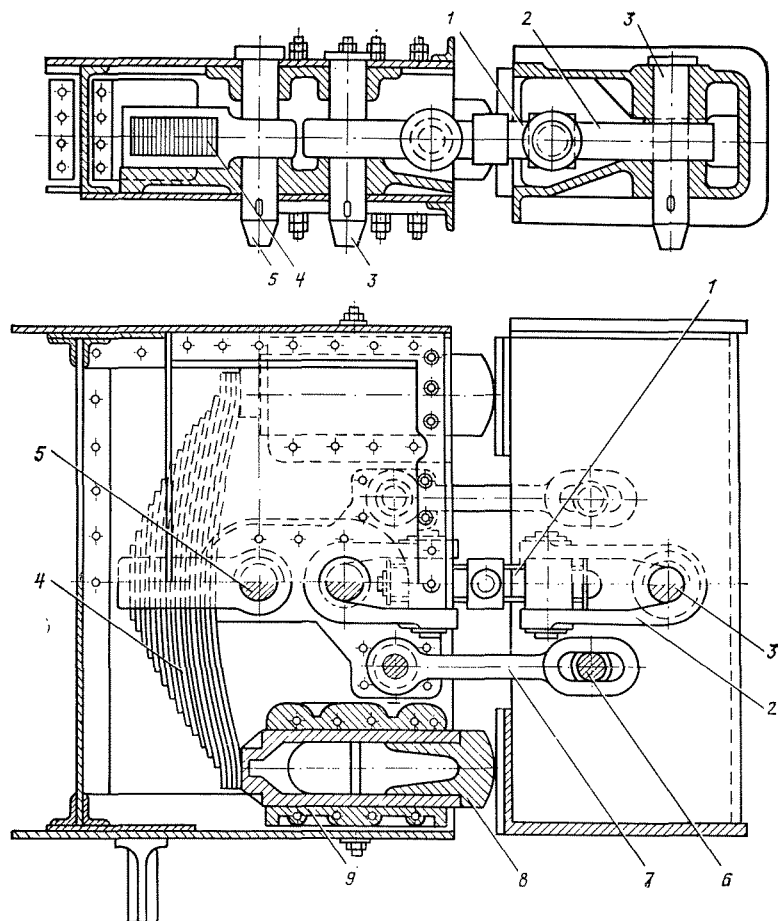


Рис. 130. Упругое сцепление паровоза с тендером

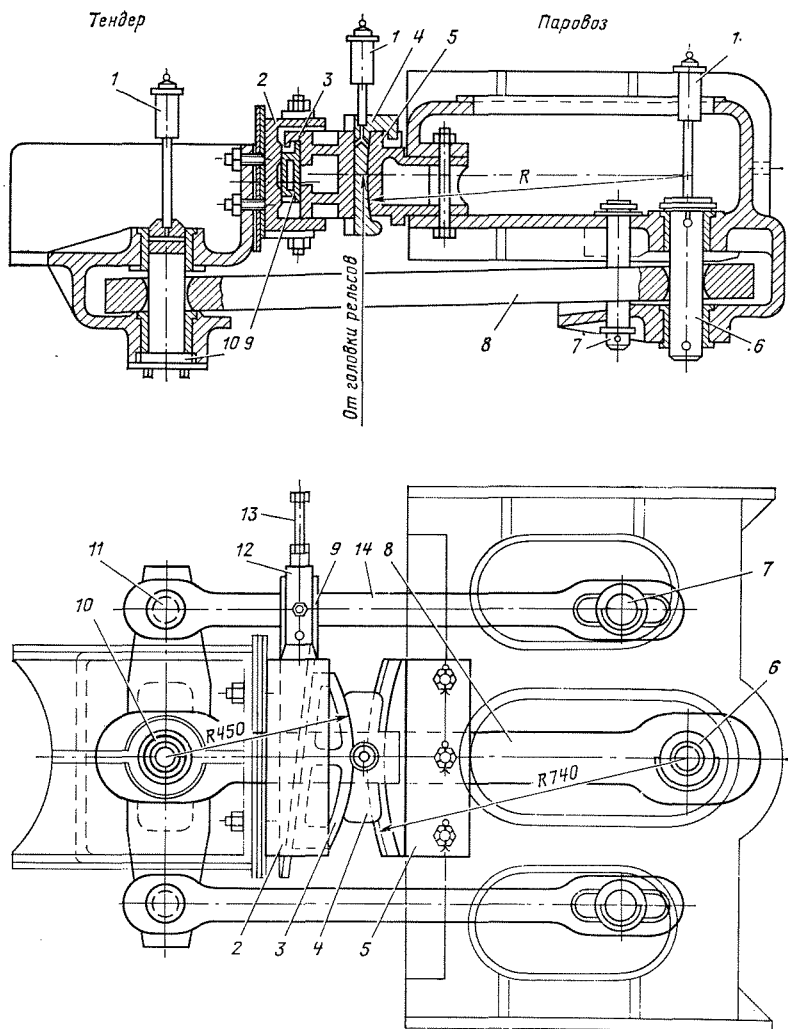


Рис. 131. Унифицированное жесткое сцепление паровоза с тендером

Литой стальной механизм автосцепки СА-3 (рис. 132) (советская автосцепка, третий вариант) состоит из корпуса 1 с большим *Б* и малым *М* зубьями, хвостовиком *Х* и механизма, размещенного в кармане головы автосцепки.

Механизм автосцепки составлен из следующих деталей: замка 2 с сигнальным отростком *С* и опорным (для поворота) зубом *У*; замкодержателя 4 с противовесом *П* и лапой *Л*; предохранителя 3 с верхним плечом *Е* и нижним *К*, висящего на шипе *Ш* замка; подъемника 6 с верхним *В* и нижним *Н* пальцами, сидящего квадратным отверстием на квадрате валика 5 с балансиrom

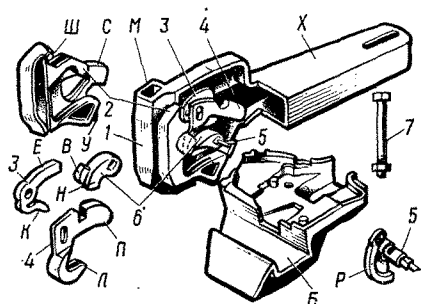


Рис. 132. Автосцепка СА-3

правой головки), пока не окажутся против зева. Последующее сближение понудит малые зубья нажать на торцы замков 1 (рис. 134, а), утопить их в корпусах, а затем утопить и лапы замкодержателей 2. Когда малые зубья займут предназначенные для них впадины больших зубьев (рис. 134, б), то между ними останется достаточное пространство для замков, которые под действием собственной массы повернутся. При этом запорные части замков войдут в зазор между малыми зубьями, и при возникновении растягивающего автосцепки усилия замки воспрепятствуют расцеплению.

Нажим на лапу Л замкодержателя 4 (см. рис. 132) при сцеплении заставит его повернуться и поднять вверх противовес П. После опускания запорной части замка на место торец верхнего плеча Е предохранителя 3 оказывается против выступа противовеса П замкодержателя 4, поэтому утопить замок 2 нажатием на него невозможно. Этим предотвращается саморасцеп от толчков при движении.

Для того чтобы расцепить автосцепку, надо повернуть валик 5 по часовой стрелке, если смотреть со стороны большого зуба расцепляемой головки. Вращающийся вместе с ним подъемник 6 верхним пальцем В нажмет на нижнее плечо К предохранителя 3, повернет его на шпиль замка против часовой стрелки и его верхнее плечо Е поднимется над упором замкодержателя 4. При продолжении вращения валика 5 верхний палец подъемника, нажимая на выступ замка, отведет его в карман, а сигнальный от-

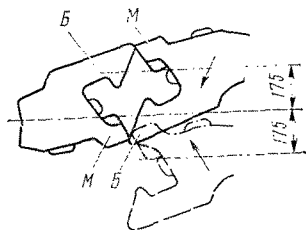


Рис. 133. Предельное отклонение голов автосцепки

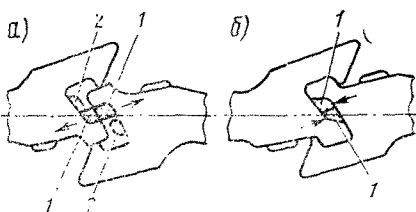


Рис. 134. Последовательные фазы сцепления

росток С замка **2** выйдет наружу, сигнализируя о расцепе автоцепки. Одновременно нижний палец **Н** подъемника **6**, упираясь снизу в лапу **Л** замкодержателя **4**, приподнимет его, используя овальность отверстия, на котором он подвешен, а затем, пройдя расцепной угол, освободит лапу; замкодержатель вновь упадет вниз и тогда не даст пальцу **Н** вернуться назад даже при отпуске валика.

Теперь подъемник будет держать механизм расцепленным, пока лапа замкодержателя утоплена в корпусе, т. е. пока автоцепки не раздвинутся. Лишь когда малый зуб соседней автоцепки выйдет из зева и освободит лапу **Л**, замкодержатель под действием противовеса повернется по часовой стрелке, освободит нижний зуб подъемника и замок своей тяжестью опустится в зев, возвращая подъемник на место. Этому движению будет помогать также балансир **Р** валика **5**.

В случае ошибочного расцепа, когда автоцепки не были разведены, можно восстановить сцепление без соударения. Для этого надо нажать на сигнальный отросток **С**, а через отверстие в нижней плоскости автоцепки поднять каким-нибудь стержнем, например рукояткой молотка, лапу **Л** замкодержателя. Этим будет освобожден нижний палец **Н** подъемника **6**, и сцепка замкнется.

На угол рамы тендера и переднего буферного бруса со стороны малого зуба выведена рукоятка расцепного рычага, соединенного короткой цепью с балансиром валика подъемника. Рычаг имеет плоскую часть, позволяющую после поворота валика зафиксировать рычаг в прямоугольном пазе кронштейна в расцепленном положении. Это обеспечивает возможность толкать соседний вагон или локомотив, не сцепляясь с ним, поскольку замок будет удерживаться подъемником в утопленном положении, пока расцепной рычаг не будет вынут из паза кронштейна.

Автоцепка на переднем буферном бруске имеет короткий хвостовик, закрепляемый с помощью валика в розетке, установленной на лобовой стороне бруса и прикрепленной к нему четырьмя болтами. В розетке имеются два углубления с вставленными в них подпружиненными стаканами. При отклонении автоцепки в сторону ее боковые приливы поочередно сжимают пружины, создающие возвращающее усилие и смягчающие удар.

По бокам буферного бруса установлены подпружиненные буфера унифицированного типа. У паровозов на тендере установлены пружинно-фрикционные поглощающие аппараты (рис. 135).

На хвостовике **13** автоцепки имеется вертикальное сквозное отверстие, в которое входит плоский клин **14**, соединяющий автоцепку с тяговым хомутом **12**, охватывающим петлей весь аппарат. Клин вставляют снизу и удерживают от выпадания болтами. Треугольная форма отверстия в тяговом хомуте позволяет автоцепке поворачиваться в горизонтальной плоскости, обеспечивая этим свободный проход по кривым участкам пути. В хомуте расположен пружинно-фрикционный поглощающий аппарат, значительно смягчающий динамические нагрузки на автоцепку и раму.

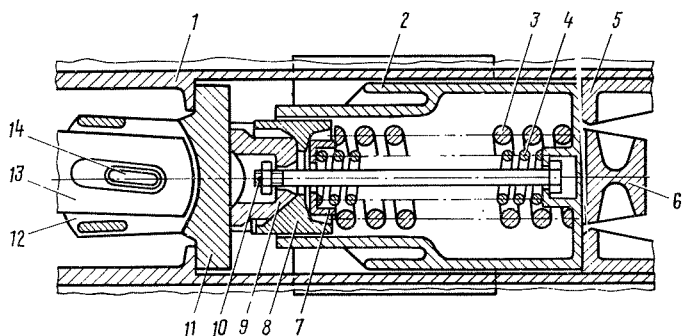


Рис. 135. Пружинно-фрикционный поглощающий аппарат

В горловине корпуса 2 аппарата размещены три фрикционных клина 8, на скошенные внутренние поверхности которых опирается нажимной конус 9. Конус и корпус связаны между собой болтом 10, удерживающим между днищем корпуса и нажимной шайбой 7 наружную 3 и внутреннюю 4 пружины при монтаже аппарата.

У собранного и отрегулированного аппарата пружина прижимает корпус 2 к угольникам 5, прикрепленным к раме тендера, а упорную плиту 11 через конус 9 — к угольникам 1.

Сила тяги, приложенная к автосцепке, передается через клин 14 на хомут 12, который своим концом 6 нажимает на днище корпуса 2, заставляя сжиматься пружины и смягчать резкость толчков. Кроме того, пружины давят на клинья 8, которые, надвигаясь на конус 9, прижимаются к горловине и создают большую силу трения, гася ею не воспринятую пружинами силу. При этом силу тяги на раму передают передние угольники 1.

Когда на автосцепку действует нажим или толчок, то обработанный по радиусу торец хвостовика 13 нажимает на радиальное углубление упорной плиты 11, а от нее сила передается через конус 9, клинья 8 и шайбу 7 на пружины. Конус, раздвигая клинья, возбуждает между ними и горловиной корпуса тем большую силу трения, чем сильнее нажим или толчок. Силы от пружин и клиньев через корпус 2 передаются на задние угольники 1. В зависимости от силы нажима, толчка или удара пружины воспринимают от 15 до 25% всей его энергии, а остальная ее доля приходится на фрикционную (клиновую) часть аппарата. При снятии нагрузки с аппарата пружины возвращают его детали в исходное положение.

Нередко угольники 1 отлиты заодно с розеткой, к которой на двух маятниковых подвесках крепят центрирующую балочку. Отклонение головы автосцепки от продольной оси тендера по горизонтали вызывает благодаря подвескам силу, направленную в сторону продольной оси экипажа и возвращающую автосцепку в среднее положение.

СМАЗЫВАНИЕ ТРУЩИХСЯ ЧАСТЕЙ

§ 43. Централизованная система подачи смазки

Кроме индивидуальных масленок на определенную сборочную единицу, на паровозах имеется централизованная система подачи жидкой смазки под давлением. В состав устройства входят пресс-аппараты (пресс-масленки), нагнетающие жидкое масло; трубопроводы, транспортирующие его к местам потребления, и приборы, обеспечивающие подвод смазки к трущимся поверхностям. Принципиальная схема подачи смазки под давлением показана на рис. 136.

При вращении вала подачи 9 составляющий с ним одно целое эксцентрик 8, воздействуя на вилку коромысла 7, заставляет его совершать колебания относительно опоры 6. Шаровая головка 5 коромысла 7 перемещает поршень 3 возвратно-поступательно вдоль его оси. При подъеме плунжера через открытый впускной клапан 1 в цилиндр 2 насоса засасывается смазка из резервуара 15. В этот момент обратные шариковые клапаны 10 из-за разности давления в трубопроводе 14 и цилиндре 2 насоса закрыты. При обратном ходе плунжера поднимающееся в цилиндре давление сначала сажает на место впускной клапан 1, а когда давление в цилиндре превысит давление в трубопроводе 14, обратный клапан 10, установленный в корпусе пресс-аппарата (иногда рядом с ним), открывается и масло проходит в трубопровод и движется по нему к месту смазывания.

Вал подачи 9 получает вращение от трещотки, связанной чаще всего с маятником, и поэтому его частота вращения, а значит и частота подачи смазки пропорциональны пути, проходимому паровозом, т. е. числу движений и оборотов дышлового и кулисного механизмов, прочих деталей паровой машины и колесных пар. Следовательно, чем больший путь пройдет паровоз, тем больше будет подано смазки к трущимся местам. Кроме того, каждый насос в пресс-аппарате имеет регулировочный винт 4. Чем больше он ввернут, тем меньше ход плунжера и соответственно меньше подача смазки за один оборот вала подачи. Благодаря этому к каждому месту потребления подачу смазки за один обо-

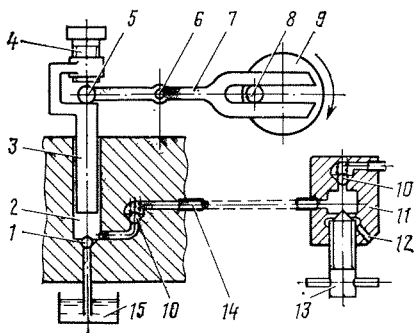


Рис. 136. Принципиальная схема подачи смазки под давлением

рот колес паровоза можно установить именно такую, какая требуется. Чтобы маслопроводы постоянно были заполнены находящейся под давлением смазкой и подача ее начиналась одновременно с началом движения паровоза, непосредственно у мест потребления поставлены приборы *11* с обратными клапанами *10*, которые при наличии давления пара в месте расхода смазки (например, золотниковая камера или полость паровозного цилиндра) герметизируют нагнетательный трубопровод *14* от пара. Вследствие этого в трубопроводе в период отсутствия повышенного давления в цилиндре *2* сохраняется давление, имевшееся в нем в конце подачи смазки, поэтому пар в трубопровод попасть не может. Рядом с обратным клапаном в приборе, установленном у места потребления смазки, имеется контрольное отверстие *12*, разобшенное от трубопровода контрольным винтом *13*. Отвернув этот винт, проверяют, имеется ли в трубопроводе масло. Если масла мало или трубопровод пуст, вращением вручную рукоятки трещотки на пресс-масленке заполняют трубопровод, пока при открытом контрольном винте из контрольного отверстия не начнет вытекать смазка. После длительной стоянки следует прокрутить храповик пресс-масленки для пополнения утечки смазки до появления масла из контрольных отверстий. Нормально для наполнения смазкой порожнего трубопровода требуется около 100 оборотов вала подачи на заполнение 1 м трубки.

На отечественных паровозах установлены два типа пресс-аппаратов, отличающихся друг от друга не только количеством отводов (8 и 14), но и конструкцией насосов.

В восьмиотводных аппаратах впускной и обратный клапаны в корпусе масленки заменяют распределительный поршень, играющий роль золотника. Каждый отвод обслуживают два поршня — распределительный *1* (рис. 137) и нагнетательный *2*, а пресс-аппарат называется *двухпоршневым*. Парные поршни движутся навстречу друг другу, как указано стрелками. Когда распределительный поршень *1* опускается, открывая своей заточкой проход

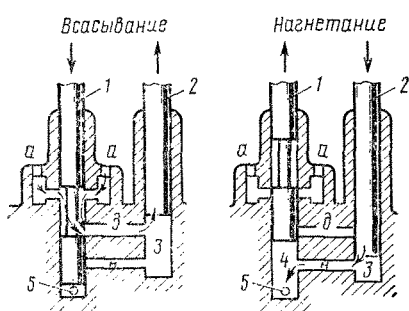


Рис. 137. Схема работы двухпоршневой системы

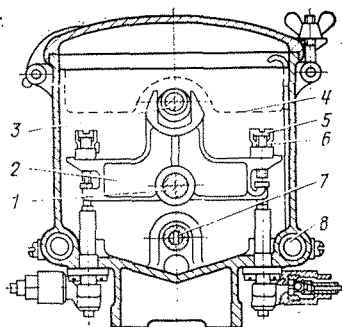


Рис. 138. Поперечный разрез двухпоршневого масляного пресс-аппарата

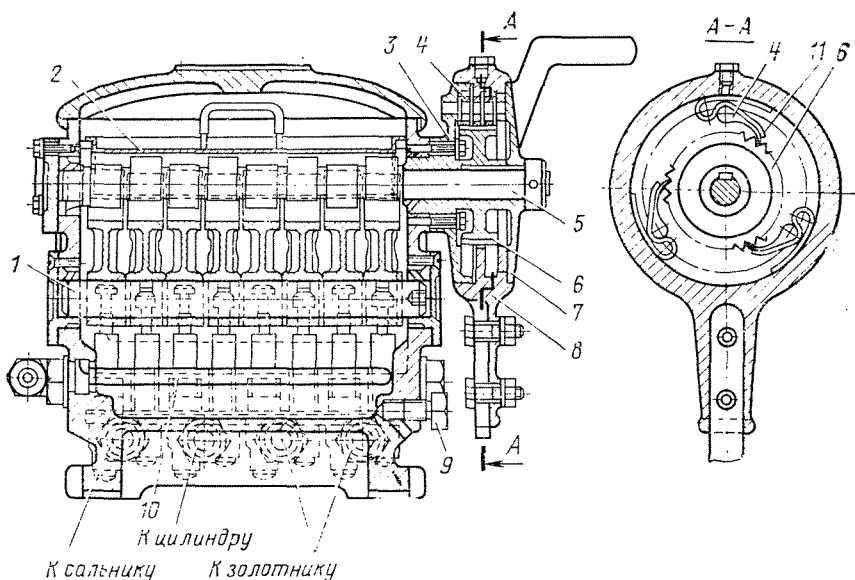


Рис. 139. Продольный разрез двухпоршневого масляного пресс-аппарата

маслу из резервуара через отверстия *a* в канал *д*, нагнетательный поршень 2 движется вверх, всасывая масло из канала *д* в полость цилиндра 3. При обратном ходе распределительный поршень, поднимаясь, прекращает сообщение между отверстиями *a* и каналом *д*, но открывает проход из канала *н* в цилиндр 4, и нагнетательный поршень 2, опускаясь, сжимает масло в цилиндре 3 и гонит его через канал *н*, цилиндр 4 и отверстие 5 канала, идущего к отводу. Привод поршней осуществляется коромыслами 2 (рис. 138), качающимися на валу 1. Колебательное движение каждое коромысло получает от своего эксцентрика, составляющего одно целое с валом 3 и воздействующего на боковины прорези в вилке коромысла. Количество подаваемой за один оборот эксцентрикового вала 3 смазки регулируют винтом 5, фиксируемым гайкой 6. Емкостью для смазки служит объем камеры, окружающей механизм подачи. Масло заливают при открытой крышке через сетку 4, чтобы исключить попадание в резервуар аппарата случайно оказавшихся в бидоне твердых и волокнистых предметов. Периодически сетку вынимают, очищают и промывают керосином или соляровым маслом. Окончательно масло освобождается от твердых примесей при проходе через вторую сетку 8 с более мелкими ячейками, установленную перед входом в распределительные цилиндры.

Масла, на которых работает пресс-аппарат, довольно густые и вязкие даже в летнее время, не говоря уже о зимних холодах. Поэтому для облегчения проталкивания их через трубопроводы к местам смазывания масленка снабжена каналом 7, через который пропускают пар, разогревающий масло до нужной консистен-

ции. Для периодического удаления попавших в смазку воды и грязи, а также для промывки резервуара внизу на стенке пресс-аппарата имеется пробка 9 (рис. 139).

Чтобы уменьшить нагрузку на эксцентриковый вал в момент подачи, эксцентриситеты эксцентриков направлены в разные стороны и не совпадают друг с другом, что хорошо видно на рис. 139 вверху. На хвостовике эксцентрикового вала 5 установлен храповой механизм, защищенный крышкой 7. Закрепленное шпонкой на эксцентриковом валу храповое колесо 6 приводят во вращение собачки 4, прижимаемые к зубьям колеса пружинами 11. Эти собачки, укрепленные на обойме 8, сцепляясь с храповым колесом, приводят во вращение его и эксцентриковый вал. При обратном ходе хвостовика собачки на обойме теряют связь с храповым колесом, но в этот момент, чтобы предотвратить обрат-

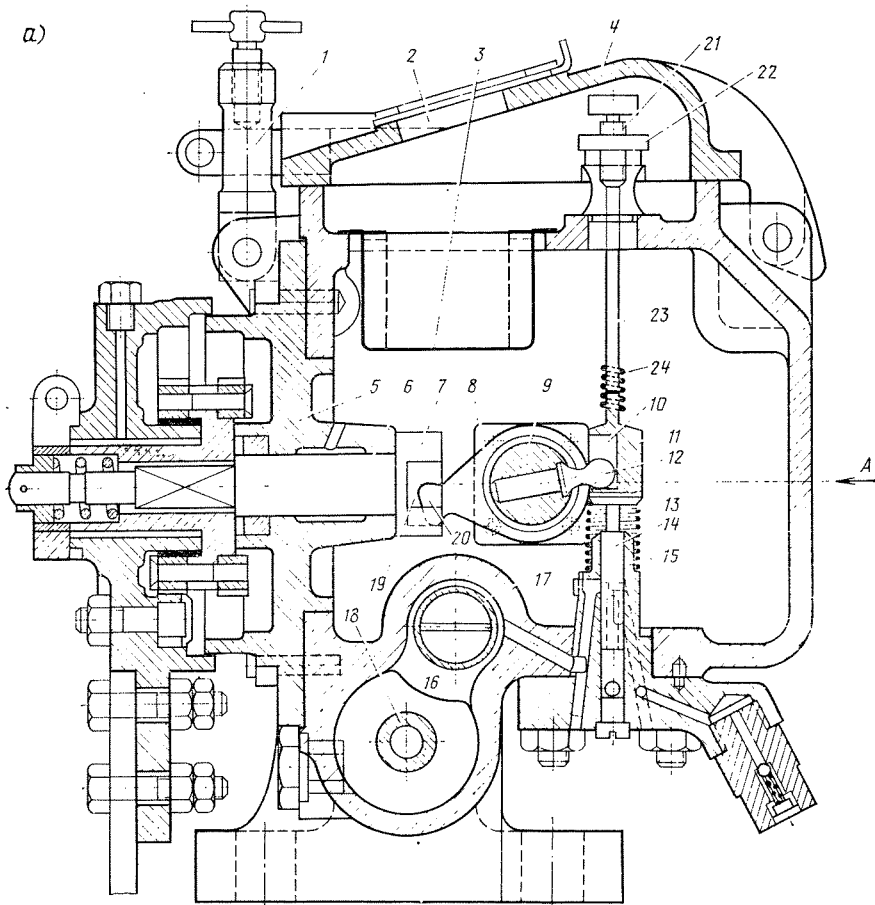


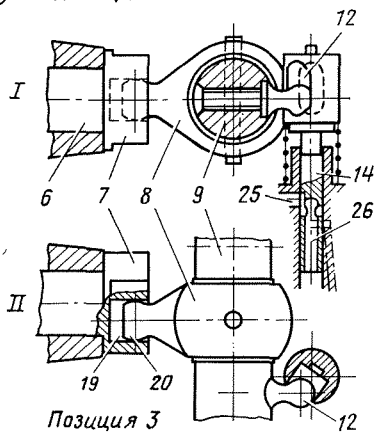
Рис. 140. Однопоршневый масляный
а — поперечный разрез; б — четыре позиции кулачка

ный ход эксцентрикового вала, с храповым колесом сцепляются три собачки, направленные в обратную сторону и сидящие на неподвижной коробке 3. Таким образом, эксцентриковый вал поворачивается не плавно, а прерывисто через равные отрезки проходимого паровозом пути, но в одну и ту же сторону. На рис. 139 1 — опорный вал для коромысел; 2 — сетка для заливки масла в аппарат; 10 — паровой канал для прогрева смазки.

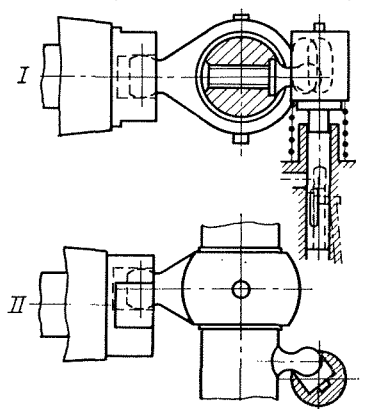
В *однопоршневых* пресс-аппаратах из-за придания поршню, кроме обычного возвратно-поступательного движения, еще поворота на угол около 100° вокруг своей продольной оси, удается отказаться от распределительного поршня.

К боковой стенке продолговатого прямоугольного резервуара для масла прикреплена шпильками круглая крышка 5 (рис. 140, а), в которой смонтирован храповой механизм. В головке 7

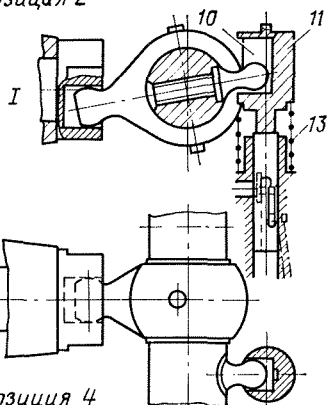
б) *Позиция 1*



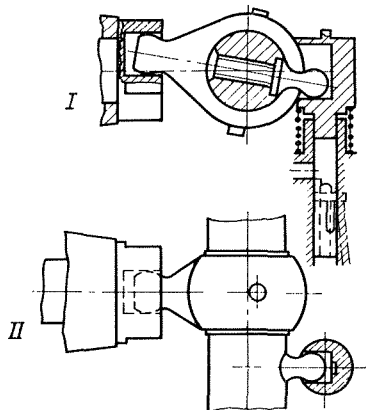
Позиция 3



Позиция 2



Позиция 4



пресс-аппарат:

и поршня: I — вид с левого торца, II — вид сверху

(вид сверху); верхняя канавка расположена против всасывающего канала 25. Масло засасывается в цилиндр из всасывающего канала через верхнюю канавку и центральное сверление 26 поршня 14.

Позиция 2. Поршень достиг верхнего положения, повернувшись к этому моменту вокруг вертикальной оси по часовой стрелке (вид сверху) на половину своего поворота в одну сторону. Поэтому всасывающий канал готов разобщиться с верхней канавкой, а нагнетательный канал — сообщиться с нижней канавкой.

Позиция 3. Двигаясь вниз, поршень опять приходит в среднее положение по высоте, но крайнее в повороте по часовой стрелке. Идет нагнетание смазки через осевой канал поршня, сверление и нижнюю канавку, сверление и нагнетательный канал к обратному клапану и далее к месту смазывания.

Позиция 4. Поршень достиг наинизшего положения, повернувшись против часовой стрелки на половину своего оборота в одну сторону. Поэтому нижняя канавка разобщается с нагнетательными каналами, а верхняя начинает сообщаться со всасывающим.

Над каждым поршнем расположен регулирующий шуруп 21 (см. рис. 140, а). При движении вверх под действием пружины поршень упирается в стержень 23, ограничивающий подъем поршня и тем уменьшающий его ход. Чем глубже вернуть шуруп 21, тем меньше будут ход поршня и подача масла. Если завернуть шуруп 21 до отказа, подача масла прекратится, так как у поршня не будет вертикального хода и кулачок будет осуществлять только вращательно-колебательное движение поршня.

После регулировки шуруп 21 фиксируют круглой установочной гайкой 22. Чтобы избежать поломки стержня 23 от несовпадения осей поршня и штуцера шурупа 21, стержень 23 должен свободно сидеть в штуцере и направляется на головку поршня с помощью пружинки 24.

Заправляют пресс-аппарат смазкой через нормально закрытое задвижкой круглое отверстие 2 в крышке 4, запираемой зажимами 1. Проходя сквозь сетку 3, масло освобождается от волокнистых и крупных твердых включений, а затем поступает из резервуара в цилиндрическое пространство внутри мелкочаеистой сетки 17.

Разогретое теплом, выделяемым трубкой 18, масло проходит через сетку 17 и заполняет камеру 16, питающую всасывающие каналы цилиндров пресс-аппарата.

Со стороны, противоположной приводному валику 6, в пресс-аппарате размещено восемь цилиндров; на другой стороне — шесть, так как часть пространства занята приводом кулачкового вала.

Цилиндры в сборе с поршнями вставляют снизу в отверстия днища и крепят каждый четырьмя шпильками.

В остальном этот пресс-аппарат подобен восьмиотводному.

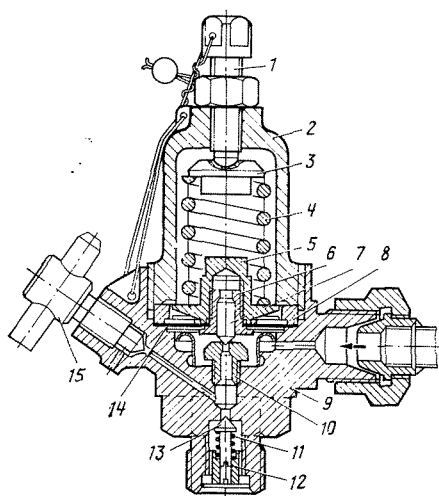


Рис. 142. Унифицированный диафрагменный обратный клапан

Кроме описанной внутренней регулировки подачи масла к каждой отдельной обслуживаемой прессом точке смазывания, можно изменить подачу масла аппаратом ко всем точкам сразу. Для этого на рычаге, укрепленном на хвостовике храпового механизма, на сверлен ряд отверстий, с одним из которых соединяют тягу привода. Чем ближе к пресс-аппарату расположено отверстие, к которому присоединен привод, тем больший размах совершает хвостовик храпового механизма и соответственно увеличивается угол поворота кулачкового вала за один оборот ко-

леса паровоза, а вместе с тем и подача. Это так называемая *внешняя регулировка*.

Обратные шариковые клапаны, установленные у мест смазывания, где они препятствуют попаданию воды и пара в маслопровод, работают недостаточно надежно из-за появления на поверхности шариков ржавчины и окалины, а также из-за потери упругости пружины. Поэтому в таких местах их заменяют унифицированными диафрагменными обратными клапанами (рис. 142), лишенными этих недостатков. При заворачивании в корпус 9 колпачка 2 между кольцом 8 и расточкой корпуса зажимают бронзовую диафрагму 14. Середина диафрагмы зажата между кольцевыми выступами пробки 6 и тарелки 5, в которую ввернута пробка 6. Игольчатый клапан 7, запрессованный в пробку 6, закрывает отверстие седла 10, ввернутого в корпус 9. Завертывая установочный винт 1, нагружают через тарелку 3 пружину 4. Когда давление под диафрагмой достигнет достаточной для подачи величины, диафрагма, прогибаясь, сожмет пружину и тарелка 5 вместе с клапаном 7 сдвинется вверх, открывая маслу проход в канал седла 10 и далее, отжав дополнительный клапан 13, к месту смазывания. Ниппелем 12 регулируют натяжку пружины 11, нагружающей дополнительный клапан. Отвертывая контрольный винт 15, убеждаются в подаче смазки.

Учитывая относительно малое потребление масла некоторыми местами смазывания, их объединяют посредством маслораспределителей, каждый из которых питается от одного насоса. Это позволяет увеличивать число мест централизованной подачи смазки без увеличения числа отводов у пресс-аппаратов. Так, на схеме

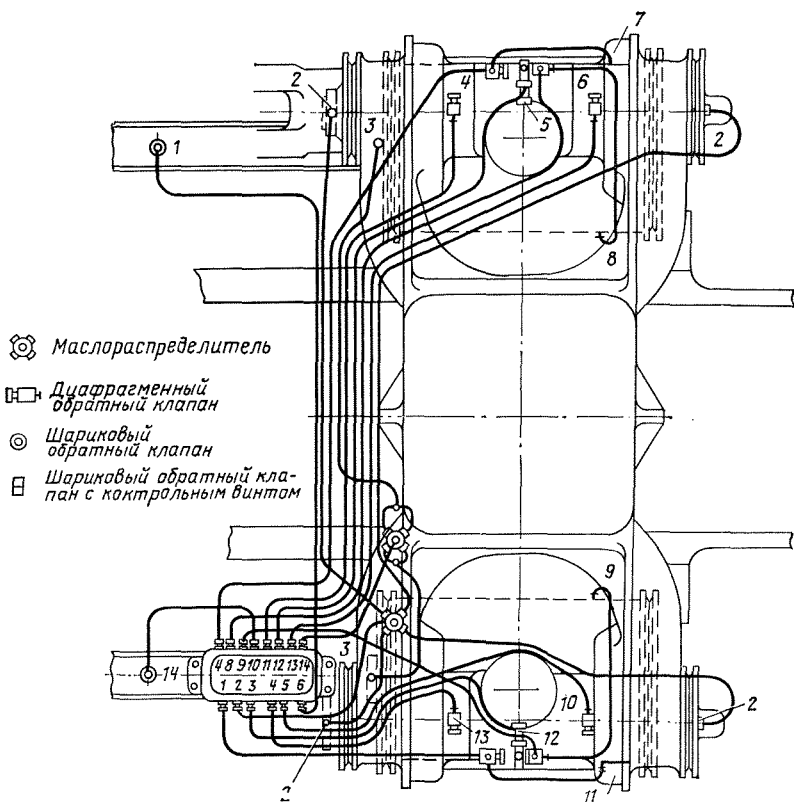


Рис. 143. Схема маслопровода паровоза Л от правой пресс-масленки:

1, 14 — маслопроводы к параллелям; 2 — то же к золотниковым скалкам и контр-скалкам; 3 — к скалкам цилиндров; 4, 6, 10, 13 — к золотникам; 5, 7, 8, 9, 11, 12 — к цилиндрам

маслопровода паровоза Л, идущего от правой масленки (рис. 143), видно, что постановка двух маслораспределителей позволила добавить 4 точки подвода смазки.

§ 44. Индивидуальные масленки

Места, к которым подвод масла от пресс-масленки неудобен, а то и невозможен, или на которые не хватает отводов, оборудованы индивидуальными масленками. На паровозах имеются следующие виды индивидуальных масленок: лубрикаторные, фитильные, штуцерные для твердой смазки и польстерные (щеточные).

Работа лубрикаторной масленки (рис. 144) основана на конденсации пара. Корпус 2 наполняют смазкой и герметично закрывают пробкой 1. Штуцер 6 ввернут в тело устройства, которому требуется смазка, так, чтобы канал 7 был соединен с паровым

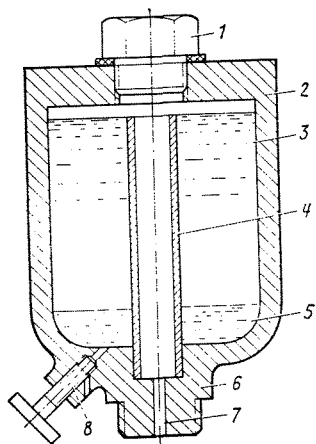


Рис. 144. Схема лубрикатора

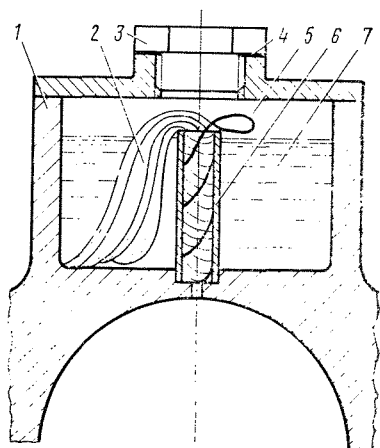


Рис. 145. Фитильная масленка

пространством устройства. Порция пара, поступившая в камеру корпуса лубрикатора, конденсируется, и получившаяся вода опускается на дно камеры. Благодаря этому уровень воды 5 и масла 3 несколько повышается, и соответствующее количество смазки гоступает в трубку 4 и далее через канал 7 к месту потребления. Этот процесс, многократно повторяясь, длится до тех пор, пока не будет израсходован весь запас смазки, залитой в корпус. Периодически открывают стопорный винт 8, спускают воду и, открыв пробку 1, пополняют убыль масла.

Другой вид индивидуальной масленки для жидкой смазки — *фитильная масленка* (рис. 145). Ее работа основана на свойстве фитилей из шерстяной пряжи вытягивать масло из резервуара и подводить его к трущимся поверхностям. В трубку 6, плотно вставленную в корпус 1 масленки, вводят фитиль 2 так, чтобы он не доходил до смазываемой поверхности на 6—8 мм. В масленке, изображенной на рисунке, это расстояние определяется длиной канала под трубкой. Но иногда диаметр этого канала равен или очень близок к внутреннему диаметру трубки 6. Тогда положение нижней точки фитиля определяется завитой кольцом 5 тонкой обожженной проволоки, охватывающей ту часть фитиля, которую погружают в трубку. Эта проволока обеспечивает удобство постановки и выемки фитиля и предупреждает его произвольное опускание. Свободный конец фитиля опускается в масло 7, которое заливают в корпус масленки, открыв пробку 3. После заправки масленки смазкой пробку закрывают; для герметизации служит прокладка 4. Несмотря на свою простоту, фитильная масленка для нормальной работы требует неуклонного соблюдения ряда правил. При подготовке фитиля следует помнить, что количество смазки, подаваемое фитилем, зависит от чистоты фитиля, числа

нитей в нем, плотности его постановки в трубку и вязкости (густоты) применяемой смазки. Чем из большего числа нитей формируется фитиль, тем он получается толще и плотнее входит в трубку. От этого подача смазки уменьшается. Чем свободнее сидит фитиль в трубке и чем он чище, тем обильнее он подает масло. Чем гуще масло, тем хуже оно подается фитилем; поэтому при применении густых сортов смазки или значительном понижении температуры окружающего воздуха, вызывающем повышение вязкости (загустение) смазки, следует уменьшать толщину фитиля, сокращая число нитей, из которых он состоит. Значительное понижение уровня смазки в резервуаре масленки затрудняет работу фитиля, сокращает подачу смазки к рабочим поверхностям, поэтому следует насколько возможно чаще пополнять масленку.

Фитиль обладает фильтрующей способностью и задерживает все твердые включения, имеющиеся в смазке. Даже при относительно чистой смазке с течением времени фитиль начинает из-за загрязнения существенно уменьшать ее подачу. Поэтому фитиль необходимо периодически тщательно промывать в керосине или соляровом масле.

При заправке фитильной масленки следует всегда вынимать фитиль и пропускать по трубке смазку, чтобы убедиться в ее свободном проходе. В противном случае нужно вытащить трубку, осмотреть, прочистить ее и канал за нею в корпусе. Если и после этого масло не будет свободно проходить, необходимо разобрать подшипник, выяснить и устранить причину этой ненормальности.

Фитиль следует пропитывать подогретой смазкой до постановки его в масленку, а при изготовлении не надо туго перетягивать проволокой. Однако нельзя допускать, чтобы нити свободно можно было вытянуть из готового фитиля. Длина применяемых для изготовления фитиля нитей должна соответствовать размерам трубки и резервуара.

Польстерами называют щетки из шерсти, укрепленные на специальном каркасе так, чтобы они равномерно располагались вдоль шейки смазываемой оси без малейшего перекаса, так как последний вызывает нарушение смазочного слоя и грение шейки. Польстерную подушку крепят к каркасу с помощью планок и прижимают к шейке оси пружиной. В нижнюю часть подушки влетают два ряда фитилей, составляющих с ней одно целое. Вливая смазку, фитили подводят ее к подушке, где масло просачивается к верхней поверхности подушки и попадает на шейку. Чтобы обеспечить и облегчить подачу масла к шейке, польстерную подушку перед ее постановкой в буксу пропитывают подогретой смазкой.

До установки польстеров подбивку букс осуществляли подбивочными концами или войлоком. В этом случае следует периодически «оживлять» подбивку, поддевая и рыхля ее крючком. Одновременно с этой операцией добавляется смазка в буксу.

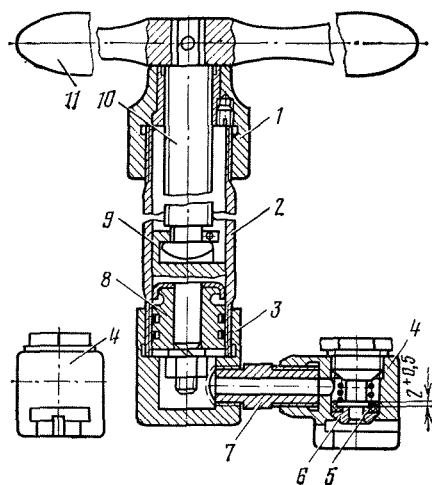


Рис. 146. Ручной смазочный пресс

В остальное время она пополняется фитильными масленками, установленными в верхней части корпуса буксы.

Многие паровозы имеют значительное количество мест, смазываемых консистентными (твердыми и мажеобразными) смазками. Например, на паровозах Л 14 мест смазывают твердыми и 86 — мажеобразными смазками. Консистентные смазки нагнетают в масленки ручным прессом, разрез которого показан на рис. 146. Для зарядки пресса смазкой вращают рукоятку 11 в направлении, обратном движению часовой стрелки, пока скоба 9

поршня не упрется в торец крышки 1 и заставит ее вывернуться. Вынув поршень 8 из корпуса 2, закладывают в пресс стержень твердой смазки или наполняют корпус мажеобразной смазкой деревянной лопаточкой, оставляя достаточно пустого пространства для поршня. Затем заводят в корпус поршень и проталкивают его, пока резьба на крышке 1 не соприкоснется с соответствующей ей резьбой на корпусе 2, после чего, держа корпус в одной руке, навинчивают крышку, схватывая ее ладонью другой руки. Остается вращать рукоятку пресса по часовой стрелке, пока из отверстия в клапане 6 не покажется смазка — признак того, что пресс заряжен и готов к использованию. Вместо верхней крышки 1 при зарядке можно снимать нижнюю 3, для чего при отвинчивании винта 10 надо держать пресс не за корпус 2, а за штуцер 7, тогда из корпуса вывернется нижняя крышка и зарядка консистентной смазкой будет идти в корпус не сверху, а снизу.

Каждое место, смазываемое консистентной смазкой, снабжено штуцером, головка которого входит в прорезь головки 4 пресса. Когда головки соединены, то выступ на штуцере несколько утопляет клапан 6, создавая за счет нажатия пружины 5 плотное соединение, и смазка может под давлением поршня 8 проходить в канал штуцера масленки через центральное отверстие в клапане. Появление смазки из щели между трущимися деталями (например, между плавающей и стальной запрессованной втулками или пальцем кривошипа) указывает на достаточное заполнение масленки. Для удобства штуцер 7, на котором укрепена головка 4, свободно поворачивается в месте соединения его с крышкой 3, что обеспечивает легкость присоединения пресса к любому штуцеру.

Чтобы нельзя было по ошибке подать твердую смазку вместо

мазеобразной и наоборот, головки шурупов у масленок и прорези для них в головках ручных прессов делают разных размеров: головка шурупа мазеобразной смазки имеет диаметр 30 мм, а твердой смазки — 35,5 мм.

Консистентные смазки не имеют в масленках никаких приспособлений, подающих их к местам потребления. Первая порция попадает к трущимся поверхностям через отверстия во втулке или металлической сетке (в буксах) во время запрессовки. Когда эта порция вырабатывается, втулка или сетка несколько нагреваются и подплавляют расположенную вблизи смазку, обеспечивая ее стекание к местам, требующим смазывания. Этот процесс повторяется многократно и смазка поступает в достаточном количестве к трущимся поверхностям, пока имеется ее запас в масленке.

ТЕНДЕР

§ 45. Устройство тендера

Тендер представляет собой специальный экипаж для хранения запасов топлива, воды, инструмента, инвентаря, смазочных и обтирочных материалов, а также размещения механического углеподатчика или оборудования нефтяного отопления. Тендер постоянно сцеплен с паровозом жестко радиальным буфером или упруго винтовой стяжкой.

Размеры тендера зависят от мощности паровоза и условий его эксплуатации. Тендер паровоза Л, например, вмещает 18 т угля и 28 т воды; тендер паровоза ЭР — соответственно 18 и 27,2 т.

Тендер (рис. 147) состоит из рамы с приборами сцепления, водяного бака с угольным ящиком и контрбудкой, тележек с тормозным оборудованием. На паровозах с нефтяным отоплением на тендере еще установлен и бак для мазута вместимостью 19—20 м³.

Рама тендера имеет две продольные хребтовые балки, каждая из которых состоит из двух сваренных швеллеров. Хребтовые балки соединены поперечными листами, а сверху и снизу усилены продольными полосами. С боков рамы имеются обносные швеллеры, которые с помощью консолей и поперечных полос соединены с хребтовыми балками.

Консоли и полосы изготовлены из листов стали толщиной 10 мм. В местах расположения шкворней тележек сверху рамы приварены листы с отверстиями для прохода шкворней.

Рама тендера опирается на тележки через специальные опорные пяты, которые укреплены болтами к стальным плитам рамы. Сзади к раме прикреплен стальной литой буферный брус, который одновременно является задним стяжным ящиком. Буферный брус тендера представляет собой стальной лист высотой 415 мм и толщиной 15 мм. Впереди рамы имеется стальной литой передний стяжной ящик.

На раме тендера расположены опорные скользуны, которые воспринимают поперечные колебания тендера на кривых участках пути и ограничивают эти колебания за счет опирания на выступы тележек.

Водяной бак тендера паровозов Л сварной конструкции, прямоугольный.

Для жесткости водяной бак тендера разделен на отсеки про-

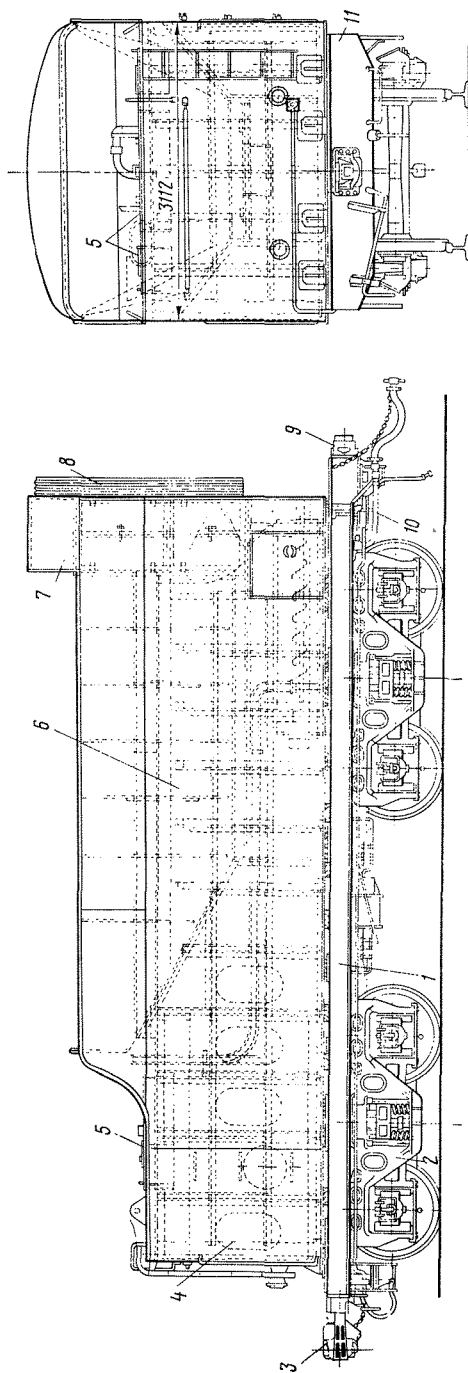


Рис. 147. Общий вид тендера паровоза Л:

1 — рама; 2 — тележка; 3 — автопосенное устройство; 4 — водяной бак; 5 — горловина; 6 — угольный ящик; 7 — контрбудка; 8 — меха; 9 — радиальный буфер; 10 — водоприемная труба; 11 — буферный брус

дольными и поперечными перегородками. В перегородках имеются вырезы для прохода ремонтного персонала при осмотрах и ремонтах бака. В поперечных перегородках бака эти вырезы служат гасителями гидравлических ударов воды о стенки бака при движении паровоза.

Боковые стенки водяного бака изготовлены из листовой стали толщиной 6 мм, потолок бака (палуба) и днище — из стали толщиной 8 мм.

На палубе бака предусмотрены три горловины овальной формы для набора воды. Две горловины расположены по бокам и вдоль тендера и одна поперек. Горловины закрывают крышками. В каждой горловине установлена металлическая сетка, которая предохраняет бак от попадания посторонних предметов. Для удаления из бака грязи и спуска воды при промывке в его днище поставлены пробки-люки диаметром 105 мм.

Водяной бак установлен на раме тендера на деревянных брусках и укреплен с помощью кронштейнов болтами. Так как бак имеет в плане П-образную форму, то в его передней части образовано специальное пространство, которое служит для запаса угля и называется угольным ящиком. Угольный ящик тендера имеет наклонные заднюю и боковые стенки, что позволяет перемещаться углю самотеком в лоток. Лоток предназначен для ручной подачи угля в топку паровоза. Над угольным лотком имеется дверка для выхода из контрбудки на тендер паровоза.

Контрбудка является продолжением будки машиниста. В контрбудке размещены ящики для инструмента и пожарный рукав. Пространство между будкой и контрбудкой тендера закрыто брезентовыми мехами, а пол между ними перекрыт металлическим фартуком.

На паровозах с механической подачей топлива с левой стороны водяного бака имеется ниша (помещение) для установки машины — углеподатчика, а с правой — масляный бак, который заполняют смазкой через воронку, расположенную в контрбудке тендера.

Вода из водяного бака тендера для питания котла паровоза подводится по водоприемным трубам диаметром 60 мм. В трубах имеются водозапорные задвижки и резиновые водоприемные рукава. Внутри водяного бака на концах водоприемных труб предусмотрены очистительные сетки, которые не пропускают в питательную воду посторонние предметы (рис. 148).

Водозапорная задвижка (рис. 149) установлена на тендерах паровозов Л, Е^а и Е^м и служит для открытия или закрытия доступа воды в водо-

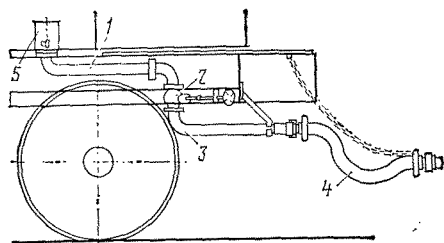


Рис. 148. Питательный трубопровод:

1, 3 — трубы; 2 — водозапорная задвижка; 4 — водоприемный рукав; 5 — сетка

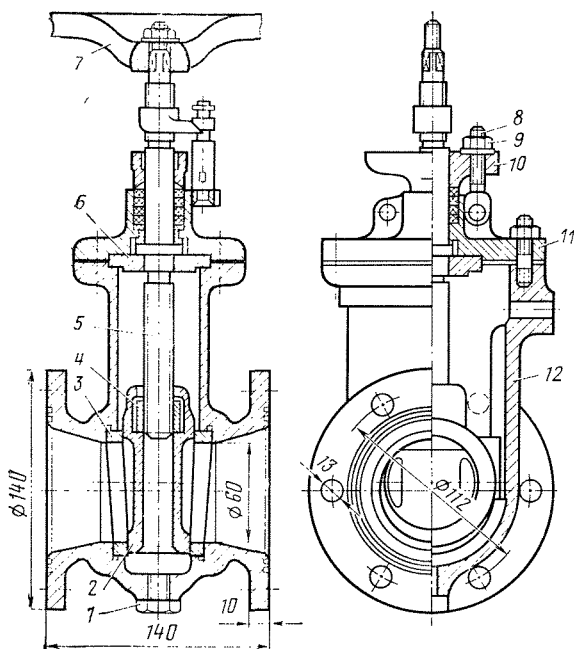


Рис. 149. Водозапорная задвижка:

1 — спускная пробка; 2 — заслонка; 3 — кольцо; 4 — гайка; 5 — шпindel; 6 — опорная плита; 7 — маховик; 8 — откидной болт; 9 — гайка; 10 — грундбукса; 11 — крышка; 12 — корпус

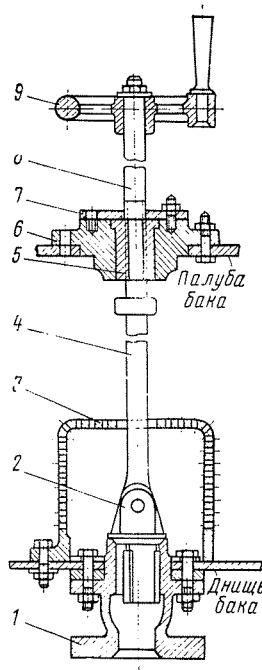


Рис. 150. Водозапорный клапан:

1 — корпус; 2 — клапан; 3 — сетка; 4 — стержень; 5 — гайка; 6 — фланец; 7 — планка; 8 — винт; 9 — маховик

приемную трубу. Водозапорная задвижка расположена на раме тендера и соединена с водоприемной трубой. Корпус задвижки состоит из чугунного корпуса, сверху закрытого крышкой с сальниковым уплотнением. Внутри корпуса расположен шпindel 5, который связан с заслонкой 2. За счет вращения маховичка 7, укрепленного на верхнем конце шпинделя, перемещается клапан 2, открывая или закрывая доступ воды в водоприемную трубу.

На тендерах паровозов Э всех индексов используется для этих целей водозапорный клапан (рис. 150), который расположен внутри бака в месте присоединения водоприемных труб.

Тележки тендера в зависимости от конструкции рам бывают листовые клепаемые, поясные (сборные) и литые.

Листовые клепаемые тележки установлены под тендером паровоза ЭР. Боковые листы рамы тележки впереди и сзади между собой соединены тавровыми балками. Посередине тележки, между боковыми листами расположена шкворневая балка, которая состоит из двух тавровых балок. Эти балки снизу соединены сталь-

ной полосой, а сверху накрыты листами. С помощью раскосов шкворневая балка соединена с передней и задней тавровыми балками. На шкворневой балке закреплен подпятник, на который через пятую опирается рама тендера. В боковых листах сделаны вырезы. В них входят буксовые коробки (буксы) и укреплены буксовые направляющие.

Тележки оборудованы двойным рессорным подвешиванием. На буксовых коробках установлены листовые рессоры, а на подвесках рессор надеты цилиндрические пружины. С помощью кронштейнов, укрепленных на раме, тележка опирается на цилиндрические пружины, от которых через подвески и листовые рессоры нагрузка передается на буксы. Буксы тележки оборудованы подшипниками скольжения.

Тендеры паровозов Э^м имеют тележки с поясной (сборной) рамой. Поясная рама тележки состоит из трех стальных поясов: верхнего, среднего диагонального и нижнего, жестко скрепленных болтами и полочками у букс и в средней части рамы.

Эти тележки имеют рессорное подвешивание в виде двух комплектов цилиндрических пружин или комбинации цилиндрических пружин и эллиптических рессор, установленных в средней части поясной рамы. На это рессорное подвешивание опирается шкворневая балка тележки.

У тендеров паровозов Л тележки с литыми боковыми рамами. Их изготавливают по типу тележек четырехосных вагонов (рис. 151). Особенностью тележки является наличие стальной литой шкворневой балки 5, выполненной в вертикальной плоскости по форме бруса равного сопротивления. По концам балка расширяется (в плане), здесь образованы цилиндрические поверхности, которыми она входит в соответствующие окна боковых рам 1.

Такая конструкция позволяет перемещаться шкворневой балке относительно боковых рам как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях. Поворот балки в горизонтальной плоскости ограничен приливами А на цилиндрических поверхностях.

Концы шкворневой балки опираются на комплект рессор 3, установленных в центральный вырез боковых рам. Каждый комплект состоит из эллиптической рессоры, четырех наружных и четырех внутренних спиральных пружин. Вверху центральной части шкворневой балки просверлено сквозное отверстие диаметром 54 мм, куда вставляется шкворень тележки. Кроме того, в балке предусмотрено углубление В диаметром 302 мм, куда входит пятник рамы тендера. Шкворень служит для фиксации тележки относительно рамы тендера и одновременно позволяет тележке поворачиваться вокруг него. В то же время пятник принимает всю нагрузку от массы тендера, за исключением массы тележки.

В верхней части по концам шкворневой балки образованы приливы с прямоугольными выемками глубиной 75 мм для установки чугунных скользунов. С целью уменьшения массы шкворневой балки в ее стенках сделаны облегчающие вырезы с утол-

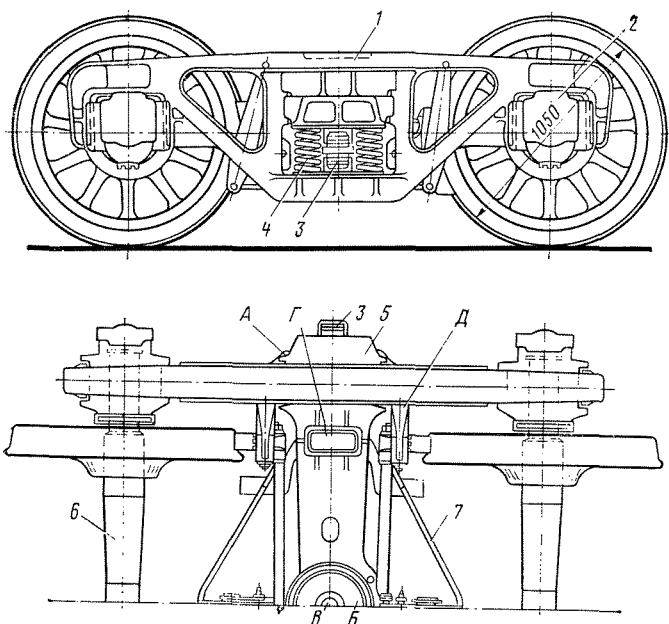


Рис. 151. Тележка тендера паровоза Л:

1 — боковая рама; 2 — букса; 3 — эллиптическая рессора; 4 — пружина; 5 — шкворневая балка; 6 — колесная пара; 7 — тормозная передача; А — прилив; Б — углубление; В — отверстие под шкворень; Г — прилив для скользуна; Д — кронштейн

щением по краям. Для увеличения жесткости внутри балки предусмотрены вертикальные ребра.

Каждая боковая рама 1 тележки имеет облегчающие вырезы. По концам рамы образованы прямоугольные с закругленными вверх углами буксовые челюсти шириной 334 мм. С внутренней стороны рамы сделаны два прилива с просверленными отверстиями диаметром 32 мм для установки валиков тормозных подвесок. В буксовые челюсти входят буксы 2.

Шкворневая балка, боковые рамы и корпуса букс изготовлены из стали 25Л11. Тележка оборудована рычажной тормозной передачей 7, которая обеспечивает равномерное нажатие колодок на все бандажи колесных пар. Тяги рычажной передачи имеют ограждения в виде предохранительных скоб на случай разрыва или их разъединения.

Основной тележкой тендера паровозов Л является тележка на подшипниках качения двухосная бессвязевая.

В тележке (рис. 152) жесткая связь между элементами рамы отсутствует, поэтому такая тележка получила название бессвязевой. Две литые боковины 6 коробчатого сечения и шкворневая балка 5 составляют раму тележки. Концы шкворневой балки, имеющие цилиндрическую форму, заведены в соответствующие вырезы боковин, за счет чего происходит смещение боковин отно-

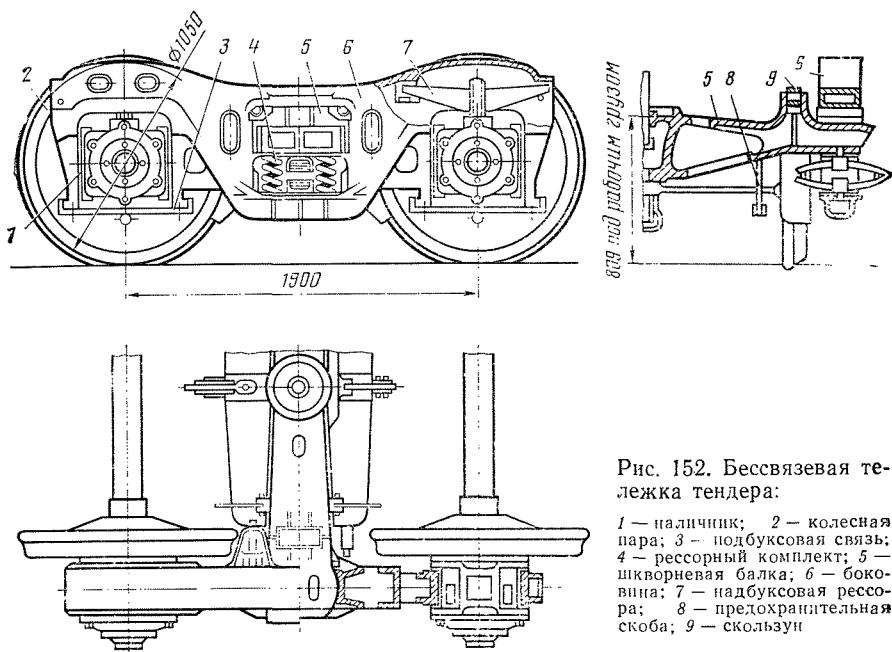


Рис. 152. Бессвязевая тележка тендера:

1 — наличник; 2 — колесная пара; 3 — подбуксовая связь; 4 — рессорный комплект; 5 — шкворневая балка; 6 — боковина; 7 — надбуксовая рессора; 8 — предохранительная скоба; 9 — скользян

сительно друг друга до 50 мм. Выполненная в виде балки равного сопротивления шкворневая балка тележки допускает большие статические нагрузки до 300 Н. Шкворневая балка опирается через рессорный комплект 4 на боковины 6, которые в свою очередь через эллиптическую рессору 7 опираются на буксы. Рессорный комплект 4 состоит из набора цилиндрических пружин — четырех наружных и четырех внутренних — и эллиптической листовой рессоры.

Так как шкворневая балка опирается на боковины через рессорный комплект, а боковины одновременно опираются через рессоры на буксы, то тележка имеет двойное рессорное подвешивание.

Буксовые наличники 1 приварены к челюстям букс и изготовлены из стали Ст-5. Скользяны 9 расположены в гнездах шкворневой балки и отлиты из чугуна СЧ12-28.

Колесные пары тендеров, подобно вагонным, имеют наружные шейки. Диаметр шейки оси равен 145 мм. Оси колесных пар в зависимости от грузоподъемности тендера и нагрузки на его ось отковывают из осевой стали различных размеров. Центры колесных пар бывают спицевые и дисковые. В свою очередь дисковые центры могут быть литыми и цельнокатанными. Отлитые или катанные центры на оси напрессовывают гидравлическим способом. Бандажи тендерных колесных пар в обработанном виде имеют ширину 130 мм и диаметр 1050 мм.

Элементы колесных пар тендеров должны иметь следующие знаки и клейма:

оси колесных пар: клейма приемки; номер пункта, перенесшего знаки с необработанной оси; клейма, удостоверяющие правильность переноса знаков; номер завода-изготовителя; дату изготовления и номер оси; литые (в том числе спицевые) центры с наружной стороны ступицы; номер завода-изготовителя; дату изготовления; номер партии и плавки; клейма приемки;

катаные дисковые центры: на наружной стороне диска клейма согласно техническим условиям.

Буксы тендеров бывают со скользящими и роликовыми подшипниками. Букса со скользящими подшипниками имеет чугунный или стальной корпус, который надевают на шейку оси и устанавливают в направляющие буксового выреза рамы тележки. На шейку оси устанавливают подшипник, а на него — вкладыш, на который опирается корпус буксы. Внутренним торцом вкладыш упирается в запечник подшипника. Чтобы предотвратить попадание в буксы пыли или песка, в ее корпусе с внутренней стороны отлита кольцевая камера, в которую вставляют пылевую шайбу. С наружной стороны буксу закрывают крышкой с пружиной, обеспечивающей плотное закрытие буксы.

В нижнюю часть корпуса буксы закладывают полстер или пропитанную маслом подбивку из хлопчатобумажных концов и заливают смазку. Корпус подшипников букс, изготовленных из стали, внутри армирован бронзой и залит кольцевым баббитом БК. Часть тендеров паровозов Л оборудована тележками с

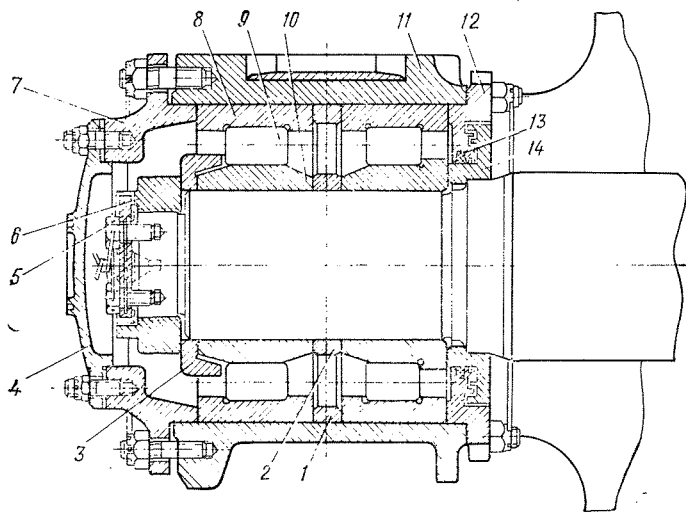


Рис. 153. Роликовая букса тендера

буксами на подшипниках качения, которые укомплектованы цилиндрическими роликоподшипниками.

В корпусе букс 11 (рис. 153) расположено два цилиндрических роликовых подшипника. Корпус снаружи закрыт большой крышкой 7 и малой крышкой 4. Изнутри букса закрыта крышкой 12 и уплотняется лабиринтным кольцом 14. Роликоподшипник состоит из наружного кольца 8, установленного в корпусе буксы, роликов 9, а также внутреннего кольца 10, напрессованного на шейку оси. Ролики на необходимом расстоянии друг от друга удерживаются сепаратором и распорными кольцами 1 и 2.

На шейке оси от осевых нагрузок ролики удерживаются упорной шайбой 3, закрепленной гайкой 6, навёрнутой на хвостовик оси и зафиксированной планкой 5. Для уплотнения крышки 12 поставлено кольцо 13 из войлока.

§ 46. Будка машиниста

Будка машиниста является постоянным рабочим местом локомотивной бригады при обслуживании паровоза в пути следования и на стоянках. Для нормальной работы паровозной бригады она должна быть удобной, просторной, светлой и теплой.

Металлический каркас будки сварен из уголков и обшит снаружи листовой сталью. Внутри будка обита шпунтованным тесом. Для лучшего утепления пространство между обшивками в боковых и задних стенках заполнено изолирующим материалом. Нижняя часть будки имеет металлический настил, соединенный с каркасом, на который уложены деревянные бруски, а на них настлан деревянный пол.

На паровозах Э^м будка машиниста поставлена на специальные кронштейны, которые укреплены на раме паровоза. На паровозах Л, Е^{а,м} будка машиниста также поставлена на кронштейны, которые прикреплены к котлу паровоза. В верхней части она соединена с потолком кожуха топки с помощью угольников.

В каждой боковой стенке будки машиниста сделаны по два окна. На лобовой стенке справа, со стороны машиниста, имеется окно, а слева, со стороны помощника машиниста — застекленная дверь для выхода на боковую площадку. В потолке сделан световой фонарь или вентиляционный люк. У задней стенки будки машиниста справа и слева установлены сиденья для машиниста и его помощника. С правой стороны расположено откидное сиденье для кочегара. В задней части будки сделаны с боков входные двери. На боковых смотровых окнах будки машиниста установлены застекленные щитки (параваны), предохраняющие глаза машиниста и помощника от засорения при наблюдении за путем.

Будка машиниста оборудована паровым отоплением. Под полом около сидений машиниста и помощника уложено по одному трубчатому змеевику или две оребренные батареи, к которым от пароразборной колонки подведен пар. Пар и конденсат от отопи-

тельных приборов по трубке отводятся в зольник, а на паровозе Л — в отоплительный кожух хобота углеподатчика.

Для входа в будку машиниста с левой и правой стороны укреплены наклонные лестницы с поручнями. Для прохода вдоль котла с двух сторон на уровне пола будки на кронштейнах, прикрепленных к котлу, установлены площадки. Впереди паровоза имеется также площадка для доступа к дымовой камере. На паровозе Э^м площадки обнесены барьером, а на паровозах Л, Е^{а,м}, Э^р поставлены поручни, которые прикреплены к котлу.

Глава 17

СПЕЦИАЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

§ 47. Механический углеподатчик

Углеподатчик предназначен для механической подачи угля из тендера в топку паровоза. Механический углеподатчик целесообразно использовать на паровозе в тех случаях, когда в его топке сжигается более 2500 кг угля в 1 ч.

Механический углеподатчик С-3 установлен на паровозах Л, Е^а и Е^м и позволяет подавать в топку для сжигания до 8000—10 000 кг угля в 1 ч. Углеподатчик по своей конструкции отличается компактностью и удобством обслуживания.

По сравнению с ручным отоплением при использовании механического углеподатчика обеспечивается непрерывность и равномерность подачи угля на колосниковую решетку. При этом улучшаются условия для сжигания топлива (горение идет более равномерно, температура топки повышается и увеличивается паропроизводство котла);

топливо в топку подается при закрытой дверце, в результате чего в топку не попадает холодный воздух;

создаются условия для использования полной мощности паровоза, что при ручном отоплении выполнить трудно;

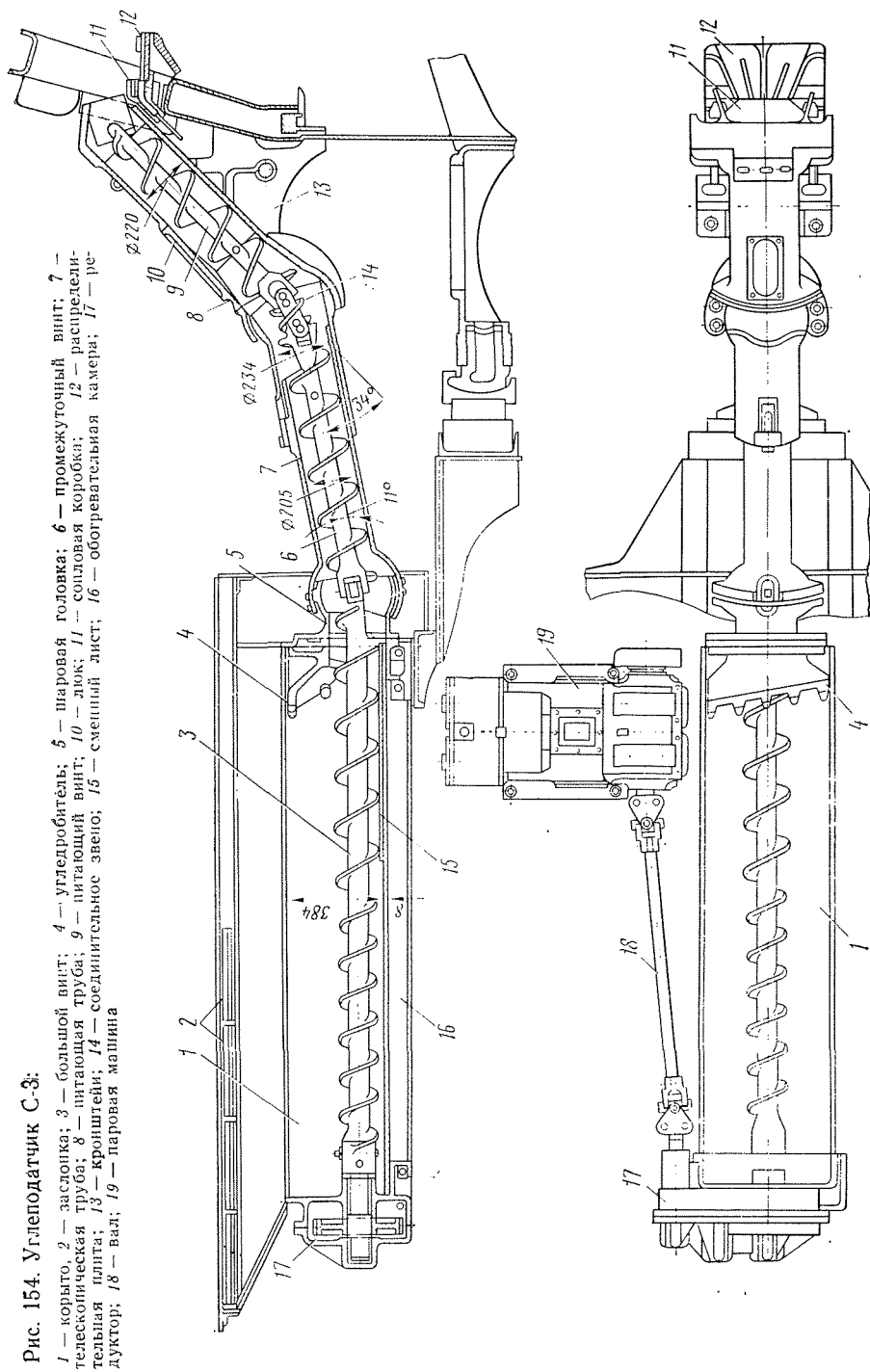
локомотивная бригада получает лучшие условия для ведения поезда и наблюдения за сигналами в пути следования;

улучшаются условия труда локомотивной бригады.

Вместе с тем отопление паровоза углеподатчиком имеет ряд недостатков:

усиливается унос мелких несгоревших частиц угля из топочного пространства через жаровые и дымогарные трубы в дымовую коробку, что снижает экономичность паровоза. Кроме того, унос мелких частиц угля усиливает механический износ топки, труб и пароперегревательных элементов. Особенно сильно унос частиц проявляется при использовании сухого угля, когда мелкие частицы, сдутые паром с распределительного стола, подхватываются потоком газов и не успевают упасть на слой горящего топлива;

Рис. 154. Угледодатчик С-3:



углеподатчик требует дополнительного расхода пара на работу паровой машины и разбрасывание угля по колосниковой решетке. По этой причине несколько снижается экономичность паровозов.

Углеподатчик С-3 состоит из следующих основных частей: винтового транспортера, распределительной головки, паровой машины с приводом и редуктора.

Углеподатчик С-3 показан на рис. 154. Большой конвейерный винт 3 углеподатчика получает вращение через редуктор 17 с помощью вала 18 паровой машины 19. В телескопической трубе 7 размещается промежуточный винт 6, который соединен универсальным шарниром с большим винтом 3. Телескопическая труба 7 компенсирует люфт в сцеплении между паровозом и тендером. Конец телескопической трубы 7 имеет шаровую головку 5, укрепленную в корыте 1, а другая шаровая головка этой трубы входит в шаровую головку трубы 8, в которой расположен питающий винт 9. С помощью звена 14 питающий винт 9 соединен через двойной универсальный шарнир с винтом 6. Кронштейн 13 установлен на лобовом листе кожуха топки для крепления питающей трубы 8, в которой имеется люк 10 для осмотра конвейерного винта. Верхняя часть питающей трубы 8 (головка) также укреплена к лобовому листу кожуха топки. Большой конвейерный винт углеподатчика имеет 12 витков, из которых 6,5 витка имеют диаметр 151 мм с шагом 151 мм, а остальные 5,5 передних витка имеют диаметр 177 мм при шаге 203 мм.

У промежуточного конвейерного винта соответственно половина витка имеет диаметр 216 мм, а остальные 5,5 витка имеют диаметр 188 мм и шаг 177 мм. У питающего винта первый виток имеет диаметр 240 мм, который затем на длине полутора витков переходит в диаметр 200 мм. Последний виток, выходящий в топку, срезан.

Из приведенных размеров конвейерных винтов видно, что диаметр и шаг винтов увеличиваются в направлении движения угля к топке. Это обеспечивает непрерывность транспортировки угля и позволяет избежать его спрессования в трубах.

Шарнирное соединение большого и промежуточного винтов (рис. 155) имеет камень с двумя смещенными отверстиями, в которые проходит болт 2, укрепленный корончатой гайкой 1. Шарнирное соединение между промежуточным и питающим винтами имеет промежуточное звено из полувитка.

Конвейерные винты отлиты из стали 25Л, а детали шарниров изготовлены из износостойкой стали 40Х, подвергнутой термообработке. Корыто конвейерных винтов выполнено из листовой стали толщиной 8 мм и укреплено усиливающим сменным листом.

Для предохранения винтов углеподатчика от перегрузок и поломок, а также для измельчения угля к передней опоре корыта прикреплен углеробитель. Он представляет собой стальную отливку с десятью зубьями, которые направлены навстречу движению угля при его транспортировке в топку конвейерными винтами.

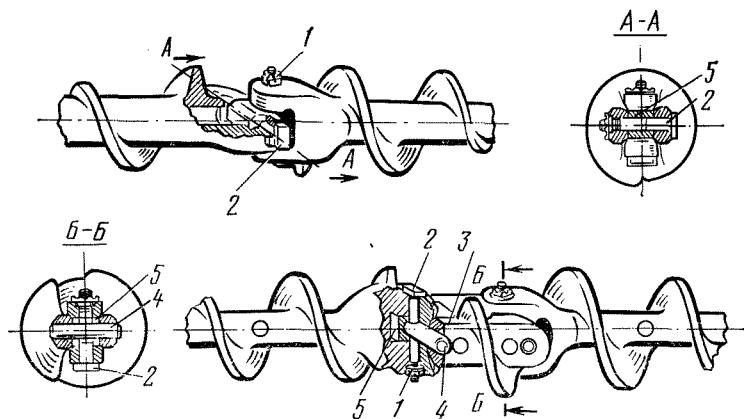


Рис. 155. Шарнирное соединение конвейерных винтов:

1 — гайка; 2 — болт; 3 — промежуточное звено; 4 — валик; 5 — камень

Головка питающей трубы 8 (см. рис. 154) и питающий винт 9 расположены над сопловой коробкой 11 с укрепленной к ней распределительной плитой 12. Сопловая коробка прикрепляется двумя болтами к лапам питающей трубы 8. Сопловая коробка предназначена для распределения струи пара, которой сдувается уголь с распределительной плиты.

Сопловая коробка отлита из чугуна и имеет пять камер. В нижней камере расположено четыре сопла, в двух верхних — по два сопла и в двух боковых камерах — по одному соплу. Диаметр сопел 5 мм. Сопла расположены под разными углами к продольной оси топки. К соплам подводится пар, для чего в нижней части коробки имеется пять отверстий для присоединения паровых труб. Сопла изготовлены из нержавеющей стали, которые при ремонте коробки заменяются.

Распределительная плита (рис. 156) отлита из чугуна СЧ15—32, верхняя полость которой имеет пять направляющих ребер. Установленные в головке питающей трубы два направляющих щитка позволяют изменять количество подаваемого угля на правую или левую сторону колосниковой решетки. В нижней части распределительной плиты 12 (см. рис. 154) для ее охлаждения расположены отверстия диаметром 12 мм, через которые воздух поступает в топку.

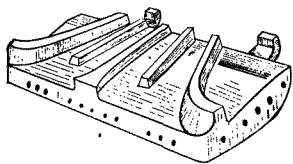


Рис. 156. Распределительная плита углеподатчика

Паропроводы углеподатчика паровоза Л показаны на рис. 157. Пар от пароразборной колонки котла разветвляется с левой стороны лобового листа на два трубопровода основного паропровода 1, идущего к паровой машине, и второго трубопровода, который имеет две сходящиеся ветви. От основного паропровода 1, идущего

щего к машине, слева расположен паропровод 5 с вентилем 6. Паропровод 5 подходит к паровой колонке 2, а вентиль 6 является главным сопловым вентилем. Паровая колонка 2 имеет пять отводов с регулирующими вентилями для питания сопел паром. От паровой колонки соответственно отходят к сопловой коробке пять трубопроводов. На левой ветви второго трубопровода установлен вентиль 3, который служит для регулирования подачи пара в машину. На правой ветви расположен дополнительный вентиль 4, который также служит для регулирования подачи пара в машину углеподатчика.

В целях обеспечения контроля давления пара в камерах сопловой коробки в будке машиниста установлены три манометра. Большой 8 посередине щитка имеет две стрелки, из которых одна (черная) показывает давление пара в нижней камере сопловой коробки, а вторая (красная) показывает давление пара в подводящем паропроводе паровой машины углеподатчика.

Левый манометр 7 показывает давление пара в левой верхней камере сопловой коробки, а правый манометр 9 соответственно давление пара в правой верхней камере сопловой коробки.

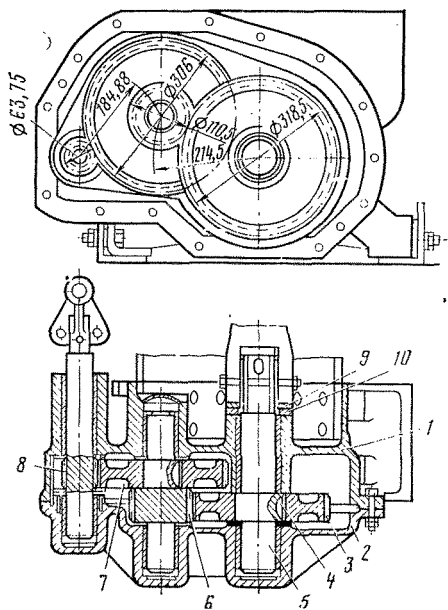
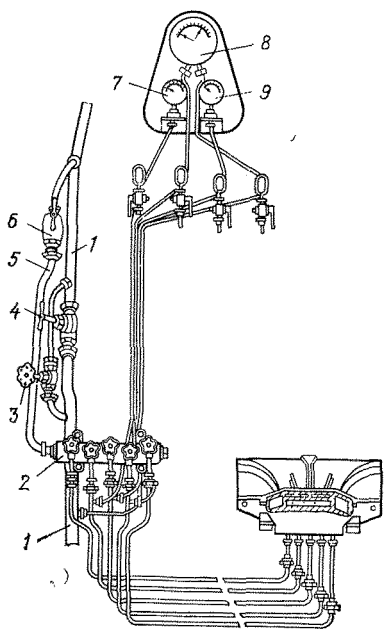


Рис. 157. Паропроводы углеподатчика:

1 — паропровод к паровой машине; 2 — паровая колонка; 3 — регулирующий вентиль; 4 — дополнительный вентиль; 5 — паропровод к паровой колонке; 6 — вентиль; 7, 8, 9 — манометры

Рис. 158. Редуктор углеподатчика С-3:

1 — корпус; 2 — крышка; 3, 7 — зубчатые колеса; 4 — шпонка; 5 — вал; 6 — промежуточная шестерня; 8 — ведущая шестерня; 9, 10 — упорные шайбы

Количество подводимого пара к соплам регулируется главным вентилем 6, открытие которого позволяет направить пар в сопловую коробку. С помощью регулирующих вентилей открывают доступ пара и регулируют количество пара, поступающего в каждую камеру сопловой коробки. При постоянно открытых регулирующих вентилях дальнейшее открытие главного вентиля 6 приводит к увеличению количества пара, подводимого к соплам и повышению его давления.

Редуктор угледатчика предназначен для уменьшения частоты вращения конвейерных винтов до 22 об/мин при вращении вала паровой машины 300 об/мин. Корпус редуктора 1 (рис. 158), изготовлен из стали и закреплен болтами к корыту угледатчика. Малая ведущая шестерня 8 редуктора установлена на валу, который соединен с помощью приводного вала с коленчатым валом паровой машины угледатчика. Малая шестерня через промежуточную шестерню 6 находится в зацеплении с большим зубчатым колесом 3, которое насажено на вал 5, соединенный с большим конвейерным винтом угледатчика. Цапфы валов редуктора установлены на бронзовых втулках в корпус редуктора. Шестерни и зубчатые колеса на валах редуктора закреплены с помощью сегментных шпонок.

Для смазывания шестерен, зубчатых колес и втулок редуктора используют осевое масло, которое заливают в его корпус по трубке на торцевой части корпуса редуктора. К втулке вала ведущей шестерни 8 масло подается по трубке от масленки, установленной на тендере паровоза. Втулки редуктора, запрессованные в корпус и крышку редуктора, изготовлены из бронзы ОЦС4-4-17. Шестерни редуктора сделаны из стали 40Х. Из стали 40Х также изготовлены упорные кольца, воспринимающие осевые усилия у валов редуктора.

Привод редуктора через свой шарнирный узел передает вращение вала паровой машины угледатчика от редуктора к конвейерному винту. На конце телескопического приводного вала установлены шарниры, имеющие в поперечном сечении форму квадрата.

Паровая машина угледатчика представляет двухцилиндровую машину простого действия, горизонтального типа, однократного расширения с реверсивным приспособлением, работающая с постоянным наполнением цилиндров, равным 0,9.

Основные технические характеристики паровой машины угледатчика:

Наибольшее рабочее давление пара, МПа	0,6
Число цилиндров, шт.	2
Диаметр цилиндров, мм	130
Ход поршня, мм	128
Рабочая частота вращения, об/мин	300
Диаметр золотника, мм	40
Ход, мм	28
Перекрыша впуска, мм	4

Перекрытия выпуска, мм	1
Линейное предварение впуска, мм	1.25
Угол опережения, град	22
Максимальный вращающий момент, кгм	28

В цилиндрическом блоке (рис. 159) расположены цилиндры и золотники 9 машины. Поршень 15 установлен в цилиндре и соединен скалкой 17 с ползуном 5 (кулаком). В золотниковой камере, которая расположена наклонно, запрессована втулка 8, установлен

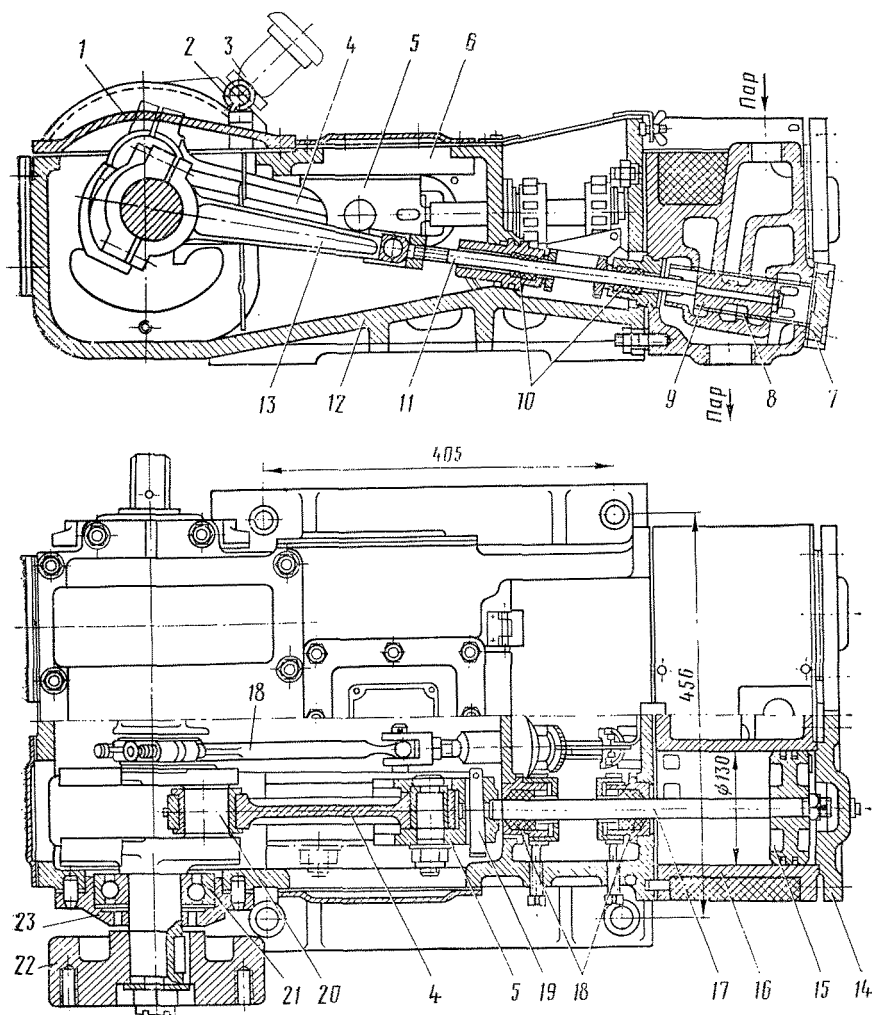


Рис. 159. Разрез паровой машины углеподатчика С-3:

1, 7, 14, 23 — крышки; 2 — масломер; 3 — патрубок; 4 — шатун; 5 — ползун; 6 — направляющая; 8 — золотниковая втулка; 9 — золотник; 10 — сальник скалки золотника; 11 — золотниковая скалка; 12 — картер; 13 — эксцентриковая тяга; 15 — поршень; 16 — цилиндрический блок; 17 — скалка поршня; 18 — сальник скалки поршня; 19 — клин; 20 — коленчатый вал; 21 — шариковый подшипник; 22 — маховик

цилиндрический золотник 9, соединенный с помощью скалки 11 с эксцентриковой тягой 13. Тяга 13 надета на эксцентричную шейку коленчатого вала. Коленчатый вал 20 на одном конце имеет маховик 22, который обеспечивает равномерную работу машины. Другой его конец откован под квадрат для соединения с шарниром передаточного вала редуктора. На две шейки кривошипов коленчатого вала надеты задние головки шатунов 4, передние головки которых соединены с ползуном 5. Ползун 5 установлен в направляющих 6 и соединен с помощью клина 19 со скалкой поршня 17. Коленчатый вал паровой машины откован из стали 40Х и установлен на двух шариковых подшипниках, расположенных в чугунных крышках картера 12, который соединен с цилиндрическим блоком. Чугунный картер 12 служит для размещения коленчатого вала, движущего и парораспределительного механизма машины. Для их смазки используется масло, заливаемое в картер через патрубок 3, который установлен на крышке 1 блока цилиндров. Сальники 10 и 18 предохраняют утечку масла из картера и пропуск пара из цилиндров. Поршень цилиндра и диск золотника имеют по два чугунных уплотняющих кольца.

Головка шатуна паровой машины у коленчатого вала разъемная, имеет крышку и два бронзовых вкладыша, залитых баббитом. Крышку головки шатуна соединяют с шатуном с помощью двух болтов и гаек.

Неразъемную головку шатуна соединяют с ползуном (кулаком) 5 через запрессованную бронзовую втулку.

Эксцентриковая тяга также имеет разъемную головку с бронзовыми вкладышами и запрессованную на противоположном конце бронзовую втулку. Парораспределительный механизм паровой машины золотникового типа. Золотник 9 укреплен на скалке 6-7 (рис. 160) и закреплен корончатой гайкой. Второй конец скалки ввернут в вилку 4, в которую вставлен валик 11, соединяемый с эксцентриковой тягой 12. Отверстие Б у малой головки и углубление А у затылочной части большой головки служат для подвода масла к трущимся поверхностям.

Регулирование парораспределения производится изменением длины золотниковой скалки при открытых цилиндрических и золотниковых крышках, а также верхней крышки над ползуном (кулаком). Поршень регулируемого цилиндра устанавливается в заднее крайнее положение, тогда золотник регулируемого цилиндра располагается так, чтобы расстояние между торцом золотника и торцом золотниковой втулки равнялось 43,25 мм. После этого поршень перемещается в переднее крайнее положение, и торец золотника при этом должен отстоять от торца втулки на расстоянии 53,65 мм. После регулировки гайку 5 закрепляют. Существует и второй способ регулирования парораспределения, где также производится отъемка только золотниковых крышек и крышки над ползуном. Золотники в этом случае устанавливаются в крайнее положение с таким расчетом, чтобы расстояние от торцевой по-

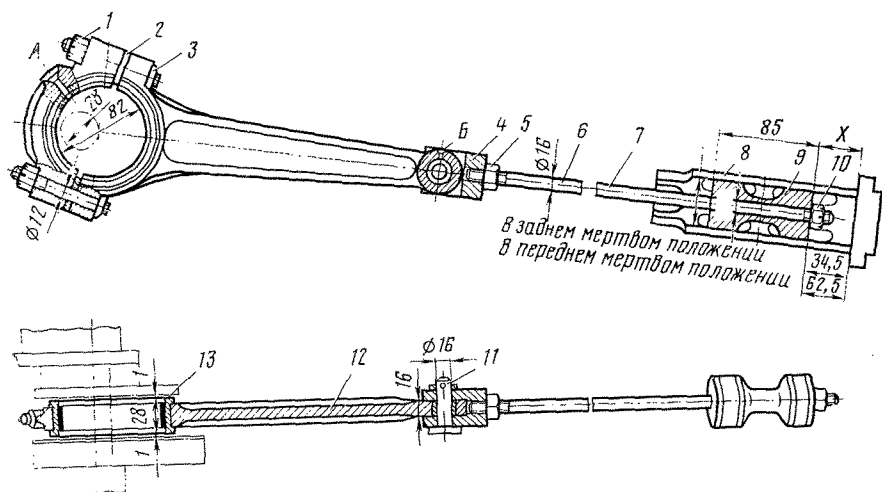


Рис. 160. Парораспределительный механизм паровой машины углеподатчика С-3:

1 — гайка; 2 — прокладка; 3 — болт; 4 — вилка; 5 — гайка; 6-7 — скалка золотника; 8 — золотниковая втулка; 9 — золотник; 10 — гайка; 11 — валик; 12 — эксцентриковая тяга; 13 — вкладыш

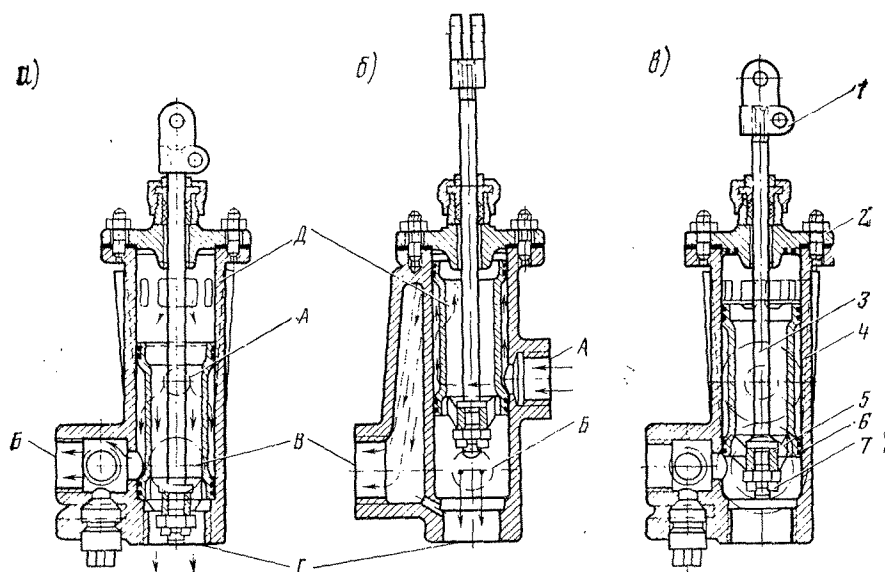


Рис. 161. Реверсивный золотниковый клапан:

1 — вилка; 2 — крышка; 3 — скалка; 4 — корпус; 5 — золотник; 6 — уплотняющее кольцо; 7 — гайка

верхности золотника до торца втулки при крайнем положении к крышке составляло 34,5 мм, а в другом крайнем положении к валу — 62,5 мм. Если выдержать эти размеры не удастся, следует проверить зазоры у вкладышей эксцентриковой тяги между втулкой и валиком малой головки. Регулировку обоих золотников производят одинаково.

Смазывание движущихся частей: коленчатого вала, шатунов, эксцентрикового устройства, параллелей, паровой машины углеподатчика осуществляется маслом, которое заливается в масляную полость картера.

Смазывание цилиндров паровой машины производится маслом из конденсационной масленки, установленной на пароподводящей трубе.

Пуск машины углеподатчика производится с помощью вентиля, расположенного в будке машиниста на паропроводе, идущем к паровой машине. Изменение хода машины осуществляется реверсивным клапаном золотникового типа, установленным на пароподводящей трубе.

Реверсивный золотниковый клапан (рис. 161) состоит из чугунного корпуса 4, золотника 5 и скалки 3. Перемещение золотника производится ручным приводом, выведенным в контрбудку. Клапан имеет три положения:

а — передний ход — рукоятка вниз. Золотник находится в нижнем положении. Пар поступает из трубопровода в отверстие *А*, откуда через пространство между золотником и стенкой клапана и далее через отверстие *Б* направляется в машину. Машина вращает транспортирующие винты, которые подают уголь в топку. Отработавший пар поступает в отверстие *В*, поднимается к окнам *Д* и через полость золотника направляется на выхлоп в отверстие *Д* и отводится в камеру обогрева корыта углеподатчика;

б — задний ход — рукоятка вверх. В этом положении золотника пар через отверстие *А* и кольцевое отверстие между стенками корпуса и золотника проходит к окнам *Д* и далее через отверстие *Г* поступает в машину. Отработавший пар поступает через отверстие *Б* в отверстие *Д*.

В этом положении вращение машины происходит в противоположную сторону и конвейерные винты вращаются в обратную сторону;

в — остановка — рукоятка в среднем положении. Золотник, находясь в среднем положении, разобщает отверстие *А* с отверстиями *Б* и *В*. Паровая машина не работает, подачи угля нет. Летом, когда нет необходимости в подогреве корыта углеподатчика, отработавший пар направляется в маслоотделитель, чтобы избежать загрязнения питательной воды маслом.

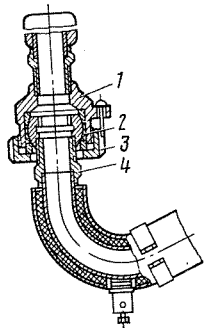


Рис. 162. Шаровое соединение трубопровода:

1 — обойма; 2 — пробка; 3 — гайка; 4 — штуцер

Паровая машина углеподатчика работает на насыщенном паре, который поступает из пароразборной колонки, установленной на котле.

Для предотвращения возможной перегрузки машины углеподатчика на ее паропроводе установлен предохранительный клапан, который срабатывает при давлении выше 0,65 МПа и выпускает излишек пара в атмосферу. В предохранительном клапане расположен клапан, который служит для удаления скопившегося во время работы конденсата.

Для подвода пара к паровой машине углеподатчика предусмотрен шарнирный паропровод с тремя шаровыми соединениями, которые компенсируют перемещение паровоза относительно тендера. Все шаровые соединения имеют вертикальное расположение относительно оси паропровода. Шаровое соединение (рис. 162) состоит из обоймы 1 с накидной гайкой 3, между которыми размещается два уплотнительных кольца. Между кольцами помещается шаровая головка, навернутая на штуцер 4.

§ 48. Песочница

При трогании с места и движении с поездом по участкам пути сила тяги паровоза затрачивается на преодоление возникающих при этом сопротивлений движению. Для реализации силы тяги паровоза необходимо хорошее сцепление между колесом и рельсом, чтобы не было буксовки, т. е. когда колесо вращается, а паровоз не перемещается. Буксование паровоза может быть при влажных и загрязненных рельсах, а также при резком открытии регулятора во время трогания паровоза с поездом с места или при движении по подъему и на кривых участках пути.

В целях предупреждения буксования на рельсы под бандажи колесных пар паровоза подается сухой песок. Запас сухого песка на паровозе хранится в песочнице, которая представляет собой сварной резервуар, расположенный в цилиндрической части котла у сухопарника. Резервуар песочницы имеет в верхней части сетку с 2-миллиметровыми отверстиями для просеивания песка. Дно песочницы выполнено в виде двускатной крыши, что позволяет перемещаться песку самотеком. Объем резервуара около 0,5 м³. По бокам резервуара вварены патрубки с форсунками для подачи песка в песочные трубы. В форсунки посту-

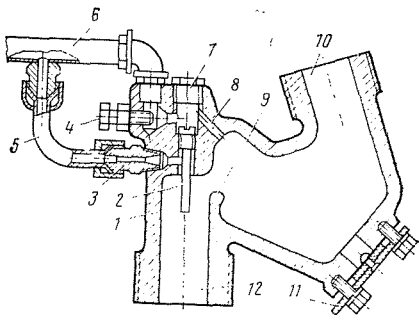


Рис. 163. Форсуника воздушной песочницы:

1 — корпус; 2 — сопло; 3 — штуцер сопла; 4 — регулировочный винт; 5 — колено; 6 — труба; 7 — пробка; 8 — канал; 9 — порог; 10, 12 — патрубки; 11 — люк

пает сжатый воздух через кран песочницы, который расположен в будке машиниста. Форсунка песочницы показана на рис. 163. Корпус форсунки 1 представляет собой полую коленообразную чугунную отливку.

Порог в форсунке, образованный поворотом колена, предусмотрен с целью предупреждения высыпания песка самотеком.

Верхний отросток форсунки соединяют накидной гайкой с патрубком 10, выходящим из нижней части резервуара и по которому песок подается из песочницы в форсунку. С нижним отростком форсунки через патрубок 12 соединяют с помощью накидной гайки песочную трубу.

Сжатый воздух к форсунке подводится по трубке, соединенной накидной гайкой со штуцером, который ввернут в корпус форсунки и соединен с соплом 2.

В нижней части корпуса имеется люк 11, который служит для прочистки корпуса и проверки исправности распыливающего устройства форсунки. Воздух, который поступает по трубе 6, направляется в канал 8 и проходит в корпус к соплу 2 форсунки. Из канала 8 струя воздуха попадает непосредственно в среднюю часть корпуса и разрыхляет поступающий из резервуара песок. Воздух, выходящий из сопла 2, силой струи направляет песок через патрубок 12 в песочную трубу под бандажи колес паровоза.

Для регулирования количества воздуха, идущего на подачу песка, ввернут штуцер сопла 3 с диаметром отверстия 5 мм.

Регулирующий винт 4 с контргайкой служит для изменения количества подаваемого в корпус форсунки воздуха, а также для выключения указанной форсунки из работы.

Регулирование работы форсунки винтом 4 производится из расчета подачи 1 кг песка в 1 мин. После регулирования винт 4 должен быть заплombирован совместно с пробкой 7. С целью предупреждения буксовки колес песок подается на рельсы заблаговременно.

Все песочные трубы установлены впереди бандажей колесных пар.

Подача песка и впуст воздуха в форсунки песочниц производятся с помощью крана (рис. 164), ручка которого имеет пять положений.

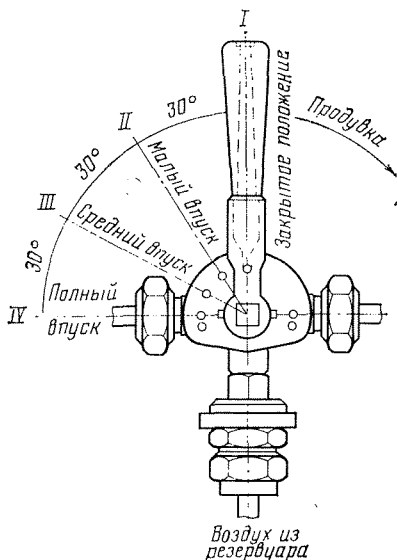


Рис. 164. Положение ручки крана песочницы

§ 49. Скоростемер

В целях обеспечения безопасности движения поездов паровозы оборудуют скоростемерами. В пути следования по нему машинист следит за скоростью поезда, не допуская ее превышения при соблюдении графика движения, а также при маневровых передвижениях. Локомотивный скоростемер типа СЛ-2М показывает скорость движения локомотива, время в часах и минутах, количество пройденных километров (пробег локомотива) за рейс и суммарный до 100 тыс. км. Одновременно на диаграммной ленте осуществляются следующие записи: скорость движения локомотива; пробег в километрах; длительность пробега локомотива, остановки продолжительностью до 24 ч; направление движения локомотива (передний или задний ход); режим движения и торможение поезда. Кроме того, на диаграммной ленте записывается положение автоматической локомотивной сигнализации с автостопом АЛСН (включенное или выключенное) и показание сигнальных огней локомотивного светофора (зеленого, желтого, желтого огня с красным).

Скоростемер СЛ-2М измеряет и записывает скорость движения локомотива от 0 до 150 км/ч с точностью ± 2 км/ч и состоит из приводного вала 7 (рис. 165), масленки 8, чугунного корпуса 1, звонка максимальной скорости 9, откидной крышки 2, регистрирующего механизма, замка 10, ключа 3 завода часов, а также циферблата со стрелками, счетчика километров, индикатора тормозного давления и соединительной гайки. С помощью приводного вала 7 к механизму скоростемера передается вращательный момент от колесной пары через редуктор и привод. Передача вращения от колеса к редуктору осуществляется посредством пальца, ввернутого на резьбе в торец ступицы колеса. Палец соединяется с вилкой, укрепленной на валу редуктора.

Обратному направлению (заднему ходу) локомотива соответствует вращение приводного вала (против часовой стрелки).

Кинематическая схема измерителя скорости показана на рис.

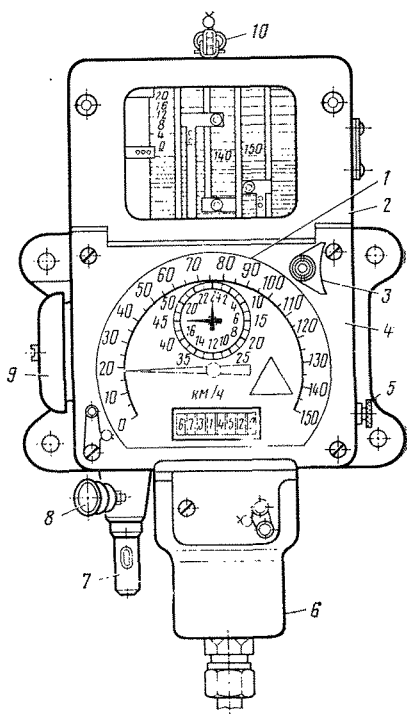


Рис. 165. Скоростемер СЛ-2М:

1 — корпус; 2 — откидная крышка; 3 — ключ для завода часов; 4 — передняя стенка; 5 — ключ счетчика; 6 — регистратор тормозного давления; 7 — приводной вал; 8 — масленка; 9 — звонок предельной скорости; 10 — замок

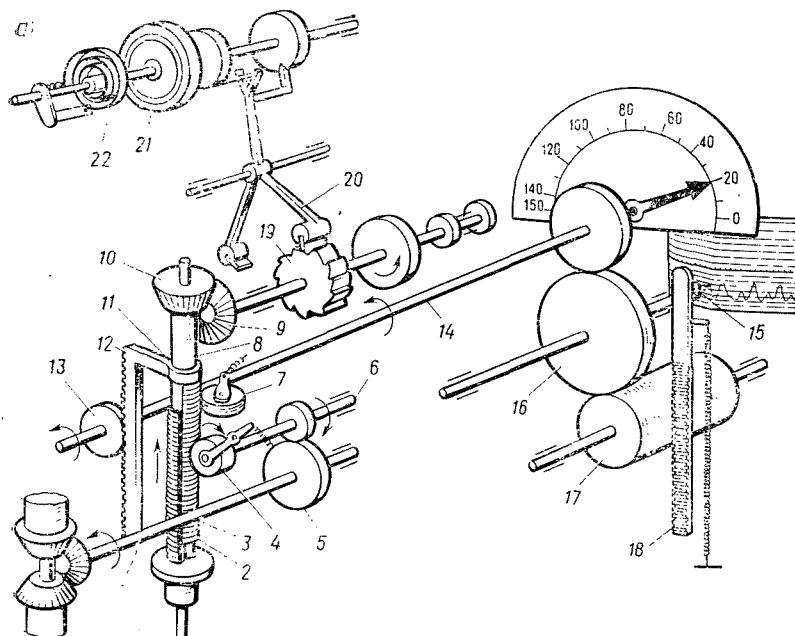


Рис. 166. Кинематическая схема измерителя скорости скоростемера (а), фрагмент
1 — основная ось; 2 — шлицевой валик; 3 — сегмент; 4 — ведущий валик; 5 — шестерня основ
10 — конические шестерни; 11 — поводок; 12 — зубчатая рейка; 13, 16, 17 — шестерни; 14 —
ное колесо; 20 — анкерная вилка; 21 — баланс; 22 — заводная пружина

166, а. Измеритель скорости является основным узлом скоростемера. Назначение измерителя скорости состоит в том, чтобы фиксировать и давать показания средней скорости движения локомотива за каждую секунду. Измеритель (рис. 166, а) состоит из сегментного устройства, часового механизма и механизма подзавода. С помощью сегментного устройства обеспечивается измерение пройденного пути, а с помощью часового механизма измерение времени. Совместная работа этих двух узлов обеспечивает фиксацию скорости движения локомотива. Механизм подзавода передает часовому механизму необходимый вращающий момент.

Сегментное устройство состоит из вертикального шлицевого валика 2 с тремя канавками, по нему могут перемещаться три сегмента 3, имеющие на наружной поверхности нарезку для зацепления с ведущим валиком 4 и фиксирующим роликом 7.

Ведущий валик 4, насаженный на горизонтальную ось, постоянно находится в зацеплении с одним из сегментов 3 и получает вращение от основной оси 1 прибора и через шестерню 5 зубчатой передачи. Частота вращения валика пропорциональна скорости движения локомотива. При вращении ведущего валика сегмент, находящийся с ним в зацеплении, поднимается по вертикали. За 1 с сегмент поднимется на 40 мм. Это соответствует частоте

Измерение скорости движения локомотива обеспечивается следующим образом. Сверху на шлицевой валик надет специальный поводок 11, который прилегает к верхним торцам сегментов. К поводку прикреплена зубчатая рейка 12, которая зацепляется с зубчатым колесом 13, установленным на оси 14 указателя скорости. На другом конце оси укреплен стрелка указателя скорости.

При очередном подъеме сегмент поднимает поводок с рейкой, тем самым вращая зубчатое колесо указателя скорости, установленное в конце оси. При этом обеспечивается вращение оси 14 на угловую величину, которая соответствует скорости в километрах в 1 ч. Одновременно с этим рейка записи скорости 18 с писцом 15 получает перемещение от оси указателя скорости через систему зубчатых передач, что обеспечивает регистрацию на ленте соответствующей скорости движения локомотива.

Часовой механизм измерителя обеспечивает регулирование частоты вращения шлицевого валика.

Часовой механизм состоит из импульсного колеса 19, анкерной вилки 20 и баланса 21, на котором имеется заводная пружина 22. Механизм измерителя скорости по сравнению с обычным часовым механизмом имеет следующие особенности:

цикл работы часового механизма скорости равен 3 с; импульсное колесо имеет 15 зубьев и обеспечивает переход сегментов с ведущего валика на зацепление с фиксирующим роликом; наличие специальных скосов на палетах анкерной вилки обеспечивает начало работы механизма без воздействия извне; механизм имеет постоянно заведенную пружину, а также возможность периодически подзаводиться от основной оси прибора.

Регистратор направления движения служит для записи на ленте скоростемера обратного направления движения локомотива. Втулка, установленная на приводном валу, вращается вместе с валом при его вращении против часовой стрелки. При вращении вала по часовой стрелке втулка остается неподвижной, что обеспечивается фиксатором, зуб которого входит в паз вала при заднем ходе локомотива.

Счетчик километров скоростемера предназначен для отсчета суммарного и рейсового пробега локомотива и состоит из восьми цифровых барабанов.

Часовой механизм предназначен для показания времени по циферблату и его регистрации на ленте скоростемера. Запись времени на ней производится как в пути следования, так и на стоянках локомотива. Механизм часов работает самостоятельно независимо от других узлов скоростемера.

Регистрирующий механизм скоростемера расположен в верхней его части и состоит из лентопротяжного и записывающего механизмов.

Лентопротяжный механизм приводится в движение от основной оси скоростемера через систему передач. Запись на ленте производится латунными писцами диаметром 0,8 мм. Скорость лентопротяжного валика строго соответствует скорости движения локо-

мотива. Для протягивания диаграммной ленты на валике имеется три ряда наколов, которые показывают пройденный локомотивом путь в километрах.

Индикатор тормозного давления служит для измерения и регистрации на ленте скоростемера изменения давления воздуха в тормозной магистрали.

Индикатор состоит из цилиндрического корпуса, внутри которого размещается сильфон, который сжимается под давлением воздуха, поступающего из тормозной магистрали, в результате чего дно сильфона перемещает жестко связанную с ним рейку, которая с помощью рычагов связана с писцом.

В зависимости от характера торможения краном машиниста (ступенчатое, служебное или экстренное) осуществляется запись на ленте скоростемера изменения давления, на основании которой легко определяют характер торможения.

Из изложенного следует, что принцип работы скоростемера заключается в работе трех основных узлов: измерителя скорости, часового механизма и регулятора давления, которые кинематически между собой не связаны.

Для периодической проверки бдительности машиниста и контроля скорости на локомотивах, оборудованных автоматической локомотивной сигнализацией непрерывного типа (АЛСН), а также для записи положения автостопа с АЛСН (включенного или выключенного), периодического нажатия рукоятки бдительности и показаний сигнальных огней локомотивного светофора на скоростемере СЛ-2М установлено контактно-регистрирующее устройство. Это устройство предназначено для автоматического контроля скорости при проследовании локомотивом путевого светофора с желтым и красным огнями, а также появлении желтого огня с красным и красного огня на локомотивном светофоре и периодической проверки бдительности машиниста.

Расшифровка записей на скоростемерной ленте паровоза. Верхнее поле диаграммной ленты (см. рис. 166, б) скоростемера шириной 30 мм имеет разлиновку через каждые 5 мм с цифрами 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 для записи времени в минутах. На этих же линиях помещены цифры 0, 4, 8, 12, 16, 20, 24 для регистрации времени в часах. Масштаб записи времени 1 мм = 1 мин.

При стоянке паровоза лента не передвигается, поэтому минутный писец пишет на ленте вертикальную линию, поднимаясь за каждую минуту на 1 мм. Во время движения паровоза лента передвигается, в результате чего при одновременном перемещении вертикально писца времени и горизонтального перемещения ленты запись времени в минутах производится по наклонной линии. Наклон этой линии будет под разным углом в зависимости от скорости перемещения ленты, т. е. в зависимости от скорости передвижения паровоза.

Каждые полчаса минутный писец поднимается на 30 мм по вертикали и после этого опускается вниз в исходное положение, про-

черчивая на ленте вертикальную линию. Также по вертикали производится и накол времени в часах. Расстояние между двумя соседними наколами по вертикали составляет 1,25 мм. Наколы времени в часах располагаются влево от получасового спада минутной записи на расстоянии 6 мм.

На верхнем поле ленты регистрируется положение автостопа (включенное или выключенное) и показания огней локомотивного светофора (красного, желто-красного, желтого). Нижнее поле служит для записи скорости, давления воздуха в тормозном цилиндре, регистрации заднего хода и регистрации пройденного пути.

Ширина нижнего поля диаграммной ленты составляет 40 мм и разделена горизонтальными линиями, на которых поставлены цифры 0, 10, 20, 30 и так далее до 150. По этим линиям определяется скорость движения поезда, которая записана на ленте. При записи скорости складываются два направления движения: движение ленты по горизонтали и движение писца по вертикали. Таким образом, запись скорости на ленте получается в виде кривой, причем чем больше скорость паровоза, тем выше располагается кривая скорости относительно нулевой линии (линии нижних наколов).

Для определения скорости движения поезда на данном участке пути необходимо измерить высоту кривой скорости относительно нулевой точки записи скорости, которая соответствует нижним наколам для отсчета пройденных поездом километров.

Во время работы скоростемера лента протягивается лентопротяжным барабаном, на котором имеются три пояса игл. Иглы захватывают ленту, протягивают ее и оставляют на ленте наколы в нижней, средней и верхней ее частях. Расстояние между двумя смежными наколами равно 5 мм, что соответствует 1 км пути, пройденного паровозом. По количеству километровых наколов определяется путь.

Писцы скорости и времени расположены на одной вертикали. В средней части поля записи скорости отмечается давление воздуха в тормозном цилиндре. Если давление воздуха в тормозном цилиндре равно нулю, то писец, записывающий это давление, будет находиться на линии скорости, равной 50 км/ч, что соответствует записи на линии нулевого давления.

Если машинист применяет режим торможения, то в тормозном цилиндре повышается давление, и писец ее записи при неподвижной ленте, когда поезд стоит, начертит на ленте вертикальную линию.

При движении поезда, если машинист применит тормоза, на ленте это будет отмечено зигзагообразной линией, показывающей режим торможения, который выполнил машинист. По величине зигзагов можно определить, какое было произведено торможение (экстренное, служебное, ступенчатое).

Запись торможения на ленте сдвинута на 20 мм вправо от места записи скорости и соответствующего времени.

Регулировка пружин сильфона регистратора давления на стенде производится по подъему писца на 25 мм от нулевой линии дав-

ления воздуха в тормозном цилиндре (линия скорости 50 км/ч) при давлении 0,5 МПа. Подъем писца на 25 мм при давлении в тормозном цилиндре 0,5 МПа определяет среднюю величину масштаба давления: 1 мм соответствует давлению 0,02 МПа. В действительности примерный масштаб записи давления воздуха в тормозном цилиндре с учетом изменения жесткости пружины соответствует следующим величинам:

0,05 МПа — 1,5 мм; 0,1 МПа — 4,0 мм; 0,2 МПа — 10 мм;

0,3 МПа — 15 мм; 0,4 МПа — 20 мм; 0,5 МПа — 25 мм.

Регистрация на ленте скоростемера параметров АЛСН. Линии записи включенного положения автостопа, красного, желто-красного и желтого огней располагаются на верхнем поле скоростемерной ленты и накладываются на линию записи времени.

До включения в действие устройств АЛСН, когда поезд находится в движении, лента передвигается и писцы регистрации положения автостопа, красного, желто-красного и желтого огней локомотивного светофора осуществляют запись соответственно выключенного положения автостопа и негорящих огней локомотивного светофора в виде прямых горизонтальных линий, смещенных в верхнем положении. В момент включения ЭПК становится под напряжение электромагнит, соответствующий огню локомотивного светофора и перемещающий связанный с ним писец на 2—2,8 мм вниз по вертикали.

При движении паровоза лента скоростемера передвигается и писец прочерчивает на ней смещенную вниз прямую горизонтальную линию до тех пор, пока электромагнит будет находиться под напряжением.

Для определения скорости движения поезда в любой момент горения красного или желто-красного огней локомотивного светофора необходимо на ленте от места, для которого определяется скорость, отложить в левую сторону 20 мм и на кривой скорости определить искомую скорость. Для определения места и скорости движения в момент срабатывания или выключения ЭПК необходимо на линии от места смещения записи отложить влево 42,5 мм и определить необходимые данные на линии записи скорости. Для определения скорости движения поезда в момент горения желтого огня на локомотивном светофоре необходимо на ленте от места записи, для которого определяется скорость, отложить вправо 27 мм и на кривой скорости найти ее величину.

При использовании в схеме скоростемера устройств АЛСН он не только указывает скорость движения, но также переключает электрические цепи в зависимости от скорости следования и сигнальных показаний, вызывая тем самым звучание свистка ЭПК, а в отдельных случаях и действие автостопа.

Использование скоростемера в схеме АЛСН является значительным и необходимым условием, повышающим безопасность движения поездов.

§ 50. Турбогенератор

На паровозах разных серий для питания цепей освещения автоматической локомотивной сигнализации с автостопом, радиостанции, контрольных приборов устанавливают турбогенераторы ТГ-М или ТГ-1Р. Турбогенератор ТГ-1Р имеет мощность 1 кВт, напряжение 50 В. Потребляемая мощность всех ламп освещения и прожектора равна 1000 Вт, поэтому для них достаточно одного турбогенератора. Второй генератор используется для обслуживания автостопа, радиостанции и других приборов, потребляющих электроэнергию. При отказе первого второй можно использовать и для освещения.

На паровозе Л турбогенератор ТГ-М имеет следующую характеристику:

Мощность, кВт	1
Напряжение, В	50
Ток, А	20
Частота вращения вала, об/мин	3250
Давление пара перед турбиной, МПа	1,2
Расход пара, т/ч	0,5

Турбогенератор (рис. 167) состоит из двух основных частей — паровой и электрической. Паровая часть представляет собой активную паровую турбину, которая установлена на одном валу с генератором постоянного тока и приводит его в движение.

Конструктивно турбогенератор выполнен как машина закрытого типа. Пар, подводимый в турбину из сопла Ловаля, попадает на лопатки, а затем, пройдя на другую сторону котла, вторично направляется кожухом на те же рабочие лопатки. Для предотвращения от разноса рабочего колеса турбина генератора имеет цент-

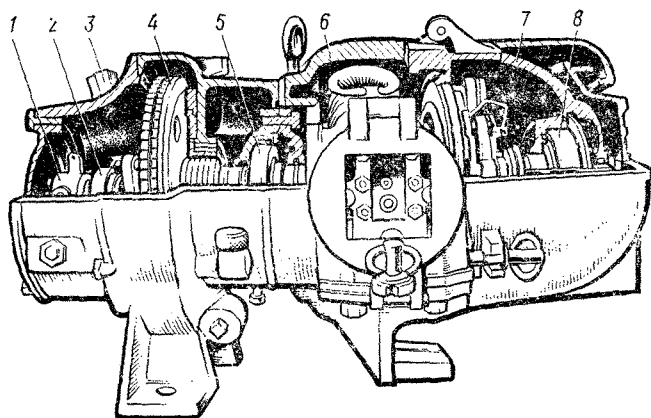


Рис. 167. Общий вид турбогенератора:

1 — рычажная передача; 2 — центробежный регулятор; 3 — регулирующий золотник; 4 — турбина; 5, 8 — шариковые подшипники; 6 — корпус турбогенератора; 7 — внутренний корпус

робежный регулятор. Ротор турбогенератора установлен в корпусе 6 на двух шарикоподшипниках 5, один из которых смонтирован в турбинной части, а второй — со стороны генератора в специальном внутреннем корпусе 7, в котором установлена траверса щеткодержателя. Турбинная часть присоединена к генераторной болтами.

Напряжение генератора регулируют изменением частоты вращения турбины 4 с помощью центробежного регулятора 2 и рычажной передачи 1.

Действие регулятора заключается в следующем. При вращении ротора у грузов регулятора развивается центробежная сила, вследствие чего наружные концы их стремятся удалиться от оси вращения, что вызывает поворот их внутренних концов и воздействие на толкатель. При этом толкатель перемещает влево вдоль оси вставленную в него стальную тарелку. С уменьшением частоты вращения у пружины уменьшается натяжение, и толкатель с тарелкой отходит вправо. Ввертывая или вывертывая обойму из корпуса подпятника, можно уменьшить или увеличить зазор между тарелкой толкателя и подпятником, тем самым включить в работу регулирующий золотник 3 при большей или меньшей частоте вращения.

Регулирующий золотник действует следующим образом. Пар, поступающий в турбину из паровпускной трубы, проходит сетку-фильтр и входит в каналы корпуса. При перемещении поршня уменьшается проходное сечение для впуска пара, чем снижается мощность турбины и как следствие частота вращения.

При перемещении же поршня усилием пружины книзу площадь прохода для пара увеличивается и одновременно повышается частота вращения. Сверху регулирующий золотник прижимается конической пружиной, один конец которой упирается в крышку золотника, а второй — в заглушку-пробку, в которую ввернут удерживающий пружину винт. Необходимую частоту вращения, при которой обеспечивается напряжение 50 В, можно устанавливать у трех узлов: у центробежного регулятора с помощью регулирующих болтов, у регулирующего рычага посредством обоймы и у регулирующего золотника изменением положения поршня относительно корпуса.

Для правильной работы турбогенератора следует всегда иметь регулирующий золотник, собранный из деталей, имеющих альбомные размеры. При регулировании кромка поршня регулирующего золотника должна быть установлена в положение, при котором она совпадает с торцевой поверхностью корпуса.

Генератор имеет четыре главных полюса и волновую обмотку якоря. Добавочные полюсы в ней отсутствуют. Монтажная схема генератора показана на рис. 168. Суммарный радиальный зазор между полюсами и якорем составляет 1 мм.

Секция якоря состоит из четырех витков. Коллектор якоря имеет диаметр 83 мм; миканитовая изоляция коллекторных пластин продорожена на глубину 0,8 мм. Щетки размером 12,5×25×

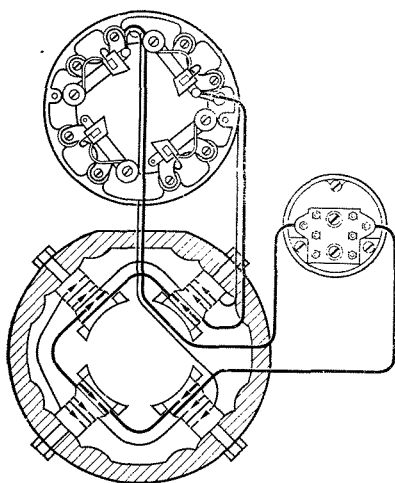


Рис. 168. Монтажная схема генератора

×35 мм сделаны из угля ЭГ8. По мере уменьшения диаметра коллектора обойму и щетки следует установить с таким расчетом, чтобы зазор между ней и коллектором был не более 2 мм. Поверхность коллектора должна быть всегда чистой и гладкой.

Для смазывания турбогенератора применяют турбинное или веретенное масло. Если при остановленном турбогенераторе уровень масла ниже края масленки, то следует добавить его до полного уровня. С целью предотвращения коррозии следует периодически вводить небольшое количество чистого машинного масла через регулирующий золотник.

Пуск турбогенератора производится с выключенными кнопками распределительного щита. При этом клапан на пароразборной колонке следует открывать медленно, это позволяет конденсату пройти из корпуса турбины в спускную трубу. Чтобы спустить воду из пароподводящей трубы при пуске и остановке турбогенератора, необходимо открыть на ней клапан.

§ 51. Электрооборудование

Паровозы и тендеры основных серий оборудованы электроосвещением по двухпроводной схеме (рис. 169).

На паровозе Л ток, вырабатываемый турбогенератором, через переключатель и предохранитель на 20 А поступает на распределительный щит 6, откуда через предохранители на 6 А распределяется к световым точкам. Одна из кнопок со своим предохранителем обслуживает оба передних буферных фонаря БФ паровоза. Вторая кнопка предназначена для ламп ЛМ, установленных под площадками для освещения движущихся частей паровоза. Третья включает ток в штепсельной розетке ШР в будке паровоза для переносной лампы. Четвертая обеспечивает питание сети в тендер, где установлены лампы: отделения стокерной машины ЛМДС, угольной ямы ЛУЯ и два буферных фонаря тендера БФ. Пятая кнопка включает лампы, установленные в будке машиниста для освещения приборов, расположенных на лобовом листе котла и у поста управления. Всего в этой цепи предусмотрено пять ламп для освещения: водомерных стекол ФВС, потолочного плафона ПЛ, манометров котла ФМ. Шестая кнопка обслуживает лобовой про-

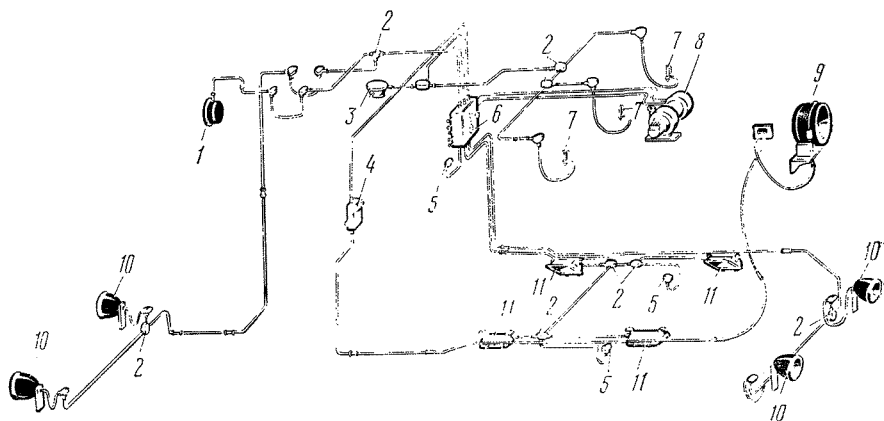


Рис. 169. Схема электроосвещения на паровозе:

1 — лампа угольного ящика; 2 — коробка отключения; 3 — потолочная лампа; 4 — распределительный щит прожектора; 5 — штепсельная розетка; 6 — распределительный щит; 7 — лампа арматуры котла; 8 — турбогенератор; 9 — прожектор; 10 — буферный фонарь; 11 — лампа движущего механизма

жектор ЛП мощностью 500 Вт. В цепи прожектора предусмотрен регулирующий резистор РЛП. В схеме у каждой световой точки смонтирована штепсельная розетка ШР. Световые точки у приборов управления оборудованы лампами мощностью по 10 Вт; все остальные точки в схеме освещения, исключая прожектор, имеют лампы мощностью 25 Вт. Электропроводка уложена в трубах, которые укреплены скобами и болтами.

Провода между паровозом и тендером соединены концевыми коробками и штепсельными разъемами. Для обслуживания паровоза локомотивная бригада использует переносную лампу.

Освещение в будке паровоза двухрежимное. При рабочем режиме свет на приборы падает из щелевидных отверстий плафонов и футляров ламп. При другом режиме зажигаются потолочные плафоны с матовым стеклом.

§ 52. Радиооборудование и автостоп

Автостопы представляют собой систему приборов и устройств, которые в необходимых случаях без участия машиниста производят остановку поезда.

Автостоп действует в определенных точках пути перед сигналами, поэтому он называется точечным. Точечный индуктивно-резонансный автостоп автоматически останавливает поезд перед запрещающим сигналом в тех случаях, когда машинист при появлении свистка автостопа не нажмет на специальную рукоятку, т. е. не подтвердит свою бдительность по наблюдению за сигналами.

Работа автостопа (рис. 170) основана на индуктивном взаимодействии путевых и локомотивных индукторов. Индуктор предста-

влетает собой железный сердечник с навитой на него проволоочной обмоткой, образующей катушку. Катушка соединена с конденсатором, образуя электрический контур, настроенный в резонанс на частоту переменного тока 1000 Гц.

По катушке локомотивного индуктора непрерывно проходит переменный ток, питаемый ламповым генератором. Ток создает в сердечнике индуктора и окружающем пространстве переменный магнитный поток. Когда локомотивный индуктор находится над путевым, магнитный поток проникает в сердечник путевого индуктора, создавая магнитный поток реакции, противоположный потоку локомотивного индуктора. В результате этого происходит значительное понижение тока, протекающего в цепи локомотивного индуктора и связанного с ним приемного реле, и как следствие якорь реле отпадает, что приводит к срабатыванию электропневматического клапана и приборов автоматического тормоза.

В случае когда электрический контур путевого индуктора будет замкнут накоротко контактом, который связан с разрешающим показанием сигнала, условия резонанса в контуре индуктора изменятся. Тогда сопротивление контура переменному току увеличится и индуктированный ток в путевом индукторе будет незначительным, в результате чего ток в локомотивном индукторе не уменьшится и якорь приемного реле не отпадет, а автоостоп не сработает.

Источником питания локомотивных устройств автоостоба на паровозе является турбогенератор ТГ-1М или ТР-1Р.

На каждом паровозе, оборудованном автоостобом, устанавливается по два турбогенератора, один из которых является основным, а второй резервным на случай выхода из строя основного. Переключение питания с основного турбогенератора на резервный

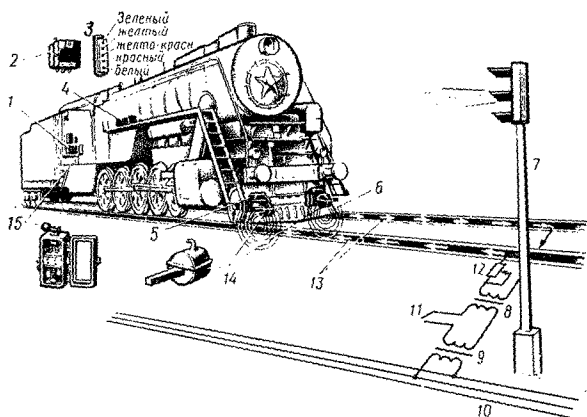


Рис. 170. Схема расположения автоостобного устройства:

1 — электропневматический клапан; 2 — блок счетчика; 3 — локомотивный светофор; 4 — общий ящик с ламповым усилителем и дешифратором; 5 — распределительная коробка; 6 — магнитное поле катушек; 7 — путевой светофор; 8 — путевой трансформатор; 9 — линейный трансформатор; 10 — высоковольтная линия; 11 — контакт трансмиттера; 12 — путевой реостат; 13 — импульсы тока; 14 — приемная катушка; 15 — рукоятка бдительности

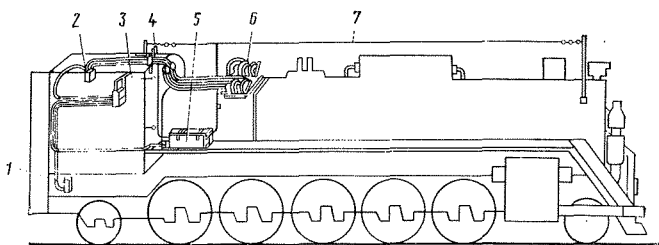


Рис. 171. Схема радиоустановки на паровозе:

1 — переговорное устройство; 2 — переключатель; 3 — пульт управления;
4 — приемная антенна; 5 — радиостанция; 6 — турбогенераторы; 7 — передающая антенна

производится переключателем питания ПТР-49. Оборудование индуктивно-резонансного автостопа включает в себя следующие приборы.

Локомотивный индуктор, предназначенный для создания магнитного потока. На паровозах устанавливают два одинаковых индуктора, один с правой стороны по ходу поезда, а второй на раме тендера между тележками. Рабочая поверхность локомотивного индуктора должна находиться на 130—150 мм выше уровня головки рельса. Ламповый генератор предназначен для получения переменного тока частотой 1000 Гц, необходимого для питания локомотивного индуктора.

Электропневматический клапан обеспечивает связь между электрической частью автостопа и тормозной системой. При запрещающем показании сигнала автостоп подает в течение 7—8 с сигнал бдительности (свисток). Если в течение этого времени машинист не нажмет на рукоятку бдительности, то произойдет экстренное торможение поезда.

Рукоятка бдительности служит также для включения автостопа в работу путем подачи напряжения на катушку электромагнитного вентиля. Контроллер служит для включения в электрическую схему автостопа одного из локомотивных индукторов в зависимости от направления движения.

Счетчик торможения фиксирует количество торможений, произведенных автостопом. Световой указатель (индикатор) предназначен для контроля включенного состояния автостопа.

Выключательные краны в системе автостопа устанавливают в двух местах: на отводе от тормозной магистрали к электропневматическому клапану — для отключения магистрали при повреждении пневматической части автостопа; на отводе от питательной магистрали (главного резервуара к электропневматическому клапану) — для отключения электропневматического клапана при неисправности или снятии его с паровоза.

На участках с электрожелезной системой и полуавтоматической блокировкой применяют автоматическую локомотивную сигнализацию точечного типа с автостопом (двухчастотный автостоп),

являющуюся дальнейшим развитием и усовершенствованием точечного индуктивно-резонансного автостопа. Эта система имеет по сравнению с точечным автостопом значительное преимущество, так как она, кроме принудительного воздействия на тормозную систему, передает показания путевых сигналов в будку машиниста.

Радиооборудование (рис. 171). На паровозах радиооборудование обеспечивает локомотивной бригаде возможность поддерживать связь с поездным диспетчером, дежурными по станции и депо, машинистами локомотивов на участке. На паровозах установлена радиостанция ЖР-3М. В ее комплект входит: приемник, передатчик, антенна, пульт управления, громкоговоритель, микрофонная трубка с кнопкой. Питание радиостанция получает от турбогенератора. Радиостанция выполнена в виде отдельных блоков. Приемопередающее устройство радиостанции с блоком питания смонтировано в герметически закрытом металлическом ящике, который на специальных амортизаторах установлен на площадке паровоза с правой стороны у будки машиниста. Громкоговоритель (динамик) установлен в будке машиниста. Приемопередатчик состоит из трех блоков: приемника, передатчика и блока низкой частоты. Антенна выполнена из медного провода, укрепленного через изоляторы к штангам. Антенна служит для приема и передачи электромагнитных волн к приемопередающему устройству. Один конец антенны — спуск — заземлен на массу паровоза, а второй соединен с согласующим устройством радиостанции. Пульт управления радиостанцией расположен в будке машиниста. Он состоит из устройства, которое включает в себя индикатор напряжения сети, сигнальную лампу, выключатель сетевого напряжения — тумблер и пять кнопок. Тумблер служит для включения громкоговорителя и кнопки-тангенты на микрофонной трубке. Кнопки имеют обозначения: ДНЦ1, ДНЦ2, ДСП и «Локомотив». Они служат для вызова соответствующего абонента: диспетчера, дежурного по станции и машинистов локомотивов на участке. Пятая кнопка служит для переключения радиостанции на второй канал. Сигнальная лампа указывает на включенное положение радиостанции.

Раздел VI. РЕМОНТ ПАРОВОЗА, ТЕНДЕРА И СПЕЦИАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Глава 18

ОРГАНИЗАЦИЯ РЕМОНТА ПАРОВОЗОВ В ДЕПО

§ 53. Общие сведения

Локомотивные депо представляют собой индустриальные предприятия, оснащенные современным оборудованием и механизмами. Система сетевого планирования и управления ремонтом позволяет повысить производительность труда и сократить простой паровозов на ремонте. Диспетчеризация обеспечивает эффективный контроль и оперативное руководство ремонтными цехами. На подъемочном и промывочном ремонтах могут быть внедрены сетевые графики, что позволяет обеспечить ритмичность в работе цехов с высоким качеством ремонта паровозов.

Сетевые графики предусматривают своевременное снабжение материалами ремонтных цехов, внедрение прогрессивных технических норм выработки при ремонте, а также крупногабаритный метод ремонта с использованием внутренних резервов производства на основе механизации и автоматизации производственных процессов, производственной эстетики и научной организации труда.

Одновременно в депо разрабатывают специальные таблицы технико-экономических показателей работы ремонтных цехов. Такие таблицы необходимо заполнять при выходе паровоза из ремонта. Они позволяют получить данные, связанные с качеством ремонта паровоза и включают номер и серию паровоза, план и выполнение норм простоя в ремонте, заданную и выполненную трудоемкость ремонта, планируемые и фактические затраты на материалы и рабочую силу, плановую и фактическую стоимость на единицу ремонта.

Все виды ремонта проводятся по утвержденным графикам с учетом межремонтных норм пробега и технического состояния паровозов.

Техническими документами, которыми необходимо руководствоваться при ремонте и эксплуатации паровозов являются Правила деповского ремонта и содержания паровозов, Правила текущего ремонта паровозов, Инструкция по наплавочным и сварочным работам при ремонте паровозов, Инструкция по магнитному и ультразвуковому контролю ответственных частей паровозов, Инструкция по расхолаживанию и заправке паровозов, Инструкция по освидетельствованию, ремонту и формированию колесных пар, технологические карты ремонта основных узлов и деталей паровозов, со-

ставленные на основе руководящих указаний МПС и управления дороги.

При использовании в локомотивных депо типовых графиков технологических процессов на виды ремонта и осмотра паровозов представляется возможным составить, с учетом местных условий, рабочие графики с указанием последовательности работ, а также начала и окончания выполнения отдельных операций в зависимости от необходимого наличия рабочих.

При правильной организации ремонта паровозов повышается качество ремонта и производительность труда, снижается себестоимость, сокращаются простои паровозов в ремонте, достигается экономия материалов и топливно-энергетических ресурсов.

Работы по всем видам деповского ремонта паровозов выполняются комплексными и специализированными бригадами в цехах подъемного и промывочного ремонтов и профилактического осмотра паровозов. В состав комплексных бригад входят слесари всех специальностей (по ремонту паровой машины, дымового и парораспределительного механизмов, арматуры, углеподатчика, гарнитуры и экипажной части). Комплексную бригаду возглавляет мастер или освобожденный бригадир.

Комплексные бригады производят полный ремонт автотормозного оборудования, радиооборудования, скоростемеров и устройств автоматической сигнализации и автостопов, контрольно-измерительных приборов, турбогенераторов, предохранительных клапанов и котловых приборов, ремонт и освидетельствование колесных пар, букс, а также выполняют столярные и малярные работы.

Восстановление, ревизия и испытание сборочных единиц и деталей паровоза при всех видах ремонта производятся в заготовительном цехе депо. В состав бригады заготовительного цеха входят слесари, станочники, кузнецы, медники, газо- и электросварщики, жестянщики и работники других специальностей.

Транспортная бригада заготовительного депо выполняет работы по транспортировке на рабочие места отремонтированных сборочных единиц и деталей, а также разгрузку необходимых материалов, доставляемых в депо.

§ 54. Виды ремонта

Плановый деповский ремонт паровозов состоит из промывочного и подъемного ремонтов. Между плановыми видами ремонта паровозы проходят **профилактический осмотр**, который производят локомотивные бригады. Паровозы для осмотра, как правило, ставят в стойла основного депо днем в период между промывками.

Пассажирские паровозы проходят осмотр 2 раза, грузовые — 1 раз при норме пробега до 7500 км и 2 раза при норме пробега между промывками 7500 км и более. Маневровым, вывозным и передаточным паровозам разрешается производить профилактический осмотр в пунктах экипировки 1 раз между промывками.

Для выполнения необходимых ремонтных работ разрешено при-
зывать слесарей комплексных бригад промывочного ремонта.

Паровоз перед постановкой в стойло депо для осмотра должен
быть тщательно очищен от грязи и масла, обмыт. Особое внима-
ние обращают на чистоту движущих механизмов, колесных пар,
рамы тележек, тормозных тяг и рессорного подвешивания.

При профилактическом осмотре части и детали паровоза под-
лежат тщательной проверке. При этом проверяют:

износ и состояние частей и деталей и соответствие их установ-
ленным размерам, обеспечивающим безопасность движения;

исправность действия тормозных устройств, контрольных и
измерительных приборов;

качество ухода локомотивных бригад за паровозом.

Обнаруженные неисправности должны быть устранены. Все
болты и гайки закреплены, а трущиеся части смазаны.

Паровоз считается в профилактическом осмотре с момента его
начала. Паровоз во время осмотра числится в эксплуатируемом
парке. При простое свыше установленного времени паровоз пере-
числяется в неэксплуатируемый парк по межпромывочному ре-
монту и включается в отчет формы ТО-15.

Регистрация выполнения профилактического осмотра паровоза
и выявленного во время осмотра ремонта производится в книге
ремонта формы ТУ-28 за подписью машиниста, а учет осмотра по
номерам паровозов ведется дежурным по депо в книге учета формы
ТУ-27.

В объем промывочного ремонта входит промывка котла, перио-
дический осмотр ответственных сборочных единиц и деталей паро-
воза и работы по устранению отдельных неисправностей, которые
не могут быть выполнены в период между промывочными ремон-
тами.

Периодический осмотр ответственных частей паровоза имеет
целью обеспечить его безопасную эксплуатацию и работу между
промывками без ремонта и должен производиться на промывках
в следующие сроки: топка, циркуляционные трубы, элементы паро-
перегревателя, водоуказательные приборы, запорные клапаны кот-
ла, искроудержательные, искрогасительные приборы, песочница и
ее трубы, золотники, паровозные роликовые буксы, водяной бак
тендера, форсунки, рычажная тормозная передача — на каждой
промывке.

Другие детали и узлы паровоза осматриваются в среднем через
15—30 тыс. км пробега. Кроме того, правилами деповского ремонта
и содержания паровозов установлено, что начальники служб локо-
мотивного хозяйства и начальники депо обязаны вводить на опре-
деленные сроки периодический осмотр еще и таких деталей, не-
исправности которых вызывают в депо частые заходы паровозов
на межпромывочные ремонты или вызывают порчи их в пути сле-
дования.

Работы, не отраженные в разделе промывочного ремонта пра-
вил как выходящие за его нормальный объем, надлежит выполнить

по характеристике подъемочного ремонта с учетом соответствующих допусков.

Полное использование мощности паровоза возможно при хорошем теплотехническом состоянии котла. Такое состояние паровозного котла может быть достигнуто только при отсутствии накипи на стенках огневой коробки и на трубах, сажи и изгари в трубах и на элементах, при правильном пользовании антинакипинами, регулярных продувках котла и тщательной его очистке и промывке.

В целях сокращения простоев паровозов на промывке и установления единого типа и способа промывки вместо горячей и холодной необходимо ввести теплую промывку с искусственным циркуляционным охлаждением паровозных котлов.

Паровоз перед постановкой на промывочный ремонт должен быть обмыт, котел продут, дымовая коробка, топка и зольник очищены, давление пара в котле должно быть 0,5—0,6 МПа и уровень воды не менее $\frac{3}{4}$ водомерного стекла, при этом топку и зольник окончательно очищают перед воротами промывочной секции, окна и двери будки машиниста должны быть плотно закрыты.

После постановки паровоза в стойло рычаг перемены хода должен быть поставлен на центр, регулятор закрыт на замок, цилиндропродувательные краны открыты, задние скользящие опоры топки смазаны и дымовая труба закрыта.

Спуск пара из котла паровоза начинается немедленно после постановки паровоза в стойло, а циркуляционное охлаждение — через 5—6 ч после окончания спуска пара.

Выпускаемый пар из котла проходит аккумулятор, затем бак горячей воды для его нагрева и направляется в паросмеситель. При этом температура воды в паросмесителе должна быть не менее 90—95°C. Спуск пара из котла производится до давления в котле 0,15 МПа, после этого начинается прогрев паром циркуляционной сети устройств теплой промывки. После прогрева сети пар из котла спускают до давления в нем 0,03—0,05 МПа, затем производят выпуск шлама из котла до появления чистой воды. При этом уровень воды в котле должен оставаться не ниже половины водомерного стекла.

Через 5—6 ч прогрева циркуляционной сети горячей водой, после окончательного спуска пара и выпуска шлама приступают к циркуляционному охлаждению паровозного котла. При циркуляционном охлаждении паровоза оба рукава нагнетательной колонки присоединяют к штуцерам прибора, который установлен в золотниковых втулках.

При искусственной замкнутой циркуляции вода из котла проходит фильтр, насос, теплообменник, где охлаждается, и затем возвращается в паровозный котел. При этом разность температур котловой воды, выходящей из котла, измеряемая на всасывающей и нагнетательной колонках, не должна превышать 20°C. Контроль за температурой котловой воды осуществляется по термометрам, установленным на всасывающей трубе между насосом и фильтром, после выхода из теплообменника.

После снижения температуры котловой воды до 35—40°С подача воды в теплообменник прекращается и в течение 3—5 мин циркуляция производится без охлаждения котловой воды для выравнивания температуры во всех частях котла.

Спуск воды из котла в промывочный бак производится выкачиванием ее насосом до уровня потолка огневой коробки, затем насос останавливают и оставшуюся в котле воду спускают в канаву через открытые краны и люки.

Во избежание затвердевания накипи необходимо по окончании спуска воды из котла до уровня потолка огневой коробки незамедлительно смыть струей воды из шланга давлением 0,6 МПа через верхние люки и люк-лаз рыхлые отложения шлама и накипи с потолка и верхних рядов труб.

Открытие всех люков и пробок, а также лазового люка при промывке паровозного котла обязательно. Котел промывают теплой водой с температурой 35—40°С насосом с давлением у колонки нагнетательной линии при открытом промывочном наконечнике не менее 0,5 МПа.

Промывка паровозного котла производится в следующем порядке: топочная рама (предварительная промывка); потолок огневой коробки; боковые стенки топки; задняя стенка огневой коробки и лобовой лист; циркуляционные трубы; задняя решетка и задние концы дымогарных и жаровых труб; цилиндрическая часть котла; окончательная промывка топочной рамы; очистка циркуляционных труб и окончательная их промывка после очистки.

При промывке паровозного котла применяют промывочные наконечники различной формы с диаметром выходного отверстия размером не менее 16—18 мм для создания необходимого давления.

После окончания промывки паровозного котла производится осмотр его стенок для контроля качества промывки в следующем порядке: потолок огневой коробки; задняя стенка, лобовой лист и шуровка; боковые стенки топки; топочная рама; цилиндрическая часть котла.

При осмотре котла необходимо пользоваться переносной низковольтной электрической лампой или специально приготовленными факелами с длинной ручкой.

При осмотре котла необходимо тщательно проверять плотность соединения фланцев питательных труб инжекторов и в случае обнаружения неплотностей немедленно их устранять. Результаты осмотра и оценку состояния котла после промывки отмечают в книге ревизий паровозных котлов формы ТУ-74.

После окончания осмотра котла закрывают нижние и средние люки, наполняют его чистой тепловой водой с температурой 35—40°С до уровня $\frac{1}{2}$ водомерного стекла.

Подъемочный ремонт должен обеспечить надежную и безопасную работу паровоза. После окончания подъемочного ремонта паровоз проходит пробную обкатку резервом на расстояние не менее 15 км в один конец. После обкатки окончательная приемка паровоза из подъемочного ремонта оформляется актом формы ТУ-31

за подписями начальника депо или его заместителя, приемщика и машиниста.

Бесперебойная работа основных узлов и деталей паровоза обеспечивается своевременным и высококачественным деповским ремонтом в сочетании с хорошим содержанием и систематическим выполнением профилактических работ по уходу за паровозом со стороны локомотивных бригад в эксплуатационных условиях.

Для периодического восстановления основных частей паровозов и приведения их в технически исправное состояние, обеспечивающее надежность в эксплуатации, кроме предусмотренных подъемочным ремонтом, могут включаться следующие основные работы:

по котлу — снятие его с рамы, а также замена всех жаровых и дымогарных труб и элементов пароперегревателя, смена огневой коробки или отдельных ее частей, полное освидетельствование котла, ремонт паропровода, коллектора пароперегревателя, всей арматуры и гарнитуры по паровой машине — гидравлическое испытание паровых цилиндров и проверка их положения на раме, замена вкладышей поршневого и золотникового ползунов, смена подшипников и плавающих втулок дышел и кулисного механизма;

по экипажу — смена и исправление междурамных креплений, полный осмотр или ревизия всех роликовых букс;

по тендеру — снятие водяного бака с рамы (через один ремонт), ремонт днища бака или рамы, водяного бака с очисткой от коррозии, рамы со сменой балок и креплений; сваркой вставок и заваркой трещин, тележек с заменой негодных пятников, подпятников, поясов и шкворневых балок, ремонт и освидетельствование колесных пар;

по специальному оборудованию — ремонт углеподатчика (с выемкой из тендера), водоподогревателя, нефтяного бака, змеевика подогрева (с опрессовкой), нефтепровода и форсунки и др., полная окраска паровоза.

§ 55. Организация и управление ремонтом

Ремонт паровозов необходимо выполнять по одной из форм организации производства — единичной, серийной и массовой.

При массовой форме организуется поточное производство, в котором весь процесс расчленяется на отдельные операции, выполняемые в определенной последовательности. Например, при подъемочном ремонте рама тележки тендера освобождается от колесных пар и тормозного оборудования, а затем поступает на специализированное место для разборки, затем на второе специализированное место для инструментальной проверки, осмотра и ремонта, после чего устанавливается на третье специализированное место для сборки.

Научная организация труда при ремонте паровозов обеспечивает лучшее использование оборудования, сокращает простои паровозов на ремонте, повышает качество ремонта при снижении его

себестоимости. До 1966 г. локомотивы ремонтировали по типовым графикам технологических процессов, соответственным табличной или линейной форме. Эти графики были исполнены на сетке времени с часовым делением и показывали последовательность выполнения работ, трудоемкость и число исполнителей.

Такие графики разрабатывали на все виды ремонта для каждого депо. Однако они не являлись стимулом для повышения производительности труда и качества ремонта.

В конце 1966 г. коллегия министерства путей сообщения рассмотрела вопрос о сетевом планировании и рекомендовала широко внедрить сетевое планирование и управление ремонтом во все звенья железнодорожного транспорта. Сетевые графики стали применять при периодических видах ремонта, в том числе и при промывочных ремонтах паровозов.

Сетевой график представляет собой графическое изображение работ и событий в их технологической последовательности, взаимосвязи и длительности. Сетевые графики составляются на основе утвержденных МПС правил ремонта, типового графика соответствующего вида ремонта паровозов, кооперационных технологических карт и норм времени на выполнение всех работ. При составлении сетевых графиков используется комплексный план по научной организации труда, а также общепринятые понятия и их условные обозначения.

В локомотивных депо при внедрении сетевого планирования и управления (СПУ) обычно организуется диспетчерское бюро, которое оборудуется телефонной и селекторной связью, устанавливается световое табло и другие средства связи, с помощью которых совершенствуется управление технологическими процессами производства депоовского ремонта паровозов.

В соответствии с утверждаемыми МПС видами ремонта и осмотрами паровозов локомотивным депо службой локомотивного хозяйства дороги определяется число единиц, которые в установленные сроки проходят в депо плановые осмотры и ремонты. Число паровозов, проходящих соответствующие виды ремонта или осмотра за отчетный период (месяц, квартал, год) составляет программу ремонта за соответствующий период времени.

Годовая программа ремонта (осмотров) паровозов рассчитывается с учетом их общего пробега и норм пробега между подъемными и промывочными ремонтами и профилактическими осмотрами в километрах.

В случаях направления паровоза на подъемочный ремонт в другие депо в трех экземплярах составляются предварительные описи состояния паровоза (форма ТУ-23). Один экземпляр описи остается у заказчика, а два других направляются в службу локомотивного хозяйства дороги и в ремонтное депо. К предварительной описи неисправностей основных частей паровоза (форма ТУ-23) прикладываются эскизы огневой коробки (форма ТУ-41) и разреза котла (форма ТУ-39).

Для отправки паровоза в ремонт или к месту работы в недействующем состоянии составляется в трех экземплярах акт проверки технического состояния паровоза (форма ТУ-25); один экземпляр акта хранится в депо, другой сдается на станцию отправления вместе с накладной, третий вручается проводнику, сопровождающему паровоз. При планировании паровоза в заводской подъемочный ремонт или на обточку колесных пар используются данные Книги учета и состояния бандажей колесных пар, пробега и сроков освидетельствования паровозных котлов (форма ТУ-17). Книга учета заполняется на 1-е число каждого месяца в депо.

Техника безопасности при ремонте паровозов. В целях предупреждения случаев производственного травматизма при ремонте паровозов в локомотивных депо разрабатываются местные инструкции и мероприятия по охране труда и производственной санитарии. Местные инструкции согласовываются с районным комитетом профсоюзов и утверждаются начальником отделения дороги.

Инструктаж, обучение и проверка знаний проводятся в соответствии с инструктивными указаниями о порядке инструктажа, обучения и проверки знаний по охране труда у работников железнодорожного транспорта.

Периодическое медицинское освидетельствование, инструктаж, обучение и проверка знаний у работников депо по охране труда проводятся в установленные МПС сроки.

Содержание устройств, сооружений и рабочих мест в локомотивных депо должно соответствовать техническим требованиям, обеспечивающим безопасность труда.

Основные требования по обеспечению безопасных условий труда включают следующие вопросы.

Внедрение новой техники и современных средств техники безопасности при производстве ремонтных и других работ.

Организация обучения по охране труда всех работников, связанных с ремонтом сборочных единиц и деталей паровоза.

Контроль за соблюдением работниками депо всех требований, норм, правил и инструкций по охране труда.

Выдача по установленным нормам спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты, своевременная стирка, чистка и ремонт спецодежды.

Периодический инструктаж работников по технике безопасности, обеспечение выполнения на рабочих местах правил и инструкций по технике безопасности.

Систематическая проверка состояния инструмента, защитных средств, предохранительных устройств, противопожарных принадлежностей, своевременная замена неисправных.

Проведение занятий по охране труда с ремонтным персоналом цехов.

Обеспечение наличия на рабочих местах и в производственных помещениях плакатов и предупредительных надписей по технике безопасности и правилам оказания первой медицинской помощи.

Содержание в чистоте и порядке территории паровозного депо и рабочих мест. Для безопасного прохода к месту работы должны быть установлены маршруты служебного прохода.

При исполнении служебных обязанностей работники паровозных депо должны выполнять требования техники безопасности:

- быть внимательными и не отвлекаться посторонними делами;
- быть внимательными к сигналам, подаваемым машинистами и водителями движущегося транспорта, крановщиками кранов, и выполнять их;

- не находиться под поднятым грузом;
- переходить смотровые канавы только в установленных местах;
- не заходить без разрешения руководителя отделения или цеха за ограждения;

- не касаться зажимов и электропроводов, арматуры общего освещения и не открывать двери камеры электрооборудования;

- при возникшей опасности для окружающих немедленно принять срочные меры по предупреждению несчастного случая и предупредить об этом руководителя цеха или участка;

- запрещается: применять защитные средства без клейма испытания; хранить инструмент, обтирочные материалы и другие посторонние предметы в местах установки электроаппаратуры.

Изолирующие защитные средства, пожарное оборудование, инструмент следует применять в соответствии с их назначением и хранить в специально выделенных местах.

Перед устранением неисправностей приборов и пропуска пара или воздуха в соединениях, аппаратах и резервуарах, находящихся под давлением, необходимо предварительно отключить их и выпустить пар или сжатый воздух. Запрещается открывать и закрывать вентили и краны ударами молотка или других предметов.

Ввод паровоза на канаву в депо или в пункте оборота и вывод с канавы производить только по сигналу дежурного по депо или его помощника. Запрещается при выезде и въезде паровоза из депо находиться на подножках, лестницах паровоза.

Для предупреждения заболевания кожи рук при соприкосновении с нефтяным топливом, маслом, водой необходимо пользоваться защитными мазями, пастами «биологическими», перчатками.

Напряжение в осветительной сети цехов не должно превышать 12 В, изоляция токопроводящих проводов должна быть исправной, корпус инструмента надежно заземлен.

В производственных помещениях и цехах депо должны находиться в специально отведенных местах аптечки с наставлением по оказанию первой медицинской помощи.

§ 56. Оборудование

В соответствии с Правилами деповского ремонта и содержания паровозов депо должно быть обеспечено необходимым технологическим оборудованием, гарантирующим высокое качество ремонта

паровозов с минимальной затратой средств и времени. Во всех ремонтных и смотровых канавах должно быть освещение и исправно действующая канализация.

Депо должно иметь исправное отопление, вентиляцию и водоснабжение; места для производства работ должны хорошо освещаться.

Для проведения профилактических осмотров паровозов в депо выделяют стойла и выдают локомотивным бригадам необходимое количество крепежных и мелких деталей и материалов. В выделенных стойлах должны быть верстаки, тиски, электрическое освещение. За каждой комплексной бригадой закрепляют паровозы и рабочие места, оборудованные необходимыми приспособлениями, инвентарем и инструментом. Обязательный минимум приспособлений и инструмента предусмотрен Правилами деповского ремонта и содержания паровозов.

Для выполнения деповского ремонта паровозов в цехах и отделениях депо устанавливается необходимое оборудование с обязательным минимумом приспособлений и специального контрольно-измерительного инструмента.

Так, цех подъемного ремонта оборудован мостовым краном грузоподъемностью 10 т, домкратами для подъема паровозов и тендеров, колесно-токарным станком, необходимым инструментом и приспособлениями для разборки и сборки экипажной части, гарнитуры, арматуры, паровых машин, тендера, углеподатчика, автотормозного оборудования и других сборочных единиц паровоза. Цех промывочного ремонта оборудован кран-балкой грузоподъемностью 5 т; скатоопускной канавой с электроподъемником; приспособлениями для смены рессор, рессорных подвесок, фрикционных аппаратов, механическими буксовщиками, слесарными верстаками.

Котельное отделение — приспособлениями для обрезки, обжата, зачистки концов жаровых и дымогарных труб; фрезами для удаления сварных валиков на огневой решетке; приспособлениями для механизированной очистки решетки и механизированной вальцовки; прессами для испытания контрольных пробок, жаровых и дымогарных труб.

Основным оборудованием для расхолаживания паровозов и теплой промывки, которым оснащаются депо, служат центробежные насосы для циркуляционного расхолаживания, промывки и наполнения котла водой; теплообменники и коксовые фильтры; прямые и фигурные брандспойты, приспособления для промывки и продувки жаровых и дымогарных труб, для притирки и постановки лазовых и подбрюшных люков.

Всего по обязательному минимуму приспособлений, применяемых при деповском ремонте паровозов согласно приложению 3 Правил деповского ремонта и содержания паровозов: по котлу 14 наименований, по гарнитуре — 7, по арматуре — 6, по паровой машине — 20, по экипажу — 21, по тендеру — 4, по автотормозам —

14, по углеподатчику, пресс-масленкам, водопитательным насосам, скоростемеру, турбогенераторам, автостопу 17 наименований.

Обязательный минимум специального контрольно-измерительного инструмента, применяемого при ремонте паровозов по приложению 4 согласно упомянутым Правилам включает калибры, шаблоны, приборы по котлу 14 наименований, гарнитуре — 4, машине — 19, по экипажу — 36, тендеру — 12, пресс-масленке, автотормозам, углеподатчику, водопитательным насосам, автосцепке и скоростемеру 19 наименований.

§ 57. Дефектоскопия

В целях предупреждения аварий и порч паровозов в пути следования из-за поломок сборочных единиц и деталей при ремонте паровозов в депо производится дефектоскопия магнитным и ультразвуковым методом. Дефектоскопия позволяет своевременно изъять из эксплуатации детали, имеющие трещины.

В паровозных депо применяют дефектоскопы двух типов: седлообразный (рис. 172, а) и круглый (рис. 172, б).

Седлообразный дефектоскоп предназначен для магнитной проверки внутренних осевых шеек и обработанной средней части осей колесных пар с целью обнаружения в них поперечных и наклонных трещин. Одновременно седлообразный дефектоскоп применяется для проверки дышел и других паровозных деталей, имеющих соответствующую форму и габаритные размеры.

Круглый дефектоскоп применяют для магнитного контроля наружных осевых шеек тендерных и поддерживающих колесных пар, пальцев кривошипов, поршневых и золотниковых штоков, подбуксовых связей, рессорных подвесок, штоков тормозных и водяных насосов, стержней ходопеременного золотника, валов разных типов, болтов и других подобных деталей, по своей форме и размерам позволяющих надевание на них круглого дефектоскопа.

Процесс магнитного контроля состоит из трех операций: намаг-

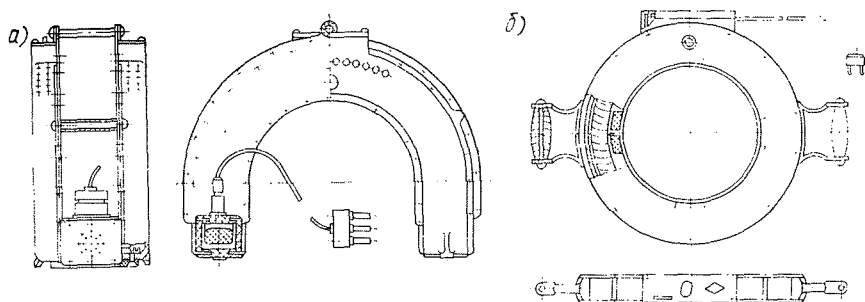


Рис. 172. Дефектоскопы:

а — седлообразный; б — круглый

ничивания проверяемой части детали дефектоскопом; поливки проверяемого места магнитной смесью; осмотра проверяемого места.

Магнитную смесь готовят из чистого трансформаторного масла с малой вязкостью или керосина, в которых размешивается мелкий железный порошок или его заменитель — железная окалина из расчета 250 г окалины на 1 л масла или керосина.

Магнитная смесь хранится в закрытой посуде, чтобы в нее не попадали пыль и вода, так как загрязненная смесь не дает четкого очертания трещины, а вода окисляет порошок и уменьшает его чувствительность.

Для магнитной проверки надевают дефектоскоп на проверяемую деталь (например, на шейку оси) и включают ток. Затем обильно поливают магнитной смесью обследуемый участок поверхности шейки и тщательно ее осматривают. При скоплении на проверяемой детали порошка окалины деталь тщательно выбирают и часть ее, где имело место скопление порошка, подвергают особо тщательной вторичной проверке. В случае повторного скопления порошка в том же месте мастером и приемщиком МПС решается вопрос о ремонте и дальнейшем использовании проверяемой детали.

МПС устанавливает обязательный перечень ответственных деталей, подлежащих магнитному контролю при их осмотре; к примерному перечню этих деталей относятся:

шейки, подступичные и предподступичные части осей паровозных и тендерных колесных пар;

пальцы кривошипов;

поршневые и золотниковые штоки;

поршневые и сцепные дышла.

Всего по приложению 1 Правил депоовского ремонта 26 наименований. Шейки, предподступичные части и закрытые ступицей выступающие участки подступичных частей осей паровозных и тендерных колесных пар, а также обработанные участки средней части осей должны подвергаться магнитному контролю при подъемочном и заводском ремонте при полном освидетельствовании колесных пар и во всех случаях выкатки колесных пар по другим причинам.

Глава 19

РЕМОНТ ПАРОВОЗНОГО КОТЛА

§ 58. Ремонт топки

Общие сведения. Во время работы огневая коробка испытывает тепловые воздействия, напряжения, возникающие при горении топлива, и резкие температурные колебания.

Высокий нагрев стенок огневой коробки, а также выступающих ее частей — головок связей, анкерных болтов, бортов труб — при-

водит к их обгоранию. Огневая коробка также повреждается от нарушения режима питания котла водой, неправильного отопления, невыполнения инструкции по чистке топки и дымовой коробки, продувке труб, неумелого применения антинакипина, а также от неправильного расхолаживания и промывки котла.

Со стороны огня стенки коробки подвергаются механическому износу продуктами сгорания (газовая коррозия), со стороны воды — химическому износу, т. е. разъеданию содержащимися в воде солями и кислотами.

Газовая коррозия возникает от присутствия химических соединений таких, как сернистый ангидрит, образующийся при сгорании серы, содержащейся в топливе. Сернистый ангидрит, соединяясь с воздухом, поступающим через колосниковую решетку и шуровочное отверстие в топку для поддержания горения, образует серный ангидрит. Серный ангидрит, соединяясь с влагой, поступающей с топливом и воздухом в топку, переходит в серную кислоту.

Водная коррозия происходит от разъедания металла стенок огневой коробки вредными примесями, находящимися в питательной воде. Эти примеси являются также источником котловой накипи.

Перед осмотром топку очищают от сажи и изгари и обмывают теплой водой. Мастер по котлу проверяет состояние потолка, задней решетки, стенок, головок связей и анкерных болтов, циркуляционных труб, контрольных пробок, буртов дымогарных и жаровых труб, топочных швов, колосниковой решетки и топочного свода. Для обнаружения трещин и уточнения их характера и размера используется лупа 5—10-кратного увеличения. 1 раз между подъемными ремонтами на промывке при осмотре огневой коробки производят обмер стенок специальной линейкой (рис. 173). Линейка имеет движок 1 с полумиллиметровыми делениями для замера прогиба стенки в сторону огня и воды. При обнаружении выпучины, волнистости и после выплавления контрольных пробок стенки обмеряют незамедлительно.

Неисправностями стенок и потолка огневой коробки являются: трещины, местные выедины, механический износ, общий и местный прогиб, а также выпучины и волнистость. Общий прогиб стенок огневой коробки представляет собой прогиб в сторону воды или в сторону огня; местный прогиб или выпучина в сторону огня — в пределах до трех связевых простенков. Трещины в связевых простенках возникают в связи с резким охлаждением стенок огневой коробки. Возникают они в полосе горения топлива и распростра-

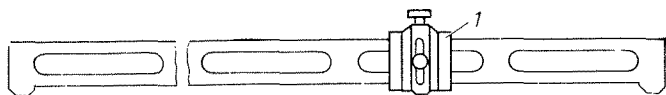


Рис. 173. Линейка для обмера стенок топки

няются до 10—11-го ряда связей, считая от топочной рамы. Лучевые надрывы — это короткие трещины, идущие от отверстий для связей в радиальном направлении. Возникают они из-за перегрева боковых стенок огневой коробки, резких колебаний температуры при чистке топки и несоблюдения технологии промывки котла.

Механический износ головок связей и анкерных болтов происходит при отоплении паровоза механическим способом (углеподатчиком) тяжелыми сортами углей. Кольцевые трещины возникают при некачественном наложении сварного валика во время приварки связей и анкерных болтов к стенкам топки и ее потолка. Износ стенок топки по толщине со стороны огня происходит в полосе огня от действия вредных примесей топлива и прежде всего от сернистого газа, как уже было сказано. Выпучина — это местный прогиб стенки (обычно боковой) в пределах нескольких связевых простенков в сторону огня из-за отложения в этом месте накипи. Слой накипи от 1,5 мм и выше препятствует передаче тепла воде, вследствие чего эта часть стенки огневой коробки сильно перегревается, прочность ее теряется и она деформируется.

Волнистость — местный прогиб стенки в сторону огня на несколько связевых простенков. Причинами образования волнистости также является образовавшаяся накипь.

Обрыв связей и анкерных болтов происходит в основном при резких температурных колебаниях в огневой коробке. Стенки или удлиняются вверх или возвращаются в первоначальное положение, увлекая за собой связи, которые при этом изгибаются. Обрыв связей и болтов происходит и вследствие разъедания их агрессивными водами в средней части.

При всех видах ремонта на боковых стенках огневой коробки разрешено заваривать трещины, ставить вставки и полустенки, наплавлять выедины, а также производить другие сварочные работы в пределах, установленных правилами ремонта.

Перед заваркой трещины в связевых простенках удаляют связи по месту прохождения трещины, концы трещины засверливают сверлом диаметром 8—12 мм. Затем трещину разделяют пневматическим зубилом. Перед началом заварки концы трещины подогревают и сваривают обратноступенчатым способом.

Лучевые надрывы перед заваркой удаляют раззенковкой. Если надрывы имеют большую длину и не могут быть выведены раззенковкой, то заваривают их тем же способом, как и трещины в связевых простенках.

Трещины от кромки до заклепок на задней решетке и стенке разрешается заваривать. При этом, если трещина доходит до заклепки, то заклепку удаляют. При наличии группы трещин заварку их производят в разбивку, чтобы избежать перегрева борта в одном месте. После заварки трещин кромки борта обваривают на длину одного простенка.

Трещины в трубных простенках разрешается заваривать с обязательным удалением труб, прилегающих к месту образования трещин.

Наплавка отверстий для дымогарных, жаровых и циркуляционных труб производится только дуговой сваркой. Перед наплавкой зачищают кромки и внутреннюю поверхность отверстия. Наплавку выполняют в один слой по всей толщине решетки на отверстия и с напуском на кромки. После механической обработки наплавленных отверстий на ней не должно быть раковин, пор и шлаковых включений. Изношенные маломерные кромки огневой решетки восстанавливают дуговой или газовой сваркой. Перед наплавкой кромки обрубают пневматическим зубилом, после чего металлической щеткой зачищают поверхность.

Наплавка выедин со стороны воды решетки производится после удаления всех труб из котла, т. е. при полном освидетельствовании котла. Выедины зачищают металлической щеткой до блеска основного металла по всей поверхности.

Вварка вставок на боковых стенках (рис. 174) производится при подъемном и заводском ремонтах паровоза в условиях локомотивного депо. При этом разрешается вваривать одну замкнутую вставку, размер ее должен быть по высоте и ширине не менее трех связевых простенков. Если нижний шов вставки располагается ниже первого ряда связей от топочной рамы, то необходимо поставить вставку со спуском на топочную раму.

Смена связей и анкерных болтов может быть вызвана следующими причинами: обрывами их, износом шеек, механическим износом головок, заваркой трещин, выправкой выпучин и прогибов стенок огневой коробки, вваркой вставок или полустенок.

При смене связей и анкерных болтов после их удаления валики сварных швов необходимо отфрезеровать заподлицо с поверхностью топочного листа, зачистить до металлического блеска на ширину 8—10 мм от кромки отверстия. По краям зачищенной поверхности не должно быть кольцевых надрывов и подрезов от фрезы.

Во избежание течи, обрыва связей и анкерных болтов не следует питать продолжительное время котел водой на стоянках паровоза, а также большими порциями и двумя инжекторами; чтобы не охладить топку, нельзя подавать уголь в топку паровоза вручную при работе инжектора, т. е. следует соблюдать правильный режим чистки топки; обеспечивать хорошую очистку котла на

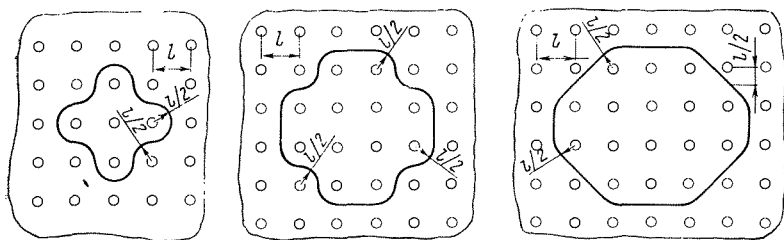


Рис. 174. Форма вставок

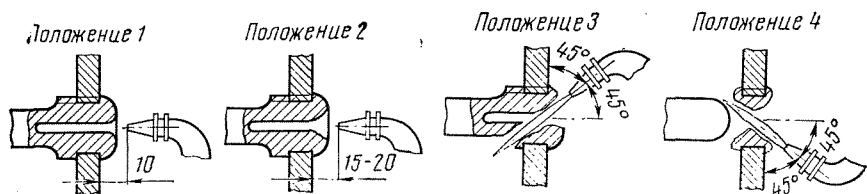


Рис. 175. Выжигание связей

промывочных ремонтах; соблюдать режим питания котла водой, своевременно устранять неисправности котла при их появлении.

При деповском ремонте паровозов может производиться обварка связей со стороны огневой коробки без их смены: при толщине и общем прогибе стенок, не выходящих за допускаемые пределы, и при отсутствии лучевых надрывов от связевых отверстий, высоте головок связей не менее 2 мм и разъедании шеек связи по диаметру не более 3 мм. Для устранения течи применяют обварку головки связи с предварительной разделкой. Подготовка под обварку (рис. 175) заключается в срезании металла буртика головки связи и разделке стенки вокруг обвариваемой связи специальным фрезом на глубину 4 мм (рис. 176).

После окончания разделки связь проверяют специальным шаблоном и тщательно осматривают, чтобы убедиться в отсутствии трещин и надрывов у связевых отверстий.

При варке комплекта связей в топке устанавливают балки, которые препятствуют прогибу стенок. При этом каждую стенку делят на участки. Чтобы в стенках не появились большие напряжения, в пределах которых ведут приварку, производят работы вдоль — через одну связь и поперек — через один ряд. Высота наплавленного металла над плоскостью стенки должна быть равна высоте выступающего обработанного конца связи или ниже его, но не более чем на 1 мм. Валики обварки не должны иметь незаполненных мест разделки и подрезов основного металла стенки по своим краям.

Ремонт циркуляционных труб. К неисправностям труб относятся: трещины, выпучины и механический износ.

Трещины возникают главным образом по сварным швам в местах приварки концов в задней стенке и подрешеточной части, а также в местах приварки наконечников. Заварку поперечной трещины при промывочных и подъемочных ремонтах разрешается производить не более 1 раза длиной до 100 мм и располагать по границе сварного шва.

Выпучины труб возникают от перегрева стенок в результате отложения накипи на

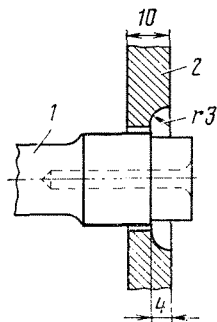


Рис. 176. Подготовка связи под обварку:

1 — связь; 2 — стенка топки

водяной поверхности. При промывочном и подъемочном ремонтах разрешается оставлять выпучину без исправления размером не более 5 мм.

Если размер выпучины составляет более 5 мм, то трубу как правило заменяют.

Механический износ труб возникает от трения кирпичей арочного свода. При промывочных и подъемочных ремонтах разрешается оставлять вытертость глубиной не более 2 мм. При вытертости трубы более 2 мм ее заменяют. Общий износ труб должен составлять не более 20%. Если вес трубы меньше на 20% от первоначального веса, то ее заменяют.

При смене труб разрешается использовать старогодные трубы, при этом приваривают один наконечник со стороны задней стенки огневой коробки с расположением сварного шва на прямом участке трубы. Трубы перед постановкой подвергают гидравлическому испытанию давлением 3 МПа. В отверстиях для постановки труб округляют кромки радиусом 1,5—2,0 мм. Концы поставленных труб должны выходить в водяное пространство на 15—20 мм, и их раздают на конус с последующей приваркой к стенке со стороны огневой поверхности.

§ 59. Ремонт цилиндрической части котла и передней решетки

Наиболее часто встречающимися неисправностями цилиндрической части котла являются коррозионные повреждения и трещины.

Коррозионные повреждения образуются в виде выедин вследствие воздействия на стенки барабанов в нижней части содержащихся в котловой воде солей, кислот и других вредных примесей. К этому следует отнести также электролизные явления около заклепочных швов и на границе воды и пара.

Если глубина выедин не превышает 4 мм, то их оставляют без исправления. Наплавка выедин глубиной от 4 до 7 мм производится при всех видах ремонта дуговой сваркой после зачистки их до металлического блеска.

При всех видах ремонта разрешается на стенках парового колпака производить наплавку выедин металла на притирочных поверхностях (лентах) колпаков и крышках дуговой сваркой с предварительной зачисткой.

Трещины в стенках цилиндрической части котла образуются в сварных швах (паровоз Л), у кромок барабанов и от кромок заклепочных отверстий (паровозы Е^{в/и}, Э^в), а также у люка-лаза и у парового колпака.

Разрешается заваривать трещины при всех видах ремонта в сварных швах, если трещина не выходит на основной металл барабана; трещины, идущие от кромки до заклепки, расположенные между пятью здоровыми простенками, если общее количество не

превышает пяти трещин в барабане. Если число трещин более пяти, то необходимо произвести вварку в барабан ленточной вставки. Разрешается заварка трещин в барабанах по границе приварки подкладки под люк-лаз или под паровой колпак с обязательной постановкой клепаной накладки, вварка одной вставки в барабаны размером по длине не менее 500 мм и ширине 300 мм. Заварку трещин и вварку вставок производят дуговой сваркой.

В стенках парового колпака при всех видах ремонта разрешается заваривать трещины в сварных швах с разделкой их V-образно под углом 60° .

Передняя решетка может иметь следующие неисправности: коррозионные повреждения, трещины и механический износ.

Коррозионные повреждения или выедины образуются как на самой решетке, так и по ее загибам. Выявление глубины выедин на внутренней поверхности решетки производится после удаления всех труб из котла и очистки ее от накипи.

При всех видах ремонта выедины глубиной более 3 мм устраняют наплавкой с обязательной зачисткой поврежденного места, если толщина решетки не менее 6 мм.

Трещины образуются в трубных простенках (мостиках) и вдоль загиба. При всех видах ремонта разрешается заваривать не более десяти трещин в разных местах решетки и не более трех подряд. Трещины, расположенные от кромок до заклепок, при всех видах ремонта разрешается заваривать дуговой сваркой в количестве не более десяти в разных местах решетки и не более четырех подряд.

При деповском ремонте разрешается заварка одной трещины, расположенной параллельно загибу решетки длиной не более 500 мм.

Механический износ металла решетки возникает у кромок по загибам решетки и в отверстиях у жаровых и дымогарных труб. При износе кромок решетки по толщине разрешается наплавка, если после зачистки под наплавку толщина кромки составляет не менее 50% чертежного размера.

Выявление глубины выедин и трещин на внутренней поверхности передней решетки производится после выемки всех труб и очистки ее от накипи.

Перед заваркой концы трещины засверливают, после чего разделяют ее V-образно с углом разделки в $60-70^\circ$.

Концы трещины перед заваркой подогревают газовой горелкой или резаком. Заварку трещины производят обратноступенчатым способом с длиной ступени 100—120 мм, многослойным (4—5 слоев) швом.

Течь заклепочных швов устраняют переклепкой и заменой заклепок. После удаления старых заклепок отверстия для них

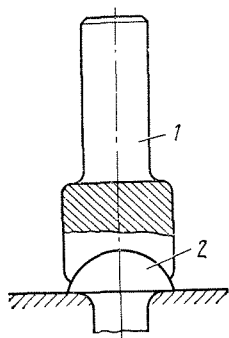


Рис. 177. Обработка головки заклепки:

1 — боек автоматического молотка; 2 — заклепка

проверяют разверткой. При наличии мелких надрывов отверстия разделяются до их полного исчезновения.

Ввиду того что заклепка ставится на место в нагретом состоянии, отверстие под нее делается несколько большего размера, чем сама заклепка. Перед постановкой заклепка нагревается до светло-красного каления. В отверстие заклепка загоняется легким ударом молотка. При последующих ударах молотка стержень заклепки осаживается, благодаря чему создается плотное прилегание заклепки к поверхности отверстия. Затем с помощью обжимок (рис. 177) головке заклепки придается полукруглая форма с последующим удалением заусенцев.

§ 60. Ремонт жаровых и дымогарных труб

При работе паровозного котла жаровые и дымогарные трубы паровоза постоянно находятся под воздействием высокой температуры, химически активной котловой воды и газов, а также абразивного износа от уносимых несгоревших частиц топлива. По этим причинам поверхности труб подвергаются коррозии и в них появляются выедины, трещины и разрывы, а из-за абразивного износа — утоньшение труб.

В местах оседания накипи на трубах имеет место ослабление металла из-за его перегрева, что приводит к выпучиванию и смятию трубы под воздействием давления пара. В случае сильного коррозионного повреждения труб при питании паровозных котлов особо агрессивными водами средством борьбы с повреждением труб является их профилактическая замена через определенные сроки, устанавливаемые для каждого депо отдельно. Течь труб появляется в результате расстройств соединения их с задней решеткой, что вызывается недоброкачественной постановкой труб при ремонте паровозов, а также неудовлетворительным содержанием и уходом за котлом в процессе эксплуатации паровоза.

Резкое изменение температуры стенок огневой коробки и труб по причине неправильного питания котла водой, нарушения режима отопления паровоза и чистки топки, расхолаживания и промывки паровоза, загрязнения котла накипью вызывает неодинаковое расширение металла задней решетки и труб и как следствие расстройство их соединений в решетке.

Обгорание труб происходит от загрязнения решетки накипью, а также от чрезмерной высоты буртов, оставляемых при постановке труб. Трещины буртов труб могут образоваться из-за неудовлетворительного отжига их концов, а также при неаккуратной раздаче их и отбуртовке.

При каждой промывке паровоза в случае незначительной течи дымогарных и жаровых труб и наличии хороших буртов (после личного осмотра их котельным мастером) разрешается устранять течь путем отфрезеровки всей обварки, зачистки, развальцовки и

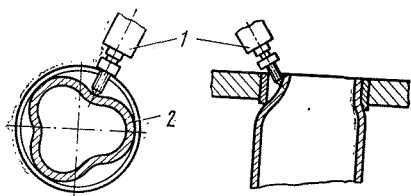


Рис. 178. Смещение конца трубы с помощью ударного бойка для выемки ее:
1 — ударный боек; 2 — труба

обварки вновь. Сильно текущие трубы, а также трубы, повторно текущие после ремонта без выемки, подлежат замене.

Жаровые и дымогарные трубы с буртами, имеющими сухие надрывы, разрешается оставлять без исправления при условии, если надрыв заканчивается по огневой поверхности

и не заходит в завальцованную часть трубы. Для обнаружения надрывов очищают бурты и концы труб до металла и осматривают их. Смятие и выпучены трубы видны по изменению ее формы.

Выемка жаровых и дымогарных труб из котла производится следующим способом: первоначально срубав буртики и сварочный шов по всей окружности трубы со стороны задней решетки пневматическим зубилом.

После этого с помощью ударного бойка (рис. 178) сминают концы трубы со стороны обеих решеток.

Смятая таким образом труба посредством выколотки выбивается из отверстия задней решетки внутрь котла, а противоположный конец ее выдвигается из передней решетки. После этого труба вытаскивается из котла через дымовую коробку.

При массовой смене дымогарных и жаровых труб используют газовый резак (см. рис. 175) для обрезки их у передней и задней решеток. Обрезанные трубы вынимают через отверстие передней решетки. Вынутые из котла трубы подвергают предварительному осмотру. Дефектность труб определяют по состоянию поверхности их на расстоянии 100—120 мм от конца.

Вынутые из котла трубы предварительно сортируют, при этом трубы с явными признаками негодности — трещинами, сильно изогнутые, сплюсненные, со следами пережогов и т. п. — бракуют и не ремонтируют. Трубы, которые после предварительного осмотра могут быть отремонтированы, очищают от накипи и сажи, а затем взвешивают для определения их износа по весу. Если вес трубы отличается более чем на 20% от веса новой трубы, то ее бракуют.

При подъемном ремонте паровозов вынимают из котла 10—15 дымогарных труб в разных местах.

Если состояние вынутых труб (износ, коррозия и оседание накипи) окажется удовлетворительным, то дальнейшую выемку труб не производят; в противном случае выемка труб должна быть произведена в количестве, обеспечивающем тщательную очистку котла от накипи и замену всех ненадежных труб.

При смене жаровых и дымогарных труб должны соблюдаться следующие условия:

отверстия в задней решетке при наличии овальности сверх

0,5 мм для жаровых и 0,3 мм для дымогарных труб необходимо проверить разверткой;

заднюю решетку вокруг отверстия следует тщательно зачистить заподлицо с огневой поверхностью, кромки отверстий в задней и передней решетках закруглить радиусом 1,5—2 мм;

разница в диаметрах труб и отверстий в решетке (прокладных кольцах) перед вальцовкой труб должна быть не более 1 мм для жаровых труб и 0,5 мм для дымогарных;

подготовленная к постановке в решетку труба должна быть после ремонта опрессована давлением 3,0 МПа. Оба конца трубы зачищают до металлического блеска, задние концы труб должны быть зачищены с торца с обязательным удалением заусенцев;

длина обжатия труб у задней решетки должна быть выполнена по нормам МПС. После обжатия задние концы труб необходимо отжечь при температуре 650—750°С с последующим охлаждением в сухом песке;

высота бортов вновь поставленных труб в котел должна быть для жаровых 4—6 мм и дымогарных 3—4 мм, выход концов труб в дымовую камеру делается в пределах от 10 до 25 мм;

длина наконечников труб должна быть для дымогарных не менее 200 мм, для жаровых — не менее 100 мм;

трубы в передней решетке необходимо укреплять путем вальцевания и раздачи их концов на конус.

Выедины на жаровых трубах глубиной до 1 мм не исправляют, выедины глубиной от 1 до 2 мм исправляют наплавкой.

Накипь и сажу можно очищать сухим и мокрым способами. При сухом способе трубы закладывают в барабан, при вращении которого трубы перекатываются и ударяются друг о друга, тем самым отбивается с них накипь.

При мокрой очистке трубы укладывают на пластинчатые цепи или в барабаны и погружают в ванную с водой, где, перекатываясь и ударяясь друг о друга и о стенки барабана, трубы очищаются от накипи и сажи. При мокром способе уменьшается шум и пыль. Для очистки труб может применяться и пескоструйный метод, когда трубу помещают в специальную камеру, где выдуваемый песок с воздухом при давлении 5—6 МПа, ударяясь о вращающуюся трубу, очищает ее до металлического блеска. Поврежденные концы труб отрезают и взамен отрезанных приваривают наконечники из новых цельнотянутых труб.

Приваривают наконечники газовым способом встык, для чего свариваемые концы труб и наконечника предварительно разделяют фасками под углом 45°.

Для постановки труб в котел задние концы их подкатывают под размер отверстий в задней решетке, а передние концы раздают под отверстия в передней решетке.

Подкатка задних концов труб производится на специальных станках или в штампах под молотом. Перед подкаткой на станках конец трубы нагревают до светло-красного цвета, а в штампах подкатывают трубы в холодном состоянии.

Подкатку наконечника трубы на станке начинают с наибольшего просвета между валками, а затем переходят к меньшим, достигнув нужного диаметра. Раздачу передних концов труб выполняют с предварительным нагревом кузнечным способом или на станках в холодном состоянии.

Последовательность операций при постановке труб в котел следующая:

подготовка отверстий в решетках; подготовка и постановка медного прокладного кольца в заднюю решетку; постановка трубы на место; уплотнение труб в решетках (вальцовка); отбуртовка задних концов; приварка буртов.

Для создания большей плотности соединения труб с решеткой в отверстия задней решетки ставят прокладные кольца из красной меди. При установке прокладных колец после развальцовки они не должны доходить до конца огневой коробки на сторону огня на 1 мм. Это необходимо для более плотного прилегания бурта труб к решетке.

Кольца, бывшие в употреблении, могут быть повторно использованы (после отжига) при толщине их не менее 1,5 мм и отсутствии надрывов.

После постановки труб в котел проверяют выход задних их концов за решетку для образования буртов. Развальцовку труб в задней и передней решетках производят с помощью винтовых роликовых вальцовок.

После окончания вальцовки со стороны обеих решеток выполняют отбуртовку труб со стороны задней решетки, для этого в первую очередь отгибают концы труб оправкой-раздатчиком (образуя раструб), после чего раструб отбуртовывают специальной трубной чеканкой до плотного прилегания буртов труб к решетке.

Приваривать бурты труб к задней решетке следует по инструкции МПС по производству сварочных работ при ремонте паровозов. Эту работу выполняют дуговой сваркой стандартными электродами. Перед приваркой труб котел наполняют теплой водой температурой 30—40°C для предотвращения возможного коробления решетки при ее нагревании.

Простенки между буртами труб решетки и бурты труб перед сваркой зачищают стальной щеткой. Приваривают бурты через одну трубу, начиная снизу решетки, во избежание сильного местного перегрева. Валики сварки должны иметь правильную, слегка чешуйчатую поверхность, не иметь раковин и быть плотными. На решетке и буртах труб не должно быть подрезов основного металла.

§ 61. Ремонт пароперегревателя

Ремонт пароперегревателя состоит из ремонта коллектора и элементов. К неисправностям коллектора относятся трещины в перегородках между камерами насыщенного и перегретого пара, в

привалочных фланцах и швах патрубков сварных коробок и разработка гнезд для установки элементов.

При подъемном и заводском ремонтах разрешается заваривать трещины в коробках. Концы трещин перед разделкой засверливают, а затем У-образно разделяют под углом 60—70°. Для заварки внутренних трещин разрешается вырезать часть наружной стенки коллектора, а затем вварить вставку в вырезанное место.

Концы трещин перед заваркой подогревают газовой горелкой или резаком. Вварку вставки взамен вырезанной части стенки производят дуговой сваркой после полного остывания места заварки внутренней трещины. Отремонтированный коллектор после остывания осматривают и остукивают ручным молотком, при этом он должен издавать чистый металлический звук.

Разработанные гнезда для установки элементов наплавляют дуговой сваркой с последующей фрезеровкой наплавленных мест.

Если ремонт коллектора производился с отъемкой от места, то он должен быть обязательно опрессован под давлением выше котлового на 0,5 МПа.

Основными неисправностями элементов, вызывающих порчу паровоза, являются следующие. Прогорание задних колпачков элементов из-за отложения в них накипи. Обрыв элементов по переднему загибу в дымовой коробке. Обрыв элементов под головками в местах сварки и задних колпачков по месту их приварки к трубам. В случаях пропуска пара при парении элементов пароперегревателя уменьшается разрежение в дымовой коробке паровоза, что приводит к понижению парообразования в котле.

Внутренняя поверхность элементов пароперегревателя подвержена отложению различных солей вследствие изменения направления движения пара или потери его скорости. Вредные примеси, которые содержатся в питательной воде, разъедают стенки элементов. Элементы пароперегревателя подвергаются действию газовой коррозии от сернистого газа, который является продуктом сгорания сжигаемых углей в топке паровоза, а также в результате механического износа изгорью от углей тяжелых сортов.

Особенно быстро наступает повреждение элементных трубок и колпачков при закупорке их накипью.

В соответствии с Правилами депоовского ремонта и содержания паровозов с целью обеспечения безопасной эксплуатации элементы пароперегревателя подвергают циркуляционной промывке или кипячению на каждом промывочном ремонте.

Очистка элементов путем кипячения производится перед выпуском пара из котла для его промывки. С этой целью снимают передние золотниковые крышки, золотники вынимают, а на их место устанавливают желоба для спуска через них воды. При этом пароперегреватель заполняют водой при температуре выше 80°C из бака теплой промывки или через собственный инжектор паровоза. Наличие слоя горящего топлива на колосниковой решетке топки паровоза создает возможность для кипения воды и растворения на стенках трубок элементов солей. Кипение продолжается в течение

10—15 мин с добавлением воды по мере ее испарения. Промывают элементы после кипячения в течение 5 мин горячей водой. Процесс кипячения и промывки элементов повторяют до полной очистки их от солей. Очистка элементов кипячением считается законченной, когда при промывке из элементов пойдет чистая вода. После этого открывают регулятор и продувают элементы паром.

Закончив продувку элементов пароперегревателя, вынимают желоба из золотниковых втулок и смазывают их цилиндрическим маслом.

Для очистки элементов путем длительной промывки используют специальное устройство, которое состоит из барабана и двух дисков, соединенных валом. Устройство устанавливают в золотниковые втулки на уплотнительных резиновых кольцах между дисками и барабаном. Это необходимо для изоляции полости барабана от передней и задней втулок золотниковой камеры. Питательная труба барабана укрепляется с помощью скобы на передней золотниковой камере. Устройство устанавливается на правую и левую золотниковые втулки. Резиновые рукава от питательного трубопровода присоединяют к питательным трубам устройства. Закончив выпуск пара, регулятор паровоза открывают полностью, и начинается циркуляционное охлаждение котла с одновременной промывкой элементов пароперегревателя.

Промывка элементов пароперегревателя заключается в том, что вода по трубопроводам от нагнетательного насоса теплой промывки поступает в питательную трубу описанного устройства и через паровпускные трубы направляется в камеру перегретого пара пароперегревателя. После охлаждения котла устройство отсоединяют от трубопровода нагнетательного насоса и начинают промывку котла. Котел наполняют водой через элементы после их промывки.

При подъемочном и деловском ремонтах все элементы вынимают из котла, осматривают и испытывают гидравлическим давлением, после чего в зависимости от состояния каждый элемент пароперегревателя должен быть отремонтирован.

Ремонт элементов сводится к замене задних колпачков и смене головок. Ставят новые части трубок, исправляют или заменяют на новые поддержки, болты крепления и предохранительные щиты. При всех видах ремонта элементы необходимо промыть.

В случаях обнаружения на элементных трубках прогаров, трещин и коррозионных повреждений их заменяют новыми или старогодными. Приварку колпачков и головок, соединение трубок элементов производят газовой сваркой. После выполнения ремонта с применением сварки отремонтированные элементы проходят гидравлическое испытание давлением 3 МПа с остукиванием их ручным молотком.

Для соединения элементов с коробкой коллектора применяют конусные втулки. Болты для крепления элементов должны быть изготовлены из стали соответствующей марки.

Неисправные поддержки ремонтируют или заменяют новыми, а недостающие ставят на место.

Поддержка необходима для связывания трубок элемента между собой и поддерживания элемента в жаровой трубе в среднем положении. Должна быть исключена возможность протирания поддержкой жаровой трубы при продольном перемещении элементов.

Отремонтированные и испытанные элементы должны быть проверены по длине и по выгибу их передних концов. Выгиб передних концов элементов проверяют специальным шаблоном и убеждаются в том, что головки каждого элемента перпендикулярны прямой части элемента. Элементы при постановке их в котел должны входить в жаровые трубы без заедания. Если не будет свободного перемещения элементов при их удлинении от нагревания, то это вызовет расстройство соединения элементов с коллектором. Перед постановкой элементов в котел резьба болтов и гаек должна быть смазана графитом, разведенным в керосине.

После постановки элементов на место пароперегреватель должен быть опрессован водой давлением не ниже 0,4 МПа.

§ 62. Ремонт гарнитуры

Колосниковая решетка топки паровозного котла испытывает воздействие высокой температуры горящего топлива. Кроме того, иногда из-за зашлаковывания решетки воздух между колосниками не проходит, в результате чего они не охлаждаются и перегреваются. Перегрев колосников вызывает их коробление, прогиб и постепенное обгорание. Балки колосников при этом также прогибаются и на них появляются трещины. В связи с тем что боковые продольные балки колосниковой решетки жестко скреплены с топочной рамой, то при прогибе в средней их части происходит излом. В процессе эксплуатации при чистке топки колосники повреждаются кочегарным инструментом. Поэтому колосниковую решетку необходимо своевременно ремонтировать.

На подъемочном ремонте колосниковую решетку перебирают, негодные колосники заменяют новыми; устраняют неисправности привода; исправляют или заменяют колосниковые балки, обеспечивая плотное прилегание колосников и балок к стенкам огневой коробки.

Изогнутые колосниковые балки разрешается нагревать и править до их нормального состояния, а трещины в балках, колосниках и колосниковых плитах заваривать. Трещины в балках заваривают дуговой сваркой, а в колосниках и откидных колосниковых плитах — газовой. При укладке колосников следует их подбирать однотипными и без перекосов, оставляя соответствующие зазоры для удлинения при нагревании.

Это же требование следует соблюдать и при установке колосниковых плит, так как в противном случае они при нагревании будут зажаты между балками, что не позволит их свободно прокачивать. Выступающие ребра перекошенных при сборке колосников и колосниковых плит быстро обгорают и выходят из строя.

После сборки колосниковой решетки ее площадь должна представлять ровную плоскость без выступов. Неисправности зольника могут быть вызваны короблением и прогоранием его листов и угольников от перегрева их скопившейся золой и раскаленными частицами шлака. Поэтому своевременная очистка зольника от золы и шлака удлинит срок его службы. Изогнутые листы и угольники при подъемочном ремонте выправляют путем нагрева, а прогоревшие места исправляют вваркой вставок дуговой сваркой.

Дуговая сварка применяется также при заварке трещин в угольниках и наплавке изношенных деталей привода зольника. Клапаны зольника в закрытом положении должны плотно прилегать к бункерам, поэтому при ремонте обязательно регулируют его привод.

В дымовытяжных устройствах при эксплуатации истираются поверхности конусных насадок паровой струей, проходящей через конус с большой скоростью. Стенки конуса при горении изгари в дымовой коробке подвержены газовой коррозии. Из-за плохой притирки или неплотной прокладки имеют место случаи пропуска пара в четырехдырном конусе. По этим причинам нарушаются центральное положение конуса относительно дымовой трубы и герметичность соединений его с паровыми трубами, вследствие чего ухудшается разряжение в дымовой коробке.

После осмотра необходимо очищать конус от нагара остуживанием и соскабливанием.

Трещины в конусе устраняют путем постановки наделок и приваркой их дуговой или газовой сваркой с использованием чугуна или латуни.

К неисправностям сифона следует отнести разработку отверстий от воздействия пара, прогорание трубки сифонного кольца и ослабление его в соединительном штуцере (возможны случаи «закипания»).

На подъемочном ремонте сифонное кольцо снимают и отжигают, а в случае прогорания трубки ее заменяют. Для получения хорошей тяги, создаваемой струей отработавшего пара, выходящего из форсового конуса, после ремонта или замены сифонной трубки установку ее производят строго по оси дымовой трубы и в плоскости, перпендикулярной ей. На паровозах Л при сквозном износе нижних боковых частей негодные сопла заменяют новыми с проверкой их плотности водой.

Для проверки положения форсового конуса используют специальные приспособления и приборы.

На рис. 179 представлен общий вид оптического прибора для проверки форсового конуса. Принцип действия такого прибора основан на использовании луча света, угол падения которого равен углу отражения, согласно закону физики. Основными частями прибора являются самоцентрирующее основание, зрительная труба из двух центрирующих дисков (верхнего и нижнего). Самоцентрирующее основание состоит из корпуса 1, кулачков 2, спирального диска 3.

Развод кулачков осуществляется за счет вращения спирального диска 3. Зрительная труба представляет собой перископ, который состоит из вертикальной установочной трубки, направляющей трубки 6 и окуляра 5. В вертикальной установочной трубке размещены отражатель (зеркало) 7, который установлен на косом срезе гайки 10 под углом 45° к стенке трубы с таким расчетом, чтобы центр отражающей его поверхности совпал с точкой пересечения осей направляющей и установочной трубок.

При проверке форсового конуса с использованием оптического прибора предварительно очищают дымовую трубу и конус от сажи и нагара. Верхний и нижние диски устанавливают в дымовой трубе, а в отверстие конуса — оптический прибор. При этом вращают диск 3 до упора кулачков 2

в стенки отверстия головки конуса, в результате чего прибор самоцентрируется. Проверка конуса по оси дымовой трубы заключается в следующем. Лицо, производящее проверку, смотрит в окуляр и убеждается в том, что имеющиеся в наставке 9 крестообразно закрепленные проволоочки и проволоочки на дисках, установленные в дымовой трубе, совпадают. Если это совпадение имеется, то конус установлен правильно, т. е. строго по геометрической оси дымовой трубы, а если нет совпадения, то необходимо переместить конус. При этом если не совпадают точки пересечения двух верхних крестов, то конус нужно наклонить. В случае когда две точки пересечения верхних крестов совпадают, а отклоняется точка пересечения проволоочек наставки 9 прибора, то конус надо не наклонять, а только передвинуть по горизонтали.

Схема проверки установки конуса оптическим прибором показана на рис. 180.

Правильность установки четырехдырного конуса проверяют также с помощью описанного оптического прибора. Для такой проверки в конусе сделано специальное отверстие, которое по отношению к четырем выпускным отверстиям является центральным. При проверке четырехдырного конуса сначала убеждаются в том, что ось его центрального отверстия совпадает с осью дымовой трубы, а затем в правильности расположения отверстий конуса относительно его центрального отверстия. Для этого в каждое выпускное отверстие вставляют металлическую планку, на которой циркулем

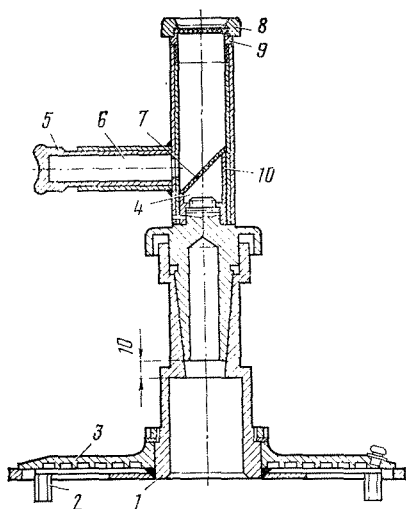


Рис. 179. Оптический прибор для проверки форсового конуса:

1 — корпус; 2 — кулачки; 3 — спиральный диск; 4 — вертикальная установочная трубка; 5 — окуляр; 6 — направляющая трубка; 7 — отражатель (зеркало); 8 — предохранительное стекло; 9 — наставка; 10 — гайка

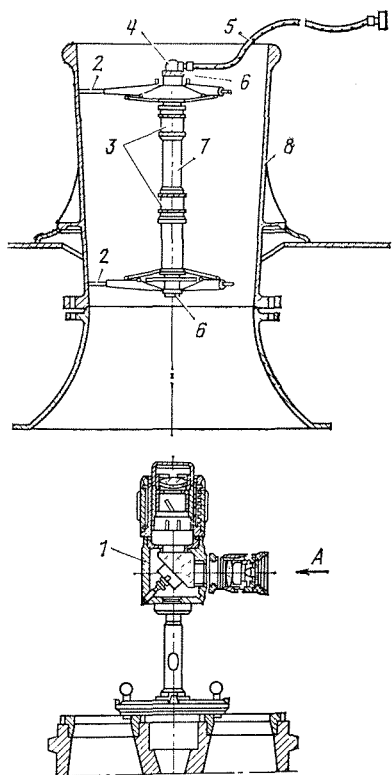


Рис. 180. Схема проверки установки конуса оптическим прибором

1 — оптический прибор; 2 — кулачок; 3 — гайка, управляющая кулачком; 4 — электролампа; 5 — электропровод; 6 — сетка; 7 — труба установочная; 8 — дымовая труба

определяют центры отверстий. Установив ножку циркуля в керн центрального отверстия, проверяют, все ли центры выпускных отверстий конуса находятся на одинаковом расстоянии от центрального отверстия.

Если это расстояние не одинаково, необходимо добиться правильной установки конуса относительно оси дымовой трубы путем смены втулок соответствующих выпускных отверстий.

В тех случаях, когда отклонение оси дымовой трубы от оси конуса по верхнему основанию трубы более 10 мм, производят регулировку путем перестановки дымовой трубы. При установке сифонного кольца необходимо следить за тем, чтобы направление отверстий совпадало с внутренней образующей поверхностью. Сифонное кольцо центрируют относительно выпускных отверстий конуса, чем добиваются взаимного и правильного их положения относительно дымовой трубы паровоза.

Неисправности регуляторов могут быть вызваны отложением накипи на притирочных поверхностях клапанов и разъеданием этих поверхностей вредными примесями накипи. При посадке клапанов на седло под большим давлением пара происходит выработка их рабочей поверхности, чем создаются дополнительные неплотности и пропуск пара. Поэтому нужно своевременно закреплять и набивать сальники.

На промысловых ремонтах обязательно нужно осматривать регуляторный клапан и привод к нему. В случае пропуска пара регуляторным клапаном его притирают. Одновременно регулируют привод, который от регуляторной головки до ручки в будке машиниста не должен иметь свободного хода.

Все шпильки в шарнирных соединениях привода к регулятору должны быть разведены. При подъемном ремонте после ремонта регулятора в обязательном порядке проверяют подъем регуляторных клапанов. После предварительной очистки клапанов от накипи осматривают притирочные поверхности. В случае наличия на этих поверхностях темных мест, которые указывают на пропуск

пара из-за неплотного прилегания клапана к седлу, производят их притирку. Если имеются на притирочной поверхности клапана риски, вмятины и забоины, последние обтачивают на токарном станке, и затем клапан притирают. Износ шейки и хвостовика клапанов восстанавливают путем наплавки с последующей обработкой на станке.

При ремонте регулятора у паровозов Л овальность и конусность направляющего цилиндра поршня клапана устраняется расточкой на станке. Если обнаружены в большом клапане трещины и надрывы в перемычках между окнами, то клапан заменяют.

При износе борта бронзовой втулки регуляторного вала устанавливают бронзовую шайбу. Крышка регулятора у паровозов Л может быть поставлена на прокладном кольце.

Нормальный подъем малого клапана у регулятора паровоза ЭР составляет 13 мм, а большого клапана — 32 мм. В случае отклонения необходимо восстановить их до альбомных размеров подъема клапанов (с допуском +1 мм).

Для паровоза Л нормальный подъем главного клапана регуляторов 70 мм, а разгрузочного — 4 мм.

Подъем клапанов регулятора можно проверять с помощью специальной поперечной скобы 1 (рис. 181), которая имеет линейку 2 с делениями и движок 3. Линейка 2 служит для измерения подъема малого клапана, а движок 3 — для измерения подъема большого клапана. Скоба, на одной стороне которой имеется миллиметровая шкала, своими опорными концами устанавливается на головку регулятора. При этом линейка 2 располагается против центра стержня малого клапана и перпендикулярно рычагу привода. Проверка заключается в том, что при плотно закрытом положении обоих клапанов регулятора линейка 2 сдвигается до упора в торец вилки стержня малого клапана, а движок 3 — до упора в тарелку большого клапана, и производится замер. После полного открытия регулятора в таком же порядке производится вторичный замер. По разности между замерами определяют величину подъема малого и большого клапанов.

Подъем большого клапана может быть отрегулирован изменением длины тяг привода регулятора. Натяг рычага регулятора по сектору при закрытом его натяжении (на горячем паровозе) должен быть не менее 5 мм.

Главный запорный клапан после разборки проверяют на станке и притирают с заменой исходных уплотняющих колец. Разработанные места у шарниров привода регулятора должны быть отремонтированы путем заварки отверстий тяг и рычага с последующей их обработкой.

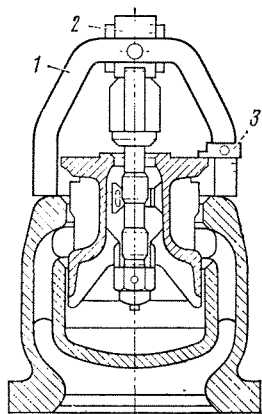


Рис. 181. Проверка подъема клапанов регулятора

§ 63. Ремонт арматуры

Арматура паровозного котла, как было сказано ранее, предназначена для обслуживания и контроля за его работой.

К контрольным приборам относятся водоуказательные стекла и водопробные краники, контрольные пробки, манометры и предохранительные клапаны. К приборам обслуживания паровозного котла относятся инжекторы, пароразборные колонки, спускные краны, промывательные люки и пробки, а также все вентили.

Согласно Правилам надзора за паровыми котлами и воздушными резервуарами подвижного состава каждый котел должен быть снабжен не менее чем двумя приборами для указания уровня воды в котле, причем один из них в виде трех водопробных краников, а другой в виде водоуказательного стекла.

Водоуказательные стекла расположены на лобовом листе кожуха топki в будке машиниста, их основной неисправностью является закипание водяного и парового проходов, вследствие чего сообщение водоуказательного стекла с водяным и паровым пространством котла нарушается, и будет неправильное показание. При закипании водяного прохода вода в стекле и котле находится на одном уровне. Если открыть спускной клапан, то вода и пар уйдут из стекла и после его закрытия вода в стекле не появится. При закипании парового прохода водоуказательное стекло будет показывать уровень воды выше уровня воды в котле.

Кроме неправильного показания уровня воды в паровозном котле, водоуказательные стекла могут пропускать пар, т. е. «парить». Парение может быть в сальниках или в местах постановки стекла из-за плохого крепления или непараллельности кромки стекла или рамки. Парение сальников водоуказательных стекол возможно из-за плохой набивки или несвоевременного подтягивания их и перекоса корпусов кранов.

Правилами деповского ремонта и содержания паровозов локомотивной бригаде вменено в обязанность производить на промысловых ремонтах и между ними перестановку и смену водоуказательных стекол.

Для прочистки каналов водоуказательных стекол и водопробных краников используют специальную развертку, стержень которой вращают с одновременным продвижением его вдоль канала. Канал считается полностью очищенным, когда стержень-развертка свободно проходит через отверстия корпуса клапана и лобового листа кожуха топki. Притирочные места водопробных краников и вентилях водоуказательных стекол восстанавливают специальной шарошкой или на станке с обязательной притиркой.

Основными повреждениями контрольных пробок являются: подплавление и выплавление легкоплавкого сплава, течь пробки в полуду и по резьбе.

Внешним признаком подплавления легкоплавкого сплава контрольной пробки является вогнутая поверхность торцевой части пробки, происходит это из-за снижения уровня воды в котле

(ниже $32\pm^3$ мм) вплоть до обнажения потолка огневой коробки. Течь контрольной пробки в полуду происходит из-за плохой полуды поверхности канала корпуса пробки перед заливкой сплавом. Течь по резьбе вызывается плохой нарезкой резьбы на корпусе пробки в отверстии для пробки в потолке огневой коробки.

Контрольные пробки необходимо осматривать на каждом промывочном ремонте паровоза. При обнаружении дефектов пробку следует вывернуть и перезалить.

Заливку контрольных пробок паровозного котла производят не реже 1 раза в 3 месяца на одном из очередных промывочных ремонтов, а также при каждом полном или наружном освидетельствовании котла. Сверх установленного срока контрольные пробки не должны работать более 10 сут.

Перед первой заливкой контрольную пробку вместе со вставкой очищают от металлического блеска, при повторной переливке пробку очищают от легкоплавкого сплава, а также от нагара и накипи в ванне с 20%-ным раствором соляной кислоты, подогретым до 50—60°C. Механическую очистку гнезда пробки и вставки производят шабером, напильником очистка не допускается. Перед лужением проверяют размеры гнезда пробки и вставки специальным калибром. Лужение пробок производят тем же сплавом, что и заливку (90% свинца и 10% олова). После лужения и заливки контрольную пробку испытывают под давление, на 0,5 МПа превышающее котловое, с выдержкой 3 мин. Контрольную пробку после испытания клеймят по верхней торцовой поверхности на площади кольца с указанием номера паровоза, числа, месяца, года, места заливки и испытания. Дату переливки пробки и оттиск клейма ее головки заносят в книгу регистрации контрольных пробок формы ТКУ-9.

К неисправностям манометра относятся: потеря упругости кольцевой трубочки, отсутствие пломбы, истечение сроков проверки, разбитое или отпотевшее стекло и неправильное показание.

Манометры подвергают следующим периодическим проверкам:

1 раз в год с разборкой, ремонтом и пломбированием;

через каждые шесть месяцев и независимо от срока каждый раз при возникновении сомнения в правильности его показаний.

Шестимесячная периодическая и досрочная проверки манометров производятся без отъемки и снятия пломбы по контрольному манометру, устанавливаемому между манометром и сифонной трубкой. Подводящая пар сифонная трубка должна быть расположена так, чтобы трехходовой край находился на удобном месте для прикрепления контрольного манометра. На горячем паровозе манометр проверяют на рабочее давление и в двух точках, для чего снижают давление в котле подкачкой воды. При правильном показании манометра на внешней стороне его стекла наносят дату проверки (например, $19\frac{22}{11}$ -85). Такую же проверку манометра производят и с отъемкой от места на специальном грузовом поршневом поверочном прессе.

После каждого ремонта манометра и по истечении годичного срока наложение пломбы или клейма осуществляется поверителем Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР, а также локомотивными депо, зарегистрированными в местных органах комитета на право проверки манометров.

Притирочные поверхности предохранительных клапанов изнашиваются в результате подъемов и посадок. Пружина клапана теряет свои упругие свойства, т. е. со временем «салятся». В результате этих неисправностей через три месяца клапан приходится отнимать от котла, разбирать и осматривать. Притирочные поверхности клапана и втулки при пропуске пара проверяют на станке и притирают. Пружину клапана проверяют под испытательной нагрузкой с замером прогиба.

Трещины в корпусе предохранительного клапана разрешается заваривать дуговой сваркой.

После каждого снятия клапана от котла и после каждого ремонта и осмотра проверяют и регулируют нагрузку на пару. Дату и результаты осмотра клапанов заносят в технический паспорт паровоза и в книгу формы ТКУ-8. После проверки предохранительные клапаны пломбируют с постановкой ограничительных хомутиков, чтобы исключить регулировку клапана без срыва пломбы.

Причины неисправности инжекторов, которые могут вызвать отказ их в работе, а также порчу паровоза в пути следования и заход его на межпоездной ремонт, можно разделить на две группы:

- из-за некачественного ремонта;

- из-за неудовлетворительного и неумелого ухода за ними локомотивными бригадами.

Некачественный ремонт инжекторов, влекущий за собой порчи их и отказы заключается в следующем:

- несвоевременное устранение разработки каналов кольцевого парового, конденсационно-водяного, промежуточного и нагнетательного сопел;

- некачественная и не вовремя произведенная очистка от накипи сопел, внутренней части корпуса, клапана дополнительного питания, питательного клапана и др.;

- несоблюдение альбомного размера между кольцевым паровым и конденсационно-водяным соплами;

- малый подъем или плохая притирка питательного клапана, расположенного в корпусе инжектора;

- неплотная постановка центрального парового сопла, также наличие на нем выбоин, раковин или изгиб стенок;

- несовпадение осей кольцевого парового, конденсационно-водяного, промежуточного и нагнетательного сопел, т. е. их перекос;

- зарастание накипью центрального парового сопла;

- плохая сборка водозапорного клапана бака тендера;

- механический износ и подсос воздуха из-за коррозионных повреждений водоприемных труб;

- плохая притирка клапанов;

некачественная постановка фланцев и штуцеров (подсос воздуха);

разъединение фланцев, обрыв, зарастание накипью питательных труб парового котла;

плотная постановка вестового клапана в шарнире.

При неудовлетворительном и неумелом уходе порчи и отказы могут быть по следующим причинам:

засорение сеток водоприемных труб бака тендера (отсутствие сеток в водоналивных горловинах водяного бака тендера);

зарастание накипью или отсутствие очистительной сетки делительной пробки инжектора;

перегрев воды в баке тендера выше 50°C;

примораживание крышек водоналивных горловин водяного бака тендера;

малый доступ пара в паровое сопло ввиду недостаточного открытия вентиля пароразборной колонки;

замораживание наружной питательной трубы бака тендера.

Правила деповского ремонта и содержания паровозов требуют, чтобы при периодическом осмотре инжекторы были отремонтированы с отнятием от места установки или замены заранее отремонтированными и испытанными.

Питательные трубы также должны быть очищены от накипи с отъемкой их полностью.

На промывочном ремонте без периодического осмотра мелкий ремонт инжекторов (притирка клапанов, очистка сеток водоприемных труб бака тендера, перестановка вестового клапана и др.) необходимо производить без отъемки инжектора от места установки.

На подъемочном ремонте в условиях локомотивных депо инжекторы ремонтируют с отъемкой от места или заменяют заранее отремонтированными и испытанными, при этом питательные трубы снимают и очищают. Питательный трубопровод осматривают на месте. Питательные трубы, имеющие коррозионные повреждения и местные высины свыше допускаемых размеров, исправляют варкой вставок.

Снятый с котла инжектор полностью разбирают, очищают от накипи, промывают в ванне с раствором соляной кислоты (1 часть) и воды (2 части) и очищают металлической щеткой, после чего промывают детали в чистой проточной воде, осматривают и проверяют соответствие их размеров допускаемым.

При всех видах ремонта разрешено заваривать трещины, раковины и наплавлять изношенные поверхности в корпусе инжектора.

Гнезда питательных клапанов, имеющие износ, разрешается восстанавливать наплавкой или запрессовкой в них втулки.

Сварочные и наплавочные работы на корпусе инжектора выполняют газовой сваркой с присадкой бронзы. Трещины в корпусе разделяют У-образно с засверловкой концов. После заварки трещин на корпусе инжектор подвергают гидравлическому испытанию (давление котловое плюс 0,5 МПа). Поверхность сопел

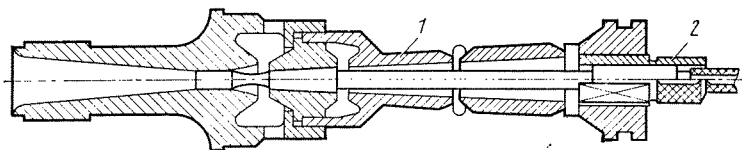


Рис. 182. Проверка соосности сопел инжектора с помощью калибров:
1 — сопло; 2 — калибр

должна быть гладкой, без выедин и раковин, а резьба сопел — исправной и плотно входит в гнезда.

При сборке инжектора расстояния между соплами должны соответствовать альбомным размерам и оси их должны совпадать.

Питательные трубы, вынутые из котла, отжигают, остукивают молотком для очистки от накипи. Части питательных труб соединяют фланцами на чечевичных кольцах. Инжекторные паровпускные и наружные питательные трубы после их ремонта опрессовывают (давление котловое плюс 0,5 МПа).

Совершенным методом ремонта инжекторов является ремонт с применением специальных калибров и разверток. Суть метода состоит в том, что все основные размеры паровых, конденсационно-водяного и нагнетательного сопел (в отдельности каждого и в собранном виде) (рис. 182) должны соответствовать альбомным размерам. Калибры также используют для проверки осей посадки, конусов в корпусе инжектора. В случае износа внутренних поверхностей конуса сопел повреждения исправляют с помощью специальных разверток. Набор поверочного инструмента для инжектора обычно состоит из 28 разных калибров и 14 разверток.

После ремонта обязательно производится испытание инжектора на стенде, где определяют его производительность. Это испытание называется нормальным.

Испытание на надежность работы инжектора при пониженном давлении пара в котле и повышенной температуре воды в тендере называется критическим.

Испытательный стенд (рис. 183) для испытания инжекторов состоит из стола 1, на котором установлены манометры и фланец для укрепления инжектора; нагнетательного бака 2 с водомерным стеклом и градуированной рейкой; двух нижних водяных баков 3 вместимостью 1,6 и 3 м³; компенсаторного резервуара 4 с пирометром, манометром и предохранительным клапаном; бачка 5 для измерения потерь воды через вестовой клапан; трубопроводной сети с запорными вентилями.

Для испытания инжектор укрепляют к установочному фланцу и присоединяют к паровой и водяной магистралям.

Испытание на производительность начинают после установившейся работы инжектора. При этом делается отметка уровня воды в водомерном стекле и отсчет времени по часам. По истечении 1 мин отмечают снова уровень воды в водомерном стекле. Сделав

отсчет по отметкам на водомерном стекле, определяют производительность инжектора за 1 мин, которая для инжектора паровоза Л составляет при давлении 1,1—1,3 МПа 250 л. Инжектор должен работать при пониженном давлении пара в котле до 0,4 МПа и при температуре питательной воды до 35°C, для чего проводят соответствующие испытания при таких параметрах пара и воды. В этом и заключается критическое испытание инжектора. Во время критического испытания инжектор должен непрерывно подавать воду.

Ремонт питательных труб инжектора начинают после их очистки от накипи. В случае наличия на трубах трещин, вмятин производится необходимый при этом ремонт—заварка трещин и исправление вмятин.

После установки трубы должны иметь хорошую отбуртовку и развальцовку. Водоприемную и вестовую трубы укрепляют путем подтягивания гаек. В необходимых случаях переставляют эти трубы с целью достижения плотности постановки. При перестановке водоприемной трубы перекрывают водозапорный клапан у тендера, трубу снимают и заменяют прокладки. Перед постановкой прокладок фланцы труб очищают шабером, а прокладку пропитывают в мазуте. При установке труб устанавливают хомут патрубка

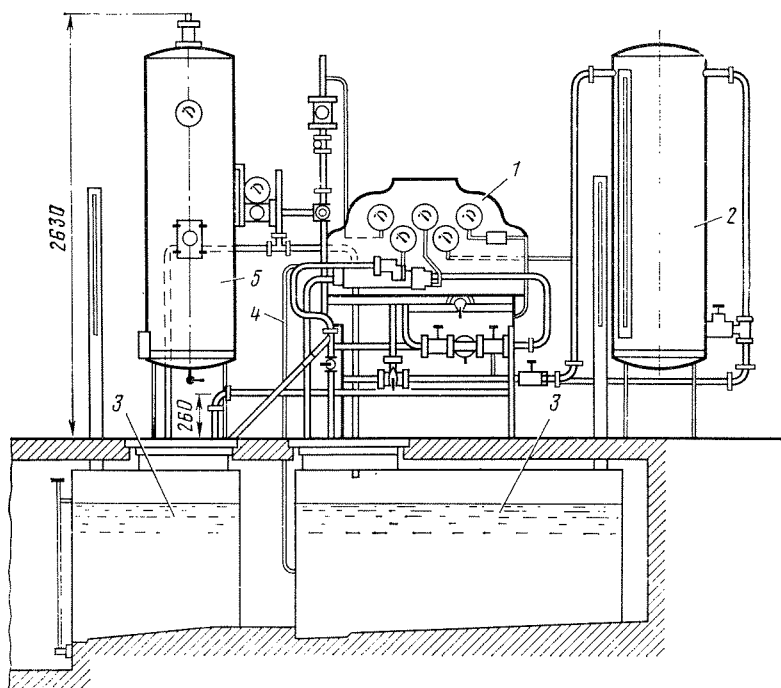


Рис. 183. Испытательный стенд для проверки инжекторов

и крепят трубы на кронштейне. Перестановку вестовой трубы начинают с ослабления укрепляющего хомута внизу трубы, затем отворачивают накидную гайку трубы у инжектора. После очистки бурта трубы и места ее крепления у инжектора устанавливают новое прокладное кольцо.

Во избежание обрыва буртов при постановке трубы не должно быть перекосов.

К дефектам у водоприемных рукавов относятся расслоение резиновой прослойки от воздействия высокой температуры пара. В результате многократных изгибов рукава при движении паровоза образуются разрывы в стенках рукава. То же происходит и при замораживании рукава.

К неисправностям пароразборной колонки следует отнести следующее: пропуск пара вентилями, парение штуцеров по резьбе и у сальников. В корпусе пароразборной колонки возможны трещины. Пропуск пара вентилем происходит из-за неплотной посадки клапана на седло в результате их плохой притирки, а также наличия на притирочной поверхности кусочков накипи.

Парение штуцеров по резьбе устраняется заменой их новыми.

Набивка сальников вентилей производится обычным способом, как и для любой другой арматуры котла.

Трещины в корпусе колонки заваривают дуговой сваркой. Притирочные поверхности клапанов проверяют на станке, а их седла фрезеруют, после чего их притирают, ширина притирочной поверхности 2—3 мм. Изношенные клапаны и седла с притирочной поверхностью более 4 мм заменяют новыми.

Притирку клапана выполняют следующим образом: на притираемую поверхность клапана наносят равномерный слой пасты и поворачивают его влево и вправо.

Промывательные люки и краны паровозного котла в результате коррозионного воздействия примесей котловой воды часто имеют неплотности. По этой причине происходит парение и течь воды в соединениях их с котлом. Причиной парения и течи может быть также и некачественная постановка люков на место, а также плохая притирка и неравномерное крепление. На промывочном ремонте паровоза осматривают промывательные люки-пробки и переставляют их. При постановке овальных люков не следует допускать смещения асбестового шнура, а люк в отверстие нужно устанавливать центрально. С этой целью отпускают гайку стержня и освобождают подковообразную скобу, удерживающую люк, что позволяет вынуть люк из котла. У люков-пробок следует проверять состояние резьбы и прокладок. Прокладки периодически подлежат замене. Овальные промывательные люки устанавливают на место на прокладках из асбестового шнура и порошка, люк укрепляют неподвижно и по мере нагрева котла производят окончательное его крепление.

Промывательные люки-пробки ставят на паронитовых прокладных кольцах. Накладные и подбрюшные люки притирают.

В целях обеспечения плотного соединения люка-пробки со втул-

кой ее износ компенсируют прокладками, толщина которых не должна превышать 5,5 мм. Резьбу люков-пробок перед постановкой промазывают смесью цилиндрического масла и графита с затяжкой на полное число ниток. При давлении пара выше 0,3 МПа подтягивание болтов люка-лаза, круглых и овальных люков не допускается. Запрещается крепление крышек люков-пробок под давлением пара в котле.

Краны для продувки котла могут иметь следующие неисправности:

наличие в кране посторонних предметов (кусочки металла и т. п.), попавших из котла при его продувке;

обрыв поводка рычага заслонки крана или заедания рычага во время продувки котла;

течь крана в соединении его корпуса с котлом из-за плохой обработки их притирочных поверхностей.

В случае необходимости следует произвести незначительный ремонт крана на промывочном ремонте паровоза, не отнимая его от места установки. На подъемочном ремонте ремонт крана производят с отъемкой от котла или заменяют его предварительно отремонтированным и испытанным краном.

В случае течи в соединении крышки с корпусом крана их притирочные поверхности исправляют шабровкой с притиркой по месту. Разъедины и забоины наплавляют с последующей обработкой на станке. Наплавка производится дуговой или газовой сваркой. Трещины в корпусе крана также заваривают с применением электродов Э42. В случае течи по месту постановки втулки последнюю заменяют. Заход заслонки в гнездо рычага должен составлять не менее 6 мм.

Запорные (шариковые) клапаны очищают от шлама и при наличии коррозионных повреждений заменяют.

Наружную резьбу штуцеров спускных кранов проверяют по высоте и диаметру. В случае износа резьбы по высоте более 0,3 мм и по диаметру более 0,6 мм штуцер заменяют на новый или восстанавливают его наплавкой с последующей нарезкой резьбы на станке.

После ремонта продувочные краны подлежат испытанию путем опрессовки их водой под давлением, на 0,5 МПа превышающем рабочее.

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЕ
КОТЛОВ И РЕЗЕРВУАРОВ****§ 64. Общие сведения по котлонадзору**

Для постоянного технического надзора за работающими под давлением сосудами в депо создают комиссию под председательством начальника депо, его заместителя или главного инженера. Членами комиссии являются приемщик локомотивов, инженер депо и мастера. Одного из членов комиссии начальник дороги назначает ответственным за исправное содержание паровых котлов и воздушных резервуаров, своевременную организацию и выполнение их технического освидетельствования.

Из числа мастеров и бригадиров начальник депо приказом выделяет ответственных за обеспечение выполнения требований Правил надзора за паровыми котлами и воздушными резервуарами подвижного состава железных дорог МПС (Правил котлонадзора) по кругу их обязанностей, назначает ответственных по обслуживанию, регулировке, испытанию и ремонту приборов и устройств, обеспечивающих безопасную работу паровых котлов и резервуаров (предохранительных клапанов, контрольных пробок и т. п.), а также по проверке готовности паровозов к заправке и за заправку. Все эти лица получают персональные должностные инструкционные карточки, в которых указываются их обязанности по котлонадзору и порядок их выполнения.

Правила котлонадзора, которыми руководствуются члены комиссий, уполномоченные и ответственные лица, содержат требования к материалам для постройки, сварочным соединениям и арматуре паровых котлов и резервуаров; предусматривают условия, виды, сроки и порядок технических освидетельствований объектов котлонадзора; содержат требования к их обслуживанию; устанавливают порядок расследования повреждений и аварий объектов котлонадзора и дают указания о необходимой документации. Эти Правила имеют силу закона и обязательны для всех лиц, связанных с постройкой, эксплуатацией и ремонтом котлов и резервуаров, работающих под давлением.

В своей работе комиссии, уполномоченные и ответственные лица руководствуются также соответствующими приказами МПС. Работу комиссии и уполномоченных контролируют дорожные инспектора по локомотивам и моторвагонному подвижному составу.

На каждый паровозный котел составляется прошнурованная и скрепленная сургучной печатью котловая книга формы ТКУ-5, а для каждого главного резервуара — книга формы ТКУ-6, которые хранят в депо в месте, обеспечивающем их сохранность. При передаче паровоза (или котла, резервуара) на другую дорогу или в другое депо и книги должны одновременно передавать на новое место

приписки. В книги заносят сведения об основных конструктивных данных котла или резервуара, снабжая их в нужных случаях чертежами и эскизами; указывают в них марки сталей, из которых изготовлены отдельные части, а также место установки котла или резервуара; все технические освидетельствования за подписями членов комиссии, конструктивные изменения, проводимые ремонты и их объекты с приложением соответствующих эскизов по смене и ремонту труб и связей, заварке трещин, постановке вставок, правке выпучин и т. п., включая заключения лаборатории по испытанию металла и прочие данные специального обследования. Результаты гидравлического испытания с наружным осмотром котла обязательно заносят в оба раздела котловой книги.

Каждому паровозному котлу и главному резервуару, если последний изготовлен до 1975 г., присваивают постоянный регистрационный номер, который наносят и на сам объект, выбивая его на паспортной табличке. Эти регистрационные номера сохраняются и при передаче объектов в другое подразделение или на другую дорогу.

При отсутствии котловой книги или книги главного резервуара никаких технических освидетельствований их не допускается. В случае утери книги формы ТКУ-5 или ТКУ-6 заводят дубликат с надписью на главном листе: «Дубликат взамен утерянной». При составлении дубликата используют имеющиеся документы, данные паспортной таблички, заводских клейм, выбитых на резервуаре.

Стандартная паспортная табличка, укрепляемая на лобовом листе паровозного котла, приведена на рис. 184.

На главных воздушных резервуарах устанавливают паспортные таблички на одном из днищ по вертикальному диаметру на рас-

140

80

ПАРОВОЗ	МОСКОВСКОЙ	Ж. Д.
СЕРИЯ	Л	№ 0165
ЗАВОД	ПО ВОРОШИЛОВАГРАД	ГОД ПОСТРОЙКИ 1955
ДЕПО	ПОВАРОВО-III	
РЕГИСТРАЦИОННЫЙ № КОТЛА	105486	
ДОПУСКАЕМОЕ РАБОЧЕЕ ДАВЛЕНИЕ	1.6	МПа
ВРЕМЯ ПОСЛЕДНЕГО ПОЛНОГО ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЯ	1. IX 1961 г. 15 X. 1967 г.	
МЕСТО ПОСЛЕДНЕГО ПОЛНОГО ОСВИДЕТЕЛЬСТВОВАНИЯ	ПОВАРОВО, ПОВАРОВО	

Рис. 184. Паспортная табличка паровозного котла

стоянии половины радиуса вверх от центра днища. Табличку изготовляют из листовой стали Ст0—Ст3 толщиной 3 мм, выгибают П-образно и короткие ножки приваривают электродом диаметром 3 мм. На плоскости размером 60×65 мм в пять строк выбивают: наименование завода-изготовителя, заводской номер, год изготовления, допускаемое рабочее давление в кгс/см² (МПа), вместимость в м³.

На главных резервуарах, изготовленных до 1975 г., обязательно сохраняют клейма с теми же пятью данными, что и в паспортной табличке, выбитыми заводом-изготовителем. Точно также на них сохраняют паспортные таблички и регистрационные номера.

Кроме того, на главных и запасных резервуарах по видимой для обзора стороне по середине длины баллона сразу под осевой горизонталью наносят белой краской в прямоугольнике длиной 150 и высотой 100 мм надпись о месте и дате последнего гидравлического испытания.

На запасных резервуарах наносят белой краской следующие данные: 1) товарный знак предприятия-изготовителя; 2) обозначение резервуара по стандарту; 3) рабочее давление в кгс/см² (МПа); 4) номер резервуара и 5) год и месяц изготовления. Пункты 4, 5 и 1 дополнительно выбивают на штуцерс обечайки резервуара.

Правилами котлонадзора предъявляются определенные требования к химическому составу и механическим свойствам материалов, идущих на изготовление котла листов котельной стали, жаровых, дымогарных, циркуляционных и пароперегревательных труб, прутковой стали для связей и анкерных болтов и листовой стали, из которой изготовляют главные и запасные резервуары.

Специальный раздел Правил котлонадзора отведен для условий, при которых разрешено производить сварочные работы на паровозных котлах, главных и запасных резервуарах. При этом установлено, что сварочные работы на этих объектах могут вести только сварщики, прошедшие испытание в соответствии с Правилами аттестации сварщиков и допущенные выполнять работы на единицах котлонадзора. Предусмотрен различный контроль за качеством швов и сварных соединений в виде внешнего осмотра, просвечивания рентгеновскими или гамма-лучами, ультразвуковым дефектоскопом, металлографическими исследованиями, механическими и гидравлическими испытаниями.

Правилами котлонадзора предусмотрен также порядок расследования повреждений и аварий котлов и воздушных резервуаров и соответствующая документация.

§ 65. Виды технического освидетельствования

Правилами котлонадзора предусмотрена периодическая промывка паровозных котлов и продувка главных воздушных резервуаров, а кроме того, установлены следующие виды освидетельст-

ований: для котлов — наружный осмотр, полное освидетельствование, гидравлическое испытание и специальное обследование; для главных и запасных резервуаров — наружный осмотр, наружный осмотр с гидравлическим испытанием.

Наружный осмотр. Паровозные котлы необходимо подвергать наружному осмотру не реже 1 раза в три года. Обычно этот осмотр для паровозов, находящихся в эксплуатации, приурочивают к подъемочному ремонту, а для паровозов запаса МПС и резерва управления дороги — к очередной обкатке. Если до наступления срока наружного осмотра котла осталось меньше года, а паровоз поставлен в подъемочный ремонт или проходит очередную обкатку, то осмотр производят во время этих операций. Так же досрочно ведут наружный осмотр котла, если паровоз направляют на длительную стоянку в запас МПС или резерв управления дороги.

Основная цель наружного осмотра — проверка состояния листов, связей и анкерных болтов топки, циркуляционных, жаровых и дымогарных труб и элементов пароперегревателя, арматуры котла, а также сварных и клепаных швов.

Для успешного проведения осмотра котел охлаждают, тщательно промывают и прочищают от накипи, золы и сажи. Все контрольные отверстия связей и анкерных болтов со стороны огневой коробки должны быть прочищены, открыты люки-лазы и промывательные люки-пробки. В котлах, не имеющих люка-лаза, для доступа внутрь открывают крышку парового колпака. Колосниковую решетку и свод разбирают, а колосники и кирпичи удаляют из топки. На паровозах нефтяного и смешанного отопления удаляют обмуровку. Если возникает подозрение в местном скоплении накипи (завал), то вынимают часть жаровых и дымогарных труб, чтобы проверить это предположение, и если оно подтверждается, то удаляют накипь. Частичной выемкой труб иногда пользуются для осмотра труднодоступных мест котла.

Подготовленный котел осматривает комиссия, отмечая обнаруженные выедины, трещины, оборванные или текущие анкерные болты, связи, тяжи, заклепки, расстроенные швы; с помощью линейки проверяет стенки огневой коробки на волнистость, общий и местный прогиб (выпучины) и одновременно выявляет наличие и размеры лучевых надрывов и кольцевых трещин около отверстий для анкерных болтов, связей и заклепок. Для выявления состояния стенки в местах значительных прогибов и волнистости иногда приходится удалить 10—12 связей, что дает возможность осмотреть стенку со стороны воды, убедиться в отсутствии или наличии завалов и обнаружить оборванные, но не текущие связи.

Комиссия также проверяет состояние арматуры котла, у манометров — соблюдение следующих требований: номинальный диаметр манометра паровозного котла не менее 150 мм, а главного воздушного резервуара — не менее 100 мм; красная черта наибольшего допускаемого давления в котле или резервуаре находится в пределах последних двух третей шкалы; сифонная трубка манометра имеет диаметр не менее 10 мм, делает не менее 2,5 витка диа-

метром 80—120 мм и соединена с манометром трехходовым крапом, снабженным для подсоединения контрольного манометра фланцем диаметром 38 мм и толщиной 6 мм. При осмотре удостоверяются, что манометр хорошо освещен, виден лицам паровозной бригады с их рабочих мест, прочно укреплен и имеет класс точности 1,6. Одновременно убеждаются, что дата последней шестимесячной проверки не просрочена и будучи нанесенной на стекле манометра не мешает отчетливо видеть шкалу, а также проверяют наличие пломбы годовой проверки. Если паровоз находится в запасе МПС или резерва управления дороги, то его манометры не требуется проверять через шесть месяцев.

Следует особо отметить, что проверку и опломбирование манометров в депо может производить только специально уполномоченный на эту работу приемщик локомотивов или инженер производственно-технического отдела депо или техник-поверитель.

К предохранительным клапанам предъявляются следующие требования: клапаны (не менее двух на котел) не должны допускать изменения нагрузки после опломбирования и быть отрегулированы на 0,02 МПа (0,2 кгс/см²) у первого и на 0,04 МПа (0,4 кгс/см²) у второго и третьего выше разрешенного рабочего давления.

Предохранительные клапаны подвергают осмотру с поверкой и опломбированием не реже 1 раза в три месяца, а также при подъемочных и заводских ремонтах. При капитальном и среднем ремонтах клапан испытывают гидравлическим давлением на прочность и плотность, для чего, затянув соответственно пружину, поднимают давление на стенде до рабочего плюс 0,5 МПа (5 кгс/см²) и убеждаются, что в течение 3 мин нет потения и просачивания воды через стенки и детали клапана. Пружину предохранительного клапана проверяют под грузом на стрелу прогиба; годная пружина должна отвечать данным, указанным в табл. 3.

Срок осмотра и проверки предохранительных клапанов допускается просрочить до 10 сут, если за это время паровоз будет поставлен по графику на очередной периодический ремонт.

Если паровоз отставляют в запас МПС или резерв управления дороги, то его предохранительные клапаны подвергают осмотру и

Таблица 3

Параметры	Серия паровоза			Унифицированный клапан
	Эм	Эр	а Е	
Испытательная нагрузка, Н/кгс	6198/632	1903/194	9365/955	6423/655
Прогиб (сжатие) пружины под испытательной нагрузкой, мм	27,2	5,4	17	25
Допуски на прогиб, мм	+3 —2	+2 —1	+2 —1,5	

проверке с отъемом от места и испытанием на стенде независимо от срока. При этом их пружины должны быть отрегулированы на давление 0,6 МПа (6 кгс/см²).

На паровозах, заправляемых из запаса МПС или из резерва управления дороги, а также поступивших из других депо, регулируют и проверяют предохранительные клапаны при заправке независимо от срока предыдущей проверки.

Результаты проверки котловых предохранительных клапанов заносят с указанием даты в технический паспорт паровоза и книгу формы ТКУ-8, а предохранительных клапанов главных резервуаров и регуляторов давления — в книгу формы ТКУ-14.

Клейма плашек для опломбирования (единые для всей сети железных дорог) должны давать следующий оттиск: первая плашка — название завода или дороги и года проверки, вторая — сокращенное обозначение депо и месяц проверки.

При каждом наружном и полном освидетельствовании котла контрольные легкоплавкие пробки переливают, после чего зачищают и подвергают гидравлическому испытанию на давление, равное рабочему плюс 0,5 МПа (5 кгс/см²). Выдержавшую испытание пробку клеймят по верхней торцовой поверхности в пределах площади кольца, расположенного между вставкой и наружным краем заливки (рис. 185), специальными клеймами, которые хранятся у заместителя начальника депо по ремонту или у котельного мастера. Дату переливки контрольных пробок и оттиска с них вносят в книгу их регистрации формы ТКУ-9. Если пробки переливают при отставлении паровоза в запас МПС, то их оставляют неклеяемыми до заправки, перед которой пробки подвергают осмотру, испытанию на прессе и клеймению с записью в книгу формы ТКУ-9.

Окрашенный в красный цвет указатель низшего уровня воды должен отстоять от наивысшей точки потолка огневой коробки соответственно чертежам МПС и с ним должна совпадать горизонтальная ось канала нижнего водопробного краника, а нижняя кромка водоуказательного стекла должны быть на 5 мм ниже (у паровоза Л — на 24 мм).

Обязательно проверяют освещенность водоуказательных стекол, наличие и исправность устройств для отключения стекол от котла и их продувки, а также защитных приспособлений у круглых стекол, предотвращающих травмирование лиц паровозной бригады при разрушении стекла.

Убеждаются в том, что спускные краны расположены по чертежам МПС, а продувательные — оборудованы предохранительными (шариковыми) запорными устройствами, исключающими выход воды при неисправ-

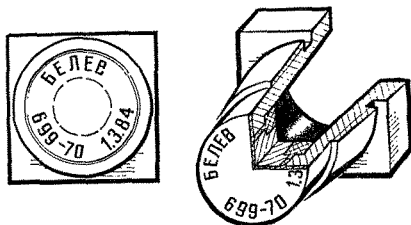


Рис. 185. Клеймение контрольной пробки

ности крана. Если же для продувки предусмотрены пробковые краны, то проверяют наличие дополнительных вентилей на отводящих трубах.

У питательных приборов убеждаются в наличии запорных вентилей и автоматически закрывающихся котловым давлением питательных клапанов, а также приспособлений для тушения пожара.

Все обнаруженные дефекты устраняют с записью в соответствующие книги.

В процессе наружного осмотра или по его окончании может возникнуть сомнение в его достаточности для выявления всех дефектов, имеющих у котла; в таких случаях комиссия выносит заключение о необходимости произвести полное освидетельствование котла.

Полное освидетельствование. Тщательное обследование состояния всех частей и соединений котла как снаружи, так и внутри (для получения данных о требующихся мерах по приведению котла в исправное состояние) и устранение всех обнаруженных дефектов составляют полное освидетельствование. Поэтому, готовя котел к полному освидетельствованию, полагается снять обшивку и изоляцию, вынуть из котла элементы пароперегревателя, весь комплект жаровых и дымогарных труб, открыть паровой колпак, все люки, пробки и снять арматуру. Для выявления дефектов котел очищают от золы, сажи, накипи и остатков изоляции, зачищая его до металла. Как и при наружном осмотре, прочищают и осматривают все контрольные отверстия анкерных болтов и связей. При этом обязательно в соответствии с Правилами ремонта паровозов в углах и верхних загибах — в третьем, четвертом и пятом продольных рядах анкерных болтов, считая от верхнего ряда, т. е. в местах, где анкерные болты и подвижные связи подвергаются наибольшему напряжению, удаляют колпачки и крышки для возможности проверки состояния распорных устройств. На паровозах Л снимают не менее 100 колпачков и крышек и обязательно все колпачки и крышки, имеющие признаки течи. На других сериях паровозов количество подлежащих отъему крышек и колпачков определяют по фактическому состоянию.

Производя полное освидетельствование внутренних скреплений котла, кромок листов, клепаных и сварных швов, кромок отверстий под жаровые и дымогарные трубы в обеих решетках, мест образования лучевых надрывов и кольцевых трещин возле головок анкерных болтов и связей, трещин, выедин и подьедин на потолке огневой коробки, в местах соединения листов в цилиндрической части котла, в местах соединения гибких опор с барабанами котла, осматривают указанные места через лупу.

При осмотре проверяют размеры отверстий под трубы в задней решетке и величину мостиков между ними. Если возникает необходимость проверить толщину листа, удаляют одну связь или просверливают стенку в месте утонения. Особое внимание уделяют осмотру низа цилиндрической части котла, области нормаль-

ного уровня воды, камеры догорания, металла вокруг люков и других мест, где может возникнуть явление электролиза.

Все работы по устранению дефектов отмечают в котловой книге. Отъемку колпачков и крышек отмечают на эскизе огневой коробки с указанием даты осмотра в книге формы ТКУ-5.

Всю снятую арматуру осматривают, ремонтируют, проверяют и регулируют в соответствии с Правилами ремонта.

В порядке исключения при полном освидетельствовании в депо разрешается не снимать, а только распускать обшивку кожуха топки и цилиндрической части котла, чтобы можно было осмотреть и выявить состояние швов, а обшивку и изоляцию в остальных частях не удалять.

После устранения всех дефектов, выявленных при полном освидетельствовании, и окончания сборки котел подвергают гидравлическому испытанию, чтобы убедиться в его плотности и исправности.

Гидравлическое испытание. Чтобы при напуске воды полностью удалить из котла или главного резервуара воздух, вентили, краны и пробки держат открытыми до появления из них воды. После того как все отверстия закрыты, котел или резервуар подключают к прессу и поднимают давление до пробного, равного рабочему плюс 0,5 МПа (5 кгс/см²). Под пробным давлением котел или резервуар выдерживают в течение 5 мин, а затем давление постепенно снижают до рабочего, которое поддерживают до конца осмотра. Все сварочные швы остукивают легкими ударами молотка массой 0,5—0,8 кг с закругленным бойком.

Давление в котле при гидравлическом испытании контролируют по двум проверенным манометрам, из которых один обязательно должен быть контрольным. Давление по окончании гидравлического испытания снижают от рабочего до нуля постепенно.

При осмотре котла или резервуара под давлением отмечают течь швов, заклепок, связей, анкерных болтов, жаровых, дымогарных и циркуляционных труб. Незначительную течь необваренных жаровых, дымогарных и циркуляционных труб устраняют развальцовкой. У обваренной трубы с удовлетворительным состоянием бурта при появлении отдельных капель срубают обварку, вальцуют трубу и обваривают вновь. Трубу со значительной течью заменяют. Анкерные болты и связи, имеющие течь, заменяют; чеканить их головки запрещено. Чеканку заклепок и заклепочных швов можно производить только после снижения давления до нуля. Если течь шва значительная, он должен быть переклепан.

Обнаружение течи, слезинок или трещин в сварном шве требует его переварки заново; чеканка сварных швов запрещена.

Если будет обнаружена течь в торце листа или выход влаги в целом месте, лист подлежит смене из-за расслоения металла.

Осматривая люки, пробки и арматуру, убеждаются в отсутствии течи. Если течь обнаруживают в соединениях, то люки, пробки и арматуру переставляют заново. Просачивание воды в металл

свидетельствует о пористости, расслоении и трещинах в нем; такие люки, пробки и арматуру заменяют годными.

Если в результате испытания и осмотра не обнаружено остаточных деформаций, разрывов и течи, то котел или резервуар считают выдержавшим испытание. При этом водяную пыль и мелкие отдельные капли (слезки) в заклепках, клепаных швах, кранах и других частях арматуры за течь не принимают.

Если котел или резервуар признан не выдержавшим гидравлическое испытание, то после устранения выявленных дефектов его вновь подвергают такому испытанию. Единичная смена анкерных болтов и связей в количестве не более 15 шт. не требует повторения гидравлического испытания.

Специальное обследование. При обоснованном предположении о значительном ухудшении качества и понижении прочности металла котла проводят специальное его обследование при капитальном ремонте. Признаками неудовлетворительного состояния металла служат плены, расслоения, трещины, выедины в цилиндрической части котла, ухватном листе и кожухе топки, разрывы барабанов и т. п. Специальное обследование заключается, помимо тщательного осмотра, в механическом испытании образцов, вырезанных из наиболее сомнительного и опасного места кожуха топки или цилиндрической части котла холодным способом или газовым резком, а иногда и в металлографическом исследовании, которые проводят лаборатории заводов, институтов и управлений дорог.

Глава 21

РЕМОНТ ПАРОВОЙ МАШИНЫ

§ 66. Ремонт паровых цилиндров

Причины появления и виды неисправностей. В процессе эксплуатации цилиндровый блок и индивидуальный цилиндр подвергаются сложным нагрузкам. Вследствие неравномерного нагрева отдельных частей паром в них возникают значительные переменные температурные напряжения. Значительные усилия от давления пара испытывают стенки цилиндра. Сила давления пара, действующая на крышки цилиндра, передается на раму через клинья и болты. От передней жесткой опоры котла на блок передается не только часть массы котла и воды, но и мощные инерционные усилия при торможении.

Из-за сложности конфигурации и неравномерного распределения напряжений в такой крупной с частями различной толщины и массы отливке, какой является паровой цилиндр паровоза, при наложении на нее ударных и иных нагрузок возникают трещины. Ударные нагрузки появляются при несвоевременном устранении ослабления болтов, клиньев и иных напряженных соединений; при

«бросках» воды из-за резкого открытия регулятора при высоком уровне воды в котле; замораживании конденсата в цилиндрах в зимнее время или несвоевременной продувке цилиндров от сконденсировавшегося в воду пара и т. п.

Плохо поставленные цилиндровые и золотниковые втулки с течением времени ослабевают, в них появляются трещины. Из-за недостаточной смазки, «бросков» воды, смывающей смазку с рабочих поверхностей, неправильного подбора уплотняющих колец по твердости втулки, в которой они работают, она быстро изнашивается, в ней появляются выработка, овализация и даже задир.

Неправильная регулировка подачи смазки пресс-масленкой в золотники и цилиндры, применение смазки с низкой температурой вспышки или большим содержанием смолистых веществ, осаждающихся на рабочей поверхности, самовольное добавление паровой бригадой в пресс-масленку масел с низкой температурой разложения и вспышки (например, смазочного мазута) вызывают нагар, приводящий к различным повреждениям (загорание и поломка колец, задир рабочих поверхностей и др.). Отлагаясь в паровых накалах и окнах и тем самым уменьшая их проходное сечение, нагар усиливает мятие пара, что не дает паровозу возможности развивать нормальную мощность и одновременно увеличивает потребление топлива и воды на единицу работы паровой машины. Нагар, оседающий на крышках цилиндров и дисках поршней, уменьшает объем вредного пространства и нарушает этим нормальную работу паровой машины, вызывая петли отрицательной работы в индикаторной диаграмме. Нагар, попавший в каналы цилиндропродувательных клапанов, либо препятствует посадке их на притирку и вызывает непрерывное парение, либо не дает клапанам открываться на нужную величину, отчего могут возникнуть мощные гидравлические удары, повреждающие крышки цилиндров, поршневую группу и дышловый механизм. Вызывая заедание (так называемое загорание) уплотнительных колец в ручьях, нагар препятствует их нормальной работе, и пар начинает беспорядочно перетекать из одной полости цилиндра или золотника в другую, что резко снижает мощность паровой машины и вызывает значительный перерасход топлива. Более того, отложение нагара в ручье под уплотнительными кольцами нередко приводит к их износу и задире рабочей поверхности цилиндровых и золотниковых втулок и колец.

Плохое состояние притирочных поверхностей цилиндровых и золотниковых крышек и втулок или неравномерная затяжка крепящих крышки шпилек вызывают пропуск пара в месте привалки, который из-за «слизывания» паром поверхности в месте пропуска все больше увеличивается.

Обычная неисправность сальников — парение. Причиной незначительного парения чаще всего является износившаяся, загрязненная, плохо смазанная или недостаточно прижатая асбестовая или войлочная набивка. Сильное парение возникает при большом износе или задире уплотнительных колец, браслетных пружин или

потере ими упругости, изгибе скалки от гидравлического удара, задирах и глубоких рисках на скалке и др. Ослабление браслетной пружины вызывает расхождение замков колец, одностороннюю сработку колец и скалки, что приводит к стойкому парению.

Одна из часто встречающихся причин хронического, неустраняемого обычными средствами парения сальников, кроме изгиба скалки, — неправильная установка параллелей и ползуна по отношению к оси цилиндра. Но это можно выяснить только при ремонте и проверке шатунно-поршневой группы.

Обнаружение неисправностей. Цилиндры осматривают с выемкой поршней и золотников. Места частого появления трещин — привалочные фланцы возле болтовых отверстий, задние цилиндровые крышки у опор параллелей, ребра крышек и цилиндров, перегородки паровых окон и т. п. — осматривают особенно тщательно. Остукиванием молотком выявляют неплотности в соединениях, ослабление шпилек, цилиндрических болтов и разгружающих клиньев.

При подъемном ремонте для проверки плотности постановки болтов в местах наиболее частого их ослабления перед остукиванием отвертывают их гайки на 2—3 нитки.

Величину износа, местной выработки и овальности определяют при каждом осмотре цилиндров с отвалкой крышек, обмеряя диаметр рабочей части цилиндрических и золотниковых втулок штихмасом с индикаторной головкой (нутромером), снабженным поперечной планкой, которая обеспечивает установку прибора точно по диаметру. Диаметры измеряют в двух плоскостях — вертикальной и горизонтальной в крайних и среднем местах рабочей части каждой втулки. Обычно максимальный износ у золотниковых втулок наблюдается в зоне паровых окон, а наибольшая выработка — по нижним перемычкам. Это естественно, поскольку удельное давление на единицу поверхности в зоне паровых окон значительно больше, чем в целом месте втулки. В цилиндрах наибольший износ втулок обычно наблюдается в средней их части.

Сравнение полученных при обмере результатов позволяет установить наибольший и наименьший диаметры, конусность и овальность втулок. Задиры, наличие и количество нагара обнаруживают при осмотре соответствующих поверхностей и каналов. Так же выявляют заедание и излом уплотнительных колец.

Если в цилиндрах обнаружен нагар, то для выявления причины его возникновения нагар и смазку из пресс-аппарата этого паровоза подвергают лабораторному анализу.

О пропуске пара из-под крышек известно из записей машинистов в книге ремонта, а места пропуска отличают по их более темному и матовому цвету по сравнению с местами, где притирка хорошая. Темные налеты на притирках требуют возобновления притирочной ленты или шабровки. Сильно парящий сальник разбирают и осмотром устанавливают причины неисправности.

Ремонт паровых цилиндров. Трещины в цилиндрах заваривают в соответствии с Инструкцией по наплавочным и сварочным работам при ремонте паровозов, регламентирующей технологию за-

варки, количество и месторасположение трещин и раковин, которые допускается заваривать. В чугунных цилиндрах разрешено заделывать трещины медными шурупами, если общая длина трещин не превышает при заводском ремонте 100 мм, при подъемочном — 150 мм. Медными шурупами можно заделывать также раковины на рабочей поверхности цилиндров и цилиндрических втулках на заводском ремонте в условиях депо при диаметре раковины не более 10 мм, на прочих видах ремонта — без ограничения.



Рис. 186. Заделка трещины шурупами

Шурупы начинают ставить с одного из концов трещин. Первый шуруп должен на половину своего диаметра выходить за пределы трещины. После ввертывания его головку подрезают, выступающие места спиливают и зашлифовывают заподлицо с рабочей поверхностью. Каждый следующий шуруп ставят по ходу трещины с таким расчетом, чтобы он частично входил в тело предыдущего (рис. 186). Это обеспечивает плотность заделанной трещины. Последний шуруп также должен выходить за пределы трещины не менее чем на половину своего диаметра.

В нерабочих местах цилиндров как трещины, так и раковины на прочность и работу цилиндра не влияют, поэтому их не устраняют. По тем же соображениям не исправляют так называемые литейные трещины в перемычках паровых окон цилиндров и поперечные трещины на цилиндрических втулках длиной в сумме не более 250 мм при подъемочном и всех других видах ремонта. Однако во избежание дальнейшего распространения поперечных трещин во втулках на их концах обязательно ставят медные шурупы. Золотниковые втулки с трещинами при заводском ремонте меняют. Ослабшие втулки заменяют. Старые ослабшие втулки, которые, по данным осмотра и обмера, можно использовать на других паровозах, выпрессовывают вручную винтовыми приспособлениями или переносным масляным прессом. Если же втулка признана негодной, то ее удаляют газовым или электрическим резанием, соблюдая необходимые меры, чтобы не повредить тело цилиндра.

Втулки запрессовывают масляным или винтовым прессом при усилиях 34—78 кН (3,5—8 тс) для чугунных и 34—88 кН (3,5—9 тс) для стальных цилиндров на каждые 100 мм наружного диаметра втулок. После запрессовки втулки протачивают с помощью переносного станка для восстановления правильной цилиндрической формы. Плотность запрессовки проверяют под гидравлическим давлением 0,5—0,6 МПа (5—6 кгс/см²) специальным прибором.

Втулки с неравномерным износом, местными выработками, овальностью сверх допустимых пределов и задирами также растачивают на месте переносным станком, если после удаления неис-

правностей оставшаяся толщина втулки не будет меньше нормы. В противном случае втулку заменяют новой.

На кромках паровых окон цилиндров восстанавливают фаски (приемы), чтобы предотвратить заклинивание и последующий излом секционных уплотнительных колец при крайних положениях поршня.

Особое внимание уделяют полному удалению нагара со всех поверхностей и из всех окон и каналов. Продувательные клапаны снимают, имеющие признаки пропуска проверяют на станке вместе с гнездами и притирают. Ведущие к ним отверстия прочищают. Диаметр отверстий и величину подъема клапанов измеряют, и если они оказываются меньше чертежных, их увеличивают до нормы.

Чтобы устранить пропуск пара из-под цилиндровых крышек, их притирают к привалочным местам до получения непрерывной притирочной ленты шириной не менее 1 мм. Если повреждения притирочных мест таковы, что требуют проточки, то во избежание отклонения вредного пространства от установленной нормы притирочные места наплавляют, после чего протачивают и притирают. Так же поступают, если необходимо отрегулировать величину вредных пространств. Стачивать внутреннюю поверхность цилиндровых крышек или диск поршня не разрешается.

Если между упорами полотен брусковой рамы и цилиндрыми клиньями обнаружен зазор, приварку клиньев срубают или срезают резакон; затем клинья крепят до исчезновения зазора и вновь приваривают. При нехватке натяга клинья заменяют. Ослабшие разгружающие клинья на паровозах с листовой рамой крепят, если запас для натяга не меньше 2 мм. Если же запас оказывается меньше, клинья снимают, наплавляют и обрабатывают до восстановления установленного натяга по чертежу.

Если при осмотре было выявлено, что посадочные места и фланцы индивидуальных цилиндров, а при блочных цилиндрах — поверхности прилегания полублоков имеют местные зазоры сверх установленных нормами, то все болты удаляют, после очистки от следов коррозии поверхность наплавляют электросваркой, зачищают и ликвидируют зазоры или доводят их до нормы.

Зазоры между цилиндрическим блоком и местами его прилегания к вырезам рамы устраняют электронаплавкой на боковые поверхности опорных мест цилиндров, после чего пригоняют их по месту рамного выреза. Наплавку на упоры рамы делать нежелательно.

Ослабшие цилиндрические болты выпрессовывают, отверстия под них для ликвидации овальности проверяют разверткой и новые болты сажают с установленным натягом. Ослабшие цилиндрические шпильки вывертывают, проверяют резьбу в теле цилиндра и ввертывают новые шпильки с полномерной резьбой. При надобности ставят цилиндрические шпильки с переходным диаметром до определенной величины, зависящей от серии паровоза и вида ремонта.

Ремонт сальников. Незначительный пропуск пара ликвидируют, освежая или сменяя мягкую набивку. Как свежий асбест или

войлок, так и старую набивку, готовя к постановке, пропитывают в кипящем мазуте, слегка отжимают, ставят на место и прижимают кольцом. Перед тем, как поставить мягкую набивку на место, проверяют, прокручивая рукоятку храпового механизма пресс-аппарата, подачу смазки в сальник и обеспечивают ее бесперебойное поступление.

Места металлического уплотнения, потерявшие плотность, притирают или шабруют, если детали не вышли по размерам за норму. Ослабшую браслетную пружину обычно заменяют, но при отсутствии новой укорачивают старую до нужных пределов (при непластовом ремонте между промывками). Образовавшиеся наработки, заусенцы, острия и другие нарушения правильной формы деталей сальника ликвидируют проточкой, опиловкой, шабрением и т. п., доводя геометрию частей до нормы. Дефектную нажимную пружину заменяют новой или восстановленной, предварительно испытанной на прогиб под установленной для каждой серии паровоза нагрузкой. Детали, в первую очередь уплотнительные кольца, имеющие износ свыше допустимого, заменяют или, если это возможно, восстанавливают.

Особое внимание при сборке сальника уделяют наличию у уплотняющих колец фасок на кромках поверхности прилегания колец к скалке и величине зазоров в стыках секций отдельного кольца и в каждом комплекте лабиринтного сальника. Если нет фасок или они малы, то при работе смазка снимается со скалки, поэтому фаски восстанавливают до нормы. В комплекты подбирают уплотнительные кольца необходимой толщины или вырезают новые кольца из термически нормализованных чугуновых барабанов соответствующей твердости. Перед сборкой тщательно очищают гнездо сальника от нагара и пыли, а все детали сальника смазывают маслом, применяемым в эксплуатации. При сборке лабиринтного сальника следят за тем, чтобы разрезы соседних уплотнительных колец были направлены в разные стороны во избежание совпадения замков и пропуска пара.

Прочищенные маслопроводы от пресс-аппаратов надежно соединяют с сальниками и проверяют подачу смазки, а также отсутствие утечки в местах соединений.

§ 67. Ремонт поршневой группы

Причины появления и виды неисправностей. Причины наиболее тяжелых повреждений поршневой группы — «броски» воды из-за неосторожного открытия регулятора и гидравлические удары в цилиндрах. В этих случаях могут возникнуть трещины в диске поршня и в скалке, ослабление диска на скалке, просадка конической головки скалки в ползуне с ослаблением клина или его подрезом, изгиб и даже обрыв скалки. Некоторые из этих дефектов могут быть вызваны и другими причинами. Так, ослабление диска на скалке иногда бывает следствием недостаточного натяга (при по-

садке) или ослабления крепежной гайки. Неверная приточка и пригонка конической головки скалки к ползуну вызывает нередко не только ослабление и просадку, но и появление трещин. Причиной возникновения трещин могут быть также оставленные **острые** кромки у клинового отверстия в скалке, отсутствие или недостаточный размер радиуса выкружки в месте перехода цилиндрической части скалки в коническую головку, риски или подрез на выкружке. Затягивание головки скалки в ползун ударами кувалды по клину также может быть причиной появления трещин по клиновому отверстию и даже обрыва скалки.

Ускоренный износ и задиры скалки бывают следствием ее плохого смазывания, перекоса поршня в цилиндре, изгиба скалки и повышенной твердости материала уплотнительных колец сальника.

Недостаточная или неподходящая по качеству смазка, вызывающая усиленный нагар, низкая по сравнению с материалом втулки твердость уплотнительных колец, неточная установка параллели относительно оси цилиндра и неправильная регулировка толщины вкладышей ползуна — основные причины преждевременного износа поршневых уплотнительных колец, их пригорания и излома.

Обнаружение неисправностей. Если возникает предположение, что поршневые или золотниковые уплотнительные кольца работают неудовлетворительно (большой расход пара и воды, паровоз не развивает нормальной мощности при обычных комбинациях открытия регулятора и отсечки и т. п.), то их плотность проверяют на горячем паровозе.

Для этого устанавливают паровоз так, чтобы его кривошипы находились под углом, близким к 45° к вертикали. Затем паровоз затормаживают, переводят камень кулисы в одно из крайних положений и открывают цилиндропродувательные клапаны и регулятор. Дальнейшее станет ясным, если рассмотреть круговую диаграмму, построенную для наибольшей отсечки $\varepsilon=0,7$ на передний ход (рис. 187). На диаграмме нанесены четыре возможных положения кривошипа (*В, Г, Д, Е*) при заданной установке в четвертях круга, помеченных цифрами в кружках.

Допустим, кривошип правой стороны установлен во второй от цилиндра нижней четверти описываемого им круга, т. е. в положении *В*. В задней полости правого цилиндра, для которой дана диаграмма, луч *В* находится в фазе выпуска, а в это время в передней полости, фазы в которой отличаются от фаз задней полости на 180° , происходит расширение, и луч *Д*, являющийся продолжением луча *В*, пересекает именно эту фазу. Отметим — золотник правой машины располагается почти в середине хода и своими перекрышами впуска *е* препятствует проходу пара в обе полости цилиндра; поэтому парения из продувательных клапанов этой стороны быть не должно. Если же из переднего продувательного клапана идет пар, это указывает на то, что кольца переднего диска золотника имеют пропуск. В случае если пар идет из заднего

ней от цилиндра четверти нижней части кривошипной окружности будет соответствовать лучу *Г*, а в передней полости того же цилиндра — лучу *Е*. Другими словами, в задней полости правого цилиндра будет происходить впуск и из заднего продувательного клапана вылетит сильная струя пара. При исправных правых поршне и цилиндровой втулки из переднего клапана этой стороны пар выходить не должен.

Левой машине будет в данном случае соответствовать близкое к среднему положение золотника, определяемое лучами *В* и *Д*. Плотность золотниковых дисков определяют по парению или его отсутствию из продувательных клапанов левого цилиндра.

Как сказано, можно правый кривошип ставить отклоненным на 45° от вертикали в любой четверти описываемой им окружности: в первой — положение *Е*, во второй — *В*, в третьей — *Г* и в четвертой — *Д*, а вместо круговой диаграммы можно пользоваться составленной с ее помощью схемой проверки.

Положение кулисного камня		На передний ход		На задний ход	
Что проверяется		Поршень	Золотник	Поршень	Золотник
Правый кривошип находится	в первой (<i>Е</i>) или третьей (<i>Г</i>) четверти	Правый	Левый	Левый	Правый
	во второй (<i>В</i>) или четвертой (<i>Д</i>) четверти	Левый	Правый	Правый	Левый

Для определения состояния и обнаружения неисправностей поршневой группы ее разбирают полностью и тщательно очищают.

Наличие и характер трещин в диске определяют путем осмотра с применением обмеливания и керосина. Прочность соединения диска со скалкой выясняют остукиванием. Дребезжащий, нечистый звук свидетельствует о нарушении плотности соединения. Осматривая через лупу поверхность скалки, особенно тщательно в местах перехода к конусу головки, краев отверстия под клин и начала сопряжения головки с горловиной ползуна, выявляют задиры, трещины и намины. Как обод поршня, так и скалку обязательно проверяют магнитными дефектоскопами для обнаружения скрытых трещин и пороков. Чтобы убедиться в отсутствии изгиба скалки и правильности положения ее оси относительно венца поршня, поршень в сборе со скалкой проверяют на станке. Овальность и конусность скалок определяют промерами с помощью микрометров.

Поршневые уплотнительные кольца первый раз осматривают до очистки вынутого поршня от нагара. Темные участки на поверхно-

сти колец указывают на пропуск пара в этих местах и позволяют судить о работе каждого кольца в отдельности. Вторично кольца осматривают после полного удаления нагара как с них, так и из ручьев. При этом замечают боковые зазоры между стенками ручьев и кольцами, толщину полки секционных колец и зазоры в замках, выявляют задиры, трещины и характер износа прямоугольных колец, обследуют состояние пружин секционных колец и проверяют их упругость на специальном приспособлении.

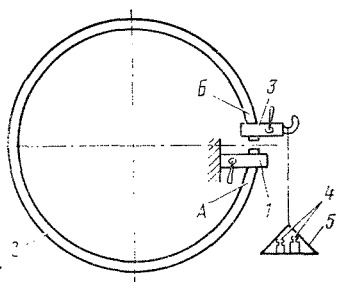


Рис. 188. Схема проверки упругости пружины уплотнительного кольца

Нижний конец А пружины 2 (рис. 188) уплотнительного кольца, расположенной в вертикальной плоскости так, чтобы разрез находился на ее горизонтальном диаметре, зажимают в тисках 1 приспособления, а на верхнем конце Б пружины закрепляют схват 3 для подвешивания чашки 5 или стержня для гирь 4. Масса гирь, схвата и чашки, требующаяся для замыкания разреза, определяет упругость пружины.

Ремонт поршня и скалки. Разборку поршневой группы начинают с выбивания клина ползуна пневматическим молотком или, в крайнем случае, кувалдой после удаления шплинта. При этом необходимо принять меры безопасности, чтобы работающие по соседству и проходящие мимо люди не пострадали от вылетающего клина.

Затем масляным прессом выжимают коническую головку скалки из горловины ползуна и вынимают поршень вместе со скалкой вперед, предварительно разобрав сальник, сняв переднюю цилиндрическую крышку и удалив другие детали, мешающие этой операции. Поршень со скалкой кладут на специальные козлы, удаляют нагар и масло и начисто протирают после первичного осмотра колец.

Трещины в диске поршня (кроме паровозов Л) заваривают, если радиальные трещины не совпадают друг с другом по диаметру, а концентрические в стальном ободу не превышают 40% длины окружности. Заварка трещин в ступице запрещена. Перед заваркой диск подогревают равномерно по всей окружности до 300—350°С, а после сварки равномерно и медленно охлаждают в сухом песке, золе или асбесте до температуры окружающего воздуха. Заварку трещин ведут электродуговой или газовой сваркой. Перед электродуговой сваркой концы трещин лучше подогреть до 350—400°С. При подготовке трещин под сварку их концы засверливают, а сами трещины разделяют V-образно с одной стороны или же X-образно с двух сторон диска.

Изношенные ручки под уплотнительные кольца наплавляют, а затем растачивают на станке до чертежных размеров. Изношенные ручки диска поршня на паровозах Л разрешено восстанавливать наплавкой только электродами с защитным покрытием и с обяза-

тельным применением распорного кольца, вставляемого внутрь обода диска, чтобы после наплавочных работ диск не сел и полки ручьев не отогнулись. При подъемочном ремонте можно ставить в ручьи по всей окружности стальные закладки, приваривая их стыки и протачивая на станке.

Для восстановления плотной посадки поршня на скалке наплавляют и растачивают отверстие ступичной части поршневого диска, а затем напрессовывают или насаживают диск на скалку в горячем состоянии. В последнем случае диск нагревают до 800—850°C и, насаживая на скалку, одновременно завертывают крепежную гайку, которую дополнительно подтягивают и шплинтуют после остывания диска.

Маломерные головки скалок обычно наплавляют, хотя для основных серий паровозов, указанных в Правилах ремонта, такой вид работ запрещен. Затем головки обрабатывают на станке по специальным калибрам и упрочняют их поверхность со стороны большего диаметра накаткой, не доходя 5 мм до клинового отверстия. Если калибров не имеется, то при подъемочном ремонте головку обрабатывают по горловине ползуна, проверяя плотность сопряжения пригоняемых поверхностей по краске с такой точностью, чтобы по окончании пригонки щуп толщиной 0,03 мм не входил в соединение, а после разъединения деталей следы краски равномерно распределялись по всей поверхности горловины. Положение и размеры отверстия под клин проверяют специальными шаблонами, а кромки его скругляют радиусом 3—4 мм. Головку скалки запрессовывают в горловину ползуна передвижным прессом.

Заваривать трещины в скалках запрещено. Однако поверхностные надрывы на головке поршневой скалки глубиной до 1 мм и на расстоянии не ближе 18 мм от наибольшего ее диаметра можно выводить, протачивая скалку на станке на 1 мм глубже распространения надрыва. Для придания скалке формы правильного цилиндра и ликвидации задиров, овальности и конусности, превышающих установленные допуски, ее протачивают на станке. Но это возможно только в том случае, если новый диаметр не будет меньше допустимого, а скалка не имеет изгиба. Скалку с изгибом до 5 мм правят без подогрева домкратом на станке. При большем изгибе скалку правят в нагретом состоянии под прессом или, в крайнем случае, под молотом и только при снятом диске поршня. Скалки с поверхностной закалкой перед правкой отжигают, чтобы не вызвать появления трещин и надрывов. Выправленные скалки подвергают магнитному контролю. После проточки и правки скалку шлифуют или, что еще лучше, накатывают на рабочей поверхности роликами. Это делает ее поверхность не только более гладкой, но и уплотняет наружный слой металла, благодаря чему удлинится срок службы скалки. Износоустойчивость скалки повышают также и пористым хромированием.

Чтобы уменьшить утонение скалки при придании ей формы правильного цилиндра проточкой на станке, местные износы предварительно наплавляют. Оборванные головки поршневых скалок

приваривают газопрессовым способом, газовой или контактной сваркой, проковывая затем место сварки, после чего обрабатывают и подвергают испытанию.

Ремонт поршневых уплотнительных колец. Если при осмотре и обмере установлено, что поршневое уплотнительное кольцо имеет любую из следующих неисправностей: трещину, задиру, зазор в замке или боковой зазор в ручье, достигший предельной величины, то его заменяют. Прямоугольное кольцо при одностороннем износе или потере им упругости тоже заменяют. При износе полки секционного кольца до толщины 3 мм и менее его заменяют. Также не ремонтируют поломанные кольца и пружины секционных колец. Если пружины потеряли упругость, их восстанавливают термической обработкой и испытывают на приспособлении.

Наружный диаметр нового секционного кольца притачивают точно по наименьшему диаметру цилиндра, в который оно будет поставлено. После этого кольцо разрезают на секции на станке резцом такой ширины, чтобы в замках образовались зазоры нормальных размеров. Если кольцо режут на секции вручную ножовкой, то нужно предусматривать при этом запас на опилку рискот резания.

Новое прямоугольное кольцо сначала обтачивают с достаточным припуском, а вырезав замок, стягивают приспособлением и притачивают окончательно по диаметру цилиндра и ручью.

Особых приемов требуют сборка на поршне и заводка секционных колец в цилиндр. На штифт пружины, установленной над средним ручьем, надевают отверстиями М (см. рис. 83, а) две секции так, чтобы опорные выступы были обращены наружу, и вводят их в ручей. Затем последовательно надевают на пружину следующие секции, предварительно смазывая их в начале стыка полутвердой смазкой для удержания на месте, и вводят в ручей. Чтобы завести на место оставшийся свободным конец пружины, вынимают из ручья сидящие на штифте первые секции, заводят в отверстие между ними остаток пружины и снова опускают секции в ручей. На собранное таким образом кольцо надвигают в распущенном виде сделанный из стальной ленты бандаж. Если кольцо не входит в бандаж, то деревянной киянкой или рукояткой молотка осаживают кольцо в ручей, пока не удастся надвинуть на него бандаж. Также собирают крайнее кольцо, надвигают на него бандаж и продвигают его дальше, пока не откроется противоположный крайний ручей.

Когда последнее кольцо собрано и бандаж надвинут на все кольца, его затягивают так, чтобы поршень можно было свободно вдвинуть в приемный конус цилиндра.

При дальнейшем продвижении поршня бандаж остановится, упершись в торец цилиндра, и освободит кольца, которые к этому моменту уже будут находиться в конце приемной части и не смогут разъединиться на части или помешать перемещению поршня вглубь цилиндра.

Причины появления и виды неисправностей. Излишняя слабина подвижных дисков золотников Трофимова относительно упорных шайб при посадке приводит к различным повреждениям: трещинам в дисках, шайбах и горловинах дисков, обрыву горловин и т. п. Из-за большого нагара, а также несовпадения осей деталей золотника и втулок нарушается нормальная работа золотника и паровой машины, возникает чрезмерное сопротивление при беспарном ходе, быстро изнашиваются золотниковые втулки и кольца. Возможны срывы гаек упорных шайб золотников Трофимова из-за дефектов, допущенных при их изготовлении, и неудовлетворительного крепления при сборке золотника. Неверная сборка или неправильная установка золотника могут вызвать неправильную его работу, что приводит к снижению мощности паровой машины и перерасходу пара и воды.

Обнаружение неисправностей. Излишняя слабина золотниковых дисков дает о себе знать при открытии регулятора чрезвычайно сильным ударом об их упорные шайбы. И наоборот, если вследствие нагара, задиров и иных причин диски заклинились на шайбах или направляющих втулках, звук удара при открывании регулятора полностью отсутствует, а во время движения с закрытым регулятором паровоз оказывает высокое сопротивление («упирается», как говорят машинисты). Неправильность установки золотника опытным ухом можно обнаружить на слух при работе паровоза с паром по неодинаковому шуму выхлопов из конуса через дымовую трубу, а также измерениями при определенных положениях парораспределительного и дышлового механизмов. При осмотре золотников используют дефектоскопы.

Ремонт. Слабину золотникового диска на шайбе устраняют наплавкой внутренней поверхности диска, последующей его расточкой до чертежных размеров и приточкой шайб по восстановленному диаметру диска. Кольца, потерявшие упругость, имеющие предельный зазор в замке, задиры, односторонний износ, предельную слабину в ручье заменяют.

Резьбу на скалке под ослабшими или сорванными гайками промывают керосином, обтирают, осматривают через лупу, чтобы убедиться в ее исправности, а гайки заменяют новыми. Конец скалки, имеющий трещины, отрезают и приваривают новый с последующей обработкой.

При замене или ремонте хотя бы одной основной детали золотника (скалка, диск, упорная шайба), а также при подъемном и заводском ремонтах проверяют правильность сборки золотника. Для этого с помощью винтовой распорки раздвигают диски до упора в шайбы и специальным штангенциркулем измеряют расстояние *А* (см. рис. 60) между внутренними кромками внутренних уплотнительных колец и расстояние *Б* между внешними кромками наружных колец, а также следующие расстояния от переднего торца передней золотниковой втулки: *В* — до внешней кромки пе-

реднего парового окна, Γ — до внутренней кромки того же окна, Δ — до внутренней кромки заднего парового окна и E — до внешней кромки того же окна. Потом подсчитывают расстояния: $\mathcal{Ж}$ — между внешними кромками паровых окон, равное $E - B$ и $\mathcal{И}$ — между их внутренними кромками, равное $\Delta - \Gamma$. Затем определяют фактическую величину перекрыш: впуска $e = (\mathcal{И} - A)/2$ и выпуска $i = (B - \mathcal{Ж})/2$.

Найденные таким путем перекрыши не должны иметь отклонения от перекрыш, установленных для данного паровоза на величину, большую, чем допуск, указанный в Правилах ремонта. В противном случае соответственно изменяют положение упорных шайб.

§ 69. Ремонт направляющих устройств

Причины появления и виды неисправностей. Работа вкладышей ползуна, имеющих большую слабины относительно параллели как в вертикальном, так и в горизонтальном направлении вызывает настолько сильные удары, что крепление вкладышей может ослабнуть, а сами вкладыши лопнуть и даже поломаться. Слишком же малый зазор вкладышей по параллели, недостаточная подача смазки при нормальном зазоре, неточная установка параллели относительно оси цилиндра или пригонка вкладышей с перекосом приводят к усиленному грению этого узла, а иногда и к поломке вкладышей. Пара ползун — параллель не защищена от попадания на трущиеся рабочие поверхности пыли и песка; поэтому даже при достаточной подаче смазки возможно возникновение усиленного грения, износа и даже задиров параллели. Слишком толстый слой баббита в пазах многоступенчатой параллели способствует выдавливанию его, а если к тому же заливка была произведена недоброкачественно, баббит, как правило, отслаивается.

Нагревание параллели во время работы — естественное явление, так как на нее действует довольно значительная поперечная сила T (см. § 28). Чтобы дать параллели возможность свободно удлиняться при нагревании, задние болты ставят с определенным зазором в удлиненных отверстиях. Несоблюдение этого условия, а также постановка болтов со слабиной или имеющих подрез под головкой либо в начале нарезной части, несвоевременное крепление болтов и начавших отворачиваться из-за отсутствия или утери предохранительных замков гаек в конце концов вызывают обрыв параллельных болтов. Наконец, возможен изгиб параллели из-за чрезмерных нагрузок при «бросках» воды и т. п.

Основное повреждение ползуна — трещины. Их причины — недоброкачественная отливка, несоблюдение технологии при ремонте ползуна сваркой, разъединение со скалкой ударами кувалдой вместо выжимания прессом, плохая пригонка посадочных мест валика к проушинам ползуна, а также излишний нагрев ползуна при перезаливке его направляющих частей баббитом. Трещины в ползуне могут возникнуть при ударах чрезмерно слабых вкладышей

по параллели, а гидравлический удар в цилиндре, вызвавший просадку конической головки скалки, нередко приводит к появлению трещин в горловине ползуна и в отверстии для клина.

Обнаружение неисправностей. Об усиленном грении и ударах вкладышей по параллелям обычно сообщают паровозные бригады. Все остальные дефекты параллелей и ползуна могут быть легко выявлены при тщательном осмотре и соответствующих обмере и промерах после очистки деталей. Надо отметить, что ослабление (неплотность) параллельных болтов проверяют остукиванием до разборки. Ползуны желательно осматривать через лупу, а трещины в их щеках выявлять с помощью седлообразного дефектоскопа.

Ремонт параллелей и ползуна. При выработке, превышающей допустимую, задирах или изгибе параллели снимают, с размерами, вышедшими за пределы нормы, заменяют, прочие правят, проверяют на станке и шлифуют. Параллели, имеющие трещины, заменяют новыми. Наибольшее усилие от трения под влиянием паразитной силы T (см. § 27) испытывает средняя часть параллели, которая соответственно имеет больший износ и определяет окончательные наименьшие размеры рабочих поверхностей параллели после ремонта.

На многих паровозах, кроме особо отмеченных в Правилах ремонта, износ параллелей устраняют путем установки на рабочие плоскости наделков с приваркой их по периметру, либо просто наплавкой с последующей обработкой в обоих случаях. Параллели обрабатывают скоростным фрезерованием или шлифованием, обращая особое внимание на шероховатость рабочих поверхностей. Острые кромки скругляют в соответствии с чертежами.

Слишком разношенные отверстия под болты в параллелях и привалочных местах заваривают, после чего восстанавливают и проверяют цилиндрической разверткой (так же, как и не подвергавшиеся заварке), вращая ее до получения гладкой поверхности.

Слабину вкладышей в вертикальном и боковом направлениях устраняют, ставя прокладки или наплавляя бронзовые шашки и после этого заливая баббитом. Слой баббита стараются сделать более тонким, чтобы предотвратить возможность его выдавливания, равномерным по обе стороны.

Для определения потребной толщины вертикальной прокладки или наплавки, либо заливки однопараллельный ползун продвигают ломиком по параллели и в крайних его положениях измеряют зазор между параллелью и нижним вкладышем. На паровозах с двухпараллельными ползунами измеряют зазор у верхней параллели. Ослабшие параллельные болты заменяют точеными новыми с установленным натягом, при котором их можно ввести в отверстие только ударами кувалды массой 4 кг.

Большинство трещин, возникающих в ползунах, устраняют сваркой в соответствии с Инструкцией по наплавочным и сварочным работам при ремонте паровозов. Ею, а также Правилами ремонта регламентируется наплавка и заварка разработанных отверстий, забоин и вварка вставок в щеки ползуна.

§ 70. Проверка взаимной установки поршневой и направляющей групп

Очень большое значение для нормальной и продолжительной работы поршневой группы имеет правильная установка параллелей относительно оси цилиндра. Продольная средняя ось параллели и ось цилиндра должны лежать в одной вертикальной плоскости, а рабочие плоскости параллели параллельны оси цилиндра. У паровозов с двухпараллельными ползунами эти требования обязательны для обеих параллелей. Для проверки используют стальную нить диаметром 1—1,5 мм. Закрепив концы нити и регулируя их положение особыми приспособлениями, устанавливают нить точно по оси цилиндра. Когда это достигнуто, полки массивного угольника 10 (рис. 189) плотно прижимают к рабочим поверхностям параллели 1, и, перемещая движок 7 по консоли 8 угольника 10, а движок 6 по телу движка 7, подводят полки 2 и 3 указателя 4 к натянутой по оси цилиндра нити. Закрепив стопоры хомутов 5 и 9, с помощью винтов, соединяющих эти хомуты с движками, доводят полки 2 и 3 до соприкосновения с нитью и крепят стопоры движков. Продвигая прибор по параллели от одного конца ее до другого, убеждаются в том, что полки 2 и 3 на всем протяжении параллели равномерно касаются нити. Если отклоняется от нити полка 3, то положение параллели регулируют, заваривая старые отверстия для болтов и рассверливая новые, обеспечивающие равномерное касание нити полкой 3 на всем пути продвижения прибора вдоль параллели. При этом необходимое смещение отверстий под болты замеряют по отклонению полки 3 от нити при первичной проверке. Если же отклоняется от нити полка 2, то определяют величину и место наибольшего отклонения и на основании полученных данных соответственно изменяют толщину прокладок между параллелью и местом ее привалки, а при очень больших отклонениях место привалки наплавливают. Лишь убедившись в правильном положении параллели или параллелей (при двухпараллельном ползуне) относительно оси цилиндра, производят необходимые замеры для разметки вкладышей под строжку для того, чтобы ползун занял на параллели правильное положение, т. е. чтобы ось его горловины совпала с осью цилиндра. Разметку делают на разметочной плите, используя призмы для установки ползуна, рейсмус и вспомогательную стойку.

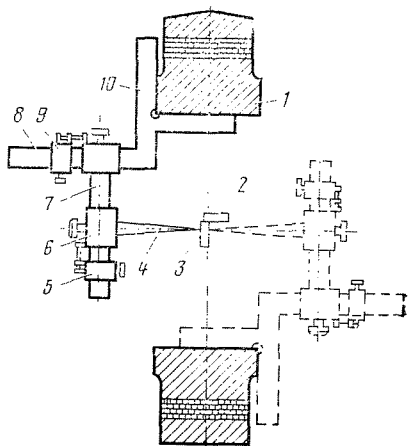


Рис. 189. Проверка правильности установки параллелей

На паровозах с многоплоскостным ползуном, где невозможно приложить угольник 10 к рабочим плоскостям параллели, используют приспособление с пустотелой длинной штангой, имитирующей скалку. В цилиндре размещают две центрирующие трехлучевые звездочки: одну с опорой — на приточенный неизнашиваемый пояс у передней крышки, а вторую — рядом с задней цилиндровой крышкой внутри цилиндра. Ползун с вынутым валиком заводят в параллель и ставят в крайнее переднее положение. Пустотелую штангу, имеющую в последней трети своей длины конусную втулку, вставляют заранее в отверстия звездочек, к которым пригнана ее шлифованная наружная поверхность, и проверяют — нормально ли входит конус втулки в коническое отверстие горловины ползуна. При этом надо иметь в виду, что поверхность втулки эксцентрична по отношению к продольной оси штанги на 1—1,5 мм, чем учитывается «провисание» поршня на суммарную величину зазоров между сопрягаемыми поверхностями параллели и ползуна. Направление эксцентриситета втулки отмечено радиальной риской на торце втулки; при проверке эта риска должна быть вертикальной и находиться в верхней части втулки. Допуск совпадения втулки с конусом горловины ползуна составляет $\pm 0,5$ мм.

Совпадения втулки и отверстия в горловине ползуна по вертикали добиваются изменением толщины прокладок под передним концом параллели; число прокладок должно быть не более трех с общей толщиной при крупном ремонте до 12 мм, при деповском — не более 5 мм. После постановки нужных прокладок втулка штанги должна свободно входить в конусное отверстие горловины ползуна, затем ползун сдвигают в крайнее заднее положение и повторяют все операции.

После того как удалось добиться легкого входа втулки в конусное отверстие ползуна и при заднем положении, его вновь сдвигают в крайнее переднее положение и удостоверяются, что и в нем втулка хорошо входит в ползун. Если не входит втулка, то меняют прокладки на передней опоре параллели и затем вновь проверяют точность установки параллели при заднем крайнем положении ползуна.

Если при проверке обнаруживают несовпадение осей цилиндра и параллели в общей вертикальной плоскости, то параллель (поочередно каждый конец) перемещают в горизонтальной плоскости, добиваясь совпадения. В случае несовпадения отверстий для болтов в параллели и опоре заваривают отверстия и обрабатывают их.

§ 71. Ремонт деталей внешнего парораспределительного механизма

Основные причины повреждения деталей внешнего парораспределительного механизма — это возникающие в нем инерционные силы при затяжном боксовании и резком прекращении его, а также износ поверхностей трения, особенно при недостаточном смазы-

вании, и так называемая «заварка» трущихся поверхностей при отсутствии смазки. Возможно также появление трещин случайного или усталостного порядка.

Тщательно очищенные от грязи и смазки детали механизма осматривают и дефектоскопируют, выявляя скрытые неисправности. Все тяги, у которых обнаружены трещины в штангах или в отверстиях для штифтов валиков, заменяют новыми, так же как и кулису с трещиной в рамке. Трещины в хвостовике кулисы, в проушинах и вилках тяг, если их на каждой тяге не больше двух и они занимают не более 25% площади сечения, заваривают с предварительным подогревом и последующей нормализацией. В противном случае дефектные концы тяг отрезают и вместо них приваривают новые с последующей обработкой и проверкой дефектоскопом. Так же поступают при обнаружении трещин в переводном вале и в вилках тяг воздушного реверса.

Если износ деталей не достиг предельных размеров, то дефекты устраняют механической обработкой. Изношенные сверх допуска детали заменяют новыми либо наплавляют с последующей обработкой. Так же поступают и с кулисной рамкой: имеющую износ в пределах допуска шлифуют и пригоняют к ней новый камень, а с износом выше допуска — заменяют новой. Изношенные пазы под выступы щек в кулисе, а также и сами выступы наплавляют с последующей обработкой и проверкой дефектоскопом.

Направляющие золотникового ползуна исправляют, как и у парраллели поршневого ползуна, шлифовкой, приваркой наделков, заваркой и последующей разделькой отверстий. Неисправности золотникового ползуна ликвидируют в зависимости от его конструкции, т. е. заменой чугунных направляющих или наделков с предварительной термической обработкой последних, наплавкой рабочих поверхностей и отверстия в горловине с последующим доведением до чертежных размеров механической обработкой.

Все валики, кроме валиков маятника, восстанавливают наплавкой с последующими механической и термической обработками. Валики маятника, имеющие износ, заменяют новыми. Изогнутые тяги, маятник и подвески правят с последующей проверкой на разметочной плите и с помощью дефектоскопии.

Воздушный реверс проверяют и регулируют на горячем паровозе при давлении в котле не менее 1 МПа (10 кгс/см^2) путем изменения длины тяги 2 (см. рис. 103, а), снабженной для этого стонной муфтой. Длину переводной тяги 10 изменяют при регулировке положения камня в кулисе навинчиванием или свинчиванием вилки, соединяющей тягу с вертикальным рычагом переводного вала 11. Установку разрезной вилки фиксируют стягивающим болтом. Во время регулировки воздушного реверса должны быть соблюдены следующие условия: при нахождении кулисного камня в центре качания кулисы рукоятка 1 реверса должна стоять вертикально, а указатель находиться против нулевого деления рейки зубчатого сектора; при этом двуплечий рычаг 3 тоже должен находиться в отвесном положении; при наибольшей отсечке перед-

него и заднего хода рукоятка 1 реверса должна упираться в ограничитель зубчатого сектора, а поршень 7 отстоять от крайних положений (от упора в крышки) не меньше чем на 15 мм.

Для проверки последнего условия на параллели предварительно при сборке ставят керны, соответствующие крайним положениям поршня (ударные керны).

§ 72. Ремонт дышел

Причины возникновения и виды неисправностей. Недостаток смазки или ее загустение, загрязнение, присутствие в ней воды, а также попадание песка и пыли на шейку пальца кривошипа вызывают грение и расплавление дышлового подшипника. К этому же приводит затягивание баббитом смазочных отверстий и канавок, задиры или недоброкачественная обработка пальца кривошипа, плохая пригонка подшипника по шейке и неправильная разметка подшипника по центру дышла перед расточкой, а также слишком сильная или, наоборот, недостаточная затяжка подшипника при креплении. Чрезмерная слабина и недостаток твердой смазки могут вызвать излом плавающей втулки. Такое же повреждение возникает при ослаблении подшипника в рамке (головке), наличии трещин и раковин и при сильном нагреве подшипника.

Многочисленные причины, в том числе гидравлический удар, длительное буксование, эксцентричность бандажей, разница в расстояниях между центрами колесных пар правой и левой сторон (перекос колесных пар в раме), а также колесных пар и дышловых подшипников, неправильные размеры вредных пространств, расцентровка осей колесных пар и др. вызывают появление трещин, изгиб или излом дышел и их подшипников. Даже при хорошем содержании паровоза и уходе за ним с течением времени втулки и валики в соединениях дышел и подшипники разрабатываются.

Обнаружение неисправностей. Расплавление подшипника, излом его, дышла или тяги не требуют особых мер для выявления дефекта. Незначительный изгиб дышла можно определить после разборки, очистки и обмывки проверкой его на плите с помощью простого рейсмуса. Величину разработки втулок валиков и отверстий под них устанавливают после разборки, очистки и промывки механизма обмером, а наличие трещин — дефектоскопом. При выявлении трещин особое внимание обращают на углы рамок дышел и сечения, ослабленные отверстиями под масленки, штуцера и т. п., где чаще всего возникают надрывы металла.

Ремонт. Помимо перезаливки и последующей обработки выплавленного или подплавленного подшипника, обязательно устраняют причины его повреждения. Изломанные подшипники заменяют новыми, тщательно пригоняя их по месту в соответствии с Правилами ремонта.

Изогнутые дышла правят в холодном состоянии, если погнутость не превышает 5 мм. При большей погнутости место изгиба

подогревают до 750°C с расчетом, чтобы во время правки температура не опускалась ниже 650°C . Для сохранения правильной формы сечения при правке используют фасонные прокладки.

Поршневое дышло с трещинами заменяют. Трещины в штангах сцепных дышел разделяют, заваривают и подвергают затем отпуску при $600\text{—}650^{\circ}\text{C}$, если использовалась дуговая сварка, или нормализуют при $820\text{—}850^{\circ}\text{C}$ после газовой сварки. Взамен поврежденных головок приваривают контактной или газопрессовой сваркой вновь откованные головки. Правила ремонта предусматривают исправление вытертых мест, изношенных отверстий, задиров и надрывов в некоторых местах дышел сваркой и наплавкой.

При сборке дышлового механизма уделяют большое внимание тщательности разметки под обработку и пригонке деталей друг к другу. Чтобы предотвратить появление забоин и трещин в процессе сборки, необходимые удары наносят только медной или бронзовой кувалдой.

Дышловые роликовые подшипники подвергают в установленные сроки, если не произошло их непредвиденное повреждение, полной ревизии и устраняют дефекты в соответствии с Инструкцией по содержанию и ремонту узлов с подшипниками качения локомотивов и моторвагонного подвижного состава, а игольчатые подшипники ремонтируют согласно Инструктивным указаниям по разборке, ремонту и сборке игольчатых подшипников паровозов Л.

На паровозах Л отсоединение передней головки поршневого дышла с игольчатым подшипником от ползуна начинают с разгибания и выемки двойного шплинта. Отвернув гайку валика, заводят концы захватов приспособления, употребляемого для унифицированных валиков ползунов, в проточку конусной разрезной втулки и вытягивают ее из соединения. Затем на конец валика ползуна надевают вспомогательную цилиндрическую втулку, предохраняющую иглы подшипника от рассыпания и, продвигая ее, выбивают валик из ползуна. Заранее предусматривают опору для освобождаемой передней головки поршневого дышла в виде домкрата или подвески на параллели и т. п. Особое внимание уделяют одновременному с валиком продвижению вспомогательной втулки внутрь подшипника. Когда валик удален, вспомогательная втулка заняла место внутренней обоймы подшипника, если она есть в соединении, и головка дышла выведена из ползуна, подшипник с обеих сторон закрывают дисками деревянных заглушек и стягивают их пропущенным по центру болтом, чтобы предотвратить выскальзывание вспомогательной втулки и рассыпание игл подшипника.

При соединении передней головки поршневого дышла с ползуном головку подвешивают перед пространством между щеками ползуна. Затем вынимают болт, стягивавший деревянные заглушки, снимают их и осторожно заводят головку поршневого дышла между щеками ползуна, устанавливая ее отверстием под валик против соответствующих отверстий в щеках. Надев на валик внутреннюю обойму игольчатого подшипника, если она предусмотрена

конструкцией, заводят его резьбовой конец со стороны рамы в отверстие щеки ползуна и дальше в отверстие вспомогательной втулки. Осторожно продвигая валик в сторону передней щеки, выталкивают торцом внутренней обоймы подшипника вспомогательную втулку. Когда валик войдет конической частью во внутреннюю щеку ползуна, вспомогательную втулку снимают, вставляют на ее место конусную разрезную втулку, располагая ее разрез под углом 45° к вертикали, затягивают и шплинтуют гайку.

§ 73. Проверка движущего механизма

Исключительно важное значение имеет проверка дышел по центрам, т. е. достижение равенства расстояний между центрами дышловых подшипников и центрами соответствующих осей колесных пар. Для этого дышла соединяют друг с другом, разрезные подшипники закрепляют клиньями так, чтобы расстояние между рабочими поверхностями вкладышей по продольной оси штанги дышла было равно диаметру пальца, на который данную головку дышла надевают. Для этого используют деревянные вставки между вкладышами в просветы натяга. Затем находят центры подшипников и отмечают их положение на заранее установленных вставках в подшипники. Лежащие боковой поверхностью на козлах дышла выравнивают по горизонтали с помощью подкладок и центры всех подшипников размещают на общей прямой.

В разделку осевых центров или (при полых осях) в отверстия осей закладывают свинцовые пластинки и, используя контрольные окружности, наносят на них центры осей колесных пар. Затем у паровоза, стоящего на прямом горизонтальном пути, замеряют последовательно расстояния между найденными центрами осей и последовательно наносят их на пластинки, вставленные в дышловые подшипники (или на центровочные приборы), начиная от ведущей колесной пары. Несовпадение центров на каждой свинцовой пластинке вставки или приборе дает величину, на которую необходимо сострогать или наплавить лобовой вкладыш соответствующего подшипника, чтобы расстояние между центрами осей данных двух соседних колесных пар и длина объединяющего их дышла совпали. После этих операций проверку повторяют и убеждаются в том, что оставшееся несовпадение центров в пределах нормы, установленной Правилами ремонта, и составляет как по одной стороне паровоза, так и между одинаковыми размерами по обеим сторонам не более $\pm 0,5$ мм. Дышла по центрам проверяют обязательно с обеих сторон. По окончании проверки при достижении требуемых результатов буксовые клинья устанавливают в нормальное положение.

Другим обязательным условием при ремонте паровой машины является проверка хода поршня и длины поршневого дышла. Пренебрежение ею может привести к серьезным повреждениям при

первом же пуске паровоза и даже при передвижении его в холодном состоянии другим локомотивом, но с навешенными поршневыми дышлами. Порядок указанной проверки описан ниже.

§ 74. Ремонт приборов системы централизованного смазывания

Причины возникновения и виды неисправностей. Неисправности в системе централизованного смазывания бывают двоякого рода: полный отказ в подаче масла сразу ко всем либо к отдельным точкам смазывания и недостаточная подача смазки.

Причинами полного отказа системы могут быть:

повреждение привода пресс-аппарата (обрыв поводка или водила, утеря валиков, повреждение храпового механизма);

неудовлетворительный уход за пресс-масленкой (перегрев или отсутствие масла, замерзание или чрезмерное количество воды в резервуаре пресс-аппарата).

Причинами прекращения подачи смазки к отдельным точкам могут быть излом коромысла или кулачка, поломка поршней насоса или значительная выработка поршней и цилиндров, засорение в каналах, где присоединены маслопроводы к цилиндрам, отверстий насосов и очистительных сеток, самопроизвольное вывинчивание регулировочных винтов в коромыслах, засорение, перегиб или обрыв маслопроводов, либо замерзание в них масла, сильный пропуск шарика, капсюля или прорыв диафрагмы обратного клапана, произвольное открытие контрольного отверстия обратного клапана. Некоторые из перечисленных причин могут также вызвать недостаточную подачу смазки к отдельным точкам смазывания. Резкое уменьшение подачи смазки может произойти в холодное время года из-за повышения ее вязкости при недостаточном подогреве в пресс-аппарате.

Обнаружение неисправностей. Значительная часть неисправностей (поломки в приводе, обрыв, перегиб и замораживание маслопроводов и др.) могут быть обнаружены при внимательном осмотре системы. Отказ храпового механизма определяет следующим образом: отсоединяют водило от поводка и, покачивая его вручную, следят за поведением рукоятки пресс-аппарата. Если при нормальных размахах водила рукоятка совершает полный оборот без пропусков — механизм исправен.

Ремонт, осмотр и ревизию пресс-масленок и прочих устройств системы централизованного смазывания производят согласно Инструкции по уходу и ремонту пресс-масленок на паровозах.

Пресс-аппарат, снятый с паровоза, очищают от грязи и все внутренние части промывают смесью из шести частей керосина и одной части машинного масла, особое внимание обращая на очистку и промывку всех каналов. Если обнаружатся повреждения, требующие ремонта пресс-аппарата, его заменяют исправным, испытанным и отрегулированным.

В каждый маслопровод (не снимая его с паровоза) подают под давлением пар или горячую воду, после чего продувают сухим сжатым воздухом. Если маслопровод был снят для ремонта, то после очистки его опрессовывают давлением на 0,5 МПа (5 кгс/см²) выше котлового.

При подъемном и более крупном ремонте снятый и промытый горячей водой пресс-аппарат полностью разбирают, осматривая все части и ремонтируя или заменяя неисправные. Все парные детали клеймят, чтобы потом собрать их в прежнем порядке, если они окажутся годными.

Ремонт устройств системы централизованного смазывания. Изломанные поводки и водила сваривают, правят или заменяют новыми. Вместо утеранных валиков ставят запасные. В неисправном трещоточном механизме заменяют изношенные ролики, запиливают собачки до придания надлежащей формы, изношенные или выкрошенные зубья храповиков восстанавливают наплавкой с последующей фрезеровкой или запиливанием. Ослабевшие пружины заменяют новыми.

Трещины в корпусе пресс-аппарата заваривают газовой сваркой с присадкой чугуна или латуни с предварительным подогревом и последующим медленным охлаждением.

Цилиндры проверяют развертками и затем, если старый поршень не подходит по диаметру, его заменяют новым, который тщательно притирают. Коромысла ремонтируют сваркой. Сваркой же ликвидируют разработку отверстия в эксцентриковом валу.

В обратных клапанах плотность проверяют керосином. Если плотность неудовлетворительна, то заменяют шарик (при обнаружении «оспины») или фрезеруют гнездо и притирают его. Лопнувшую или вдавленную диафрагму заменяют новой. Особенно тщательно подбирают игольчатый клапан по длине.

Маслопроводы, имеющие лопнувшие места, восстанавливают пайкой или газовой сваркой с последующим испытанием на давление, превышающее на 0,5 МПа (5 кгс/см²) рабочее.

Нельзя вместо продувки отжигать стальные маслопроводы, так как при этом образуется окалина, засоряющая каналы. При сборке маслопроводы укладывают с постепенным понижением к месту смазывания, иначе неизбежно скопление возле местных возвышений воды, замерзающей в зимнее время.

§ 75. Испытание и регулировка пресс-аппаратов

Когда осмотр, ремонт и подбор поршней к цилиндрам закончен, эти пары и обратные шариковые клапаны подвергают испытанию на плотность на масляном прессе. Подняв давление до 2,5 МПа (25 кгс/см²), разобщают цилиндр пресса с маслопроводом и по манометру следят за скоростью падения давления. Годными считают пары, если давление в них падает за 1 мин не более чем на

0,1 МПа (1 кгс/см²). Плотность шариковых клапанов проверяют при удаленных поршнях давлением 2,5 МПа (25 кгс/см²).

Собранный пресс-аппарат закрепляют на стенде испытательной установки, а поводок соединяют тягой с маятником; в резервуар заливают машинное масло до отметки, а маслопроводы плотно соединяют со штуцерами пресс-аппарата. Ручку вала вращают до тех пор, пока масло, наполнив маслопроводы, не войдет в маслоуказательные стекла. Затем регулируемыми гайками устанавливают обратные клапаны на давление, превышающее рабочее котловое на 0,2 МПа (2 кгс/см²).

Установив с помощью спускных кранов одинаковый уровень масла во всех маслоуказательных стеклах и записав его, включают двигатель установки. Когда храповой механизм сделает число оборотов, соответствующее 1 км пути, двигатель выключают, останавливают поводок и рычаги привода в среднем положении, замеряют новые уровни масла в маслоуказательных стеклах. Определив количество поданной смазки на 1 км пути для каждого отвода, сравнивают его с нормами расхода на каждое место смазывания и в зависимости от полученных результатов устанавливают регулирующие шурупы в новое положение и повторяют эксперимент до тех пор, пока во все отводы не будет подаваться установленное нормами количество смазки. После этого регулирующие шурупы закрепляют контргайками и пресс-аппарат устанавливают на паровоз. Остается только правильно соединить детали привода, чтобы вал пресс-аппарата провернулся на нужное число оборотов за 1 км пути (например, для паровозов ЭВ^{III}, на 15 оборотов).

Чтобы при соединении с пресс-аппаратом не перепутать отводы, до снятия со стенда на корпусе пресс-аппарата против штуцеров набивают буквенные обозначения; например, ЦП — цилиндр правый, ЗЛ — золотник левый и т. д.

Глава 22

ПРОВЕРКА И РЕГУЛИРОВКА ПАРОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОГО МЕХАНИЗМА

§ 76. Подготовка к проверке

Неудовлетворительное состояние парораспределительного механизма вызывает нарушение процесса работы паровой машины и ухудшение индикаторной диаграммы, а следовательно, потерю мощности паровоза.

Опытный машинист на слух может определить — нормально ли работает парораспределительный механизм паровоза (выхлоп из дымовой трубы должен быть равномерным и с одинаковой силой). В соответствии с Правилами ремонта паровозов полную проверку и регулировку парораспределительного механизма производят при

крупных видах ремонта, а после промывки проверяют только ход поршней и установку золотников «по крючку». Однако, если на паровозе ощутимо повысился расход воды и топлива на единицу работы или замечена на слух неравномерность выхлопов, то на промывке обязательно устанавливают причину этого и устраняют дефект регулировки парораспределительного механизма.

Поскольку привод маятника осуществляется в механизме Вальшерта от ползуна, движением которого управляет кривошип, то проверку длины радиуса кривошипа и поршневого дышла, связывающего между собой кривошип и ползун, а также хода поршня относят к проверке парораспределения.

В правильно собранной машине парораспределительный механизм должен удовлетворять следующим требованиям, вытекающим из принципа конструкции механизма Вальшерта:

длина (радиус) кривошипа и контркривошипа, а также угол между ними должны соответствовать альбомным;

когда поршень находится в з.м.т. или п.м.т., кулиса должна занимать среднее положение, устанавливая в среднее же положение верхний шарнир маятника при любой позиции камня в кулисе;

при установке реверса на нуль камни кулис обеих сторон паровоза должны занимать среднее положение в кулисах, а их центры — совпадать с осями качания (точками подвеса) кулис;

размер линейного предварения впуска пара должен быть на горячем паровозе одинаков для обеих полостей цилиндра и совпадать с альбомным при всех положениях камня в кулисе.

Парораспределительный механизм необходимо проверять на горизонтальном, прямом и жестком отрезках пути длиной, достаточной для передвижения паровоза в обоих направлениях (не меньше, чем на полный оборот движущих колес). Перед проверкой готовят путь, т. е. под стыки рельсов подкладывают сплошные подкладки, исключаяющие прогиб, а затем путь рихтуют и выверяют по уровню.

Так как некоторые части парораспределительного механизма [контркривошип и контркривошипная (эксцентриковая) тяга, кривошип и поршневое дышло] связаны или опираются на неподдрессоренные части паровоза (ведущая колесная пара), а другие подвешены на поддрессоренной части, то прогиб рессор влияет на положение золотников. Поэтому при проверке кулисного механизма котел паровоза наполняют водой до рабочего уровня, т. е. на 100—150 мм выше наинизшего допускаемого, после чего устанавливают одинаковость осадки рессор, измеряя расстояния от центров всех движущих осей до верхнего обреза рамы; они должны быть одинаковы.

До проверки и регулировки парораспределительного механизма добиваются, чтобы средняя линия рабочих плоскостей золотниковых направляющих находилась в одной вертикальной плоскости с геометрической осью золотниковой втулки (или втулок, если их две), а сами рабочие плоскости были параллельны этой оси и

между собой; оси горловин золотникового ползуна и золотниковой крышки совпадали с осью золотниковой втулки (втулок); ось подвижных дисков и упорных шайб (у раздвижных золотников) совпадала с осью золотниковой скалки.

Если весь движущий (силовой) и парораспределительный механизмы проверяют на паровозе, выходящем из ремонта, то предварительно ремонтируют и собирают их так, чтобы во всех подвижных соединениях зазоры находились в пределах, установленных Правилами ремонта паровозов.

Далее проверки описаны в той последовательности, в которой рационально их производить, чтобы ускорить процесс проверки, не повторять отдельных ее элементов. При этом подразумевается, что все предыдущие проверки сделаны и обнаруженные дефекты устранены.

§ 77. Проверка кривошипа и контркривошипа

Общие положения. Длину кривошипа, контркривошипа и угол насадки между ними проверяют на выкаченной из-под паровоза колесной паре. Но при наличии соответствующих приборов можно произвести проверку и без выкатки колесной пары.

На заводе ведущие колесные пары проверяют на специальном стенде. В депо применяют переносный прибор, например кривошипомер ЦНИИ (рис. 190), или используют колесно-токарный станок.

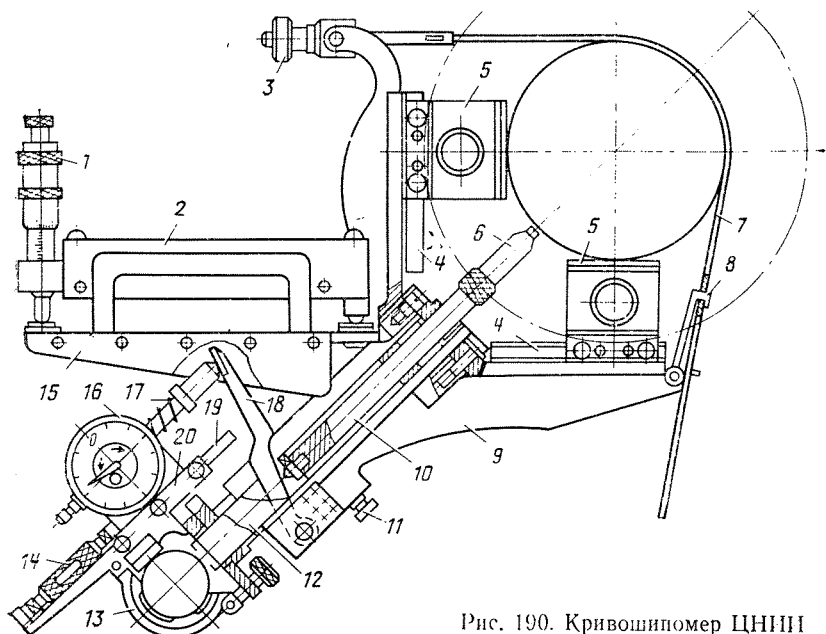


Рис. 190. Кривошипомер ЦНИИ

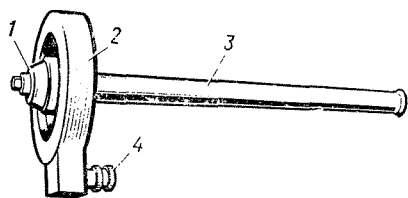


Рис. 191. Универсальный центрирующий электромагнит

Колесную пару ставят и заклинивают в положении, когда ее кривошипы расположены вверх и отклонены от вертикали на угол примерно 45° . Затем в центрах оси колесной пары закрепляют какое-либо центрирующее приспособление, которое является базой при измерениях с помощью прибора ЦНИИ, например универсальный центрирующий элект-

ромагнит, изображенный на рис. 191. Его корпус 2 представляет собой электромагнит, ток к которому напряжением 30 В подводят через электропатрон 4. Направив центрирующий сферический конец прибора в расточку конуса оси колесной пары, включают ток, и электромагнит плотно прижимается к торцу оси колесной пары, надежно удерживая центрирующую трубу 3 в положении, когда ее ось совпадает с геометрической осью оси колесной пары. Для этого предварительно зачищают торец оси колесной пары от заусенцев и краски, чтобы между тарелкой магнита и торцом оси мог войти щуп не толще 0,1 мм.

Если измерению подвергается колесная пара со сверленной осью, то на конец прибора надевают сменный конус 1, обеспечивающий правильную установку центрирующей трубы.

При измерении кривошипов с пальцами диаметром менее 180 мм на постоянные призмы 4 (см. рис. 190) прикрепляют сменные призмы 5, а на конец стержня 10 — сменный наконечник 6 размером, соответствующим размеру сменных вставок 14, затем между концом суппорта 20 и соединенным со скользящей в направляющих суппорта площадкой 19 корпусом, в котором крепится индикатор 16, вкладывают мерную вставку 14. Длину этой вставки выбирают в зависимости от длины измеряемого кривошипа (табл. 4). Затем записывают показание индикатора или, если оказывается возможным, устанавливают его на нуль. Подготовленный кривошип-омер устанавливают на колесную пару.

При отцепленной стальной ленте 7 прибор прижимают призмами 4 (если нет сменных призм) или призмами 5 к рабочей поверхности пальца кривошипа, охватывают палец по окружности сталь-

Таблица 4

Показатели	Значения показателей для паровозов		
	ЭВ/и	ЕВ/и	Л
Длина кривошипа R , мм	350	355,6	400
Отношение длины кривошипа к базе уровня $R/175$	2,00	2,03	2,29
Длина мерной вставки $l = R - 290$, мм	60	65,6	110

ной лентой 7 и зацепляют ее хвостовик за крючок 8. Одновременно следят, чтобы цилиндрическая расточка нижнего конца корпуса 9 прибора при открытом хомуте 13 легла на поверхность центрирующей трубы универсального центрирующего электромагнита. Затем хомут 13 закрывают и затягивают; точно также, вращая барашек 3, стягивают стальную ленту 7 до плотного прикасания ее и призм (4 или 5) к шейке пальца кривошипа. При этом следят за показаниями индикатора 16. Прекращение перемещения его стрелки соответствует плотному прижатию призм к рабочей поверхности пальца кривошипа. Упорная пружина 17 заставляет подвижную ножку индикатора 16 нажимать на призматический хвостовик ходоувеличительного рычага 18, промежуточная часть которого в свою очередь от этого нажимает на призматический конец стержня 10, вставленного в канал ползуна 12. Это заставляет ползун перемещаться в сторону пальца кривошипа в направляющих корпуса 9 и прижимать верхний конец стержня 10 или надетый на него наконечник 6 к шейке пальца.

После того как при затяжке стальной ленты стрелка индикатора остановилась, зажимают до отказа стопорный винт 11 и записывают новое показание индикатора. Если действительная длина кривошипа не совпадает с его величиной по альбому, то сделанные в начале и в конце записи показаний индикатора разойдутся. В этом случае по показанию малой стрелки определяют величину в миллиметрах и знак отклонения, а затем по показаниям большой стрелки находят сотые доли миллиметра отклонения. Если малая стрелка направлена по ряду красных цифр — длина кривошипа оказалась больше альбомной, и отклонение берут со знаком плюс. Направление малой стрелки по ряду черных цифр указывает на то, что фактическая длина кривошипа меньше альбомной, и отклонение следует взять со знаком минус.

Последней операцией является приведение уровня 2, установленного на кронштейне 15 прибора, в горизонтальное положение с помощью микрометрического винта микрометра 1. Показание $a_{\text{пр}}$ микрометра 1, соединенного с уровнем, записывают.

Закончив обмер одной стороны колесной пары, прибор снимают и переносят на другую ее сторону. Особое внимание уделяют тому, чтобы не изменить положение заклиненной колесной пары, иначе неверно будет замерен угол насадки между кривошипами правой и левой стороны.

После того как все указанные операции выполнены на другой стороне колесной пары и записано $a_{\text{лев}}$, определяют, используя табл. 4, отклонение Δa угла насадки пальцев кривошипов по формуле

$$\Delta a = (a_{\text{пр}} + a_{\text{лев}} - 25) \frac{R}{175},$$

где R — радиус (длина) кривошипа, мм. Знак полученного результата показывает, что угол насадки больше нормы (+) или меньше (—) ее.

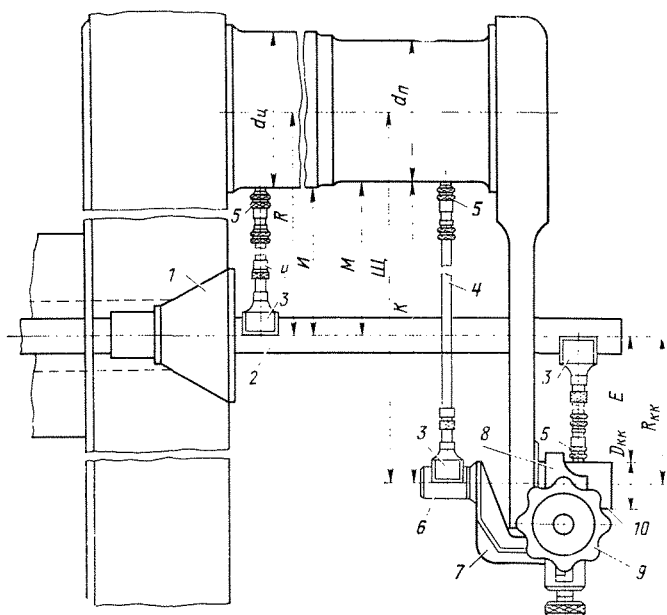


Рис. 192. Измерение микроштихмасом

Длину щеки контркривошипа, установленного на колесную пару, можно измерить с помощью штихмаса с выдвижной ножкой, если у пальцев кривошипа и контркривошипа надежные центры.

С большой точностью можно произвести эти замеры с помощью микроштихмаса (рис. 192) с набором вставок нужной длины. В этом случае используют центрирующую трубу 2 с конусом 1, который вместе с конусом, надетым с противоположной стороны поллой оси, после стягивания обеспечивает совпадение геометрических осей трубы 2 и оси колесной пары. Палец 10 контркривошипа, вращая маховичок 9, зажимают центрирующими губками 8, благодаря чему ось выносного пальца 6, сидящего на кронштейне 7 прибора, совпадает с осью пальца контркривошипа. Подбрав вставку 4 соответствующей длины, седелку 3 микроштихмаса опирают на центрирующую трубу и, манипулируя микрометрической головкой 5, измеряют расстояние I между осью центрирующей трубы и ближайшей образующей пальца кривошипа на участке подшипника центрового или поршневого M дышла. Точно также замеряют расстояние E от оси центрирующей трубы до образующей пальца контркривошипа и, оперев седелку микроштихмаса на выносной палец, определяют расстояние K до образующей поршневого пальца. Затем измеряют диаметры тех пальцев, в которые при замерах упирали головку микрометра. Добавка половины диаметра к ранее установленным величинам дает длины кривошипа $R = I + d_n/2 = M + d_n/2$, контркривошипа $R_{kk} = E + D_{kk}/2$ и щеки $Ш = K + d_n/2$.

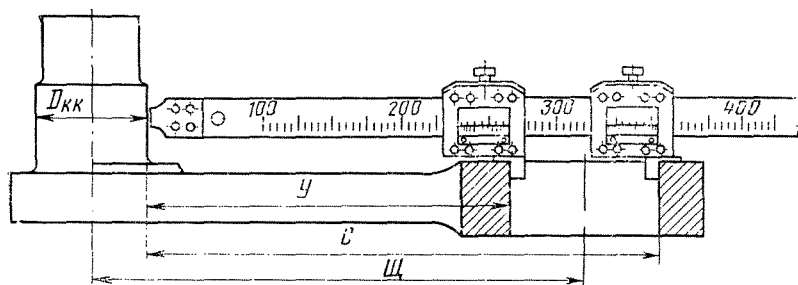


Рис. 193. Измерение щеки штангенциркулем

Размеры снятой щеки измеряют специальным штангенциркулем с двумя движками (рис. 193). Длина щеки будет равна половине суммы замеров по обоим движкам и диаметра пальца контркривошипа $Щ = (C + У + Д_{кк}) / 2$.

Подобную работу на колесно-токарном станке выполняют следующим образом. Надежно установив колесную пару в центрах станка, штангенциркулем с удлиненными губками замеряют расстояния: между центром станка и шейкой пальца кривошипа — A (рис. 194), а также между центром станка и шейкой пальца контркривошипа — B . Затем штихмасом определяют расстояние между центрами пальцев кривошипа и контркривошипа (длину щеки контркривошипа) — $Щ$. После этого замеряют диаметры пальцев кривошипа $Д_{ц}$, контркривошипа $Д_{кк}$ и центра станка $Д_{с}$ в том месте, где производился замер расстояний до пальцев.

Длина кривошипа $R = A + (Д_{ц} + Д_{с}) / 2$, а длина контркривошипа $R_{кк} = B + (Д_{кк} + Д_{с}) / 2$.

Если эти длины и длина щеки контркривошипа соответствуют альбомным, то угол насадки контркривошипа тоже верен и равен альбомному. Если же какой-либо размер не совпал с альбомным на величину, не превышающую допуска, то фактический угол насадки контркривошипа можно определить следующим построением на бумаге.

Откладывают в натуральную величину длину (радиус) кривошипа (рис. 195) $OA = R$. Из точки O , как из центра, проводят дугу $к-к$ радиусом, равным

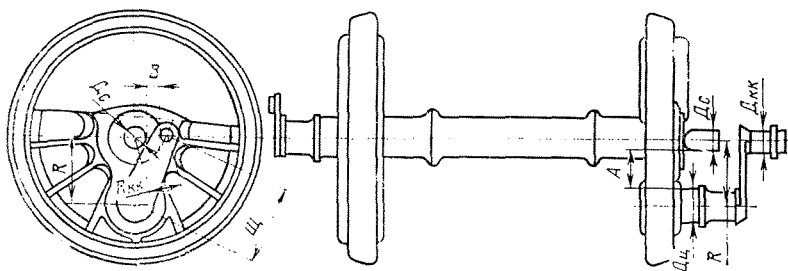


Рис. 194. Проверка на колесно-токарном станке

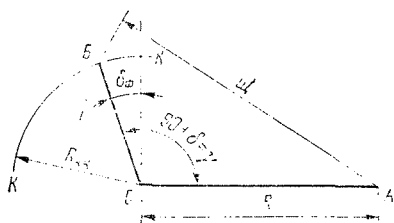


Рис. 195. Определение угла опережения

а) Правая сторона б) Левая сторона

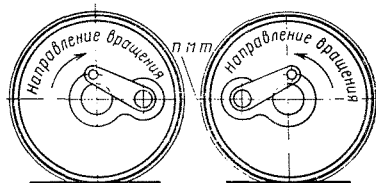


Рис. 196. Расположение контркривошипов при переднем ходе

длине контркривошипа $R_{кк}$, и из точки A , как из центра, делают на дуге $к-к$ засечку радиусом, равным длине контркривошипной щеки $Ш$. Полученная точка B является центром пальца контркривошипа, тогда как точка A — центр пальца кривошипа, а O — центр оси колесной пары. Тогда угол между линиями OB и OA будет равен действительному углу насадки между кривошипом и контркривошипом, а угол меньше его на 90° будет равен фактическому углу опережения δ_{ϕ} , который нужно сравнить с альбомным и установить, лежит ли он в пределах допуска. Регулировку на паровозах со съёмной щекой производят изменением длины и угла закрепления щеки на ведущем пальце.

Подкатка ведущей колесной пары. Всякая паровозная колесная пара до центровки и разметки букс может быть назначена для подкатки под паровоз любой стороной как на правую, так и на левую сторону паровоза. Исключение составляет только ведущая колесная пара. Наличие на ней контркривошипа заставляет строго различать ее правую и левую стороны, так как при внутреннем впуске пара на переднем ходе опережать должен кривошип, а контркривошип следовать за ним, отставая на угол, разнящийся на небольшую величину от прямого (см. § 28). Это условие должно соблюдаться для любой стороны паровоза. Если смотреть в торец ведущего колеса при переднем ходе паровоза с правой стороны, то колесо, а вместе с ним кривошип и контркривошип вращаются по часовой стрелке. Но при том же переднем ходе паровоза левые колеса вращаются против часовой стрелки, если смотреть на них с левой стороны. На рис. 196, а отчетливо видно, что при переднем ходе паровоза при взгляде в торец ведущего колеса с правой стороны при положении кривошипа в п.м.т. отстающий контркривошип находится *вверху слева от кривошипа*. При переднем ходе паровоза при взгляде в торец ведущего колеса с левой стороны во время нахождения кривошипа в п.м.т. отстающий контркривошип находится также *вверху, но справа от кривошипа* (см. рис. 196, б). Очевидно, что ведущую колесную пару можно подкатывать под паровоз только строго соблюдая совпадения сторон ее и паровоза. Поэтому, хотя стороны ведущей колесной пары определяют еще до центровки и разметки букс и после этого определения выбивают зубилом на правом противовесе букву $П$, все равно непосредственно перед ее подкаткой операцию выявления сторон повторяют во избежание ошибки, которая может быть устранена только с помощью выкатки и поворота колесной пары вокруг вертикальной оси на 180° .

§ 78. Ход поршня. Длина поршневого дышла. Вредные пространства

В зависимости от условий ход поршня и длину поршневого дышла можно проверять как с буксовкой, так и без буксовки паровоза.

Проверка с буксовкой. Если машина собрана, проверку начинают с разъединения ползуна с поршневым дышлом. Когда валик ползуна удален и передняя головка поршневого дышла опущена, ползун продвигают назад до удара поршня в крышку и по заднему торцу вкладыша ползуна или башмака (паровоз E^M) отмечают на боковой стороне параллели так называемую «ударную» риску. Затем продвигают ползун до удара поршня в другую крышку и наносят вторую «ударную» риску. После этого соединяют ползун с поршневым дышлом и буксуют паровоз, пока до ближайшего мертвого положения поршню остается пройти совсем немного. Этот момент удобнее заметить по кривошипу, который должен тогда находиться под углом $15—20^\circ$ к своему мертвому положению. При таком положении механизма наносят риску на параллели, а специальным П-образным крючком, у которого одна ножка длиннее другой, отмечают риску на торце бандажа ведущей колесной пары, поставив заостренный конец длинной ножки крючка в произвольно набитый и обведенный кружком керн на раме паровоза. Затем продолжают буксовать паровоз в том же направлении до тех пор, пока ползун, миновав мертвую точку, не минует на $5—10$ мм также и риску на параллели, сделанную одновременно с риской на бандаже. После этого буксуют паровоз в обратном направлении, пока ползун не придет в положение, отмеченное риской. Здесь снова короткой ножкой П-образного крючка делают риску на торце бандажа, упирая острие длинной ножки в керн на раме. Поставив одну ножку циркуля в центр оси колесной пары, другой наносят на торце бандажа дугу, пересекающую обе риски от П-образного крючка. Расстояние по дуге между обеими точками пересечения делят пополам; в этой средней точке отрезка дуги ставят хорошо видный керн и обводят его кружком. Отбуксовав паровоз до положения, когда короткая ножка крючка близка к совпадению с первой поставленной на бандаже риской, осторожно буксуют паровоз в том же направлении, что и в первый раз, когда ставилась эта отметка. Когда острие короткой ножки совпадет с керном на бандаже, буксовку останавливают и отмечают на параллели положение ползуна в соответствующей мертвой точке. Используя описанный прием, отмечают рисками на параллелях мертвые положения поршней обеих машин паровоза. Расстояния между соответственными «ударными» и «мертвыми» рисками дадут линейную величину мертвых пространств. Так как на горячем паровозе за счет нагрева поршневая скалка удлиняется на $1—1,5$ мм, то в полученные числа вредных пространств вносят поправку: к полученному размеру вредного пространства у задней крышки прибавляют $1—1,5$ мм, а у отсчета у передней крышки — отнимают $1—1,5$ мм. Только после

этого можно сравнивать окончательно полученные действительные значения линейных вредных пространств с альбомными. Если с учетом допусков размеры вредных пространств требуют поправки, то регулируют длину поршневого дышла. При этом следует иметь в виду: на сколько миллиметров прибавится вредное пространство у одной крышки, на столько же оно убавится у другой. Следовательно, изменение длины поршневого дышла надо делать на половину величины изменения вредного пространства у той или другой крышки.

Длину поршневого дышла регулируют перемещением центров подшипников в рамках дышла, сострагивая или наплавляя половинки подшипника. Когда длину поршневого дышла таким способом изменить нельзя (например, у паровоза Л задняя головка поршневого дышла имеет плавающую втулку, а передняя — игольчатый подшипник), то нормальные размеры линейных вредных пространств обеспечивают за счет соблюдения двух альбомных расстояний: первое — от задней притирки цилиндровой втулки до центра ведущей оси; второе — от заднего торца ступицы поршневого диска до центра валика ползуна. Первый размер восстанавливают изменением толщины буксовой накладки, а второй — наплавкой и расточкой горловины ползуна.

Приведение поршня в нужное положение осуществляют буксовой каждый раз в одну и ту же сторону. Это непременное условие подлежит обязательному соблюдению, иначе вся проверка даст совершенно неверные результаты. Дело в том, что в соединениях машины и экипажа, влияющих на проверку, имеются многочисленные зазоры, весьма различные по величине, хотя и находящиеся в пределах допуска. Поэтому, чтобы получить сравнимые результаты проверки, надо к каждой точке каждый раз подводить машину и экипаж в одном и том же состоянии, т. е. когда все зазоры выбраны («цепочка» сжата) или имеют наибольшую величину («цепочка» растянута). Для этого заранее выбирают постоянное направление буксовки перед отметкой или замером «вперед» или «назад» и строго придерживаются выбранного направления буксовки. Например, если при подводе буксовой ползуна в нужное положение произошел «проскок», т. е. отметка случайно оказалась пройденной, то на нее нельзя вернуться, ведя буксовку в обратном направлении. Тогда следует отбуксовать паровоз назад настолько, чтобы существенно зайти за отметку в обратном направлении, и лишь затем, буксуя в принятом направлении, осторожно достигнуть нужной отметки.

Следует подчеркнуть еще одно обстоятельство, неучет которого может существенно отразиться на результатах проверок. При равномерном вращении колеса поршень движется по цилиндру с переменной скоростью. Чем ближе кривошип к вертикальному положению, тем поршень движется быстрее, и, наоборот, при подходе кривошипа к мертвой точке скорость поршня все больше падает. Проекция хорды того угла, на который кривошип поворачивается в единицу времени, тем меньше, чем отвеснее располагается хор-

да по отношению к плоскости, в которой движется поршень — вот причина отмеченного явления. Поэтому при дальнейшей проверке предпочтительно определять крайние (мертвые) положения поршня не по рискам на параллели, а по керну на бандаже с помощью П-образного крючка и керна на раме.

Проверка без буксовки. *Первый способ.* Если по каким-либо причинам произвести проверку с буксовкой невозможно, ее делают без буксовки. Вначале также наносят «ударные» риски, продвигая ползун до удара поршня в переднюю и заднюю крышки. Замеренное расстояние между «ударными» рисками делят пополам, прибавляя к нему 1—1,5 мм, учитывающие удлинение скалки от нагрева на горячем паровозе, откладывают сумму от передней «ударной» риски и ставят риску. Если на паровозе данной серии линейные вредные пространства равны, то на полученной средней риске ставят керн; это будет отметка среднего положения поршня. Если же у этой серии паровозов линейные вредные пространства не одинаковы, то керн середины положения поршня ставят, сместив его в сторону меньшего вредного пространства на величину полуразности вредных пространств. Например, альбомное линейное значение вредного пространства у задней крышки 18 мм, у передней — 14 мм. Тогда керн должен быть отнесен от первоначальной риски вперед (в сторону цилиндра) на $(18-14)/2=2$ мм.

Когда керн, определяющий среднее положение поршня, поставлен, ползун устанавливают по нему, а в отверстие для валика вставляют центровочный прибор и находят центр отверстия. Затем с помощью специального штихмаса с выдвижной ножкой измеряют расстояние между осью центра ведущей колесной пары до оси отверстия под валик ползуна. Для этого выдвигают ножку штихмаса до упора ее острия в центр колесной пары. Перпендикулярность ножки к плоскости колеса корректируют угольником. Вторую, короткую, ножку штихмаса передвигают по его мерному стержню, пока ее острие не попадет в центр отверстия для валика ползуна. При этом стержень штихмаса удерживают параллельно плоскости рамы паровоза, одновременно обеспечивая с помощью угольника перпендикулярность выдвижной ножки плоскости колеса. Когда стопорный винт короткой ножки будет затянут, штихмас отнимают, выдвигают выдвижную ножку, пока ее длина не совпадет с длиной короткой ножки, и закрепляют ее в этом положении. Теперь расстояние между остриями штихмаса равно требуемой длине поршневого дышла; его сравнивают штихмасом с длиной наличного поршневого дышла и в случае надобности принимают меры к совпадению фактической длины с замеренной.

При безбуксовом способе также обязательно определение фактических размеров линейной величины вредных пространств, для чего из расстояния между «ударными» рисками вычитают удвоенную длину кривошипа (т. е. ход поршня). Если разность больше суммы альбомных величин вредных пространств, то необходимо проточить притирочные ленты крышек цилиндров на соответствующую глубину, не уменьшая толщину крышки сверх нормы. Если же

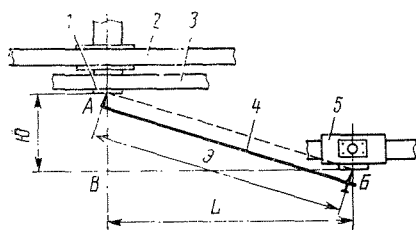


Рис. 197. Определение длины правого поршневого дышла

новки штанги штихмаса параллельно плоскости рамы 2, применяют обычный штихмас 4 с ножками равной длины. Установив, как описано, ползун 5 в среднее положение с учетом нагрева скалки, замеряют расстояние Э (рис. 197) между центром в торце оси 1 ведущей колесной пары 3 и центром валика ползуна 5, затем расстояние Ю между вертикальными плоскостями, параллельными оси рамы, в одной из которых лежит центр торца оси ведущей колесной пары, а в другой — центр валика ползуна, куда упирались остря штихмаса.

Тогда длина поршневого дышла L по теореме Пифагора (как катет прямоугольного треугольника)

$$L = \sqrt{\mathcal{E}^2 - \mathcal{I}^2}.$$

Однако замер расстояния между указанными вертикальными плоскостями тоже затруднителен и требует сноровки, аккуратности, а также наличия линейки повышенной жесткости и достаточной длины, которую прикладывают к обработанным местам проушин ползуна и на ее подпертый конец накладывают мерную линейку до упора в торец оси ведущей колесной пары. Этой сложной работы можно избежать, если знать или вычислить поправку \mathcal{P} , отняв которую из размера Э, получают потребную длину поршневого дышла $L = \mathcal{E} - \mathcal{P}$.

Например, для паровоза Л поправка $\mathcal{P} = 13,3$ мм.

Поправку определяют из треугольника $\mathcal{A}BB'$ (см. рис. 197) по уравнению

$$\mathcal{P} = \mathcal{E}_a - L_a = \sqrt{L_a^2 - \mathcal{I}_a^2} - L_a,$$

где индекс а показывает, что их следует брать по альбому.

В свою очередь значение $\mathcal{I}_a = (K_a - \mathcal{I}_a)/2$,

где K_a — альбомное расстояние между плоскостями наружных щек проушин ползун правый и левой стороны паровоза; \mathcal{I}_a — альбомная длина оси ведущей колесной пары.

Для паровоза Э^м $K_a = 2472$ мм; $\mathcal{I}_a = 1790$ мм; $L_a = 2730$ мм.

Тогда для этого паровоза $\mathcal{I}_a = (2472 - 1790)/2 = 341$ мм и поправка $\mathcal{P} = \sqrt{2730^2 + 341^2} - 2730 = 21,2$ мм.

фактическая сумма линейных вредных пространств меньше альбомной, следует наплавить притирочные ленты крышек цилиндров, проточить до нужного размера и притереть. Также поступают при соответствующих результатах проверки с буксовкой.

Второй способ. Когда под рукой не оказывается штихмаса с выдвижной ножкой или выход этой ножки не обеспечивает уста-

§ 79. Центр подвеса кулисы. Переводной вал. Подвески радиальных тяг

Положение центра подвеса кулисы. Эта величина определяется двумя размерами: $У$ (рис. 198) — расстояние по горизонтали от центра подвеса кулисы до центра ведущей колесной пары и Φ — высота центра подвеса кулисы над линией мертвых точек главного кривошипа. На рис. 198 принято, что центры движущих осей лежат на линии мертвых точек кривошипа.

От вынесенного на рамный лист или верхний брус рамы перпендикуляра, проходящего через продольную ось ведущей колесной пары, отсчитывают альбомное расстояние между центром кулисы и ведущей осью и проводят вертикальные риски на обоих полотношцах (брусках) рамы. Затем на верхние плоскости рамы устанавливают прибор, состоящий из двух стоек 1 и стержня 2, проходящего через обе стойки. Установочные риски на стойках должны при этом совпасть с рисками, сделанными на раме. После этого стойки закрепляют барашками. Так как размер Φ у разных серий паровозов различен, то каждой серии соответствуют стойки определенной высоты.

Если центры подвеса кулис правой и левой машины расположены правильно, то острия стержня точно совпадут с центрами кулисных цапф. В противном случае замеряют величину и направление несовпадения. Когда случается несовпадение (оно обычно невелико), то на паровозах с подшипниками скольжения (\mathcal{E}^p , E^a , E^m) его устраняют соответствующей расточкой обоих подшипников для цапф каждой кулисы. На паровозах, у которых цапфы кулис опираются на игольчатые подшипники (\mathcal{J}), регулировку осуществляют за счет изменения установки подшипников в кронштейнах кулисной балки.

Установка переводного вала. Проверка установки состоит из следующих операций: определение параллельности оси вала к верхней грани полотнищ рамы, перпендикулярности оси вала к продольной оси рамы, проверка соответствия альбому расстояния от оси вала до центра ведущей оси и взаимной параллельности ведущих плеч переводного вала.

При проверке на верхние грани паровозной рамы 2 (рис. 199) кладут на ребро стальную линейку 3. Затем на линейку с одной из сторон паровоза ставят рейсмус 1 и устанавливают острие его

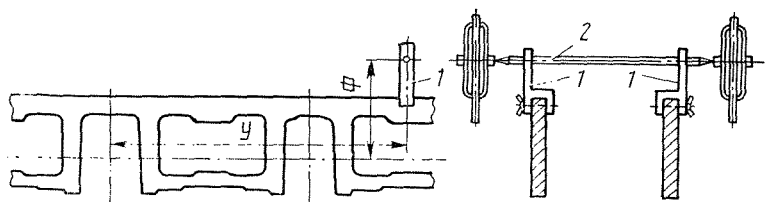


Рис. 198. Проверка центра подвеса кулисы

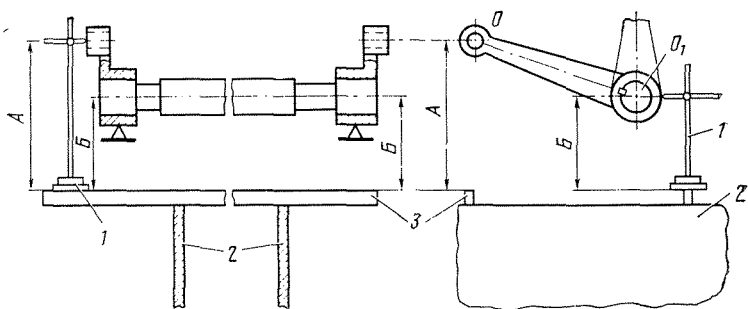


Рис. 199. Проверка укладки переводного вала

иглы точно в центр конца переводного вала o_1 . Если на валу нет центров, то на обоих его концах до проверки находят центры и в них ставят керны. Зажав барашком иглу, когда острие касается центра или керна на торце вала, рейсмус переносят на другую сторону паровоза. Если условие параллельности оси вала верхней грани рамы соблюдено, острие рейсмуса должно и на другой стороне паровоза точно совпадать с центром (керном) o_1 торца переводного вала. В противном случае надо регулировать за счет эксцентричной расточки вкладышей подшипников переводного вала или, если это возможно, изменением толщины прокладок под подшипниками вала и т. п., пока ось вала не станет параллельной верхнему обрезу паровозной рамы.

Затем проверяют взаимную параллельность ведущих плеч переводного вала, для чего острие иглы рейсмуса устанавливают в центр o одного из плеч вала. Центр отыскивают в отверстиях плеч заранее на установленных в них свинцовых или алюминиевых пробках и отмечают кернами. Закрепив иглу барашком, рейсмус переносят на другую сторону паровоза и проверяют — попало ли острие иглы в центр (кern) o плеча. Если совпадения не произошло, замеряют разницу по вертикали и производят нужную регулировку. В случае невозможности достать иглой до центра рычага, двигают линейку с рейсмусом ближе к центрам плеч.

Вторую часть проверки осуществляют с помощью прибора — штанги, низкие кронштейны 2 (рис. 200) которого крепят распорными болтами к раме так, чтобы с каждой стороны ось штанги 3 располагалась на вертикали, проходящей через центр ведущей колесной пары. Для этого предварительно выносят на верхнюю наружную часть рамы риску такого перпендикуляра и совмещают с ней риску или обрез кронштейнов прибора. Установив тело штихмаса с выдвижной ножкой параллельно полотнищам рамы, замеряют расстояние III между центрами A штанги прибора, укрепленной барашками в отверстиях кронштейнов прибора, и o -центра торца переводного вала, лежащего в кронштейне 1, с каждой стороны. Совпадение замеров, сделанных по обе стороны паровоза, свидетельствует о правильном положении вала. Попутно, не сни-

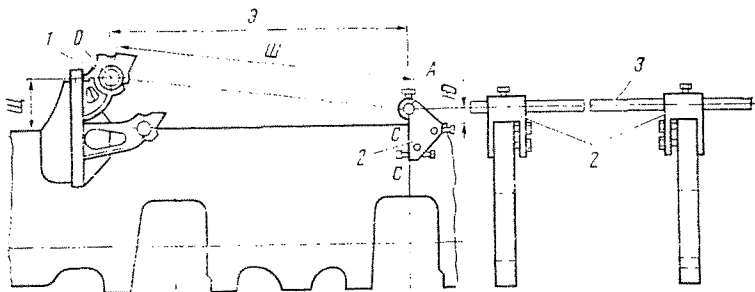


Рис. 200. Проверка расстояния от переводного вала до ведущей оси

мая прибор-штангу, делают еще по два замера с каждой стороны паровоза: Ш — от верхнего обреза рамы до центра переводного вала и Ю — от верхнего обреза рамы до центра штанги прибора.

Используя теорему Пифагора, подсчитывают расстояние между вертикалями, проходящими через центры переводного вала и оси ведущей колесной пары, $\text{Э} = \sqrt{\text{Ш}^2 - (\text{Ш} - \text{Ю})^2}$. Полученный результат не должен отличаться от альбомного размера более чем на ± 10 мм, иначе надо переставлять кронштейн переводного вала.

Длина подвесок радиальной тяги должна быть такой, чтобы камни правой и левой кулис точно повторяли перемещения друг друга, устанавливая одинаковую отсечку в правой и левой машинах паровоза и приходили одновременно в среднее положение, выключая механизм отсечки.

Если проверка поршневого дышла потребовала изменения его длины или перемещения центра ведущей оси, то дышло вновь соединяют с ползуном и наносят на параллели риски мертвых положений поршня. Разделив расстояние между ними пополам, наносят риску среднего положения поршня с учетом удлинения скалки от нагрева и опять разъединяют ползун и дышло. Если же регулировка длины поршневого дышла и линейной величины мертвых пространств не проводилась, то для отыскания среднего положения поршня используют ранее нанесенные риски его крайних положений.

Ползуны по рискам ставят в среднее положение, а рычагом перемены хода опускают камни в кулисах в крайнее нижнее положение. Затем небольшим перекосом крышек золотниковых салников зажимают золотниковые скалки. После этого отсоединяют кулисы от контркривошипных (эксцентровых) тяг, а нижние концы маятников — от поводковых тяг. Раскачивая рукой правую кулису, подводят камень к центру и при этом внимательно следят за движением свободного конца правого маятника. В тот момент, когда камень займет среднее положение, т. е. ось его валика совпадет с осью цапф кулисы, маятник остановится. Закрепив рычаг (винт) реверса в этом положении, раскачивают левую кулису. Если нижний конец левого маятника движется, значит, длина висящих

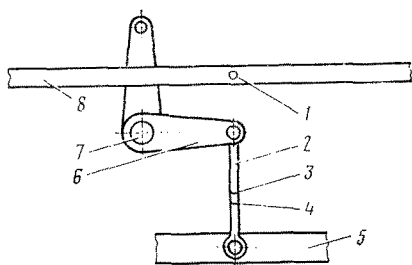


Рис. 201. Проверка длины подвески

на рычагах 6 (рис. 201) переводного вала 7 подвесок 2 радиальной тяги правой и левой стороны различна.

Тогда на угольнике 8 паровой площадки с правой стороны паровоза (см. рис. 201) над верхним валиком подвески 2 радиальной тяги 5 наносят керн 1 и, поставив в него острие П-образного крючка, проводят другим концом крючка риски 3 или 4 на

теле подвески. Затем, отведя камень вниз, раскачивают левую кулису, медленно подводя камень к центру, следя за нижним концом левого маятника. Когда его движение прекратится, т. е. левый камень окажется в среднем положении, на правой подвеске тем же крючком, что и в первый раз, из того же керна проводят вторую риску 4 или 3. Расстояние по радиусу между рисками равно разнице в длине подвесок. Если вторая риска лежит выше первой, это означает, что левая подвеска короче правой, и, наоборот, если вторая риска оказалась ниже первой, то левая подвеска длиннее правой на расстояние между дугами.

При обнаружении разницы в длинах подвесок замеряют штихмасом расстояния между центрами валиков каждой из них и сравнивают с альбомными. Если какая-либо из подвесок имеет длину, отличающуюся от альбомной на величину, не превышающую допуск, то исправляют только ту, длина которой выходит за допуск. В случае когда длина обеих подвесок отличается от альбомной, излишне длинную подсаживают, а слишком короткую вытягивают до величины, близкой к альбомной, но обязательно учитывают при этих операциях, что сумма подсадки и вытяжки должна совпадать с расстоянием между рисками на правой подвеске.

После этого подвески ставят на паровоз и повторяют описанные операции, убеждаясь, что разницы в их длине нет и кулисные камни одновременно занимают среднее положение на обеих сторонах. Тогда на рейке переводного винта (рычага воздушного реверса) ставят в этот момент риску против указателя, отмечая «нулевую» отсечку. Слово «нулевая» взято в кавычки, так как в механизме Вальшерта, даже при положении камня в центре качания кулисы, наполнение цилиндров и отсечка происходят за счет действия механизма опережения (см. § 28). Правда, благодаря небольшой величине и малой продолжительности открытия окна на предварение впуска отсечка от механизма опережения составляет обычно 5—7% хода поршня, т. е. имеет величину 0,05—0,07 (см. § 29).

Необходимо отметить, что при проверке длины подвесок иногда не разъединяют маятник с его тягой и тогда не зажимают скалку золотника перекосом крышки сальника. В таком случае следят за приходом камня в среднее положение по движению золотникового

ползуна или скалки. Но, во-первых, кронштейн, на котором размещаются параллели золотникового ползуна, весьма затрудняет наблюдение как за скалкой, так и особенно за ползуном. А во-вторых, благодаря многократной разнице в плечах (7—10 раз) незначительное перемещение верхнего шарнира нижний конец маятника воспроизводит настолько увеличенным, что установка камня получается более точной. Поэтому рекомендуется придерживаться описанного способа установки кулисных камней.

Иногда оказывается более удобным наносить риски не на подвеске, а на угольнике площадки. Тогда вместо керна 1 (см. рис. 201) используют центр нижнего валика подвески для установки неподвижной ножки П-образного крючка или большого разметочного циркуля.

§ 80. Проверка кулисы и радиальной тяги

Основы, заложенные в кинематическую схему кулисного механизма Вальшерта (см. § 28), требуют, чтобы длина радиальной тяги была равна радиусу, которым описан у кулисы паз под камень. На этом принципе основана проверка длины радиальной тяги. Под длиной радиальной тяги понимается расстояние между центрами отверстий под валик кулисного камня и под валик верхнего шарнира маятника.

Проверку начинают установкой рычага перемены хода на нуль. Затем буксуют паровоз, пока поршень не придет в ближайшую мертвую точку. Тогда перекосом крышки золотникового сальника зажимают скалку и вынимают валик, соединяющий кулису с контркривошипной тягой. Один из проверяющих переводным механизмом перемещает камень по кулисе из середины до верхнего положения, затем в нижнее положение, а другой проверяющий внимательно следит за поведением хвостовика кулисы. Поскольку перемещения хвостовика даже при существенном отклонении длины радиальной тяги от нормы весьма невелики, то лучше использовать для этой цели индикатор, закрепленный в кронштейне, устанавливаемом с помощью трубки на параллельной рамке, на кронштейне опор кулисы или на верхней части паровозной рамы в зависимости от серии паровоза. Подвижную ножку индикатора 1 или 2 (рис. 202) упирают в удобное место кулисы, отстоящее как можно дальше от ее цапф, предварительно подняв камень в самое верхнее положение. Записав показание индикатора, медленно опускают камень. Если стрелка индикатора пришла в движение, значит радиальная тяга не соответствует кривизне кулисы. Надо продолжать наблюдение за поведением стрелки индикатора, чтобы не

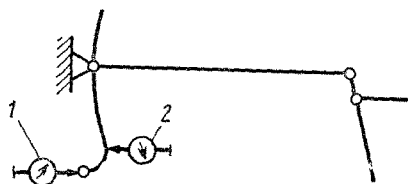


Рис. 202. Определение малых колебаний кулисы

пропустить ее наибольшее отклонение, когда камень подойдет к середине кулисы, и записать показание индикатора. Если разность в показаниях индикатора лежит в пределах до 0,5 мм, то можно оставить тягу без исправления.

По длине радиальной тяги меньше необходимой перемещение камня из его среднего положения вверх вызовет отклонение нижнего конца кулисы назад. Тогда тягу удлиняют проковкой до требуемой величины. Если же при перемещении камня из среднего положения вверх нижний конец кулисы движется вперед, то длина тяги больше радиуса паза в кулисе, и тягу следует подсадить.

Когда подвижность кулисы в подшипниках цапф настолько велика, что несбалансированность вызывает ее произвольное отклонение из среднего положения, сальник золотника не перекашивают, а закрепляют в среднем положении кулисы и следят за поведением золотника при движении камня вдоль всего паза кулисы. При этом используют Г-образный крючок подходящего размера, подобный крючку для установки золотника. Если при движении камня из верхнего положения скалка (золотник) сначала двинется назад, а когда камень пройдет среднее положение и направится в нижнее, скалка (золотник) двинется вперед, то радиальная тяга длинна. При слишком короткой радиальной тяге, пока камень будет опускаться из верхнего положения в среднее, золотник движется вперед, а при дальнейшем опускании камня — назад.

Математический анализ показывает, что для основных серий паровозов смещение золотника из-за неверной длины тяги составляет $\frac{1}{40}$, $\frac{1}{50}$ погрешности в длине радиальной тяги. Другими словами, при смещении золотника на 1 мм приходится изменять длину тяги на 40—50 мм.

Изготовление кулисы на заводе обеспечивает точное соответствие кривизны паза установленному альбомом размеру радиальной тяги. В процессе ремонта кулисы в случае задира ее неудачная опиловка и шлифовка может нарушить средний радиус паза.

Для проверки среднего радиуса паза кулисы используют правила геометрии: соотношения между дугой окружности l (рис. 203), стягивающей эту дугу хордой S и стрелкой h хорды, т. е. длиной перпендикуляра, опущенного из середины дуги на хорду, однозначно определяются величиной центрального угла φ , охватывающего концы дуги и хорды. Каждому частному l/h и S/h соответствует совершенно определенный центральный

угол φ . В самом деле, если длина хорды равна $S = 2r \sin \varphi/2$, где r — радиус окружности, которой принадлежит хорда, а длина стрелки $h = 2r \sin^2 \varphi/4$, то отношение $\frac{S}{h} = \frac{\sin \varphi/2}{\sin^2 \varphi/4}$, т. е. зависит

только от величины центрального угла φ .

Чтобы определить средний радиус паза кулисы, которому должна быть равна длина радиальной тяги, передвигают камень в одно из крайних положений, берут заготовленную заранее полосу бумаги длиной 30—50 см и шириной 5—6 см и прикладывают ее к

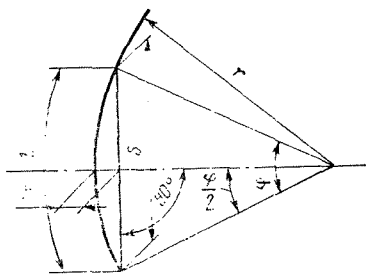


Рис. 203. Элементы окружности

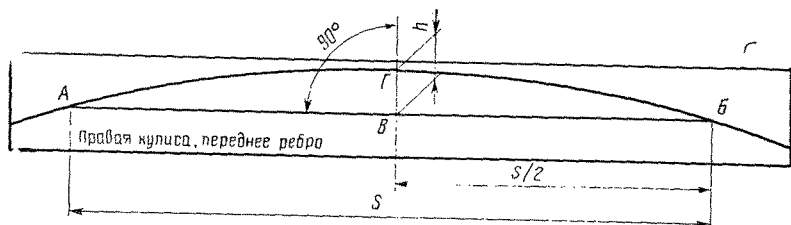


Рис. 204. Разметка на оттиске кулисы

предварительно протертой концами от пыли щеке кулисы так, чтобы переднее ребро паза проходило примерно посередине ширины бумаги. Придерживая одной рукой полоску, пальцем другой руки проводят по ребру паза, оставляя на бумаге его отпечаток. На полоске помечают: «Правая кулиса, переднее ребро». Такую же операцию проделывают на плоскости щеки за пазом и помечают вторую полоску: «Правая кулиса, заднее ребро».

Разложив полоски на гладкой поверхности (хорошо оструганная доска, кусок фанеры или картона достаточных размеров), прикладывают к очерку ребра линейку и отмечают две значительно удаленные точки A и B (рис. 204); желательно, чтобы расстояние между этими точками измерялось целым числом сантиметров (для большей точности) и было не менее 30 см. Точки соединяют прямой, отмечают середину B и из нее восстанавливают перпендикуляр до пересечения с очерком ребра (точка Г). Замеряют размер BG, это стрелка h. Делят расстояние между точками A и B на измеренную величину h и по табл. 5 определяют соответствующий этому отношению центральный угол φ, стягиваемый хордой AB. Взяв из таблицы значение S_1 (при $r=1$) для соответствующего угла φ, находят радиус r_1'' , которым описано рассматриваемое ребро паза кулисы; из пропорции $r_1''/r = S/S_1$. Но для подсчета S_1 радиус принят равным единице — $r=1$, тогда $r_1'' = S/S_1$. Например, на оттиске с переднего ребра паза правой кулисы взято расстояние $AB=30$ см, т. е. $S=300$ мм. При замере оказалась стрелка $h=8,5$ мм. Тогда $S/h=300/8,5=35,3$.

По табл. 5 ближайшее, почти совпадающее с полученной цифрой, отношение $S/h=35,20$. Оно соответствует центральному углу $\phi=13^\circ$, при котором $S_1=0,2264$. Тогда радиус очерка ребра паза $r_1'' = AB/S_1 = 300/0,2264 = 1328,5$ мм.

Точно так же определяют радиус заднего ребра данной кулисы r_2'' и по сумме полученных величин средний радиус паза, т. е. потребная длина радиальной тяги,

$$r_{cp}'' = L_p'' = (r_1'' + r_2'')/2.$$

Те же действия и подсчеты повторяют с левой кулисой, получая длину левой радиальной тяги $r_{cp}'' = L_p'' = r_1'' + r_2''/2$.

Таблица 5

Центральный угол. φ (град)	Длина хорды S_1 (единиц)	Отношение хорды к стрелке S/h	Центральный угол. φ (град)	Длина хорды S_1 (единиц)	Отношение хорды к стрелке S/h
5	0,0872	91,59	13	0,2264	35,20
6	0,1046	76,34	14	0,2437	32,70
7	0,1221	63,96	15	0,2611	30,52
8	0,1395	57,06	16	0,2783	28,56
9	0,1569	50,90	17	0,2856	26,91
10	0,1743	45,82	18	0,3129	25,40
11	0,1917	41,64	19	0,3301	24,06
12	0,2091	38,18	20	0,3473	22,86

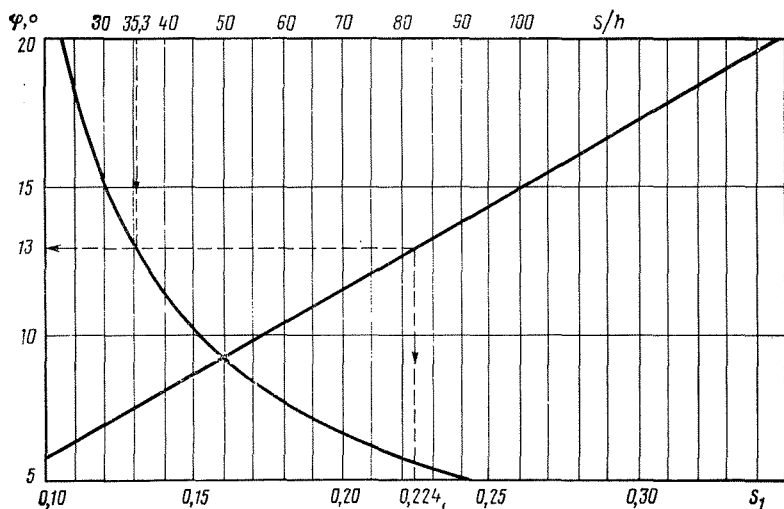


Рис. 205. Номограмма для определения S_1 и φ по S/h

В примере отношение S/h почти совпало с табличной величиной, поэтому легко было найти точное значение S_1 для подсчета длины радиальной тяги. Рекомендация брать хорду на очерке паза возможно длиннее увеличивает охватываемый центральный угол, а в больших углах интервалы между S/h значительно короче. Иногда это отношение не совпадает с табличными данными. Тогда надо построить на миллиметровке номограмму (рис. 205). Способ ее применения показан на разобранном примере.

Следует отметить, что для единичной проверки радиуса кулисы нет нужды строить всю диаграмму, достаточно взять пять значений S/h , внутри которых лежит найденная на практике величина. Для построения линии S_1 достаточно двух конечных значений взятого интервала, так как это прямая линия во всем отрезке углов, указанных в табл. 5.

На некоторых паровозах (Л) пазы кулис имеют обводку, которая может не позволить проверить кривизну кулисы, не снимая ее с паровоза. В этих случаях проверку осуществляют на станке или на разметочной плите.

§ 81. Проверка контркривошипной (эксцентриксовой) тяги

К определению соответствия длины контркривошипной (эксцентриксовой) тяги требующемуся для данного кулисного механизма размеру приступают после проверки и приведения в порядок остальных звеньев механизма отсечки — точки подвеса кулисы, длины (радиуса) и угла насадки контркривошипа, а также соответствия длины радиальной тяги кривизне паза в кулисе. Проверку начинают с установки поршня в п.м.т. или з.м.т. по крючку для получения большей точности. Затем, перемещая камень в кулисе из верхнего положения в нижнее, наблюдают по Г-образному

крючку для установки золотника, упертому одной ножкой в соответствующий керн на торце задней крышки золотниковой камеры, за поведением скалки. После этого паровоз буксуют до прихода поршня в другую мертвую точку и повторяют наблюдение за поведением скалки золотника при перемещении камня кулисы из верхнего положения в нижнее.

Если в обоих случаях скалка оставалась неподвижной — длина контркривошипной (эксцентриковой) тяги соответствует норме для данного механизма. Слишком короткая тяга при установке механизма в любое мертвое положение выводит кулису из среднего положения, отклоняя ее нижнюю часть в сторону ведущего колеса. Поэтому при движении камня из верхнего положения в нижнее золотниковая скалка не остается неподвижной, а перемещается на всем пути движения камня назад, в сторону ведущей оси.

Чрезмерно длинная тяга при любом мертвом положении выводит кулису из среднего положения, отклоняя ее нижнюю часть вперед. В результате этого, когда камень в кулисе опускается из верхнего положения в нижнее, на всем его пути золотниковая скалка перемещается вперед.

Если длина тяги не соответствует прочим звеньям кулисного механизма, определяют требуемую ее длину.

Определение длины контркривошипной (эксцентриковой) тяги с буксовкой паровоза. В этом случае необходимо отбуксовать машину в п.м.т. или з.м.т., удерживая камень кулисы все время в среднем положении. Разъединив контркривошипную (эксцентриковую) тягу с кулисой, оставляют соединительный валик, если он имеет ясно обозначенный центр, в отверстии кулисы. В случаях сомнения в надежности центра на валике, например если он забит, вместо него в отверстие кулисы вставляют деревянную со свинцовой пластинкой или алюминиевую пробку. На них отыскивают центр отверстия и набивают его керном. После этого перекосом крышки сальника зажимают скалку золотника и перемещают камень в кулисе в самое нижнее положение. Расстояние между центром пальца контркривошипа и центром валика или отверстия в кулисе даст рабочую длину контркривошипной (эксцентриковой) тяги. Остается только приложить штихмас к линейке, чтобы получить размер тяги в миллиметрах и записать его. Затем замеряют штихмасом фактическую длину тяги, прикладывая штихмас к уже снятой тяге с размеченными центрами ее подшипников, а затем к мерной линейке. Разница между требующимся и фактическим размером укажет, на какую величину необходимо подсадить тягу, если она длиннее чем нужно, или проковать ее штангу, чтобы длина ее пришла к норме.

Определение длины контркривошипной (эксцентриковой) тяги без буксовки паровоза. Для получения нужного размера контркривошипной (эксцентриковой) тяги находят на колесе ведущей колесной пары положение центра пальца контркривошипа, которое он должен занимать при мертвом положении поршня, и опреде-

ляют расстояние от этой точки до центра отверстия в кулисе под соединительный валик, поставив кулису в среднее положение.

Порядок действия следующий. Разъединив ползун с поршневым дышлом, устанавливают его в одно из крайних положений по ранее сделанным рискам, либо отмерив от ударной риски соответствующую линейную величину вредного пространства с учетом удлинения скалки от нагревания, как описано ранее. Поставив камень кулисы в среднее положение, закрепляют скалку золотника перекосом крышки сальника. Отсоединяют от кулисы контркривошипную (эксцентриковую) тягу и, переведя камень в крайнее нижнее положение, тем самым заставляют кулису занять среднее положение. Чтобы эта установка была надежнее, перед опусканием камня в нижнее положение несколько раз заставляют его передвигаться по кулисе вверх и вниз. Затем кулису закрепляют перекосом подшпника или приспособлением. Поставив одну ножку штихмаса в центр валика кулисы или в керн центра ее отверстия под валик \mathcal{C} (рис. 206), другую ножку штихмаса сдвигают в положение, при котором ее острие попадает в осевой центр o ведущей колесной пары, и закрепляют обе ножки прибора. Пользуясь штихмасом, как циркулем, проводят дугу $A-A$, центр которой лежит в точке \mathcal{C} .

С помощью циркуля проводят на теле колесного центра окружность радиусом, равным длине контркривошипа, и, приложив к торцу ведущей колесной пары линейку, прочерчивают проходящую через точку o касательную $B-B$ к дуге $A-A$. Правильность проведения касательной контролируют равенством расстояний $a-b$ по одну и другую сторону центра o . Точки b , b пересечения правильно проведенной касательной $B-B$ с окружностью, очерченной радиусом, равным длине кривошипа, определяют положение центра пальца контркривошипа при положении поршня в п. м. т. и з. м. т.

Взяв штихмас с подвижной ножкой, ставят острие неподвижной ножки в центр \mathcal{C} отверстия (валика) кулисы и, удерживая штангу прибора параллельно плоскости паровозной рамы, продвигают вдоль штанги и подвижную ножку выдвигают до совпадения ее острия с любой точкой b на торце колеса. Правильность установки штихмаса проверяют специальным угольником, прикла-

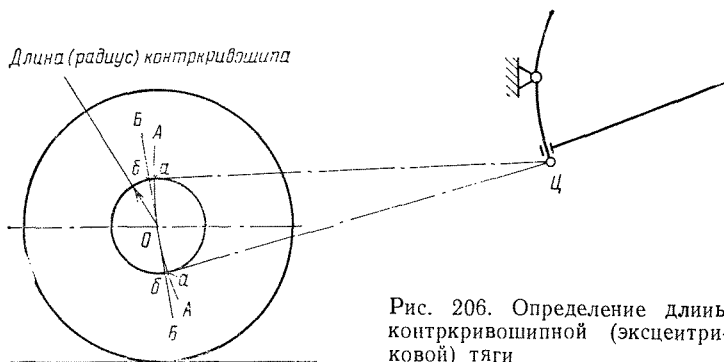


Рис. 206. Определение длины контркривошипной (эксцентриковой) тяги

дываемым одной стороной к торцу оси ведущей колесной пары. Выдвинутая ножка штихмаса при ее закреплении на штанге должна плотно прилегать к плоскости угольника. Подвижную ножку штихмаса вдвигают, уравнивая ее длину с короткой ножкой, после чего, прикладывая прибор к контркривошипной (эксцентриковой) тяге, проверяют, правильна ли ее длина. Если ножки штихмаса точно совпадут с центрами подшипников тяги — она верна. В противном случае поступают, как при проверке с буксовкой, т. е. сравнивают с помощью мерной линейки требующийся размер тяги с фактическим и соответственно исправляют длину тяги.

В некоторых случаях оказывается невозможным прочертить на торцовой части ступицы ведущего колеса окружность радиусом, равным длине контркривошипа. Тогда на торце оси укрепляют диск диаметром 400—500 мм, толщиной 2—3 мм, имеющий в центре отверстие для доступа к осевому центру, и все линии чертят на этом диске. Однако их нанесение начинают только после того, как убедились в надежности закрепления диска.

Контркривошипная (эксцентриковая) тяга является в механизме парораспределения тем звеном, которое связывает между собой неподрессоренную часть — палец контркривошипа — с поддрессоренными частями — кулисой, камнем, радиальной тягой и т. д. Поэтому величина просадки рессор, изменяющая разность в высоте между точкой захвата кулисы и пальцем контркривошипа, имеет решающее значение при определении нужной длины контркривошипной (эксцентриковой) тяги. Если указанное расстояние существенно отличается от альбомного, требующуюся длину тяги без буксовки паровоза определять не рекомендуется. Если же в этом возникла настоятельная необходимость, то следует в полученный размер внести рассчитанную математическим путем поправку на величину просадки рессор.

§ 82. Маятник. Поводок. Тяга маятника

Механизм опережения, состоящий из маятника 1, его тяги 2 и поводка 3, считают исправным, если полный ход золотника от размаха маятника составляет удвоенную сумму перекрыши впуска и линейного предварения впуска $A_1A_2=2(e+v)$ (рис. 207); при среднем положении поршня ось маятника перпендикулярна оси цилиндра, а отклонение тяги маятника h одинаково в обеих мертвых точках.

Чтобы определить ход золотника под воздействием маятника, кулису отсоединяют от контркривошипной (эксцентриковой) тяги и покачиванием ее убеждаются, что камень находится в центре подвески кулисы, так как ее качание не вызывает сдвига золотника. Затем покрывают необходимый для замера участок золотниковой скалки густым меловым раствором и дают ему засохнуть. Поставив поршень в ближайшую из мертвых точек, упирают одну ножку крючка в керн на торце (для Г-образного) или на образую-

лика ползуна и пальца поводка, и в случае обнаружения несоответствия этого размера альбомному довести его до необходимого.

Для проверки перпендикулярности маятника к оси цилиндра на паровозах с горизонтальными цилиндрами (Л, Е^а, Е^м) поршень устанавливают в среднее положение, разделив расстояние между рисками мертвых положений пополам с учетом удлинения скалки от нагрева, и отвесом проверяют вертикальность маятника.

При наклонных цилиндрах (паровозы Э^м, Э^р) после постановки поршня в среднее положение используют специальные угольники с базой на поршневой скалке или параллели, либо с угловыми уровнями. Если будет выявлено, что при среднем положении поршня маятник не перпендикулярен оси цилиндра, это укажет на разную величину отклонения золотника от среднего положения при п.м.т. и з.м.т., т. е. опережение впуска в переднюю и заднюю полости цилиндра различно. Устранить этот дефект в парораспределении можно изменением длины тяги маятника.

Чтобы определить требуемый размер тяги, ее расцепляют от маятника или поводка, выставляют маятник в перпендикулярное положение к оси цилиндра, закрепляют это положение перекосом крышки золотникового сальника и при среднем положении поршня замеряют штихмасом расстояние между центром нижнего валика маятника и центром пальца поводка; это и будет размер тяги, к которому ее необходимо привести.

Следует напомнить, что средняя часть параллели под воздействием силы T вырабатывается больше, чем ее крайние части. Поэтому угольник для проверки перпендикулярности маятника следует опирать только на крайние нерабочие отрезки параллели, а лучше избирать опорой скалку поршня возле горловины ползуна, где она не изнашивается сальником.

§ 83. Общая проверка механизма

Чтобы выяснить, нуждается ли внешний парораспределительный механизм в детальном обследовании или можно ограничиться выявлением дефектов только в нескольких, заведомо неисправных его звеньях, производят общую проверку. Для этого, буксуя паровоз, устанавливают машину по крючку в п.м.т. или з.м.т. (что окажется ближе). Кулисный камень поднимают в верхнее положение до отказа и наносят на покрытой мелом золотниковой скалке риску (Г- или П-образным крючком). Приложив крючок, перемещают кулисный камень вниз, следя за поведением золотника. Когда камень опустится до среднего положения, делают вторую риску крючком и продолжают опускать камень дальше. При этом также не отрывают крючок от скалки и следят за движением золотника. После того как камень опущен до упора, делают третью риску крючком на скалке. При правильной длине контркривошипной

Таблица 6

Звено	Неисправности	Положе- ние поршня	При движении камня вниз					
			из верхнего положения до центра кулисы		от центра кулисы до нижнего положения			
			золотник смещается					
			вперед	назад	вперед	назад		
Золот- никовая тяга	длинна	п. м. т. и з. м. т.	—	<i>a</i>	<i>a</i>	—		
	коротка		<i>a</i>	—	—	<i>a</i>		
Контр- кривошип- ная тяга	длинна	п. м. т. и з. м. т.	$>0,5b$	—	$<0,5b$	—		
	коротка		—	$>0,5b$	—	$<0,5b$		
Контр- кривошип	Угол насадки (при верной длине планки)	мал	п. м. т.	$<0,5v$	—	$>0,5v$	—	
			з. м. т.	—	$>0,5v$	—	$<0,5v$	
		ве- лик	п. м. т.	—	$>0,5v$	—	$<0,5v$	
			з. м. т.	$<0,5v$	—	$>0,5v$	—	
	Радиус контркривошипа	при верной длине планки	мал	п. м. т.	—	$>0,5z$	—	$<0,5z$
				з. м. т.	$<0,5z$	—	$>0,5z$	—
			бе- лик	п. м. т.	$<0,5z$	—	$>0,5z$	—
				з. м. т.	—	$>0,5z$	—	$<0,5z$
		при верном угле насадки	мал	п. м. т. и з. м. т.	$<0,5d$	—	$>0,5d$	—
				ве- лик	п. м. т. и з. м. т.	—	$>0,5d$	—

Звено	Неисправности	Положе- ние поршня	При движении камня вниз			
			из верхнего положения до центра кулисы		от центра до нижнего положения	
			золотник смещается			
			вперед	назад	вперед	назад
Центр качания кулисы	ниже нормы	п. м. т.	—	$>0,5e$	—	$<0,5e$
		з. м. т.	$<0,5e$	—	$>0,5e$	—
	выше нормы	п. м. т.	$<0,5e$	—	$>0,5e$	—
		з. м. т.	—	$>0,5e$	—	$<0,5e$

(эксцентриковой) и золотниковой тяг, кривошипа и контркривошипа, верных высоте и расстоянии по раме точки подвешивания (точки качания) кулисы, точном угле насадки контркривошипа по отношению к кривошипу золотник останется неподвижным и все три риски сольются в одну. Если же размер хотя бы одного из этих звеньев неверен, золотник при опускании камня придет в движение. Влияние неверных размеров каждого звена в отдельности на поведение золотника при внутреннем впуске пара показано в табл. 6, где буквами *a*, *b*, *v*, *g*, *d*, *e* обозначено перемещение золотника из-за дефектов отдельных звеньев механизма за весь ход кулисного камня из верхнего положения в нижнее.

Обычно на практике неверны размеры сразу нескольких звеньев механизма, и перемещение золотника становится сложным. Допустим, что и контркривошипная (эксцентриковая) и золотниковая тяги длинны настолько, что перемещения $a \approx 0,5b$, а все остальные звенья в порядке. Тогда (см. табл. 6) при движении камня от верхнего положения до центра кулисы золотник может остаться на месте, а при дальнейшем опускании камня до нижнего положения золотник сместится на величину $x \approx a + 0,5b$.

По поведению золотника можно с достаточной степенью вероятности предположить, какие звенья механизма влияют своей дефектностью на сдвиги золотника. Затем следует проверить каждое из них, привести в исправное состояние и вновь сделать общую проверку.

Знаки $>$ и $<$ в табл. 6 помогают ориентировке, однако следует помнить, что они указывают на относительно небольшое отличие сдвига золотника от половины всего его перемещения под влия-

нием неисправности данного звена. Порядок величин отклонения от половины сдвига, отмечаемый этими знаками, не превышает 15—17% всего сдвига золотника, обозначенного той или иной буквой.

§ 84. Разметка планки переводного механизма

Чтобы машинист мог ориентироваться, при каком наполнении цилиндров паром (отсечке) он ведет поезд, воздушный реверс или переводной винт снабжают указателем и рейкой (планкой), на которую нанесены отсечки («зубы»). После ремонта дышловой и поршневой групп обязательно проверяют разбивку планки или при ее негодности делают разметку заново.

Расстояние между отметками на параллелях правой и левой стороны крайних (мертвых) положений поршня делят на 10 равных частей, отмечая их границы рисками и номерами на замеченной боковой плоскости параллелей. Одновременно заготавливают и устанавливают вместо рейки медную или латунную планку, которую на лицевой стороне делят тремя продольными, равномерно отстоящими друг от друга и краев планки рисками на четыре полосы. Две из них (правые) предназначены для отметок по правой машине, две левые — для левой машины. Наружные полосы предназначены для разметки хода паровоза вперед, внутренние — для разметки хода паровоза назад.

Буксуя, паровоз останавливают ползун на каждой риске, нанесенной как на правой, так и на левой параллели, если остановки для одной стороны не совпадают с рисками на другой. При разметке переднего хода паровоз буксуют назад и, наоборот, при разметке заднего хода паровоз буксуют вперед. Это необходимо для точной установки поршня в положение, соответствующее отсечке, что определяется учетом зазоров в подшипниках поршневого дышла. При движении паровоза передним ходом, когда кривошип описывает верхнюю полуокружность, поршневое дышло растянато действием пара. Именно таким оно будет, если буксовать паровоз назад с кривошипом в верхней полуокружности. Когда же при переднем ходе паровоза кривошип описывает нижнюю полуокружность, — поршневое дышло сжато, все зазоры выбраны. Именно так и получится, если при таком положении кривошипа буксовать паровоз назад. Легко проверить, что при разметке из движения задним ходом следует буксовать паровоз вперед, чтобы поршневое дышло испытывало нужные усилия. При этом следует по-прежнему строго соблюдать правило: к случайно пройденному положению нельзя возвращаться буксовкой в обратную сторону. Надо отбуксовать механизм обратно за пройденную риску, а затем подойти к ней, как и к другим, буксуя паровоз в требуемом направлении. Отсюда правило: установив ползун на очередную риску, на вспомогательной планке можно делать только одну черту, соответ-

вующую одному переднему или заднему ходу паровоза, в зависимости от того, как был подведен ползун к этому положению.

Установив ползун на очередную риску для переднего хода паровоза (т. е. подведя ползун к риску, буксуя паровоз назад, когда кривошип описывает верхнюю половину окружности), кулисный камень опускают в самое нижнее положение, а затем медленно поднимают его кверху, доводя золотник до положения отсечки. Этот момент можно определить, непосредственно замеряя через специальные отверстия зазор между впускной (наружной) кромкой внутреннего уплотнительного кольца на диске золотника и внутренней впускной кромкой соответствующего окна. (Когда кривошип находится в верхней полуокружности — заднего окна, в нижней — переднего.) Принято: если в этот зазор проходит щуп 0,05 мм, а щуп 0,06 мм не проходит, то это и есть положение золотника в момент отсечки. Для заднего хода камень перед установкой золотника на отсечку поднимают в крайнее верхнее положение. Удобно пользоваться шаблонами или крючками, изготовленными для отсечек в передней и задней полостях цилиндра. Тогда установку золотника в положение отсечки можно производить по данным обмера золотника и втулки.

Когда ползун установлен на риску, а золотник занял положение отсечки, на той полосе планки, которая соответствует данной стороне паровоза и направлению его хода, ставят риску против стрелки указателя и помечают величину отсечки.

После буксовки паровоза на полный оборот движущих колес вперед, а затем назад на вспомогательной планке окажется для каждой отсечки и переднего и заднего хода паровоза по четыре риски. Чаще всего они не совпадают, и потому проводят для каждой отсечки одну более глубокую усредняющую риску, учитывающую величину и направление отклонения от нее всех четырех рисков. Положение усредненных рисков переносят на рейку переводного рычага или винта реверса.

Состояние паровоза (горячий, холодный) не влияет на разметку рейки. Но на паровозах, у которых станина переводного винта (рычага) укреплена не на раме, а на котле, нулевое положение рейки фиксируют после заправки и разогрева паровоза.

§ 85. Установка золотника

По целому ряду причин фактическое расстояние между окнами золотниковых втулок может не совпадать с альбомным, да и ширина окон отличаться от альбомной по крайней мере на величину допуска. Однако перекрыши впуска и выпуска за счет регулировки размеров золотника и его установки обязаны совпадать с альбомными. Чтобы выполнить это условие, штангелем с ценой деления 0,1 мм при вынутом золотнике замеряют расстояния от притирочного торца передней золотниковой втулки до внешней кромки переднего паровпускного окна *В* (см. рис. 60), до внутренней кром-

ки того же окна Γ , до внутренней кромки заднего паровпускного окна Δ и до внешней кромки того же окна E . Затем у раздвижного золотника, вынутого из втулки и положенного на козлы, прижимают подвижные золотниковые диски притирочными местами к упорным шайбам с помощью винтовой или деревянной распорки и замеряют расстояние между внешними кромками крайних уплотнительных колец B и внутренними кромками ближайших к горловинам колец A (см. рис. 60). Потом подсчитывают расстояние между внешними кромками паровпускных окон $\mathcal{K} = E - B$ и между их внутренними кромками $\mathcal{H} = \Delta - \Gamma$. Тогда фактическая величина перекрыш впуска $e = (\mathcal{H} - A)/2$; выпуска $i = (B - \mathcal{K})/2$.

Если \mathcal{K} оказывается больше, чем B , это указывает на отрицательную перекрышу выпуска; знак минус получается сразу после подстановки величин в уравнение.

Найденные таким путем перекрыши не должны отклоняться от установленных для данной серии паровоза на величину, большую, чем допуск, указанный в Правилах ремонта паровозов. В противном случае изменяют размеры A и B у золотника за счет изменения посадки упорных шайб, наплавки или проточки их притирочной ленты либо за счет заплавки и последующей расточки ручьев колец на золотниковых дисках.

Для правильной установки в среднее положение золотника с выверенными перекрышами впуска и выпуска замеряют тем же штангенциркулем расстояние K (см. рис. 60) между внешней гранью крайнего наружного кольца переднего диска и наружным торцом того же диска. Тогда при среднем положении золотника расстояние X между наружными торцами переднего диска и притирки передней втулки (при раздвинутых дисках), если перекрыша выпуска положительная или нулевая, будет $X = B - K - i$. При отрицательной перекрыше выпуска i ее величину следует прибавлять к B и тогда значение X определяется уравнением $X = B + i - K$. После подсчета X золотник с раздвинутыми дисками вставляют на место во втулки и с помощью линейки устанавливают торцом переднего диска на расстоянии $X + 0,5$ мм от торцевой притирки передней втулки. Прибавка 0,5 мм учитывает перемещение золотника вперед на горячем паровозе из-за нагрева скалки [Правилами ремонта установлен сдвиг на 0,2—0,6 мм (отсюда 0,5 мм)]. На золотниковой скалке недалеко от ползуна и на задней крышке золотниковой коробки (обычно на приливе для сальника) на одной стороне паровоза ставят по хорошо заметному керну оба в одной плоскости, содержащей ось скалки, и изготавливают из толстой стальной проволоки Г-образный крючок (один для обеих сторон паровоза), заточенные острия которого упираются одновременно в центры обоих кернов. После установки золотника на другой стороне в среднее положение $+0,5$ мм ставят сначала керн на золотниковой крышке, а затем, прочертив крючком риску на скалке, ставят керн и на ней точно по риску, также в общей плоскости с другим керном и осью скалки. После этого крючок является не-

отъемлемой принадлежностью данного паровоза и его хранят как ответственный инструмент.

После разметки кернов под крючок раздвижные золотники вынимают, осторожно удаляют распорки, вновь заводят во втулки, соединяют скалки с ползунами, устанавливая по крючку. В дальнейшем после всякого разъединения золотниковых скалки и ползуна обязательна установка золотника по крючку.

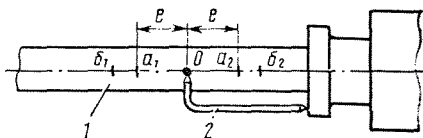


Рис. 208. Установка золотника по крючку

Проверка и установка золотника с буксовкой паровоза. Не только при ремонте, но и в процессе эксплуатации паровоза может возникнуть сомнение в правильности установки золотников. Тогда от керна o (рис. 208) под штатный крючок на золотниковой скалке 1 откладывают в обе стороны величину e перекрыши впуска и ставят риски a_1 и a_2 . Затем буксуют паровоз до ближайшего мертвого положения, устанавливая его по крючку, и штатным крючком 2 для установки золотников, уперев один его конец в керн на крышке, другим концом делают риску на скалке b_1 , и в другом мертвом положении — b_2 .

Если механизм опережения был проверен и золотник установлен правильно, расстояния a_1b_1 и a_2b_2 должны быть одинаковы и равняться открытию окна на величину предварения впуска v . При неравенстве размеров a_1b_1 и a_2b_2 золотник подлежит передаче в сторону меньшей величины на их полуразность. Допустим $a_2b_2 > a_1b_1$; в этом случае следует золотник сдвинуть в сторону кулисы на величину

$$x = (a_2b_2 - a_1b_1)/2.$$

Установка золотника без буксовки паровоза. Отсоединяют поршневое дышло от ползуна, находят среднее положение поршня, как объяснено выше, и устанавливают его в это положение. Вынув валик, соединяющий контркривошипную тягу с кулисой, качая кулису и одновременно опуская или поднимая камень, находят его среднее положение в кулисе, при котором нет воздействия от кулисы на золотник. Затем устанавливают золотник в среднее положение, соединяют его скалку с ползуном и, нанеся установочные керны, изготавливают штатный крючок. Используя последний, соединяют золотниковые скалку и ползун после выемки золотника для удаления распорок и новой вставки его.

§ 86. Проверка установки воздушного реверса

Во всех случаях ремонта воздушного реверса с отъемкой от места проверяют его установку. Правильная установка обеспечивает выполнение следующих условий.

1. Притирочная поверхность крышки цилиндра реверса, через

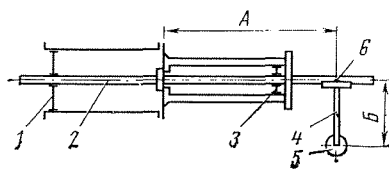


Рис. 209. Схема проверки воздушного реверса

которую проходит скалка, должна на холодном паровозе находиться на альбомном расстоянии от центра переводного вала.

2. Продольная ось цилиндра реверса должна в поперечном направлении совпадать с серединой вилки (или хвостовика) рычага переводного вала.

3. На горячем паровозе при положении камня в центре кулисы рычаг на цилиндре реверса должен стоять вертикально, а указатель рычага перемены хода находиться на нуле рейки.

4. При крайних положениях камня в кулисе гайка поршня реверса должна отстоять от притирочной поверхности глухой крышки цилиндра реверса на альбомное расстояние.

5. Ползун воздушного реверса при обоих крайних положениях камня в кулисе должен иметь альбомные свесы.

Для выполнения условия 1 после привалки цилиндра реверса при вынутых поршне, скалке и снятых ползуне и тяге заводят на место центрирующий прибор (рис. 209). Сначала со стороны снятой глухой крышки цилиндра просовывают в отверстие сальника точеный стержень 2 и одновременно надевают на его конец и заводят между параллелями малую центрирующую вставку 3. Уперев упорный бурт стержня в крышку цилиндра, на стержень надевают и заводят внутрь цилиндра большую центрирующую вставку 1. Не следует продвигать ее далеко от притирки для снятой крышки — это уменьшит точность установки.

На стержне прибора есть керн 6, против которого устанавливается риска на плотно прижатой к стержню поползущке рейсмуса 4. Если при этом острое рейсмуса попадет точно в центр переводного вала 5, значит альбомные расстояния A и B соблюдены и цилиндр реверса установлен правильно.

Затем вместо прибора вставляют поршень со скалкой, соединяют его с ползуном и присоединяют тягу, идущую к переводному валу. Поршень продвигают до упора в крышку, а камень кулисы устанавливают в ее центр. Если конец тяги можно свободно и без принуждения, перемещая поршень взад и вперед, соединить с концом рычага переводного вала, то выполнено и второе условие. После этого цилиндр реверса окончательно закрепляют на месте.

Следующие проверки производят на горячем паровозе, когда давление в котле не ниже 1 МПа (10 кгс/см²). Соединяют тягу от поводка ползуна реверса с концом двуплечего рычага, снимают крышку распределительной головки реверса и устанавливают золотник в среднее положение, чтобы окна, ведущие к полостям цилиндра, были открыты на одинаковую величину. Двуплечий рычаг должен занимать отвесное положение, в противном случае этого добиваются изменением длины тяги от поводка ползуна к рычагу. Затем, поставив рычаг перемены хода на отметку 0, регулируют

длину тяги от него к двуплечему рычагу так, чтобы золотник реверса остался на намеченном месте, т. е. при равном открытии впускных окон камень кулисы по-прежнему находился в центре кулисы, а двуплечий рычаг — в отвесном положении. Так обеспечивается выполнение условия 3. После этого камень в кулисе лопиком сдвигают сначала в одно крайнее положение, потом в другое и каждый раз замеряют расстояния от притирки глухой крышки цилиндра реверса до гайки поршня. Они должны равняться альбомным с соответствующим допуском по Правилам ремонта, т. е. удовлетворяется условие 4. Одновременно при крайних положениях камня в кулисе определяют свес ползуна с параллели и сравнивают с допусками. Следует иметь в виду, что свесы при верхнем и нижнем положении камня в кулисе разнятся друг от друга в несколько раз. Когда глухая крышка реверса установлена на место, проверяют, находится ли на нуле рычаг перемены хода при положении камня в кулисе на ее центре. Камень устанавливают качанием кулисы, отцепленной от контркривошипной (эксцентриковой) тяги. Если выявлено существенное отклонение, сдвигают планку или заменяют новой, и условие 5 выполнено.

Глава 23

РЕМОНТ ЭКИПАЖНОЙ ЧАСТИ ПАРОВОЗА

§ 87. Ремонт паровой рамы

Причины возникновения и виды неисправностей. Во время работы рама паровоза находится под сложным воздействием сжимающих, растягивающих, изгибающих, скручивающих и ударных нагрузок и атмосферных влияний. Трещины в полотнах листовых рам появляются в местах наибольших напряжений: в верхних углах буксовых вырезов, в переходных выкружках облегчающих вырезов рамы и междурамных креплений, а также на горизонтальных полках этих креплений. В брусковых рамах трещины нередко возникают в верхних брусках около цилиндров, по отверстиям первого междурамного крепления и под первым буксовым вырезом. Листовые рамы обычно прогибаются в горизонтальной плоскости, а у брусковых такой изгиб бывает только при аварии, но у них нередок изгиб в вертикальной плоскости из-за нарушения правил переноса котла на раме во время ремонта. Износ от трения появляется у направляющих граней буксовых вырезов брусковой рамы, у передних подвижных опор топки, в шкворневых отверстиях и др.

Недостаток смазки, работа в условиях большой запыленности, постоянное присутствие влаги и т. п. вызывают интенсивное изнашивание буксовых направляющих (челюстей), а удары из-за недопустимой слабину букс в челюстях — появление в них трещин.

Износ буксовых направляющих в силу многих причин нередко бывает неравномерным. По тем же причинам изнашиваются рабочие плоскости буксовых клиньев, а это влечет за собой появление ударов в экипаже и дышловом механизме. Усилия, испытываемые подбуксовыми связями, вызывают их повреждение, если своевременно не принимаются меры для устранения возникшего ослабления соединения с рамой из-за износа посадочных мест или слабину крепящих болтов и шпилек.

Обнаружение неисправностей. Трещину обнаруживают по нарушенному слою краски; зачистив до металла, определяют ее расположение и длину. Трещину, не доходящую до края рамы, прогревают пламенем газовой горелки, чтобы точно определить ее конец. Изгиб рамы определяют прикладыванием длинной стальной линейки ребром поверх полотнища рамы и к ее боковой поверхности.

Прочие повреждения обнаруживают осмотром, остукиванием и промерами мест, подверженных износу.

Устранение трещин в раме и ее скреплениях. Трещины в раме и ее скреплениях ликвидируют дуговой сваркой. Устранение трещины складывается из следующих операций: определения вида, расположения и длины трещины, подготовки трещины к заварке, подготовки рамы к заварке, собственно заварки трещины, обработки заваренного места, усиления исправленного места.

Подготовка трещины заключается в засверливании ее концов (если они не выходят на края рамы) сверлом диаметром 20—25 мм. Если трещина сквозная, то ее разделяют под Х-образный шов; несквозную трещину разделяют под V-образный шов. Ширина разделки на поверхности бруска рамы составляет 40—50 мм, а в самом узком месте у вертикальной трещины 4—8 мм, у косой — 15—20 мм. Поврежденную часть металла обязательно удаляют полностью, без остатка. Трещину разделяют газовым резаком и зачищают поверхность реза, удаляя шлак и сравнивая неровности, пневматическим или ручным зубилом. Перед заваркой разделанное место подогревают газовой горелкой до 300—400°. Если трещина расположена в вырезе, то одновременно жаровней с древесным углем подогревают до такой же температуры противоположную сторону выреза, в буксовом вырезе — буксовую струнку.

Подготовка рамы к заварке трещины (помимо разделки последней) включает в себя еще ряд операций, которые обеспечивают хорошее качество произведенной работы и неизменность конфигурации рамы. В качестве примера дается описание подготовки к заварке сквозной трещины в буксовом вырезе (рис. 210). Ставят на место подбуксовую связь 2 и нормально закрепляют ее. Против каблучков рамы устанавливают под подбуксовой связью домкраты-тумбочки 1 и слегка поджимают ими раму, чтобы предотвратить ее прогиб при подогреве. Примерно на середине высоты распирают вырез домкратом-распоркой. На подбуксовую связь надевают железную дырчатую коробку с подожженным древес-

ным углем и разогревают прилегающие к разделанной трещине участки газовой горелкой до 300—400°C. Для контроля за сохранением формы рамы на торце ее концевого бруса против ремонтируемого полотнища проводят две взаимно перпендикулярные риски и у их пересечения закрепляют острие фиксатора, не связанного с рамой (например, на устойчивой стойке, стоящей на полу).

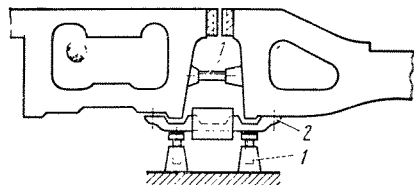


Рис. 210. Схема подготовки к заварке трещины в буксовом вырезе рамы

Заваривают Х-образно разделанную трещину после заплавления ее узкой части два сварщика одновременно с разных сторон полотнища. Это обеспечивает сохранение прямолинейности рамы в горизонтальной плоскости. Если же сварку приходится вести одному сварщику, то он после наложения трех-четырех валиков на одной стороне переходит на другую. При обнаружении с помощью фиксатора прогиба в горизонтальной плоскости сварку продолжают только с выпуклой стороны рамы до устранения прогиба.

Окончив сварку, домкрат-распорку немедленно удаляют, температуру места заварки поднимают до 600—650°C с помощью разожженного древесного угля в коробке, навешиваемой на нагреваемый участок, или пламенем газовой горелки. После этого шов закрывают асбестовым картоном и дают ему медленно остыть до окружающей температуры. С остывшего шва срубают усиление и обрабатывают его абразивным кругом заподлицо с полотнищем рамы, ликвидируя все раковины, черноты, шлаковые включения и подрезы. Одинаково разогретые пояса рамы, остывая, укоротятся на одинаковую величину и полотнище не искривится. Распор выреза домкратом компенсирует усадку шва при остывании.

Эскиз с указанием стороны рамы, места сварки, даты, номеров рамного листа и клейма сварщика вкладывают в технический паспорт паровоза.

В листовой раме несквозную трещину засверливают по концам сверлом диаметром 10—12 мм, V-образно разделяют и заваривают. После зачистки сварки в буксовом вырезе ставят на болтах или заклепках накладку, охватывающую вырез с трех сторон, а вокруг замкнутых (облегчающих) вырезов приваривают кольцо из прутковой стали диаметром 30 мм, повторяющее контур выреза. Если трещины расположены неудачно, их длина и количество превышают установленную норму или они вновь появляются после заварки, дефектные части рамы вырезают и вваривают вставку.

После заварки трещин в междурамных скреплениях шов усиливают, приваривая в углах косынки или вваривая диафрагму

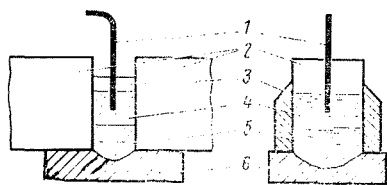


Рис. 211. Схема электрошлаковой сварки

на значительной части выреза. Лучшим способом заварки сквозных трещин и варки вставок, особенно в брусковые рамы, считается электрошлаковая сварка. Торцы свариваемых частей рамы обрабатывают газовой резкой до получения между ними зазора 22—25 мм. При этом отдельные выступы не должны возвышаться

над впадинами более чем на 3 мм, а отклонение от прямоугольности реза не должно превышать 4 мм.

Под свариваемые части рамы 2 (рис. 211) подводят стальную подкладку 6, имеющую достаточную толщину. Зазор между торцами брусков с боков перекрывают медными ползунами 3, хорошо прилегающими к раме, для чего ее предварительно очищают от краски и, если требуется, сглаживают абразивным кругом. В середину образованного торцами свариваемых брусков и медными ползунами колодца спускают конец толстой электродной проволоки 1 и засыпают колодец флюсом. Затем подают ток и, оперируя электродом, зажигают дугу между ним и подкладкой. Горение дуги длится 15—20 с, т. е. время, достаточное для расплавления необходимого количества флюса. После этого дуга гаснет и ток начинает проходить от электрода к сварочной ванне 5 через полученный из расплавленного флюса шлак 4, который при высокой температуре становится электропроводным. Основной и электродный металлы плавятся за счет тепла, выделяемого при прохождении тока через расплавленный шлак.

По мере накопления металла в сварочной ванне ползуны перемещаются кверху вместе со шлаковой ванной, а электрод непрерывно с заданной скоростью подается к сварочной ванне, оставаясь отделенным от нее слоем шлака постоянной толщины.

После окончания сварки и остывания шов получается монолитный, без пор и шлаковых включений, хорошо слитый с основным металлом рамы. Кроме того, равномерность нагрева и остывания по обеим сторонам полотнища рамы, как правило, исключает искривление рамы и надобность в последующей правке. В качестве электрода при больших толщинах свариваемых брусков зачастую вместо проволоки применяют полосовую сталь подходящей марки.

Ремонт буксовых направляющих, накладок, подбуксовых связей и буксовых клиньев. При незначительном износе челюсти его ликвидируют пневматической машинкой с шлифовальным кругом или выпиливанием напильником на месте без отъема от рамы. При большом или неравномерном износе буксовую направляющую снимают и обрабатывают на станке, после чего окончательно зачищают шлифовальным камнем или личным напильником и ставят на раму. Если в челюсти обнаружена трещина, челюсть

снимают, трещину разделяют, заваривают и зачищают, после чего челюсть ставят на место.

На паровозах с брусковой рамой, где нет буксовых направляющих, износ боковых поверхностей буксового выреза устраняют путем наплавки соответствующих толщины и размера, чтобы после обработки наплавленных мест получить необходимые величину и поверхность рабочего места. Для компенсации износа торцовых плоскостей буксового выреза соответственно увеличивают толщину лобовых и клиновых накладок.

При подъемочных ремонтах буксовые накладки и клинья у паровозов с брусковой рамой заменяют новыми.

Подбуксовые связи ремонтируют сваркой с пригонкой исправленных частей к местам прилегания. Восстанавливают натяг и заваривают изношенные отверстия наплавкой дуговой сваркой. Лопнувшие подбуксовые связи сваривают электродами с защитным покрытием или газовой сваркой с Х-образной разделкой поврежденного места и подогревом связей брусковых рам до температуры 300—400°C. После заварки трещин или сварки лопнувшей связи ее нормализуют при 820—850°C. Все снятые при ремонте подбуксовые связи плотно пригоняют по раме, даже если они не требовали ремонта.

На увеличение пробега буксового узла без ремонта имеет большое влияние правильная установка и надежное крепление буксовых клиньев. Производят эту операцию, предварительно установив паровоз с брусковой рамой так, чтобы буксы прижимались к лобовым накладкам буксовых вырезов рамы, а клинья были полностью освобождены от нажатия букс. Затем закрепляют гайки шпилек и болтов подбуксовых связей и только после этого крепят буксовые клинья, устанавливая зазор, предписанный Правилами ремонта. Особенность в установке паровозов с листовой рамой для крепления буксовых клиньев заключается в том, что буксы при этом должны быть прижаты к задней части челюсти, чтобы освободить буксовые клинья, находящиеся перед буксами.

Паровоз в положение, требуемое для крепления буксовых клиньев, можно устанавливать как при движении передним, так и задним ходом. Рекомендуется эту операцию осуществлять следующим образом: один человек управляет паровозом, второй, находясь с правой стороны паровоза, следит за положением кривошипов у движущих колес и подает сигналы.

Устанавливая паровоз с брусковой рамой (L , E^a , E^m), открывают регулятор, заставляя локомотив медленно двигаться передним ходом. Как только кривошипы правой стороны пройдут верхнее положение, подается сигнал остановки, по которому машинист включает паровозный тормоз и постепенно прикрывает регулятор полностью. Паровоз должен быть остановлен, когда палец правых кривошипов будет находиться между положениями 1 и 2 (рис. 212, а), т. е. в пределах заштрихованного сектора. Одновременно пальцы левых кривошипов, отстающие в своем

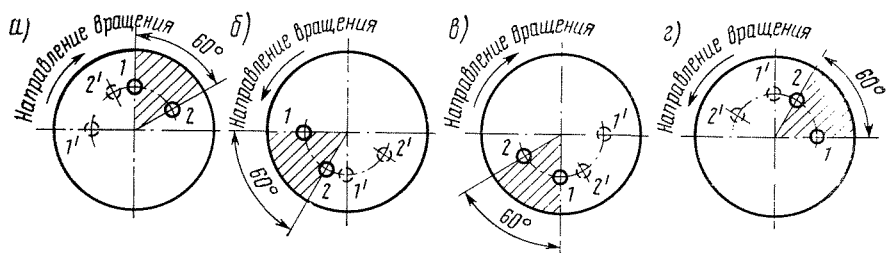


Рис. 212. Установка паровозов для крепления буксовых клиньев:

а, в — при ходе вперед соответственно с брусковой и листовой рамой; б, г — при ходе назад соответственно с брусковой и листовой рамой

вращении при переднем ходе на 90° от правых и показанные на рис. 212 штрихами, окажутся соответственно между положениями $1'$ и $2'$. Как видно на рис. 212, пальцы и правых, и левых кривошипов будут находиться в верхней половине описываемых ими окружностей, так как к ним будет приложена сила от пара, направленная при переднем ходе в сторону паровых цилиндров; этой силой буксы будут прижаты к лобовым сторонам буксовых вырезов, что и требуется для регулировки буксовых клиньев у данных паровозов.

Если же паровоз с брусковой рамой заставляют двигаться задним ходом, то команду «стоп» подают сразу после того, как правые кривошипы пройдут з. м. т. (рис. 212, б), и пальцы их остановятся между положениями 1 и 2 в пределах заштрихованного сектора. Пальцы левых кривошипов, опережающих при заднем ходе на 90° пальцы правых кривошипов, окажутся в интервале между положениями $1'$ и $2'$. Поскольку при заднем ходе сила пара действует на пальцы кривошипов, описывающих нижнюю часть своей окружности, в сторону цилиндров, то и буксы обеих сторон паровоза окажутся прижатыми к лобовым сторонам буксовых вырезов.

При движении передним ходом паровоза с листовой рамой (ЭВ/И) сигнал остановки подают тотчас по проходе правыми кривошипами нижнего положения, и пальцы правых кривошипов должны быть остановлены в промежутке между положениями 1 и 2 (рис. 212, в) в заштрихованном секторе. Тогда и пальцы левых кривошипов, отстающих при переднем ходе на 90° от правых, окажутся между положениями $1'$ и $2'$. Если паровоз движется передним ходом, а пальцы правых и левых кривошипов, как видно на рис. 226, в, находятся в нижней половине описываемой ими окружности, то сила пара будет действовать в сторону тендера, буксы обеих сторон окажутся прижатыми к задним сторонам буксовых вырезов и освободят буксовые клинья, расположенные у этих паровозов с лобовой стороны вырезов.

Когда паровоз с листовой рамой при установке под регулировку буксовых клиньев заставляют двигаться задним ходом, то команду «стоп!» подают тотчас же по проходе правыми криво-

шипам п. м. т., чтобы пальцы остановились между положениями 1 и 2 (рис. 212, г) в пределах заштрихованного сектора. Тогда пальцы левых кривошипов, опережающих при заднем ходе пальцы правых кривошипов на 90° , будут остановлены между положениями 1' и 2'. Так как и правые, и левые пальцы кривошипов в разбираемом случае описывают верхнюю часть своей окружности, то действующая на них сила пара при заднем ходе будет направлена в сторону тендера и прижмет буксы к задним сторонам буксовых вырезов, освободив буксовые клинья, находящиеся у этих паровозов с лобовой стороны вырезов.

Прочий ремонт рамы. Изогнутую в горизонтальной плоскости часть рамы освобождают от всех междурамных креплений и после подогрева жаровнями с древесным углем или нефтяной форсункой до светло-красного цвета правят винтовыми прессами. Прогиб рамы вниз устраняют, нажимая на него переносными домкратами, установленными под рамой; при прогибе рамы вверх выправление ведут с помощью тяжелых компактных грузов, опуская их на место изгиба подъемным краном. При прогибах, не поддающихся правке, поврежденное место вырезают газовым резаком и варивают вместо него вставку обратноступенчатым способом участками по 150 мм.

Вытертости, превышающие установленный допуск, наплавляют дуговой сваркой горизонтальными валиками. Если площадь вытертости превышает 100 см^2 , ее разбивают на участки размером 100×100 мм и наплавляют их последовательно рядами, начиная снизу. Наплавку зачищают заподлицо с основным металлом с помощью зубила и абразивного круга.

Ослабшие болты выпрессовывают, отверстия разворачивают, подбирают болты с установленным натягом, забивают их на место кувалдой или пневматическим молотком и крепят гайками.

Ослабшие заклепки срубают или срезают газовым резаком, ни в коем случае не повреждая основного металла; отверстия проверяют развертками и ставят новые заклепки подходящего диаметра.

§ 88. Проверка паровой рамы

После ремонта необходимо установить, отвечает ли рама требованиям, обеспечивающим нормальную продолжительную работу как ее самой, так и взаимодействующих с ней частей и сборочных единиц паровоза. Для проверки раму устанавливают на домкратах по уровню и проверяют прямизну и параллельность полотнищ, перпендикулярность полотнищ поперечным креплениям, нет ли перекосов и на одинаковом ли расстоянии находятся полотнища от продольной оси рамы. Проверкой рамы также устанавливают для каждой колесной пары и паровой тележки величину и направление отклонений от следующих условий:

- 1) лица буксовых направляющих должны быть перпендику-

лярны продольной оси рамы и соответственные их пары лежать в одной и той же вертикальной плоскости;

2) каждая пара соответственных наружных и внутренних граней буксовых направляющих должна лежать в одной вертикальной плоскости, параллельной продольной оси рамы;

3) центры шкворня для направляющего стакана и отверстий под валики (шкворни) водил тележек должны находиться на продольной оси рамы.

Проверку брусковой рамы ведут в такой последовательности.

Пользуясь специальным штангенциркулем или стальной линейкой, измеряют расстояние между наружными поверхностями обеих полотнищ рамы в первом и последнем буксовых вырезах. Если эти замеры совпали, то по обе стороны на одинаковом расстоянии от мест на наружных поверхностях рамы, в которых производили замеры, натягивают стальные нити, располагая их примерно на середине высоты полотнища. Если же расстояния разошлись, то против тех мест, где замер получился меньше, от полотнища до каждой нити расстояние увеличивают на половину разности замеров. Только тогда нити окажутся параллельными продольной оси рамы.

Закончив установку и натяжение нитей, измеряют расстояния от нитей до наружных граней всех остальных буксовых вырезов по обеим сторонам рамы, записывая результаты на эскизе полотнищ. Разницу в получаемых размерах учитывают затем при разметке букс, компенсируя ее разной величиной напусков буксовых подшипников. Затем проверяют расстояния от каждой нити до центра направляющего стакана передней тележки и до центра шкворня (валика) задней тележки. Совпадение размера от правой нити до центра и от левой нити до того же центра показывает, что центр находится на продольной оси рамы. При обнаружении разницы в замерах ее записывают и позднее учитывают при проверке тележек. Все это необходимо, чтобы середина расстояний между внутренними гранями бандажей совпадала с продольной осью рамы, а следовательно, колеса всего ската касались рельсов на прямом участке пути своими нормальными кругами катания.

Однако для нормальной работы экипажной части паровоза необходимо, чтобы оси всех колесных пар были параллельны между собой и все перпендикулярны продольной оси рамы. Кроме того, центр ведущей оси должен отстоять от середины цилиндров на величину, заданную альбомом для данной серии паровозов, и быть обозначен с каждой стороны рамы глубоким керном, набитым на расстоянии 100 мм от верхнего обреза полотнища. Керны наносят при заводском ремонте паровоза. В случае обнаруженного при подъемочном ремонте отсутствия кернов, заварки сквозной трещины и сварки вставки в раму между буксовым вырезом для ведущей оси и цилиндром находят заново правильное местоположение кернов и набивают их.

Взаимную параллельность осей колесных пар и их перпендикулярность продольной оси паровоза проверяют с помощью крестового угольника. Вдоль нити устанавливают достаточно длинную (желательно, длиной не менее 2—3 м) линейку, к ребру которой прислоняют короткую сторону крестового угольника, тогда как длинная его сторона должна прикасаться хотя бы к одной поперечной лобовой (передней для брусковых рам и задней для листовых) поверхности буксового выреза, у которого производят проверку. Если длинная сторона крестового угольника одновременно плотно касается лобовых поверхностей буксовых вырезов в обоих полотнищах, то никаких поправок не требуется, и буксовые накладки для лобовых сторон этих буксовых вырезов изготавливают одинаковой толщины. Если же, как чаще всего случается, угольник касается лобовой поверхности только в одной буксовой челюсти, то щупами измеряют просвет между линейкой и челюстью во втором полотнище и записывают его; это величина так называемой передачи. Чтобы ось колесной пары в этих буксовых вырезах оказалась перпендикулярной продольной оси рамы, на величину передачи увеличивают толщину накладки в том вырезе, где нет соприкосновения угольника с рамой, либо в вырезе, где есть это соприкосновение, толщину накладки уменьшают на величину передачи.

Заключительной операцией является проверка параллельности рабочих плоскостей накладок и поставленных на место буксовых клиньев.

Ее осуществляют с помощью специальных рейсмусов.

При разметке положения центра ведущей оси в буксовый вырез для нее устанавливают центровый прибор, на планке которого наносят риску на альбомном расстоянии от верхнего обреза рамы до центра ведущей оси. Затем измеряют расстояние между задней и передней притирочными лентами цилиндровой втулки и вычитают из него альбомную длину цилиндра. К альбомному расстоянию от центра ведущей оси до задней притирочной ленты прибавляют половину полученной разности в длине цилиндра, если она получилась отрицательной, либо вычитают половину разности, если она оказалась положительной, т. е. фактическая длина цилиндра больше альбомной. После этого штихмас, раздвинутый на полученный размер, приставляют к задней притирочной ленте цилиндровой втулки на высоте, нанесенной на планке прибора риски, и другой его ножкой делают вторую риску на планке.

Пересечение двух рисков даст нужное положение центра ведущей оси. С помощью угольника проводят на верхнем бруске рамы вертикаль через центр ведущей оси и, отступая от верхнего обреза рамы на 100 мм, набивают глубокий керн. С помощью крестового угольника переносят вертикаль на другое полотнище паровозной рамы и на нем также набивают керн положения центра ведущей оси.

Причины возникновения и виды неисправностей соединения паровоза с тендером. Резкое открытие регулятора и оттяжки, возникающие в поезде на обрывистых местах профиля, приводят к ударным нагрузкам на сцепление паровоза с тендером. В результате возникает просадка (остаточная деформация) упряжной рессоры или поломка ее листов, поломка винта главной стяжки и цапф гаек, разрыв гайки и проушин серег и, наконец, изгиб шкворней сцепления. Износ опорных поверхностей радиальных буферов и подвижной подушки вызывает ослабление в жестком сцеплении паровоза с тендером, которое в свою очередь приводит к подергиванию и влиянию паровоза.

При превышении допускаемой разницы в толщине бандажей у колес передней и задней тележек тендера возникает недопустимый перекос сцепления, вызывающий появление изгибающих усилий в деталях, их изгиб и ненормальный износ. То же явление сопровождается неотрегулированностью положения рамы тендера из-за разницы в диаметрах осевых шеек и неравномерного износа опор обеих тележек тендера.

Несвоевременность и недостаточность смазывания трущихся поверхностей радиальных буферов и подвижной подушки приводит к усиленному ненормальному их износу.

Оставление наплавленных при ремонте мест на радиальных буферах и подвижной подушке без обработки или недостаточная их обработка до полного восстановления радиусов по шаблонам вызывают заедание опорных поверхностей, что сплошь и рядом приводит к образованию трещин и даже к разрыву стяжного ящика. Такого же рода повреждения возникают из-за появления усиленной динамики в сцеплении при значительном ослаблении плотности сцепления.

Устранение неисправностей в сцеплении паровоза с тендером. Постоянное наблюдение за плотностью сцепления между паровозом и тендером, своевременная подтяжка винтового сцепления и ликвидация излишнего зазора в жестком сцеплении путем крепления клина (если он не самоустанавливающийся) обеспечивают долговременную и надежную работу этого узла.

Просевшие рессоры сцепления, как и имеющие излом листов, разбирают и ремонтируют так же, как и прочие паровозные рессоры, ремонт которых описан далее.

Остальной ремонт в основном состоит из сварочных и наплавочных работ, которые ведут в полном соответствии Правилам ремонта паровозов и Инструкции по наплавочным и сварочным работам при ремонте паровозов. Особое внимание надлежит уделять высокому качеству обработки по шаблонам рабочих поверхностей радиальных буферов и подвижной подушки после их наплавки. В противном случае, как указано, возможны серьезные повреждения не только аппарата сцепки, но и стяжного ящика.

Все работы по наплавке дуговой сваркой на шкворнях, главных и запасных стяжках сцепления и скобах стяжки ведут обязательно с предварительным подогревом наплавляемых мест до 300—400°C с последующим отпуском при 600—650°C. Детали, отремонтированные газовой сваркой, нормализуют при 820—850°C.

Причины возникновения и виды неисправностей автосцепки. Основная причина возникновения неисправностей в автосцепке — удары при сцеплении, а также усилия, возникающие от набегания и оттяжки при движении поезда по сложному обрывистому профилю. В результате происходит износ тяговых поверхностей и расширение зева головы автосцепки, износ и излом замка, замкодержателя и прочих частей механизма головы автосцепки, потеря упругости и излом пружин фрикционного аппарата, излом и износ его корпуса и фрикционных клиньев. Неисправностью считают превышающее норму отклонение головы автосцепки от горизонтального положения и по высоте расположения, а также неудовлетворительную работу центрирующего устройства, лопнувшую розетку, обрыв ее болтов и даже их неодинаковую затяжку.

Голова автосцепки может провиснуть по следующим причинам: изношенные опорные гнезда в ударной розетке и в центрирующей балочке для головок маятниковых подвесок или изношенные головки самих подвесок; изношенная плоскость хвостовика автосцепки, опирающаяся на центрирующую балочку, или верхняя плоскость самой балочки; изношенная опорная поверхность для головы автосцепки в передней розетке и самой головы автосцепки в этом месте; увеличенное по высоте окно в головной части тягового хомута для хвостовика автосцепки; неправильно изготовленная планка, поддерживающая тяговый хомут; утеря или неправильная постановка верхней ограничительной планки.

На положение головы автосцепки по высоте влияет правильность регулировки рессорного подвешивания.

Обнаружение неисправностей. На паровозах установлено три вида освидетельствования автосцепки: проверка при профилактическом осмотре локомотива, наружный осмотр при промывочном ремонте, полный осмотр при подъемном и капитальном ремонте.

В проверку при профилактическом осмотре входит внешний осмотр автосцепки в целях обнаружения явных повреждений в виде излома деталей и трещин в корпусе головы автосцепки и тяговом хомуте, измерение с помощью шаблона 873 ширины зева, длины малого зуба, толщины замка, а с помощью специального ломика — действия предохранителя от саморасцепа и других, более мелких неисправностей.

При наружном осмотре, не снимая автосцепки, осматривают сборочные единицы и детали, проверяют действие механизма, состояние корпуса и рабочих поверхностей замка, тяговых хомута и клина, прилегание поглощающего аппарата к упорным плите и угольникам. При проверке используют комбинированный шаблон

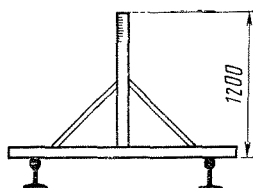


Рис. 213. Рейка для определения высоты автосцепки над головками рельсов

ше второго) различны. Замеры рейкой ведут на ровном, прямом, горизонтальном участке пути.

При *полном осмотре* снимают все детали и сборочные единицы, кроме несъемных, к которым причисляют розетку, передние и задние упоры, фиксирующий кронштейн, кронштейн расцепного привода и расцепной рычаг. Все снятые детали отправляют на контрольный пункт автосцепки (КПА), где после промывки и очистки от грязи осматривают и проверяют все детали головы автосцепки, ее механизма, тяговые детали и весь фрикционный аппарат, используя многочисленные шаблоны (например, 821р, 892р, 893р и др.).

Ремонт автосцепки. Расширение зева автосцепки ликвидируют с помощью прессы или молота, предварительно нагрев большой зуб и прилегающую часть хвостовика до температуры 850—900°С. Перед сжатием на большой зуб кладут фасонную оправку, в зев вставляют ограничитель, не позволяющий сжать зев до величины, меньшей нормы.

После полного остывания автосцепку нормализуют при температуре 850—900°С. Точно так же поступают при ликвидации изгиба хвостовика.

Главным средством исправления в автосцепке служат наплавочные и сварочные работы, осуществляемые в соответствии с Инструкцией по наплавочным и сварочным работам при ремонте паровозов. Запрещено заваривать:

- 1) трещины и надрывы в клине тягового хомута;
- 2) трещины и излом верхней и нижней полос передней и задней частей тягового хомута;
- 3) трещины и разбитую розетку;
- 4) трещины в шейке уха, в месте перехода малого зуба к корпусу, по верхним и нижним перемычкам зева и по окну замка;
- 5) две и более параллельные трещины в корпусе автосцепки, лежащие ближе 70 мм друг от друга;
- 6) сваривать и заваривать двухухие корпуса. После ремонта автосцепку проверяют шаблонами 820р и 787р, а затем ставят клейма на отремонтированные детали.

§ 90. Освидетельствование и ремонт колесных пар

Причины появления и виды неисправностей. Бандаж, испытывающий при работе большие контактные сжимающие и сдвигающие усилия, а также удары на стыках рельсов,— наиболее часто повреждаемая деталь колесной пары. Неправильное торможение и неумело примененный контрпар могут заклинить колеса и на поверхности катания бандажей возникнут ползуны. Даже при нормальном взаимодействии бандажа с рельсом в результате истирания материала на бандаже появляется прокат, т. е. углубление на круге катания.

Работа колесной пары в перекошенном относительно продольной оси паровоза положении и поперечный перекося рамы из-за неправильного подбора рессор по жесткости или плохой регулировки рессорного подвешивания вызывают подрез гребня, т. е. ненормальное утонение его верхней части, могущее вызвать взрез стрелки со всеми последующими неприятностями.

Переменная по величине сила действия пара в течение одного оборота колесной пары вызывает периодическое изменение нагрузки от колесной пары на рельсы и появление местного проката, т. е. неравномерности глубины проката по окружности бандажа.

Насадка бандажа с натягом меньше нормы, с неудовлетворительно обработанными посадочными поверхностями и частые повторные перетяжки служат причиной его ослабления.

Натяг, превышающий норму, неравномерный нагрев бандажа при перетяжке или насадке, нарушение технологического процесса при наплавке местного проката и тому подобные причины могут вызвать лопание и излом бандажа.

Некоторые из перечисленных причин, и в первую очередь удары на стыках, влекут за собой появление трещин как в бандаже, так и в других элементах колесных пар.

Прочие повреждения колесных пар более редки. Из них следует упомянуть ослабление колесного центра на оси из-за неудовлетворительной запрессовки, а также излом оси, причиной которого, как правило, бывают подрезы, задиры, риски, малые радиусы выкружек или охлаждение водой при сильном грении подшипника. Те же причины вызывают излом пальцев кривошипов или их ослабление в колесном центре. Излом пальцев кривошипов возможен также по описанным выше причинам, вызывающим изгиб и поломку дышела.

Освидетельствование колесных пар и обнаружение неисправностей. Колесные пары подвергают следующим видам освидетельствования:

- 1) осмотр без выкатки;
- 2) обыкновенное освидетельствование;
- 3) полное освидетельствование.

Осмотр колесных пар без выкатки из-под паровоза производят при каждом ремонте и осмотре паровоза в депо. При этом

проверяют, нет ли трещин, выбоин, плен, местного увеличения ширины бандажа (раздавливание, текучесть металла), вмятин, отколов, выщербин, раковин на бандаже, предельного проката, ослабления или сдвига бандажа на ободе колесного центра и ступицы колесного центра на оси, подреза гребня, ослабления бандажного кольца, трещин в ступицах, спицах, дисках, на ободах и на средней части оси, а также выявляют состояние пальцев кривошипов по их наружному виду.

Назначаемое приказом начальника депо специальное лицо ежемесячно обмеряет прокат, толщину бандажа и гребней типовыми шаблонами, утвержденными МПС, и заносит результаты обмера в шнуровую книгу.

При всякой выкатке колесной пары из-под паровоза ее подвергают *обыкновенному освидетельствованию* (если не требуется полное). Колесную пару осматривают до очистки ее от грязи и смазки для выявления явных признаков наличия трещин на средней части оси и в колесных центрах, а также следов сдвига колесных центров на оси. Затем выполняют весь объем осмотра колесной пары без выкатки, очищают колесную пару от грязи и смазки, проверяют наличие установленных клейм и знаков, соответствие размеров всех элементов колесной пары установленным нормам. После этого с помощью дефектоскопов обследуют среднюю часть оси, ее шейки и шейки пальцев кривошипов.

Результаты обыкновенного освидетельствования фиксируют записью в специальной книге, где ставят свою подпись лица, производившие освидетельствование.

В случае обнаружения неясности клейм и знаков последнего полного освидетельствования при смене любого элемента, повреждении во время аварии или крушения и вырубке пороков на оси колесной пары паровоза, производят *полное освидетельствование колесных пар*. Оно включает, кроме работ, выполняемых при обыкновенном освидетельствовании, очистку колесной пары до металла, проверку кривошипов движущих колесных пар на специальном стенде или кривошипомером ЦНИИ и постановку соответствующих клейм и знаков. Если на пальцах кривошипов имеются втулки, их спрессовывают. Подступичные части нераспрессованных осей и посадочные места пальцев кривошипов проверяют ультразвуковым дефектоскопом. Оси и пальцы, которые невозможно освидетельствовать ультразвуковым дефектоскопом, распрессовывают и обследуют магнитными дефектоскопами.

Результат полного освидетельствования за соответствующими подписями заносят в журнал колесного цеха и в другие книги.

Следует отметить, что ослабление в соединении деталей (например, бандажа на колесном центре, бандажного кольца и т. д.) обнаруживают при ударе молотком по одной из сопряженных деталей. У нормально соединенных деталей звук от удара звонкий, чистый металлический, тогда как при ослаблении соединения звук возникает глухой, дребезжащий.

Устранение неисправностей. Местный прокат, а на непассажирских паровозах и их тендерах также ползуны и изношенность гребня обычно ликвидируют наплавкой с помощью дуговой сварки с обязательным предварительным местным подогревом бандажа до 250—300°C переносным электронагревателем, а при его отсутствии — газовой горелкой, нефтяной или керосиновой форсункой. Перед наплавкой поврежденное место зачищают до блеска. При наплавке местного проката и ползунов наплавка должна отстоять от наружной грани бандажа не менее чем на 15 мм. После остывания отремонтированное место подвергают механической обработке: у выкаченной колесной пары — на колесно-токарном станке, у невыкаченной — на месте специальными приборами (например, переносным шлифовальным станком). После обработки профиль бандажа должен быть одинаковым по всему кругу катания. Для этого заранее заготавливают шаблон по профилю ненаплавляемой части бандажа.

Трещины в ободе, спицах, дисках, перепонках колесного центра, износ наружных и боковых поверхностей обода, торцевой поверхности ступицы колесного центра ликвидируют сваркой. Кроме наплавки на бандаже, заварки изношенного отверстия центра на оси и наплавки наружных бортов сцепных и ведущих пальцев, никакие другие сварочные работы на паровозной оси, бандаже и пальцах кривошипов не допускаются. Запрещены также заварка трещин в ступице оси и пальце кривошипа и не только приварка, но даже прихватка предохранительной ступичной шайбы к оси.

Если хотя бы на одной (чаще всего — ведущей) колесной паре образовался прокат, требующий восстановления нормального профиля бандажа, обтачивают бандажи всех движущих колесных пар данного паровоза для придания им одинакового диаметра по кругу катания. Несоблюдение этого условия может вызвать весьма тяжелые повреждения как экипажа, так и паровой машины паровоза. По этой же причине замена одной движущей колесной пары или бандажа на ней требует принятия мер для ликвидации возникшей разницы в диаметре кругов катания у всех движущих колесных пар. Обточку начинают с колесной пары, имеющей наименьший диаметр по кругу катания.

Перед перетягиванием ослабший бандаж обязательно снимают с колесного центра. Для этого сначала на колесно-токарном станке срезают бандажное кольцо, а затем в специальном горне нагревают бандаж, пока он не сойдет с колесного центра, но не более чем до 320°C, чтобы не нарушить структуру металла. При этой операции колесную пару подъемным приспособлением (таль, кран-балка и т. п.) подвешивают над горном так, чтобы снимаемый бандаж оказался в самом низу. Снятому с колесного центра бандажу дают полностью остыть без всякого принудительного охлаждения, затем тщательно очищают стальными щетками посадочные поверхности бандажа и обода, осматривают их для выявления дефектов и подвергают внутреннюю поверхность бандажа магнит-

ному контролю с помощью дефектоскопа. В случае положительных результатов осмотра обмеряют наружный диаметр обода и внутренний диаметр бандаж и с учетом натяга (1—1,5 мм на каждые 1000 мм диаметра обода) определяют требуемую толщину прокладки, помня, что эта толщина на диаметре повторится дважды. Когда прокладки заготовлены, приступают к равномерному нагреву бандаж до 250—320°C с помощью горна или индуктивного съемника и, опустив обод в бандаж, заводят между ними прокладки. Прокладка по окружности обода должна состоять не более чем из четырех частей с расстоянием между ними, не превышающем 10 мм, и быть уже обода не более чем на 5 мм. Температуру при нагреве бандаж измеряют пирометром или термическим карандашом.

Немедленно после установки прокладок и окончательной посадки обода до прижатия к упорному бурту в канавку бандаж заводят бандажное кольцо. Определив его необходимую длину и срубив излишек, сводят концы плотно встык и осаживают кольцо в канавку ударами кувалдой через насадку. Окончательно кольцо закатывают на станке, когда бандаж остынет. После перетяжки бандаж должен занять свое прежнее положение и потому при посадке стараются совместить контрольные риски на бандаж и обод. Если этого сделать не удалось, на обод наносят новую контрольную риску против риски на бандаж и зачеканивают старую.

Смена лопнувшего или имеющего толщину меньше нормы бандаж отличается от перетяжки следующим. До расточки нового бандаж находят положение внутренней грани обода относительно середины оси и измеряют ширину и наружный диаметр обода. Это позволяет определить положение в бандаж канавки для бандажного кольца и подсчитать внутренний диаметр бандаж после расточки с учетом необходимого натяга.

Обтачивают перетянутые или вновь насаженные бандаж только после полного их остывания.

Осевые шейки и шейки пальцев кривошипов, у которых обнаружена овальность или конусность, вышедшая за пределы допуска, а также шейки, имеющие задиры, обтачивают, шлифуют и накатывают, не допуская появления рисков или подрезов и радиуса выкружки галтели менее установленного чертежом.

§ 91. Ремонт букс с подшипниками скольжения

Причины возникновения и виды неисправностей. Недоброкачество, загрязнение, несоответствие или недостаток смазки вызывают грение буксовых подшипников. Другими причинами этого могут быть неудовлетворительный ремонт и небрежный уход (например, несвоевременное или неправильное крепление буксовых клиньев, вызывающее заедание буксы в челюстях или сильные удары от слабины), перекос подшипника на шейке из-за неверной

разметки и расточки, перекося бусы в челюстях вследствие неправильного расстояния между центрами осей. Нарушение технологического процесса заливки подшипника, применение недоброкачественных материалов при изготовлении и ремонте подшипника могут повлечь за собой гнет его.

Если своевременно не устранить указанные недостатки, гнет может достигнуть таких размеров, что подшипник вывалится или лопнет и разломается. Сильные удары из-за ослабления посадки подшипника в бусе приводят к его излому.

Одна из характерных неисправностей буксового подшипника — «раскат», т. е. значительная разница между радиусами осевой шейки и рабочей поверхности подшипника. В результате при работе паровоза возникают сильные удары, вызывающие быстрое ослабление посадки подшипника в бусе и его излом, появление трещин в корпусе бусы и ускоренное нарастание местного проката. «Раскат» — следствие расточки буксовых подшипников со слишком большими зазорами по осевым шейкам.

При нижнем рессорном подвешивании могут иметь место растрескивание и излом корпуса бус от ударов хомута рессоры о подбуксовую связь, от задевания хвостовика буксового клина о заплечик рессорной серьги, а также проушины бусы о выступ хвостовика буксового клина или о подбуксовую связь и т. п. Все это объясняется значительной выработкой и уменьшением размера буксового подшипника по вертикали, вследствие чего и сама буса, и соединенные с ней части опускаются. Несвоевременное крепление буксового клина и большая слабина подбуксовой коробки в корпусе бусы могут тоже вызвать излом корпуса бусы.

Обнаружение неисправностей. Во всех случаях выкатки колесной пары из-под паровоза ее бусы тщательно осматривают с применением магнитной дефектоскопии. Одновременно проверяют плотность посадки подшипника в бусе и при обнаружении слабину его выпрессовывают. Во избежание появления трещин и надрывов в корпусе бусы выбивать подшипник кувалдой или превышать установленное давление запрессовки категорически запрещено. Попутно проверяют состояние баббитовой заливки, измеряют толщину стенок бусы, осматривают крепление смазочных трубок и проверяют плотность резервуара для смазки, устанавливают, нет ли задиров или ненормальной выработки буксовых наличников и их толщину, выявляют, не чрезмерна ли слабина подбуксовой коробки в корпусе бусы.

Устранение неисправностей. Если радиальные подшипники не имеют трещин, годны к работе и только ослабли в бусах, то им наплавляют нижние стыковые поверхности бронзой, а затем обрабатывают их и запрессовывают подшипники на место. После заливки и запрессовки подшипника в бусу проверяют положение ее стенок и, если они в нижней части разошлись, развод устраняют правой бусы под прессом без подогрева. Усилие, развиваемое при запрессовке подшипника, регулируют в пределах 98—294 кН (10—30 тс), в зависимости от серии паровоза.

Для обеспечения нахождения в пределах габарита нижних частей паровоза и предотвращения возможного повреждения букс от удара о расположенные ниже части толщину сменяемого буксового подшипника увеличивают по сравнению с указанной в чертеже соответственно износу осевой шейки.

Трещины в подшипнике, если их не более двух, а глубина каждой не превышает 30% живого сечения, заваривают. Рабочие поверхности подшипников, не залитых в буксы, при надобности наплавляют с последующей обработкой, как у нового подшипника. Поверхность прилегания подшипника к буксе наплавляют с помощью дуговой или газовой сварки с присадкой бронзы или латуни с последующей обработкой как у нового подшипника.

Разбеги буксовых подшипников, как правило, доводят до нормы путем наплавки торцовых буртов (напусков) бронзой. Если подшипник, требующий наплавки напусков, залит в буксу или не нуждается в смене баббитовой заливки, то наплавку ведут, погрузив подшипник в водяную ванну и оставив над поверхностью воды только ремонтируемую часть по высоте не более 10—15 мм. В эксплуатации можно оставлять разбеги, превышающие альбомную величину, указанную в табл. 7, до 5 мм на одну сторону. На некоторых сериях паровозов, имеющих буксы с торцовыми наделками, нормальные разбеги подшипников восстанавливают постановкой прокладок под эти наделки, но прокладок должно быть не более трех и общая их толщина не должна превышать 6 мм.

Радиусы скругления торцов буксовых подшипников при их изготовлении и ремонте делают на 3—4 мм больше радиусов выкружек шеек, к которым они прилегают.

Трещины в буксах заваривают дуговой или газовой сваркой; при последней шов проковывают в состоянии красного свечения. При наплавке изношенных поверхностей и заварке трещин в буксах, а также при приварке наделков применяются электроды с защитным покрытием. Буксу после ремонта сваркой нормализуют при 850—900°C. Негодные отверстия для шурупов как в буксах, так и в торцовых наделках и наличниках букс заваривают и после обработки поверхности размечают и сверлят вместо них новые. Износ стенок букс более допускаемого устраняют наплавкой или ставят наделки. Наплавкой же ликвидируют износ подбуксовых коробок. Если зазор между подбуксовой коробкой и осе-

Таблица 7

Паровозы	Суммарный разбег, мм					
	Бегунка	1-й оси	2-й оси	3-й оси	4-й оси	5-й оси
Л	2	8	8	2	8	28
Е ^а , Е ^м	6	12,7	6,5	1,6	6,5	12,7
ЭВ/И	—	1	40	1	1	44

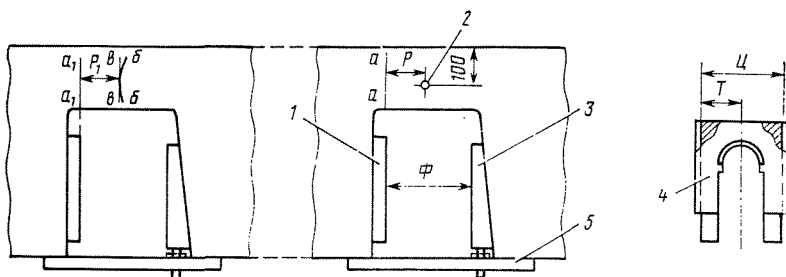


Рис. 214. Схема определения толщины буксовых наличников

вой шейкой превышает допустимый, то на вертикальные стенки стальной подбуксовой коробки приваривают наставки с запасом по длине и обработкой доводят их величину до получения требуемого зазора. Изношенную чугунную подбуксовую коробку заменяют стальной сварной.

Отверстия в буксах для болтов крепления подбуксовых коробок проверяют разверткой. Если окажется, что диаметр отверстий превышает чертежный на 15% и более, отверстия заваривают, а затем размечают и сверлят заново. Болты, крепящие подбуксовую коробку, подбирают соответственно фактическому диаметру отверстия в буксе, чтобы соблюсти при постановке альбомный зазор.

При центровке осей колесных пар на паровозах с листовой рамой буксы перемещают и уплотняют в челюстях постановкой прокладок под буксовые наличники, но не более одной под каждый. Для выполнения условий, указанных в § 88, от которых зависит нормальная работа экипажа и паровой машины паровоза, проводят соответствующие измерения и подсчеты, а затем размечают и обрабатывают детали согласно полученным результатам. Параллельность осей колесных пар между собой обеспечивают за счет придания каждому лобовому наличнику необходимой толщины.

Рассмотрим, как это сделать, например, для буксы ведущей оси левой стороны паровоза.

С помощью специального угольника чертилкой выносят на плоскость рамы продолжение грани лица лобовой буксовой направляющей 1 (рис. 214) — линию $a-a$ и измеряют расстояние P от этой линии до расположенного над буксовым вырезом керна 2, который отмечает положение центра ведущей оси от середины цилиндра для левой стороны паровоза. Расстояние P должно равняться расстоянию от середины подшипника буксы до рабочей поверхности лобового наличника. Затем на левой буксе 4 ведущей оси измеряют расстояние T — от середины подшипника отремонтированной буксы (без наличников) до плоскости привалки к ней лобового наличника. Разность $P - T = U$ даст толщину лобового наличника левой буксы ведущей колесной пары. Чтобы определить толщину буксового наличника клиновой стороны, отремонтированные подбуксовую связь 5 и буксовый клин 3 устанавливают на место верхним торцом клина на уровне высоты корпуса буксы при ее среднем (альбомном) расположении в буксовом вырезе и измеряют просвет Φ . Если расстояние между привалочными плоскостями буксы C , то толщина наличника клиновой стороны буксы $C = \Phi - C - U$.

Следует подчеркнуть, что, как правило, $C \neq 2T$, т. е. вертикальная линия, проходящая через центр подшипника (а следовательно, при подкаченной колесной паре, через центр ее оси) обычно не совпадает с серединой корпуса буквы 4.

Для определения толщины наличников для буквы соседней сцепной оси выносят положение грани лица лобовой буксовой направляющей на раму — линия $a_1 - a_1$. Затем с помощью стихмаса, ножки которого раздвигают на альбомное расстояние между центрами ведущей и данной движущей осей, из керн 2 как из центра делают дуговую засечку $b - b$ над буксовым вырезом сцепной оси. С помощью угольника и чертилки к засечке проводят касательную $v - v$, параллельную линии $a_1 - a_1$. Если касательная проведена правильно, то точка касания линий $b - b$ и $v - v$ должна отстоять от верхнего обреза рамы на те же 100 мм, что и керн 2, если, конечно, в данном месте рамы нет никаких дефектов верхней плоскости.

Расстояние P_1 должно равняться расстоянию от центра подшипника левой буквы данной сцепной оси до рабочей поверхности наличника лобовой стороны этой же буквы. Далее производят те же операции, которые совершали для ведущей буквы. Затем их повторяют для следующей оси и т. д., пока не будет определена и занесена в специальный эскиз толщина всех буксовых наличников обеих сторон паровоза.

Все сказанное верно и даст желаемый результат только в том случае, если оба заводских керна 2 на правой и левой сторонах находятся в одной плоскости, перпендикулярной продольной оси рамы. Если же при проверке рамы (см. § 88) было обнаружено, что это условие не соблюдено и положение кернов не было изменено, то так называемую передачу, т. е. расстояние между перпендикулярными продольной оси рамы плоскостями, в которых расположены правый и левый заводские керна, учитывают при определении толщины наличников.

Так как заводской керн 2 должен находиться для каждой серии паровоза на совершенно определенном расстоянии от середины цилиндра, то при их расхождении (например, вследствие перекоса рамы, который не удастся устранить) один из них, находящийся ближе к нужному месту, принимают за правильный. Допустим, правильным принят левый керн, а правый сдвинут от него в клиновую сторону на $Ш$ мм. Тогда из каждой величины $У$ ($У_1$, $У_2$ и т. д.), определенной для любой движущей оси правой стороны вычитают передачу $Ш$, чтобы получить необходимую для правильного положения оси толщину лобового буксового наличника. Если же за правильный керн был принят правый, то к каждой величине $У$, вычисленной для левой стороны, чтобы получить нужную толщину наличника, надо прибавить передачу $Ш$.

Важнейшего условия — совпадения середин расстояния между внутренними гранями бандажей с продольной осью рамы паровоза — добиваются путем создания определенных размеров для напусков буксовых подшипников. Для расчета напусков требуется на каждой колесной паре измерить расстояния (рис. 215): $П$ — между внутренними гранями бандажей 1, $С$ — между серединами буксовых направляющих, $Х$ — от середины буксового наличника данной буквы 3 до ее наружной грани, $Н$ — от верхнего ребра фасонной линейки 2, приложенной к внутренним граням бан-

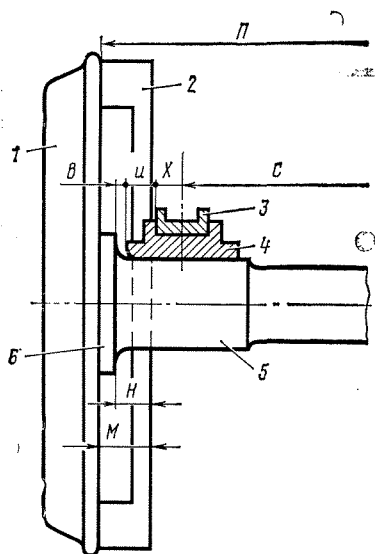


Рис. 215. Схема определения напусков буксовых подшипников

дажей, до торцовой поверхности ступицы 6. Кроме того, нужно знать ν — норму разбега буксового подшипника 4 на сторону по буксовой шейке 5 и M — рабочую высоту фасонной линейки 2, или, иначе говоря, расстояние от ее верхнего ребра до внутренней грани бандажа 1, к которому она приложена. Тогда потребный для данной буксы напуск подшипника

$$u = \frac{P - C}{2} - (M - H) - \nu - X.$$

В тех случаях, когда торец ступицы находится ближе к наружной грани бандажа, чем внутренняя грань бандажа («утоплен»), разность $(M - H)$ получается отрицательной, т. е. при подсчете эту разность не вычитают, а прибавляют при подсчете u .

Если при проверке рамы выявились отклонения между правой и левой сторонами в расположении наружных граней буксовых направляющих относительно внутренних граней бандажей, это обязательно учитывают, внося соответствующие поправки для буксовых подшипников, устанавливаемых в такие челюсти.

Учитывая исключительную важность взаимной параллельности осей буксовых подшипников и колесной пары и соответствия разбега буксовых подшипников норме, при навеске букс производят контрольную проверку. Для этого к наружному борту наличника буксы, прижатой подшипником к ступице, прикладывают длинную линейку и замеряют зазоры между линейкой и плоской частью внутренней грани бандажа в наиболее удаленных друг от друга точках. Если эти зазоры совпадают, то ось буксового подшипника параллельна оси колесной пары. Разделив пополам расстояния между бортами наличника каждой буксы, закернивают найденные середины букс. Затем одну буксу оси прижимают к ступице, а вторую устанавливают по кернам с помощью штихмаса, ножки которого раздвинуты на расстояние между серединами буксовых направляющих (размер C), и измеряют зазор между торцами ступицы и напуска буксового подшипника второй буксы той же колесной пары. Это и будет действительный разбег на обе стороны.

У паровозов, оси которых имеют внутренние галтели, прижимают одну буксу к ступице, а другую к галтели и сравнивают штихмасом расстояние между кернами середины букс и между серединами буксовых направляющих (C); они должны быть равны.

Пригонку подшипника к шейке по краске начинают только после положительного результата указанных проверок.

Способы определения толщины буксовых накладок и толщины их буртов, толщины торцовых наделков букс, а также определения размеров буксовых наличников, накладок и подшипников по методу ВНИИЖТа см. в пособиях и справочниках по ремонту паровозов.

Причины возникновения и виды неисправностей. Роликовые подшипники при нормальной их эксплуатации работают безупречно и без повреждений очень долгое время, если они доброкачественно собраны и отрегулированы. Кроме неправильной сборки, существуют две основные причины выхода из строя роликовых подшипников: чрезмерный нагрев и ударные повреждения.

Ненормальный нагрев может быть следствием:

- переполнения узлов консистентной смазкой;
- недостаточного количества смазки;
- неудовлетворительного качества смазки (несоответствие ее, загрязнение или обводнение);
- повреждения подшипника при сборке или от удара;
- заедания в лабиринтном уплотнении;
- сильного трения уплотнительного кольца;
- отсутствия или малости радиального зазора;
- малого разбега подшипника;
- неправильной сборки;
- ослабления крепления замочной пластины выжимной шайбы.

Все указанные причины самоочевидны и разъяснения не требуют.

Буксовые подшипники воспринимают динамические нагрузки при движении без всякого их смягчения — рессор между рельсовым путем и подшипниками нет. Поэтому они рассчитаны на достаточную прочность от ударов на стыках. Однако при сходе колесных пар с рельсов при скорости выше 11 м/с (40 км/ч) или ползуне более 1,5 мм сила ударов такова, что может повлечь серьезные повреждения, чаще всего выкрашивание роликов и лопание внутренних и наружных обойм подшипников.

Способы обнаружения и устранения неисправностей. Для содержания в исправности роликовых букс предусмотрена система ухода за ними, состоящая из четырех видов ревизий:

- 1) текущий осмотр;
- 2) промежуточная ревизия;
- 3) большая ревизия;
- 4) полная ревизия.

Текущий осмотр паровозная бригада производит в пути, при приемке-сдаче локомотива, на профилактических осмотрах и на промывке. Кроме внешнего осмотра корпуса буксы с целью обнаружения трещин, ослабших болтов, пробок и шпилек, обязательно проверяют степень нагрева в местах расположения подшипников. Рабочая температура не должна превышать 80°C. Практически это определяют кратким прикосновением ладони: если ощущения ожога не возникает, то нагрев можно считать в пределах нормы. Одновременно проверяют уровень масла в буксах. Если проверить его во всех буксах невозможно, проверяют выборочно у более нагретых.

Промежуточную ревизию проводят на подъемке, а также при

обнаружении ползуна более 1,5 мм, после схода колесной пары с рельсов при скорости более 11 м/с (40 км/ч) и при повреждении буксового узла во время крушения или аварии.

Прежде всего сливают смазку. Растирая капли масла на тыльной стороне ладони, определяют ее загрязненность металлическими включениями и другими механическими примесями. Если будет обнаружено загрязнение смазки механическими примесями, то производят большую ревизию. В лаборатории определяют наличие воды в смазке; даже при 1% воды, не говоря уже о механических примесях, смазка подлежит замене на новую.

Буксу разбирают, снимают, промывают и осматривают. При обнаружении трещин в корпусе, обрыве сварных швов или потери подшипников ремонт производят в объеме большой ревизии.

Подшипники промывают и осматривают на оси. Проверяют состояние текстолитовых и резиновых колец, негодные заменяют. Выявляют состояние дорожек и роликов, проверяют отсутствие растрескивания, лопания и выкрашивания. Щупами выявляют зазор между сепаратором и наружным кольцом; он должен быть не менее 1 мм. Если в подшипнике обнаружат трещину на внутреннем кольце, то производят полную ревизию. Отремонтированную буксу собирают с постановкой старых регулировочных колец на их прежние места без проверки осевого разбега, после чего заливают смазку.

Большую ревизию производят при полном освидетельствовании колесных пар, если при этом не требуется спрессовка колесного центра или смена бандажей. В противном случае большую ревизию заменяют полной. При большой ревизии корпус буксы восстанавливают до нормального состояния или заменяют новым. Кроме работ, производимых при промежуточной ревизии, проверяют ультразвуком подступичные части и шейки оси; уплотнительные кольца заменяют новыми. Буксу собирают сначала для проверки осевого разбега подшипников, доводят его до нормы и только после этого окончательно собирают буксу и заливают ее свежим маслом.

Полную ревизию делают при полном освидетельствовании колесных пар, когда требуется распрессовка хотя бы одного колесного центра, смена бандажей, замена хотя бы одного подшипника, а также при ослаблении лабиринтной втулки на оси.

В этом случае, кроме корпуса буксы, полностью разбирают подшипниковый узел, все детали промывают и тщательно осматривают. Корпуса, подшипники и их детали ремонтируют или заменяют новыми. Предподступичные, подступичные (если спрессованы колесные центры) и средние части осей колесных пар и пальцы кривошипов проверяют магнитным дефектоскопом. Под неспрессованным колесным центром подступичную часть проверяют ультразвуковым дефектоскопом. На заводах магнитным дефектоскопированием проверяют съемные детали и детали разобранных для ремонта подшипников.

Посадочные натяги и зазоры восстанавливают. Измеряют ра-

днальный зазор в подшипниках и по разности его подбирают их в пары. После напрессовки подшипников приводят к норме их разбеги. Буксы полностью собирают на осях и обкатывают до напрессовки колесных центров. Только после удовлетворительных результатов обкатки букс на стенде напрессовывают колесные центры на ось.

При всех работах с роликовыми буксами запрещены удары молотком и кувалдой; вместо этого применяют только прессы и специальные съемники. Во избежание загрязнения подшипников волокнами от обтирочного материала применяют только салфетки с подрубленными краями и тряпки, смоченные в керосине.

§ 93. Ремонт рессорного подвешивания

Причины возникновения и виды неисправностей. В большинстве случаев неудовлетворительная работа рессорного подвешивания и возникающие в его деталях неисправности являются следствием неправильной сборки и плохой регулировки. Главные повреждения деталей рессорного подвешивания следующие: выработка опорных поверхностей ножей, призм, валиков и хомутов из-за длительной работы с перегрузками или перекосами, а также без смазки; обрыв рессорных подвесок и излом упорков вследствие износа от непредусмотренного случайного трения, перекоса балансиров, перегрузки (например, от заедания буксы в направляющих или балансира на опоре) и от недоброкачественной сварки при ремонте; излом рессорных серег из-за чрезмерного износа проушин, боковых поверхностей и заплечиков, а также подрезов при изготовлении, неправильной сварки и несоблюдении установленных радиусов выкружек при ремонте; просадка (потеря упругости) рессор, сдвиг листов, появление в них трещин и изломов, а также ослабление хомута, что обычно происходит из-за применения недоброкачественного металла или нарушения технологии изготовления, испытания и сборки; излом балансиров как последнее следствие перегрузки или ненормального износа.

Обнаружение и устранение неисправностей. Подавляющее большинство отмеченных неисправностей выявляют при осмотре рессорного подвешивания сначала в сборе, а затем после разборки, причем в последнем случае все детали предварительно тщательно очищают, используя выварку.

Валики, втулки, призмы, балансирные ножи, т. е. все опорные детали при обнаружении в них выработки сверх нормы обычно заменяют новыми. Балансирные ножи можно восстанавливать приваркой стержня на всю ширину, а валики, имеющие овальность, отжечь, проточить и вновь закалить. Однако стоимость ремонта этих деталей, как правило, не меньше новых.

Призмы балансиров и втулки рессорных подвесок ставят на место с помощью запрессовки. Оборванные подвески сваривают (не более чем из двух частей) газопрессовой или контактной

сваркой, нормализуют при 850—870° и испытывают на растяжение усилием из расчета напряжения 117,6 МН/м² (1200 кгс/см²) в наименьшем сечении. Резьбу рессорной подвески, имеющую следы износа или забоин, проверяют на станке. В изношенное сверх допуска отверстие серьги запрессовывают цементированные втулки с толщиной стенок 5 мм. Изношенные места запечиков серьги восстанавливают газовой сваркой с последующим отжигом до 900°С, а боковые поверхности серьги наплавляют дуговой сваркой электродами с защитным покрытием. При заводском же ремонте серьги заменяют новыми независимо от их состояния. Изношенные места балансиров, если износ не более нормы, наплавляют, а трещины глубиной не больше допустимой заваривают.

В случае если явные пороки при осмотре рессоры не обнаружены, ее испытывают на прессе на остаточную деформацию (осадку) и прогиб под рабочей нагрузкой. При неудовлетворительных результатах этих испытаний, а также при обнаружении сдвига листов рессоры, ослабления хомута, трещин в каком-либо листе или в хомуте рессору заменяют.

Подлежащую ремонту (забракованную) рессору разбирают, выпрессовывая листы на специальном прессе, а затем листы и хомут осматривают и подвергают магнитному контролю. Вместо забракованных листов изготовляют новые, придавая им заданный чертежом изгиб и термически обрабатывая, после чего осматривают, испытывают на твердость в трех точках, а коренные листы проверяют магнитной дефектоскопией.

Если хомут имеет надрывы, трещины или износ стенок более нормы, его заменяют новым. Износ боковых стенок, не превышающий допускаемого, устраняют наплавкой, которой исправляют также вытертые места проушин и отверстия для валика в хомуте, тоже не вышедшие из нормы износа, и опорную часть хомута. Отжиг и механическая обработка — заключительные операции по восстановлению хомута.

Готовые к сборке рессорные листы смазывают смесью графита с цилиндрическим маслом, собирают во временный хомут, испытывают на прессе и по снятии временного хомута проверяют, нет ли трещин и просядки. Убедившись в полной исправности листов, их собирают в пакет, обжимают прессом или струбциной и насаживают постоянный хомут, нагретый до 900—950°С. Пока не исчезло с поверхности хомута светло-красное свечение (700—750°С), его обжимают на прессе одновременно со всех сторон.

§ 94. Испытание рессор. Регулировка подвешивания

У отремонтированной рессоры специальным штихмасом проверяют совпадение центров отверстий с чертежным их расстоянием от середины хомута (отступление допускают не более ± 2 мм) и перпендикулярность оси отверстия под валик продольной оси рессоры. Готовую рессору испытывают на прессе, результаты испы-

тания заносят в Журнал испытания рессор с распиской лиц, производивших испытания; на боковой поверхности хомута набивают размер стрелы прогиба и определившуюся группу жесткости. На паровоз ставят рессоры одной группы жесткости: 1) со стрелой прогиба меньше чертежной, 2) со стрелой прогиба больше чертежной.

По окончании черновой сборки рессорного подвешивания на паровозе на прямом и горизонтальном пути приступают к его регулированию, чтобы достигнуть в заключение:

горизонтального положения всех рессор и балансиров;

отсутствия перекосов балансиров относительно вертикальной плоскости, проходящей через середину скоб балансиров;

одинакового альбомного (с учетом допуска по высоте, продольному и поперечному перекосу) расстояния от центров осей всех движущих колесных пар до верхнего обреза рамы;

отвесного положения вертикальных осей хомутов у всех рессор;

одинакового расстояния от центров отверстий в концах коренных листов рессор до внутренних граней бандажей, иначе говоря, параллельности продольных осей рессор продольной оси паровоза.

Соблюдения этих условий достигают изменением положения опорных гаек на подвесках, установкой прокладок под рессорные хомуты и кронштейны продольных балансиров, удлинением или укорачиванием рессорных упоров, подбором рессор по жесткости, а в трудных случаях даже изменением толщины буксовых подшипников. Способы и приемы регулировки во многом зависят от особенностей и типа рессорного подвешивания данной серии паровоза, и потому при выполнении этой ответственной работы следует руководствоваться соответствующими инструкциями и инструктивными указаниями.

§ 95. Особые случаи ремонта

К таковым относят одиночную смену рессор и одиночную выкатку колесной пары.

Одиночная смена рессоры верхнего подвешивания. Эта операция требует применения винтовой тумбы или гидравлического домкрата, устанавливаемых на верхней плоскости брусковой рамы под хомутом рессорной подвески, а при листовой раме — на балке, положенной на верх обоих полотнищ рамы. Под хомут второй рессорной подвески той же рессоры ставят подкладку или другую тумбу. Затем поднимают тумбой или домкратом одну подвеску до тех пор, пока рессора не ослабнет настолько, что можно будет сдвинуть с ее концов подвески. Тогда в просвет между буксой и рамой закладывают металлические бруски в качестве предохранения, сдвигают подвески и снимают рессору. При установке рессоры на место все действия совершают в обратном порядке.

Одиночная смена рессоры нижнего подвешивания. Работу начинают с установки домкрата на балку, положенную поперек смотровой канавы, упирая его в хомут рессоры. Последнюю поджимают до тех пор, пока не окажется возможным вынуть валик из проушины хомута. Затем в просвет между рамой и буксой закладывают металлические предохранительные бруски, вынимают валик и снимают рессору с упорков, отвернув гайки и опустив домкрат. Ставят рессору на место, совершая процедуру в обратном порядке.

Смена рессоры бегунковой оси паровоза Л. Желая поднять паровоз вместе с тележкой, специальной скобой крепят к буферному брусу направляющий стакан 3 (см. рис. 128). Тогда шкворень (на рисунке не отмечен), находящийся в нижней части этого стакана и проходящий через центральное отверстие в люльке 2, имеющейся на нем чекой поднимает люльку. В свою очередь передняя плоскость люльки, упираясь в расположенные над ней скобы 9, привернутые к раме 5 тележки, поднимает переднюю часть лафета тележки. Задняя часть лафета — водило 10 — соединена с междурамным креплением паровозной рамы шкворнем 11 и поднимается вместе с ней.

Если же требуется сменить только рессору или пружину бегунка, паровоз ставят тележкой на опускную канаву. После соединения специальной скобой направляющего стакана с буферным брусом отвертывают болты с потайной головкой, которыми скобы 9 прикреплены к тележечной раме 5, и скобы повисают на цепях, предотвращающих поворот бегунка при его подъеме или спходе его колесной пары с рельсов. Затем отвертывают гайку на нижнем конце шкворня 11, отсоединяя этим водило от междурамного крепления, и тележку можно опускать. На шкворне направляющего стакана повисают люлька и секторы 8 возвращающего устройства, приливы перемычек которых подвижно соединены болтами с утолщениями в центральной части люльки. Теперь рессоры и пружины бегунка остаются нагруженными только массой его рамы и их легко демонтировать, оперев раму тележки на подставки и отвернув гайки на нижних концах рессорных подвесок.

Одиночная выкатка колесных пар возможна в депо, оборудованных специальной опускной канавой. Установив паровоз на канаве так, чтобы неисправная колесная пара оказалась над серединой опускной шахты, подводят под среднюю часть оси углубление головки шахтного домкрата и подкладывают по обе стороны колес тормозные башмаки. Снимают с неисправной колесной пары дышла и принимают меры к закреплению или разборке и удалению деталей рессорного подвешивания, могущих помешать опуску неисправной колесной пары. Проще всего эту операцию можно выполнить при верхнем подвешивании и брусковой рамы. Когда будут сняты подбуксовые связи с обеих буксовых вырезов и тормозные колодки с частью тормозной передачи, располагающейся под демонтируемой колесной парой, ее можно опускать в шахту подъемника. Вместе с колесной парой вначале

будут опускаться и рессорные упорки, пока их верхние части не лягут на верхний брус рамы и отделятся от буксы.

При нижнем подвешивании, кроме удаления деталей тормозного устройства, снимают рессоры (у неисправной колесной пары), как описано выше, а при промежуточном подвешивании убирают балансиры или закрепляют их на раме с помощью П-образных скоб с закладками в нижней части. Опушенный подъемник сдвигают в сторону и затем поднимают на поверхность пола рядом с канавой или на соседнем пути.

Подкатку отремонтированной колесной пары и сборку совершают в обратной последовательности.

§ 96. Ремонт паровозных тележек

Причины появления и виды неисправностей. Основные причины неисправностей паровозных тележек — их неправильная сборка, недостаточная проверка тележек и паровозной рамы и неудовлетворительный уход со стороны паровозных бригад.

Плохая пригонка подшипников по шейкам вызывает сильный нагрев, выдавливание баббита и затягивание им смазочных канавок и отверстия от масленки. В результате нагрев достигает катастрофических размеров.

Неправильная затяжка рессор, когда одна букса оказывается перегруженной и начинает греться, вызывает еще одну неисправность — подрез гребня из-за того, что бегунок идет перекошенным, прижатый гребнем бандажа к одной нитке рельсов. Если не выведена овальность буксовых шеек и риски на них, то подшипник обречен на гребне.

Неодинаковость расстояний от центра поворота тележки до середины букс также вызывает постоянный перекос тележки, влекущий за собой подрез гребня и ненормальный износ бортов подшипников и их торцевых наделков. Из-за этого ненормально быстро растут разбеги букс по шейкам осей. Подобные же явления наблюдаются при несовпадении центра поворота тележки с продольной осью рамы паровоза.

Неудовлетворительный уход за буксовыми масленками, когда в них допускают скопление воды и грязи или плохо подбирают фитили — ставят слишком тугие или, наоборот, чрезмерно слабые — и не промывают своевременно их от грязи, тоже ведет к гребню. Несвоевременное «оживление» подбивки в буксах, когда она, уплотнившись, перестает прилегать к шейке и смазывать ее, а также оставление без замены лопнувших или просевших пружин польстерной подбивки вызывают те же последствия. В буксы поддерживающих осей задней тележки нередко попадает зола и шлак и они требуют постоянного наблюдения.

Загрязнение и прекращение подачи смазки вызывает задиры и ослабление наличников в буксовых направляющих рамы тележки, износ и выработку секторов, шкворней, ножей и других деталей возвращающих устройств.

От ударов и чрезмерных напряжений могут возникнуть повреждения у рессор, появиться трещины в раме тележки, в люльке и водилах тележки. Своеобразна еще одна причина ненормального поведения и отклонения тележки — скручивание предохранительных цепей при сборке и их недостаточная длина.

Ремонт тележки. Трещины в раме тележки заваривают дуговой сваркой с предварительным подогревом после разделки до температуры 300—400°C. Трещины в водилах и продольном балансира заваривают с постановкой усиливающих накладок и диафрагм в облегчающих вырезах. Рабочие поверхности возвращающих устройств (у секторов и плит), а также камней и их рамок, пятников, подпятников и направляющих стаканов приводят к номинальным размерам электронаплавкой с последующей механической обработкой. Разбеги букс по шейкам восстанавливают наплавкой бортов подшипников либо постановкой более толстых торцовых шайб. Оборванные и ослабшие заклепки и болты заменяют новыми, предварительно проверив отверстия развертками. Если отверстия окажутся вышедшими за предельный размер, их заваривают дуговой сваркой и рассверливают вновь до альбомного размера. Опорные места под секторы возвращающего устройства восстанавливают вваркой новых полувтулок. Место под шкворень в люльке бегунка исправляют запрессовкой втулки с толщиной стенки не менее 5 мм в расточенное под нее отверстие.

Проверка тележек после ремонта. Регламент проверки тележек и установленные при этом допуски различны для разных серий паровозов. Они приводятся в наставлениях, инструкциях и инструктивных указаниях МПС для каждой серии. Поэтому здесь даются только общие принципы проверки.

Тележки проверяют на выверенном прямом горизонтальном пути. Перекос определяют, прижав к бандажам тележки линейку, положенную на головки рельсов, и измеряя расстояние от нее до нижних обработанных плоскостей рамы тележки с правой и левой стороны. У двухосных тележек обязательно проверяют одинаковость расстояний между центрами осей колесных пар правой и левой стороны и перпендикулярность осей колесных пар тележки к продольной оси ее рамы. При обеих проверках буксы прижимают с обеих сторон либо к передним, либо к задним буксовым вырезам.

Общие главные требования, которым обязаны удовлетворять тележки, следующие: плоскости буксовых направляющих должны быть перпендикулярны к продольной оси тележки; продольная ось тележки должна проходить посередине между центрами опор возвращающих устройств, через середину расстояния между внутренними гранями бандажей и направляющих переднего конца балансира и через центры отверстий люльки, водила и камня возвращающего устройства; расстояния от опорных мест возвращающих устройств до центра шкворневого отверстия и до продольной оси рамы тележки должны соответствовать альбомным.

§ 97. Ремонт рамы тендера и тележек

Неисправности. В процессе эксплуатации наблюдаются следующие неисправности рамы и тележек тендера: толщины в раме, ослабление заклепочных соединений, износ и трещины в опорных подушках, износ буксовых лиц и направляющих, просадка, сдвиг и излом спиральных и листовых опор, грение и расплавление подшипников, ослабление креплений предохранительных устройств рычажной тормозной передачи, выбоины, выкрашивание и подрез гребня бандажа колесных пар.

Прежде всего следует проверить состояние колесных пар. Оси колесных пар не должны иметь трещин и протертых мест (свыше 2,5 мм), а также трещин в ступицах и спицах колес. Кольца, укрепляющие бандажи, должны прочно сидеть в их проточках. Ослабление бандажей не допускается. При осмотре обращают внимание на плотность прилегания пылевых шайб к шейкам осей, так как от этого зависит чистота букс.

Остукиванием молотком проверяют все болтовые и заклепочные соединения. Осматривая подшипники и буксовые скользуны тележек, убеждаются в наличии смазки на их трущихся поверхностях.

При осмотре тормозной рычажной передачи обращают внимание на состояние и правильность положения тормозных колодок относительно колес, прочность соединения тяг, рычагов и балок, исправность предохранительных скоб и подвесок. Затем обследуют сцепление между паровозом и тендером.

Осматривая тендер снаружи, обращают внимание на прочность посадки бандажей на колесных центрах и их состояние. Прокат бандажей не должен быть более 9 мм.

Затем поочередно осматривают все буксы тележек. При этом выявляют наличие трещин, прочность прилегания крышек к корпусам букс, состояние подбивки или польстера, и качество смазки. При осмотре рессор и их подвесок обращают внимание на подвижность или наличие лопнувших листов, а также на то, как установлены рессоры и как они опираются на буксы.

От плотности соединения водоприемных труб зависит нормальная работа инжекторов. Поэтому нужно проверить — нет ли течи во фланцах и соединениях труб с водоприемными рукавами и баком тендера.

Если имеется ослабление сцепления между паровозом и тендером, его стягивают: при жестком сцеплении с радиальным буфером путем затягивания клина между буфером и коробкой натяжным болтом; при упругом вращении — ломиком винта.

Ремонт тендера. При подъемочном ремонте тендер поднимают, тележки выкатывают, разбирают, очищают от грязи и тщательно осматривают с остукиванием всех заклепочных и болтовых соединений, а также определяют вытертости и другие неисправности. Трещины рамы тендера и рам тележек выявляют наружным осмотром и прежде всего по характерным следам коррозионных или грязевых скоплений. Трещины в раме, продольном швеллере и шкворневой балке тендера заваривают с постановкой усиливающих приварных накладок, а также с предварительной засверловкой концов сверлом диаметром 8—10 мм и У-образной разделкой трещины. При наличии в раме тендера аварийного повреждения, связанного с изгибом, ее правят.

В стальных пятниках и подпятниках при наличии трещин в ребрах жесткости разрешается их заварка (не более двух в ребре). При большем количестве трещин приваривают новые ребра жесткости. Местные зазоры между фланцем пяты и литой рамой тележки допускаются не более 0,5 мм. При этом щуп толщиной 0,3 мм не должен доходить до болтов.

Ослабшие болты пятников, подпятников и скользунов заменяют новыми с предварительной проверкой отверстий под них разверткой. При износе отверстия в пяте под шкворень до предельных размеров запрессовывают втулку с толщиной стенки до 5 мм с предварительной расточкой отверстия и приваркой втулки по всему периметру к пяте после запрессовки. Если шкворень тележки имеет предельный износ, производят электронаплавку с последующей механической обработкой до альбомного размера в отверстиях пятника и подпятника. Изношенные опорные места пятников, подпятников и скользунов по диаметру и высоте более 4 мм против чертежного размера разрешается восстанавливать электронаплавкой с последующей механической обработкой до альбомных размеров.

При ремонте тележек тендера в листовой и литой рамах трещины заваривают, а изношенные поверхности наплавляют. Концы трещин перед разделкой засверливают сверлом диаметром 10—12 мм. Разделку трещин в листовой раме осуществляют Х-образно, а в литых — У-образно. Заварку трещины в литой раме выполняют с предварительным прогревом места ее расположения до температуры 300—400°C.

Разрешается также заваривать трещины в поясах боковых рам двухосных тележек, в верхнем и нижнем поясах шкворневых балок листовых клепаных тележек. Общий прогиб листов тележек допускается не более 5 мм.

Все ослабшие болты и заклепки заменяют, а их отверстия проверяют развертками. При наличии трещин в угольниках и листах производят их заварку с помощью дуговой сварки.

Выработку плоскостей буксовых направляющих проверяют линейкой и угольником, а в случаях предельной выработки восстанавливают путем постановки наделов и наплавкой с последующей механической обработкой. То же производят и при наличии

разбега осей тендерных колесных пар у стальных буксовых подшипников. Бронзовые буксовые подшипники наплавляют и торцы обрабатывают. По правилам ремонта и содержания паровозов зазоры между буксой и направляющими должны быть в пределах не более 3 мм в продольном и 4 мм в поперечном направлениях. У тендеров с буксами на подшипниках качения износ рамных наличников может быть ликвидирован постановкой между наличником и буксовой направляющей обработанной стальной прокладки толщиной не более 3 мм и приваркой на борта буксы наделки толщиной не менее 4 мм.

Лицевые и боковые плоскости у одного наличника должны быть перпендикулярны по ширине борта наличника, а лицевые плоскости наличников в одном буксовом вырезе параллельны с отклонениями не более 0,5 мм.

Неисправные рессоры тендерных тележек подлежат замене исправными и испытанными. Сборку тендерных тележек производят таким образом, чтобы оси колесных пар были параллельны между собой и перпендикулярны продольной оси тележек. Просадку рамы и бака тендера устраняют приваркой прокладок толщиной до 15 мм на опорные места поперечных балок тендера, постановкой прокладок на подпятники или наделок на скользуны тендерной тележки.

Ослабшие болты пятников, подпятников, скользунов заменяют, а отверстия проверяют развертками.

Разработанное отверстие в пяте под шкворень разрешается восстанавливать путем использования втулки с толщиной стенки 4—5 мм. При этом втулку приваривают дуговой сваркой к пяте.

Тендерные тележки в сборе и после подкатки их под тендер проверяют с целью определения горизонтальности в поперечном направлении рам тележек, а у поясных и тележек с литыми боковинами — горизонтальности шкворневой балки. Их перекося не должен быть более 5 мм.

Для проверки производят разметку букс и буксовых подшипников. Середины направляющих лиц букс должны совпадать с серединами направляющих лиц рамы тележки, а расстояния между центрами осей тележки с правой и левой стороны должны быть одинаковыми. Буксовые подшипники не должны иметь перекося на шейках осей, а разбеги их на осевых шейках соответствовать техническим условиям. Разметка на шейках оси производится специальным шаблоном. Собранную буксу с подшипниками и клином устанавливают на плиту и определяют середину направляющей буксы. После этого делают разметку подшипника по длине (рис. 216) со снятием размеров H и M . Размеры H и M сверяют с альбомными. Разметку буксы (рис. 217) выполняют с помощью центрового прибора и рейсмуса. Рейсмусом проводят риски l_1 и l_2 , по которым находят высоту центра O .

От центра O откладывают половину ширины буксового выреза (размер C).

Развернув буксу на 90° , проводят осевую линию и отклады-

вают вверх и вниз полови-
ну ширины буксовой направ-
ляющей.

Как было указано у пра-
вильно собранной тележки, оси
колесных пар должны быть
расположены параллельно
между собой и перпендикуляр-
но продольной оси тележки.
Центр подпятника должен так-
же находиться на продольной
оси тележки.

С целью проверки тележку
в собранном виде располагают
на прямом горизонтальном уча-
стке пути, чтобы разбег между
галтелью оси и буртом под-
шипника тендерной буксы был
с обеих сторон одинаковым.
При этом расстояние между
центрами осей колесных пар с
правой и левой стороны тележки должно быть одинаковым. Не-
равенство размеров от центра подпятника до центра оси каждой
колесной пары с правой и левой стороны должно не превышать
для двухосных и трехосных тележек с жесткой рамой 3 мм, а для
тележек с подшипниками качения — не более 2 мм.

Для литых и поясных тележек это расстояние должно быть
не более 5 мм. Одновременно измеряют расстояние между цен-
трами осей колесных пар с правой и левой стороны с учетом
допускаемых отклонений. Это расстояние должно быть одинако-
вым.

Его замеряют в двух положениях при сдвинутых в одну сто-
рону буксах (вперед или назад) всех колесных пар до упора в
челюсти.

После замеров и проверок, а также регулировок тендер опу-
скают на тележки и производят замеры зазоров между скользуна-
ми с обеих сторон тендера, которые должны находиться в преде-
лах установленных норм.

Сцепление тендера по высоте относительно паровоза должно
соответствовать требованиям технических условий и отрегулиро-
вано подбором тендерных колесных пар по толщине бандажей, а
также установкой шайбы между пятником и подпятником при ус-
ловии, чтобы заход верхней опоры в гнездо поперечной балки был
не менее 30 мм.

При этом могут быть применены наделки на пятнике и сколь-
зуне с восстановлением изношенных поверхностей до альбомного
размера.

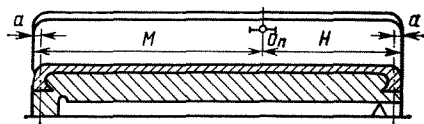


Рис. 216. Разметка тендерного подшип-
ника по длине

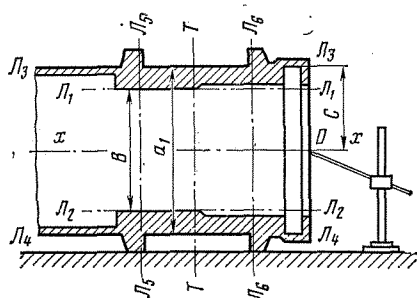


Рис. 217. Разметка тендерной буксы

При эксплуатации паровозов наиболее характерной неисправностью тендерной буксы является нагрев ее подшипников и как следствие задиры шейки оси колесной пары и повреждение самого подшипника. В основном это происходит по следующим причинам: недостаточного уровня смазки в буксе, попадания в буксу песка, пыли, воды и других посторонних предметов, а также слишком тугой или слабой, загрязненной или слежавшейся подбивки.

Поэтому перед заправкой буксу следует тщательно очистить от песка, грязи и воды, проверить исправность нажимной пружины крышки, плотность прилегания крышки к корпусу буксы, плотность пылевой шайбы. После этого в буксу закладывают чистый полстер или подбивочные концы, пропитанные осевым маслом.

В буксах с полстерами проверяют правильность их установки и плотность прижатия щетки к шейкам оси. Если она плохо прижата — полстер надо вынуть и заменить, поправить фитили и установить снова в буксу. Затем заполнить буксу маслом и, отжав щетку от шейки оси, полить ее поверхность маслом и плотно закрыть крышку.

Когда в буксе вместо полстера используют подбивку, то при проверке подбивку следует поправить крючком, чтобы она была на уровне центра шейки оси колесной пары и ее верхние пряди не подходили близко к подшипнику. Для предохранения подбивки от растягивания под подшипник рекомендуется между подбивкой и краями подшипника с обеих сторон заложить деревянные бруски. При осмотре также следует обратить внимание на плотность прилегания подбивки к шейкам. Если подбивка будет слишком тугой, из нее выжимается смазка и при вращении шейки оси она не подает смазку, а сама затягивается под подшипник. Слабая же подбивка оседает на дно и не будет соприкасаться с шейкой. После того как подбивка будет исправлена, буксу заливают маслом.

При использовании бывшей в употреблении подбивки ее очищают от грязи, промывают, высушивают, протрясают, а затем после добавления новых концов и пропитки маслом закладывают в буксу. В масленки буксы масло заливают перед каждой поездкой, а при необходимости и в пути следования.

Успешная работа буксы с роликовыми подшипниками зависит от правильной сборки и регулировки всех ее узлов и частей, своевременного и качественного смазывания, полной герметичности, а также правильной установки ее в направляющих буксы. Правильно собранная и нормально смазанная роликовая букса во время работы не должна иметь повышенного нагрева, постороннего шума и вытекания смазки из корпуса.

Температура смазки буксы в эксплуатации не должна превышать температуры наружного воздуха летом больше чем на 10—20°C и зимой на 30—40°C. Если температура смазки достигнет 70—80°C (замеренная термометром или тыльной стороной

ладони руки, когда при прикладывании ладони к корпусу буксы машинист не может терпеть), особенно когда это наблюдается только в одной буксе, нужно немедленно установить и устранить причину грения.

Причиной повышенного нагрева букс может быть попадание в подшипник песка, металлических частиц, отсутствие или, наоборот, переполнение корпуса буксы смазкой. В последнем случае нужно или добавить или убавить смазку. Роликовые буксы должны подвергаться промежуточной ревизии на промывке паровоза.

Во время заправки тендерных букс одновременно нужно проверить состояние фитилей, залить масленки маслом и полить маслом буксовые направляющие.

При всех видах ремонта при наличии трещин в корпусе буксы заварку трещин, как и восстановление изношенных поверхностей бортов, лиц букс и приварку наделок осуществляют дуговой сваркой с последующей механической обработкой. Разбеги подшипников по осевым шейкам тендерных колесных пар до альбомных размеров и установленных допусков восстанавливают наплавкой буксовых подшипников с последующей механической обработкой.

Буксы с подшипниками качения подвергают полной ревизии в соответствии с Инструкцией по эксплуатации и ремонту роликовых подшипников локомотивов.

Глава 25

РЕМОНТ МЕХАНИЧЕСКОГО УГЛЕПОДАТЧИКА

§ 99. Ремонт паровой машины углеподатчика

Характерными неисправностями паровой машины углеподатчика могут быть задиры рабочих поверхностей цилиндров и золотниковых втулок из-за недостаточного их смазывания; грение и выход из строя подшипников из-за недостатка или отсутствия масла в корпусе машины; трещины в цилиндровом блоке и золотниковой коробке, а также коленчатом валу из-за неправильной сборки паровой машины и неправильной эксплуатации. К перечисленным неисправностям следует добавить пропуск пара поршнями и золотниками из-за выработки цилиндров и втулок, а также износа поршневых и золотниковых колец; износ баббитовой заливки ползунов и нарушение в процессе работы машины правильной формы эксцентриковых тяг и эксцентриковых хомутов. Эти неисправности паровой машины углеподатчика могут быть обнаружены в процессе эксплуатации по внешним признакам: завышенное давление пара по манометру; посторонние стуки во время работы машины; неравномерное вращение коленчатого вала и остановка машины.

При подъемном ремонте паровоза производится выемка

паровой машины углеподатчика из тендера, полная ее разборка, после ремонта сборка с регулировкой и испытанием. Во время разборки машины разъединяют поршневые и золотниковые штоки от ползунов, вынимают поршни, золотники, коленчатый вал, шатуны и эксцентрикые хомуты. Для разборки ползуна выбивают его валик и отнимают направляющие планки. Поршневые и золотниковые кольца заменяют после предварительной проверки по цилиндрам и золотниковым втулкам. Зазор в стыках колец должен составить 0,5 мм. Зазор между диском поршня и внутренней поверхностью цилиндров должен быть одинаковым. В результате ослабления крепления цилиндрического блока к картеру происходит перекос и его односторонняя выработка. Овальность и конусность цилиндра, а также задиры на его рабочей поверхности устраняют расточкой с запрессовкой чугунных втулок.

Овальность и конусность золотниковых втулок проверяют развертками.

При наличии овальности отверстий для штока и валика производят расточку ползуна на станке. Разработанные конические отверстия ползуна, клиновый паз и трещины в корпусе заваривают дуговой сваркой. Баббитовую заливку ползуна восстанавливают наплавкой. После этого ползун размечают и обрабатывают на станке. Для устранения слабины ползуна в направляющих сначала пришабровывают боковые плоскости с целью его постановки в направляющие пазы в картере, а затем пришабровывают нижнюю плоскость баббитовой заливки и верхние плоскости баббитовой заливки к верхним направляющим планкам. Совпадение горловины ползуна с головкой штока проверяют при переднем и заднем положениях поршня в цилиндре. Задиры и овальности шеек коленчатого вала устраняют на токарном станке.

Подшипники шатунов пришабровывают по шейкам вала. В местах их стыковки делают холодильники для образования масляного клина. Слабину подшипника по шейке вала устраняют путем спиливания стыков. У собранной головки шатуна половинки подшипников должны плотно соприкасаться между собой.

Эксцентрикые тяги проверяют и подгоняют по месту, так как в процессе работы машины может произойти их изгиб, что приводит к нарушению правильности парораспределения. Эксцентрикые тяги проверяют по шаблону. Тяги с неправильным изгибом выправляют кузнечным способом. После производства ремонтных работ продольная ось цилиндра должна совпадать с осями отверстия грундбукс, сальников и отверстия ползуна под шток. Направляющие ползуна должны быть параллельны оси цилиндра, а коленчатый вал паровой машины перпендикулярен ей.

В целях устранения пропуска пара кольцами золотника реверсивного клапана их притирают. Задиры в корпусе реверсивного клапана устраняют расточкой и шлифовкой. Одновременно проверяют правильность установки золотника реверсивного клапана по впускным и выпускным окнам.

После сборки шатуна и соединения его с валом и ползуном проверяют ход поршня и работу парораспределительного механизма машины. С этой целью наносят контрольные керны на золотниковом штоке, на поперечной планке золотникового кулачка и на эксцентриковой тяге. Одновременно для проверки хода поршня до соединения шатуна с ползуном наносят на направляющих ползуна переднюю и заднюю ударные риски. После того как установлены передние и задние мертвые положения поршней, отмечают рисками на ползунах эти положения. Определяя расстояния между ударными рисками и рисками мертвых положений, устанавливают фактические линейные величины переднего и заднего вредных пространств хода поршня.

Правильность установки золотник определеляют по наибольшему открытию окон, пока золотник не остановится в крайнем переднем и крайнем заднем положениях. Эти положения также отмечают кернами на золотниковом штоке. Расстояние между кернами определяет ход золотника и при правильном размере эксцентрика составляет около 20,5 мм. Производя пробуксовку машины до положения золотника на отсечке выпуска из переднего окна и на отсечке выпуска из заднего окна, отмечают оба эти положения на золотниковом штоке. Установив, что расстояние между положениями золотника в передней мертвой точке и в момент отсечки выпуска из переднего окна составляет половину хода золотника плюс величина наружной перекрыши и минус величина наружной перекрыши для момента отсечки выпуска из заднего окна, золотник по штоку не переставляют. Как было отмечено, после каждого ремонта паровой машины ее испытывают. Для этого машину устанавливают на стенде и проверяют правильность ее сборки, парораспределение, нагрев подшипников и отсутствие дефектов.

Испытывают машину паром в течение 1 ч при частоте вращения коленчатого вала 300 об/мин.

§ 100. Ремонт винтового транспортера

К неисправностям конвейерной системы угледатчика следует отнести излом винта и износ его витков. Излом винта происходит в результате попадания в корыто угледатчика металлических и других предметов; износ витков по кромкам — из-за значительного трения при перемещении угля.

Износу подвержены и другие детали конвейерной системы (шестерни, втулки, шайбы) в результате значительных усилий и трения соприкасающихся поверхностей. При ремонте редуктора его подшипники (втулки), имеющие износ, заменяют новыми. Шестерни редуктора, также имеющие значительный предельный износ и излом зубьев, заменяют новыми. Износ зубьев проверяют шаблоном.

После сборки редуктора вращения шестерни регулируют. При

этом шестерни редуктора должны вращаться свободно от руки. Изношенные витки транспортирующих винтов конвейера при подъемном ремонте восстанавливают наплавкой с последующей зачисткой мест наплавки. Трещины в конвейерном винте разделяют перед наплавкой V-образно, так чтобы угол наплавки составлял 60—70°. Перед наплавкой производят местный подогрев винта до 300—400° С с последующим отжигом при температуре 600—700° С.

Разработанные отверстия в шарнирах для болтов и валиков проверяют развертками с заменой болтов и валиков на новые.

Болты шарнирных соединений крепят с таким расчетом, чтобы все они были затянуты натуго, а в соединениях ушков с квадратами не было зазоров. Зазоры между витками транспортирующих винтов и внутренними поверхностями стенки хобота должны соответствовать установленным альбомным размерам. Изношенную часть внутренних стенок стального хобота заменяют путем сварки отдельной вставки и зачисткой заподлицо сварных швов с остальной частью стенок. После сварки больших и промежуточных винтов углеподатчика проверяют длину винтов, которая должна соответствовать альбомному размеру. Удлинение допускается не более 5 мм. При подъемном ремонте паровоза сменный лист корыта (на котором уложен своей передней частью большой винт) при толщине менее 4 мм подлежит замене.

Глава 26

РЕМОНТ ПРОЧЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

§ 101. Ремонт песочницы

К основным неисправностям песочниц следует отнести следующие:

засорение воздухопровода, при этом из труб не поступают под колеса воздух и песок. Продувают трубопровод при снятой форсунке с легким остукиванием его молотком;

песок не проходит в трубопровод по причине засорения форсунок слежавшимся песком. Песок в песочнице разрыхляют;

обрыв песочной трубы и неправильная ее установка по отношению к рельсу. Неисправные песочные трубы ремонтируют или заменяют новыми;

неисправность форсунок и утечка песка в соединениях трубопроводов. Уплотняют фланцы трубопроводов.

При перечисленных неисправностях разбирают форсунки, чистят сопла и проверяют резьбу пробок. Неисправные детали заменяют.

После необходимого ремонта трубопроводов (песочные трубы отжигают и устраняют на них вмятины) трубы или их сопловые

наконечники устанавливают так, чтобы они отстояли на 50—60 мм от головки рельса и на 15—20 мм от круга катания бандажа.

Кран воздушного привода в случае пропуска воздуха притирают. Отверстия форсунок воздушных песочниц прочищают, утечку воздуха устраняют путем постановки прокладок в соединениях с патрубками и люка. Действие форсунки регулируют на стенде по количеству подачи песка.

Установленная на место форсунка при давлении воздуха в главном резервуаре не менее 0,7 МПа должна подать под каждое колесо в 1 мин такое количество песка, которое соответствует установленным нормам.

§ 102. Ремонт скоростемера

В целях обеспечения надежной работы скоростемеров и приводов установлен текущий осмотр с проверкой исправности узлов, привода и в целом скоростемеров с устранением выявленных неисправностей не реже 1 раза в месяц на промывочном ремонте паровозов.

Производится периодический ремонт скоростемеров и приводов к ним с проверкой работы скоростемеров, испытанием их на стенде перед установкой на паровоз.

При оздоровительном ремонте подлежат замене изношенные и поврежденные части скоростемера и его привода.

Машинист паровоза обязан хорошо знать устройство скоростемера и привода и обеспечить его надежную работу. В пути следования необходимо наблюдать по скоростемеру за скоростью движения поезда и не превышать ее; периодически заправлять писцы мелкой наждачной бумагой, а ленту ставить без перекоса; одновременно в случае ослабления болтов крепления скоростемера на кронштейне и перекоса в соединении скоростемера с приводом подтягивать гайки и регулярно смазывать узлы привода. Эти меры позволяют обеспечить исправную работу скоростемера.

Периодически на стоянках следует осматривать привод скоростемера в целях предупреждения погнутости пальцев и кулис редуктора, а в зимнее время — предохранять редуктор от попадания на трубчатую стойку воды, спускать с редуктора воду и не допускать его размораживания. При обнаружении в пути следования наматывания ленты на лентопротяжный барабан или заброс стрелки за деления 150 км, а также явной поломки скоростемера или привода его отключают на первой остановке. Все выявленные неисправности записывают в Журнал технического состояния паровоза. В депо докладывают о выходе из строя скоростемера заместителю начальника по эксплуатации и мастеру цеха по ремонту скоростемеров.

§ 103. Ремонт турбогенератора

Основные неисправности турбогенератора могут быть вызваны следующими причинами: при значительном содержании солей в паре происходит износ регулирующего золотника, сопла и лопаток турбины; слишком плотная посадка шариковых подшипников на вал и в корпус может вызвать расширение внутреннего кольца подшипника и заклинивание шариков; при большой выработке шариковых подшипников может произойти заклинивание якоря, так как его зазор с полюсами составляет 0,5 мм на одну сторону.

При осмотре турбогенератора особое внимание уделяют работе регулирующего устройства, а также центробежного регулятора. В случае отложения накипи между толкателем и валом ротора может произойти заедание регулятора. Устранение этой неисправности связано с разборкой регулятора. Перед пуском турбины на полную мощность ее следует предварительно прогреть незначительным открытием вентиля. Тогда образовавшийся в турбине конденсат выдувается.

Коллектор якоря следует периодически очищать от грязи, а незначительные царапинки устранять путем зачистки коллектора стеклянной бумагой. Нажатие щеток и подбор их по маркам необходимо регулировать на всех видах ремонта паровоза.

Включать нагрузку нужно после вращения вала турбогенератора с постоянной скоростью. Перед включением проверяют состояние коллектора, щеток и электропроводную сеть паровоза.

Смазывание и периодический осмотр турбогенератора производят в соответствии с инструкцией по обслуживанию. Сопротивление изоляции между проводами и землей должно быть не менее 500 тыс. Ом. Турбогенератор паровоза должен обеспечивать устойчивое напряжение 50 ± 3 В при номинальной мощности 1 кВт и частоте вращения 3500 об/мин.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ И РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джавахян Т. В. Локомотивные скоростемеры. Устройство, ремонт и эксплуатация. М.: Транспорт, 1969. 42 с.
2. Залит Н. Н., Вульф В. В. Текущий ремонт паровозов. М.: Трансжелдориздат, 1956. 152 с.
3. Залит Н. Н. Ремонт паровозов. М.: Трансжелдориздат, 1954. 531 с.
4. Тростин Е. А., Калинин С. А., Кореневский М. В. Иллюстрированное пособие паровозному машинисту. М.: Трансжелдориздат, 1953. 280 с.
5. Инструкция по наплавочным и сварочным работам при ремонте паровозов. ЦТ/2301. М.: Транспорт, 1964. 215 с.
6. Инструкция по освидетельствованию, ремонту и формированию колесных пар локомотивов и электросекций. ЦТ/2306. М.: Транспорт, 1964. 163 с.
7. Инструкция по производству теплой промывки и заправки паровозов. ЦТ/2264. М.: Трансжелдориздат, 1963. 39 с.
8. Инструкция по ремонту и обслуживанию автосцепного устройства подвижного состава железных дорог СССР. ЦВ/4006. М.: Транспорт, 1982. 128 с.
9. Инструкция по содержанию и ремонту узлов с подшипниками качения локомотивов и моторвагонного подвижного состава. ЦТ/3781. М.: Транспорт, 1980. 128 с.
10. Инструкция по техническому обслуживанию автоматической локомотивной сигнализации с автостопом, устройством проверки бдительности машиниста и контролем скорости движения поезда (АЛСН). М.: Транспорт, 1980. 38 с.
11. Инструкция по углемазутному отоплению паровозов. ЦТ/2014. М.: Трансжелдориздат, 1959. 12 с.
12. Лугинин Н. Г. Паровоз. Л. — М.: Трансжелдориздат, 1954. 459 с.
13. Лугинин Н. Г. Паровозы серий Е^а и Е^м. М.: Трансжелдориздат, 1947. 272 с.
14. Любов В. Я., Нечаевский М. Р. Подъемочный ремонт паровозов. Опыт Донецкой ж. д. М.: Трансжелдориздат, 1963. 55 с.
15. Бородулин И. П., Ковнер Г. М., Прозоров Н. К. Основы теории, расчет и конструирование локомотивов. М.: Машиностроение, 1969. 263 с.
16. Паровозы: Общий курс конструкций и элементы теории/А. А. Чирков, В. Н. Иванов, В. А. Терновский и др.; Под ред. А. А. Чиркова. М.: Трансжелдориздат, 1953. 695 с.
17. Правила безопасности для работников железнодорожного транспорта на электрифицированных линиях. ЦЭ/3288. М.: Транспорт, 1979. 39 с.
18. Правила депоовского ремонта и содержания паровозов. ЦТ/2283. М.: Транспорт, 1970. 216 с.
19. Правила надзора за паровыми котлами и воздушными резервуарами подвижного состава железных дорог МПС. ЦТ-ЦВ-ЦП/3198. М.: Транспорт, 1975. 63 с.
20. Правила эксплуатации поездной радиосвязи. ЦШ/3074. М.: Транспорт, 1974. 12 с.
21. Ремонт паровозов и паровозных котлов/А. П. Третьяков, Н. К. Прозоров, М. Г. Макеев и др. М.: Высшая школа, 1974. 366 с.
22. Руководство паровозному машинисту. Под ред. Молярчука В. С. М.: Транспорт, 1963. 390 с.
23. Скепский П. И. Паровозы. Конструкция и ремонт. М.: Трансжелдориздат, 1947. 555 с.
24. Технические указания по содержанию и ремонту паровозных турбогенераторов. ЦТТ/07, 1963. 28 с.
25. Хмелевский А. В., Смушков П. И. Паровоз. Устройство, работа и ремонт. М.: Транспорт, 1979. 414 с.

РАЗДЕЛ I. ВВЕДЕНИЕ	3
Глава 1. Общие сведения о локомотивах	3
§ 1. Виды локомотивов	3
§ 2. Схема устройства и рабочий процесс паровоза	5
§ 3. Паровозостроение в России и СССР	9
РАЗДЕЛ II. ПАРОВОЙ КОТЕЛ ПАРОВОЗА	12
Глава 2. Параметры котла, основные части топки	12
§ 4. Конструкция топки	12
§ 5. Крепления топки	18
§ 6. Циркуляционные трубы	21
Глава 3. Цилиндрическая часть котла	22
§ 7. Конструкция цилиндрической части	22
§ 8. Дымогарные и жаровые трубы	23
§ 9. Паровой колпак	25
§ 10. Теплоизоляция и обшивка котла	25
§ 11. Дымовая коробка	25
§ 12. Герметичность дымовой коробки	27
Глава 4. Гарнитура котла	28
§ 13. Колосниковая решетка	28
§ 14. Зольник дверцы, свод	30
§ 15. Дымовытяжное устройство и противопожарное оборудование	34
§ 16. Оборудование паровоза под мазутное и углемазутное отопление	37
Глава 5. Пароперегреватели	40
§ 17. Свойства насыщенного и перегретого пара	40
§ 18. Типы и схемы пароперегревателей	41
Глава 6. Инжектор и питание котла. Водоподготовка	45
§ 19. Водопитательные устройства	45
§ 20. Внутрикотловая обработка воды	49
Глава 7. Арматура паровозного котла. Паропровод и приборы котла	54
§ 21. Контрольные приборы и устройства	54
§ 22. Прочие устройства для обслуживания котла	61
§ 23. Уход за арматурой котла	65
§ 24. Схема паропровода паровоза	66
§ 25. Регулятор	67
§ 26. Паросушители	71
РАЗДЕЛ III. ПАРОВАЯ МАШИНА ПАРОВОЗА	74
Глава 8. Общее устройство и работа	74
§ 27. Принципиальная схема	74
§ 28. Парораспределение и схема кулисного механизма Вальшерта	78
§ 29. Контрпар. Минимальная отсечка	107
Глава 9. Цилиндропоршневая группа	112
§ 30. Паровые цилиндры, их арматура	112
§ 31. Поршни. Уплотнительные кольца	119
Глава 10. Движущий механизм	120
§ 32. Ползуны и параллели	120

§ 33. Дышла	125
§ 34. Дышловые подшипники	131
Глава 11. Конструкция парораспределительного механизма	133
§ 35. Внутренний парораспределительный механизм	133
§ 36. Внешний парораспределительный механизм	134
РАЗДЕЛ IV. ЭКИПАЖНАЯ ЧАСТЬ	142
Глава 12. Колесные пары и буксы	142
§ 37. Экипаж. Колесные пары	142
§ 38. Буксы	147
Глава 13. Рама. Рессорное подвешивание	152
§ 39. Конструкции паровозной рамы	152
§ 40. Рессорное подвешивание	156
Глава 14. Паровозные тележки. Возвращающие устройства и ударно-тяговые приборы	164
§ 41. Паровозные тележки. Возвращающие устройства	164
§ 42. Ударно-тяговые приборы	171
Глава 15. Смазывание трущихся частей	177
§ 43. Централизованная система подачи смазки	177
§ 44. Индивидуальные масленки	185
РАЗДЕЛ V. ТЕНДЕР И СПЕЦИАЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ	190
Глава 16. Тендер	190
§ 45. Устройство тендера	190
§ 46. Будка машиниста	198
Глава 17. Специальное оборудование	199
§ 47. Механический углеподатчик	199
§ 48. Песочница	209
§ 49. Скоростемер	211
§ 50. Турбогенератор	218
§ 51. Электрооборудование	220
§ 52. Радиооборудование и автостоп	221
РАЗДЕЛ VI. РЕМОТ ПАРОВОЗА, ТЕНДЕРА И СПЕЦИАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	225
Глава 18. Организация ремонта паровозов в депо	225
§ 53. Общие сведения	225
§ 54. Виды ремонта	226
§ 55. Организация и управление ремонтом	230
§ 56. Оборудование	233
§ 57. Дефектоскопия	235
Глава 19. Ремонт паровозного котла	236
§ 58. Ремонт топки	236
§ 59. Ремонт цилиндрической части котла и передней решетки	241
§ 60. Ремонт жаровых и дымогарных труб	243
§ 61. Ремонт пароперегревателя	246
§ 62. Ремонт гарнитуры	249
§ 63. Ремонт арматуры	254
Глава 20. Техническое освидетельствование котлов и резервуаров	262
§ 64. Общие сведения по котлонадзору	262
§ 65. Виды технического освидетельствования	264
Глава 21. Ремонт паровой машины	270
§ 66. Ремонт паровых цилиндров	270
§ 67. Ремонт поршневой группы	275
§ 68. Ремонт золотников	282
§ 69. Ремонт направляющих устройств	283
§ 70. Проверка взаимной установки поршневой и направляющей групп	285
§ 71. Ремонт деталей внешнего парораспределительного механизма	286
§ 72. Ремонт дышл	288
§ 73. Проверка движущего механизма	290

	Стр.
§ 74. Ремонт приборов системы централизованного смазывания . . .	291
§ 75. Испытание и регулировка пресс-аппаратов	292
Глава 22. Проверка и регулировка парораспределительного механизма . . .	293
§ 76. Подготовка к проверке	293
§ 77. Проверка кривошипа и контркривошипа	295
§ 78. Ход поршня. Длина поршневого дышла. Вредные пространства . . .	301
§ 79. Центр подвеса кулисы. Переводной вал. Подвески радиальных тяг	305
§ 80. Проверка кулисы и радиальной тяги	309
§ 81. Проверка контркривошипной (эксцентриковой) тяги	312
§ 82. Маятник. Поводок. Тяга маятника	315
§ 83. Общая проверка механизма	317
§ 84. Разметка планки переводного механизма	320
§ 85. Установка золотника	321
§ 86. Проверка установки воздушного реверса	323
Глава 23. Ремонт экипажной части паровоза	325
§ 87. Ремонт паровозной рамы	325
§ 88. Проверка паровозной рамы	331
§ 89. Ремонт ударно-тяговых приборов	334
§ 90. Освидетельствование и ремонт колесных пар	337
§ 91. Ремонт букс с подшипниками скольжения	340
§ 92. Ремонт букс с роликовыми подшипниками	346
§ 93. Ремонт рессорного подвешивания	348
§ 94. Испытание рессор. Регулировка подвешивания	349
§ 95. Особые случаи ремонта	350
§ 96. Ремонт паровозных тележек	352
Глава 24. Ремонт тендера	354
§ 97. Ремонт рамы тендера и тележек	354
§ 98. Ремонт тендерных букс	358
Глава 25. Ремонт механического углеподатчика	359
§ 99. Ремонт паровой машины углеподатчика	359
§ 100. Ремонт винтового транспортера	361
Глава 26. Ремонт прочего специального оборудования	362
§ 101. Ремонт песочницы	362
§ 102. Ремонт скоростемера	363
§ 103. Ремонт турбогенератора	364
Список использованной и рекомендуемой литературы	365

Учебник

Николай Константинович Прозоров, Марк Борисович Вигдорчик

Эдуард Константинович Гребенкин

ПАРОВОЗЫ

Переплет художника Ю. Н. Егорова
Технический редактор М. И. Ройтман
Корректор-вычитчик Е. И. Белукова
Корректор М. В. Деянова

ИБ № 2958

Сдано в набор 28.02.86. Подписано в печать 24.07.86. Т-11074
Формат 60×90^{1/16}. Бум. тип. № 1. Гарнитура литературная. Высокая печать.
Усл. печ. л. 23. Усл. кр.-отт. 23. Уч.-изд. л. 26,34
Тираж 14 000 экз. Заказ № 151. Цена 95 коп.
Изд. № 1-1/3/1 № 2523

Ордена «Знак Почета» издательство «ТРАНСПОРТ», 103064, Москва, Басманный туп., 6а.

Московская типография № 8 Союзполиграфпрома
при Государственном комитете СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли,
101898, Москва, Центр, Хохловский пер., 7.