

Е.П. Гундорова

ТЕХНИЧЕСКИЕ
СРЕДСТВА
ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Утверждено

*Департаментом кадров и учебных заведений МПС России
в качестве учебника для студентов техникумов
и колледжей железнодорожного транспорта*

Москва
2003

УДК 629.4+0.75+621.331+0.75+656.2.073.28(0.75)

ББК 39.22

Г 948

Г 948 Гундорова Е.П. **Технические средства железных дорог:**
Учебник для техникумов и колледжей ж.-д. транспорта. —
М.: Маршрут, 2003. — 496 с.
ISBN 5-89035-078-1

Дано описание основных устройств вагонов, электровозов, тепловозов; приведены основные сведения о системах обслуживания и ремонта подвижного состава; сооружениях и устройствах вагонного и локомотивного хозяйства, а также о системе электроснабжения железных дорог. Изложены вопросы комплексной механизации переработки различных грузов, их типовые схемы. Рассмотрены простейшие приспособления, устройства, машины и механизмы, используемые для переработки различных грузов.

Предназначен для студентов техникумов и колледжей железнодорожного транспорта, будет полезен также специалистам в области организации перевозочного процесса.

УДК 629.4+0.75+621.331+0.75+656.2.073.28(0.75)

ББК 39.22

Рецензенты: зам. руководителя Департамента грузовой и коммерческой работы МПС России А.А. Годовиков; канд. техн. наук, доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой» РГОТУПСа А.М. Орлов; зам. начальника технического отдела Брянского филиала ФГУП «Московская железная дорога» А.И. Бадеев; преподаватель Санкт-Петербургского техникума железнодорожного транспорта Е.П. Кудрявцева.

ISBN 5-89035-078-1

© Е.П. Гундорова, 2003

© Издательство «Маршрут», 2003

© УМК МПС России, 2003

ОТ АВТОРА

Учебник написан в соответствии с требованиями программы дисциплины «Технические средства железных дорог» по специальности Организация перевозок и управление движением на железнодорожном транспорте для техникумов и колледжей МПС России.

Для выполнения перевозочного процесса железные дороги имеют технические средства, состоящие из подвижного состава, железнодорожных сооружений и устройств, к которым относятся:

- железнодорожный путь с необходимым путевым развитием на отдельных пунктах для присема, скрещения, обгона, расформирования, формирования и отправления поездов и выполнения других операций;

- сооружения для посадки, высадки и обслуживания пассажиров;

- устройства для хранения, погрузки и выгрузки грузов;

- устройства автоматики, телемеханики и связи для обеспечения безопасности движения поездов и ускорения производственных процессов;

- сооружения для экипировки и ремонта локомотивов и вагонов;

- устройства электроснабжения, включая тяговые подстанции и контактную сеть на электрифицированных линиях;

- устройства водоснабжения;

- устройства материально-технического снабжения.

В книге рассмотрены:

- общие требования к подвижному составу железных дорог России;

- назначение и типы грузовых и пассажирских вагонов;

- основные элементы вагонов, их назначение и устройство;

- назначение и классификация тормозов подвижного состава;

- классификация локомотивов, их назначение и устройство;

- система электроснабжения железных дорог и требования, предъявляемые к устройствам электроснабжения;

- назначение и техническое оснащение транспортно-складских комплексов;

- типы складов и их назначение;

- комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ при переработке различных грузов;

- классификация, назначение и устройство различных погрузочно-разгрузочных машин и механизмов, области их применения.

Представлены технические характеристики универсальных и специализированных вагонов, вагонов промышленного транспорта, локомотивов, машин и механизмов, используемых при выполнении погрузочно-разгрузочных работ.

Приведенные формулы рекомендуется использовать при выполнении практических работ по данной дисциплине, а также при выполнении расчетов по дипломному проектированию.

Вопросы, отражающие структуру управления на железнодорожном транспорте, рекомендуется преподавателям давать самостоятельно с учетом проводимой реорганизации (на момент изложения данного материала).

Автор выражает благодарность за объективную оценку рукописи учебника рецензентам — заместителю руководителя Департамента грузовой и коммерческой работы МПС России *А.А. Годовикову*, кандидату технических наук, доценту кафедры «Управление эксплуатационной работой» Российского государственного открытого технического университета путей сообщения *А.М. Орлову*, заместителю начальника технического отдела Брянского филиала ФГУП «Московская железная дорога» *А.И. Бадееву*, преподавателю Санкт-Петербургского техникума железнодорожного транспорта *Е.П. Кудрявцевой*.

ВВЕДЕНИЕ

Наша страна располагает мощной транспортной системой, в состав которой входит несколько взаимодействующих видов современного транспорта. Основу транспортной системы составляет железнодорожный транспорт, обладающий огромным перевозочным потенциалом. Железные дороги способны осуществлять регулярные перевозки грузов и пассажиров на различные расстояния, независимо от времени года и суток, при любых погодных и климатических условиях при безусловном обеспечении безопасности движения, сохранности перевозимых грузов и безопасности пассажиров.

История развития Российских железных дорог начинается с момента открытия в 1837 г. первой однопутной железной дороги общего пользования протяженностью 27 км между Петербургом и Царским Селом. Дорога не имела существенного экономического значения, однако показала целесообразность и возможность применения в России нового вида транспорта (для того времени) — железнодорожного. Крупнейшим достижением русского инженерного искусства была постройка в 1851 г. Петербурго-Московской железной дороги — первой по длине двухпутной магистрали в мире протяженностью 650 км.

Отмена в 1861 г. крепостного права и последующие экономические реформы обусловили необходимость создания в России эффективной транспортной системы, которая бы способствовала развитию промышленности и сельского хозяйства, освоению новых районов и укреплению связей между ними. В этот период времени началось формирование железнодорожной сети. Были построены железные дороги: Московская, Транссибирская, Закаспийская, Мурманская; в Европейской части страны была создана разветвленная сеть железных дорог в единой технологической системе. К началу XX века по протяженности железных дорог Россия занимала второе место в мире.

Важнейшим этапом в развитии сети железных дорог России стало строительство Великой Транссибирской магистрали (в период с 1891 по 1916 гг.), протянувшейся от Урала до Тихого океана.

На всех этапах развития железнодорожного транспорта изменялось его техническое оснащение. Основным тяговым подвижным составом на сети дорог России до 1920-х гг. XX века были паровозы. В 1924 г. было освоено производство первого в мире

отечественного тепловоза с электрической передачей Щ^{ЭЛ}-1, а в 1932 г. был выпущен первый советский электровоз постоянного тока ВЛ19, построенный на Московском заводе «Динамо».

В 1926 г. были электрифицированы первые пригородные участки железных дорог в Москве и Баку, а к 1940 г. электрифицировано было уже 1870 км железнодорожных линий.

В России первые серийные грузовые вагоны начали выпускать в 1846 г. Они были четырехосными на двух двухосных тележках, но рамы и кузова вагонов были деревянными, что значительно снижало их грузоподъемность, поэтому было решено перейти на бестележечные двухосные вагоны. С 1928 г. промышленность начинает выпуск четырехосных грузовых вагонов. Только в 1965 г. двухосные вагоны были исключены из обращения на железных дорогах нашей страны.

В 1930—1940 гг. создаются и внедряются автосцепка СА-3 и пневматические тормоза отечественных конструкций. В 1940 г. половина вагонного парка была оборудована автосцепкой, а новые вагоны выпускались только с такой автосцепкой. Одновременно развернулось строительство четырехосных пассажирских вагонов.

В годы Великой Отечественной войны и послевоенный период железнодорожный транспорт прошел большой и сложный путь военных потрясений, разрухи и восстановления.

Послевоенная реконструкция железнодорожного транспорта осуществлялась на основе широкого внедрения электрической и тепловозной тяги, обновления парка подвижного состава, усиления железнодорожного пути, механизации работы сортировочных станций, внедрения новейших средств автоматики, телемеханики и связи.

Локомотивный парк регулярно обновляется за счет внедрения электровозов ВЛ23, ВЛ60, ВЛ80 (различных модификаций), ВЛ65, тепловозов ТЭ2, ТЭ3, 2ТЭ10Л, ТЭП60 и др. Вагоностроительные заводы выпускают новые четырехосные, восьмиосные грузовые вагоны, увеличивается парк специализированных вагонов и контейнеров. К 1957 г. весь вагонный парк оборудуется автосцепкой, а к 1959 г. — автотормозами. Значительная доля грузовых вагонов производится с металлическим кузовом.

В настоящее время протяженность Российских железных дорог составляет 86 тыс. км. Основными задачами железнодорожного транспорта являются: обеспечение перевозочного процесса и сокра-

щении транспортных затрат, а также ускорение доставки груза от производителя к потребителю при условии обеспечения сохранности перевозимых грузов, сокращение времени поездки пассажиров при улучшении комфортности поездки и культуры обслуживания.

Для совершенствования работы железнодорожного транспорта разработана Комплексная программа реорганизации отрасли на период до 2010 г. Важной составной частью данной программы являются подпрограммы «Локомотивы» и «Грузовые вагоны», которые предусматривают системный подход к обеспечению нарастающих объемов перевозок тяговыми и вагонными ресурсами.

Эксплуатируемые сегодня на сети дорог локомотивы и грузовые вагоны построены по техническим требованиям 1960-х гг. и по существу являются подвижным составом старого поколения, для которого характерны высокие затраты на обслуживание и ремонт, а также недостаточный уровень надежности.

При освоении современных технологий по выпуску локомотивов (тепловозов и электровозов) нового поколения предусмотрено увеличение мощности тяговых двигателей, срока службы, пробега до списания, а также использование микропроцессорных систем управления с энергооптимальным автоведением и диагностикой, а для вагонов нового поколения — повышение грузоподъемности, конструктивной скорости, срока службы. Для локомотивов и вагонов нового поколения предусмотрено увеличение межремонтного пробега.

Основой для разработок подвижного состава нового поколения является принцип модульной компоновки с рациональной унификацией узлов и систем, снижающей стоимость этой техники и ее разработки. Локомотивы и грузовые вагоны нового поколения следует создавать на основе унифицированных базовых проектов.

Базовыми электровозами нового поколения должны стать опытные электровозы ЭП10 и ЭП200, созданные в последние годы отечественной промышленностью. Производство шестиосного электровоза ЭП10 двойного питания осваивается совместно с фирмой «Адтранц» (Швейцария). Проверенные на этом локомотиве решения по двум системам тока (3 кВ постоянного и 25 кВ переменного) станут основой для электровозов переменного и постоянного тока.

Электровоз ЭП200 создан на Коломенском локомотивостроительном заводе на базе экипажной части тепловоза ТЭП80, испы-

танной на скорости более 270 км/ч и показавшей вдвое меньшее динамическое воздействие на путь по сравнению с электровозом ЧС200. На этой основе будут позднее созданы мощные скоростные электровозы с максимальной скоростью до 250 км/ч.

Ведется работа по созданию и освоению выпуска конструкций для грузовых вагонов нового поколения. Разрабатываются конструкционные материалы для кузовов вагонов нового поколения в соответствии с родом перевозимого груза и специализацией вагонов. Исследуются направления повышения хладостойкости и трещиностойкости стального литья для тележек грузовых вагонов. Произведена выплавка опытных образцов стали и оценено влияние содержания углерода и легирующих элементов в ней. Выпущена уже опытная партия вагонных осей из непрерывно литой вакуумированной стали.

На Уралвагонзаводе изготовлено два опытных полувагона нового поколения: с глухим кузовом и универсальный. На Брянском машиностроительном заводе построена скоростная платформа (на 140 км/ч) для перевозки двух 40-футовых контейнеров на направлении Находка—Москва—Брест. На Великолукском локомотиворемонтном заводе работают над созданием хошперов для инертных строительных материалов и окатышей с новыми разгрузочными устройствами.

Для выполнения требований по сохранности перевозок грузов, механизации погрузочно-разгрузочных работ используются специализированные вагоны и современные средства механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных работ.

Раздел I. ВАГОНЫ И ВАГОННОЕ ХОЗЯЙСТВО

Глава 1. Подвижной состав железных дорог

1.1. Общие требования к подвижному составу

Подвижной состав, в том числе специальный самоходный, должен своевременно проходить планово-предупредительные виды ремонта, техническое обслуживание и содержаться в эксплуатации в исправном состоянии, обеспечивающем его бесперебойную работу, безопасность движения.

Предупреждение появления неисправностей и обеспечение установленных сроков службы подвижного состава должно быть главным в работе лиц, ответственных за его техническое обслуживание и ремонт. Пассажирские вагоны на тележках ЦМВ могут следовать в поездах со скоростью не более 120 км/ч (ПТЭ, глава 9).

Дополнительные требования к подвижному составу, который обращается в пассажирских поездах со скоростью более 140 км/ч, устанавливаются соответствующей инструкцией МПС России.

Типы и основные характеристики вновь строящегося подвижного состава утверждаются в порядке, установленном МПС России.

Техническое задание на вновь строящийся подвижной состав утверждается поставщиком по согласованию с МПС России, а чертежи узлов и деталей и технические условия — поставщиком по согласованию с соответствующими департаментами Министерства путей сообщения России.

Каждый вагон независимо от типа и вида должен обладать необходимой прочностью при минимальной массе, быть простым и дешевым в изготовлении, а также удобным и экономичным в эксплуатации.

Подвижной и специальный подвижной состав подлежат в соответствии с законодательством Российской Федерации обязательной сертификации в рамках Системы сертификации на федеральном железнодорожном транспорте (ССФЖТ).

Все элементы вагонов по прочности, устойчивости и состоянию должны обеспечивать безопасное и плавное движение поездов с наибольшими скоростями, установленными МПС России. Вновь строящиеся вагоны должны обеспечивать безопасное и плавное

движение поездов с наибольшими конструкционными скоростями перспективных локомотивов, предназначенных для обслуживания соответствующих категорий поездов.

Вагоны, не имеющие переходных площадок, должны иметь специальные подножки и поручни.

Вносить изменения в конструкции основных узлов принятого в эксплуатацию подвижного состава, в том числе специального самоходного, допускается только с разрешения соответствующих департаментов МПС России.

Подвижной состав должен удовлетворять требованиям габарита, установленного государственным стандартом.

Вновь построенный, а также прошедший капитальный ремонт подвижной состав, том числе специальный самоходный, до сдачи его в эксплуатацию на железную дорогу должен быть испытан и принят от завода-поставщика в порядке, установленном МПС России.

Каждая единица подвижного состава, в том числе специального самоходного, должна иметь следующие *отличительные четкие знаки и надписи*: технический знак Российских железных дорог, инициалы железной дороги (кроме вагонов), номер (для пассажирских вагонов содержит код дороги приписки), табличку завода-изготовителя с указанием даты и места постройки, дату и место производства установленных видов ремонта, вес тары (кроме локомотивов и специального самоходного подвижного состава). Кроме того, должны быть нанесены следующие надписи: *на локомотивах, моторвагонном подвижном составе и специальном самоходном подвижном составе* — конструкционная скорость, серия, наименование депо или другого предприятия приписки, таблички и надписи об освидетельствовании резервуаров, контрольных приборов и котла; *на пассажирских вагонах, моторвагонном подвижном составе и специальном самоходном подвижном составе*, на котором предусматривается доставка работников к месту производства работ и обратно, — число мест; *на грузовых вагонах* — грузоподъемность. *На тендерах паровозов* должны быть обозначены серия, номер и инициалы железной дороги приписки.

Другие знаки и надписи на подвижном составе и специальном подвижном составе наносятся в порядке, установленном МПС России.

На каждый локомотив, вагон, единицу моторвагонного и специального подвижного состава должен вестись технический паспорт (формуляр), содержащий важнейшие технические и эксплуатационные характеристики.

Технические требования к специальному подвижному составу и съемным подвижным единицам, а также порядок их технического обслуживания, ремонта и эксплуатации устанавливаются МПС России.

1.2. Габариты на железнодорожном транспорте

Подвижной состав, в том числе и вагоны, строятся по определенному габариту. Соблюдение габаритов на железнодорожном транспорте является одним из важнейших условий обеспечения безопасности движения поездов. Локомотивы и вагоны должны свободно проходить по железнодорожному пути мимо различного рода путевых сооружений, станционных платформ, зданий и других устройств, а также не задевать подвижной состав, расположенный на смежных путях, и различные искусственные сооружения. Это требование обеспечивается соблюдением установленных государственным стандартом габаритов приближения строений и подвижного состава. На железнодорожном транспорте введен ГОСТ 9238-83 на габариты приближения строений и подвижного состава для линий со скоростями движения не более 160 км/ч (для линий и участков со скоростями движения поездов свыше 160 км/ч габаритные нормы устанавливаются специальными указаниями МПС). Этот ГОСТ распространяется на железные дороги общей сети колеи 1520 мм (для новых линий) и колеи 1524 мм (для существующих линий впредь до перевода их на колею 1520 мм), а также на подъездные пути железных дорог и промышленных предприятий.

Габаритом приближения строений (рис. 1.1) называется предельное поперечное (перпендикулярное оси пути) очертание, внутрь которого помимо подвижного состава не должны заходить никакие части сооружений и устройств. Исключения составляют лишь те устройства, которые предназначены для непосредственного взаимодействия их с подвижным составом (вагонные замедлители в рабочем состоянии, контактные провода с деталями крепления и др.).

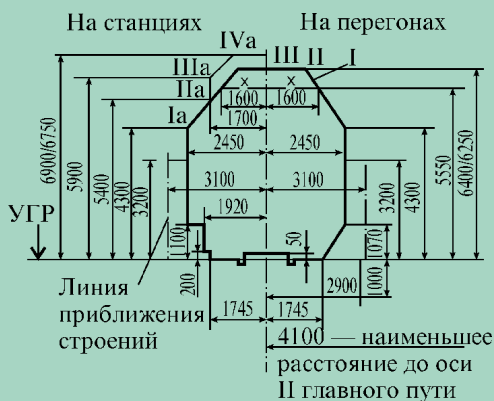


Рис. 1.1. Габарит приближения строений С: УГР — уровень верха головки рельса; x — для сооружений и устройств на путях, где электрификация исключена

которой соответствует очертанию габарита С. Свободный проход рамы около сооружений и устройств свидетельствует о соблюдении габарита С. Габаритные расстояния по высоте принимаются от уровня верха головки рельса, горизонтальные расстояния — от оси пути. Очертание I—II—III установлено для перегонов, а также для путей на станциях (в пределах искусственных сооружений), на которых не предусматривается стоянка подвижного состава. Очертание Ia—IIa—IIIa—IVa предусмотрено для остальных путей станций. Высота габарита указана дробью: числитель — для контактной подвески с несущим тросом, знаменатель — для контактной подвески без несущего троса. Ширина габарита приближения строений С составляет 4900 мм. Размер 1100 мм означает расстояние от головки рельса до пола высокой пассажирской платформы, а размер 1920 мм — расстояние от оси пути до края платформы. Для низкой платформы эти размеры составляют соответственно 200 и 1745 мм. В габарите на перегонах на расстоянии от оси пути 1745 мм предусмотрен уступ высотой 1070 мм от головки рельса для перил на мостах, эстакадах и других искусственных сооружениях.

Расстояние от оси пути до линии приближения строений (вновь строящихся зданий, заборов, опор контактной сети и линий связи)

Установлен единый габарит приближения строений С, который учитывает использование электрической тяги, применение новых стрелочных переводов и вагонных замедлителей, механизацию путевых работ и др.

Для проверки соблюдения габаритов приближения строений применяется устанавливаемая на платформе специальная габаритная рама, представляющая собой деревянную конструкцию, внешний контур

установлено 3100 мм. Не допускается укладывать фундаменты, трубопроводы, кабели и другие, не относящиеся к пути, сооружения в пределах 1000 мм от уровня головки рельсов по вертикали и на протяженности 2900 мм от оси пути по горизонтали.

Государственным стандартом установлен также габарит C_{II} , отличающийся от габарита C отдельными размерами (например, по высоте, составляющей для габарита C_{II} 5500 мм). Требованиям этого габарита должны удовлетворять сооружения и устройства депо, мастерских, грузовых дворов, складов, портов, промышленных предприятий, а также между территориями этих предприятий, т.е. в местах, где скорости движения сравнительно невысоки.

Габаритом подвижного состава (рис. 1.2) железных дорог называется предельное поперечное (перпендикулярное оси пути) очертание, в котором, не выходя наружу, должен помещаться груженный и порожний подвижной состав, установленный на прямом горизонтальном пути.

Габариты подвижного состава подразделяют на **строительные и эксплуатационные**.

Габарит, за который не должен выходить новый (вновь построенный) подвижной состав в проектном положении, расположенный на прямом горизонтальном пути, когда его продольная ось совпадает с осью пути, называют **строительным габаритом** подвижного состава.

Габарит, за который не должен выходить стоящий на прямом горизонтальном пути вагон в эксплуатации, т.е. вагон, уже имеющий допустимые износы и другие отклонения, называется **эксплуатационным габаритом** подвижного состава.

Габарит подвижного состава неразрывно связан с размерами колеи железных дорог:

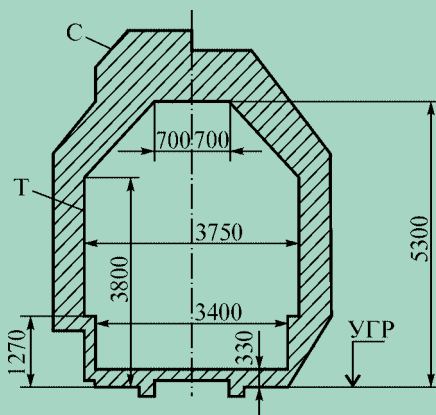


Рис. 1.2. Совмещенные габариты приближения строений и подвижного состава

чем шире колея, тем шире и выше может быть подвижной состав, обращающийся по этой колее.

ГОСТ установлены габариты подвижного состава I-T и T для железных дорог СНГ, Монголии и габариты I-ВМ, О-ВМ, 02-ВМ и 03-ВМ — для подвижного состава, допускаемого к обращению как по железным дорогам СНГ колеи 1520 (1524) мм, так и по железным дорогам зарубежных стран колеи 1435 мм.

Подвижной состав габарита I-T допускается к обращению по всем путям общей сети железных дорог СНГ, подъездным путям и путям промышленных предприятий, а габарит T — по путям общей сети железных дорог СНГ, подъездным путям и путям промышленных предприятий, сооружения и устройства на которых отвечают требованиям габаритов С и С_{II}. Основные данные о габаритах подвижного состава приведены в таблице.

Единые габариты подвижного состава

Габарит	Высота, мм	Ширина, мм	Назначение
1-T	5300	3400	Для сети железных дорог СНГ, Балтии и Монголии
T	5300	3750	
1-ВМ	4700	3400	Для железных дорог СНГ, Балтии и европейских стран
0-ВМ	4650	3250	
02-ВМ	4650	3150	
03-ВМ	4280	3150	Для железных дорог СНГ, Балтии, европейских и азиатских стран

Основным габаритом подвижного состава является габарит T. Между габаритами подвижного состава T и приближения строений С (см. рис. 1.2), а также между габаритами смежных подвижных составов оставляется некоторое пространство, предназначенное для смещений подвижного состава, которые вызываются допускаемыми отклонениями в состоянии отдельных элементов пути, а также боковыми колебаниями и наклонами подвижного состава на рессорах (подвижной состав при поперечном смещении или наклоне не должен задевать за какие-либо части сооружений и устройств).

Расстояния между осями смежных путей определяются условиями обеспечения безопасности движения поездов, личной безопас-

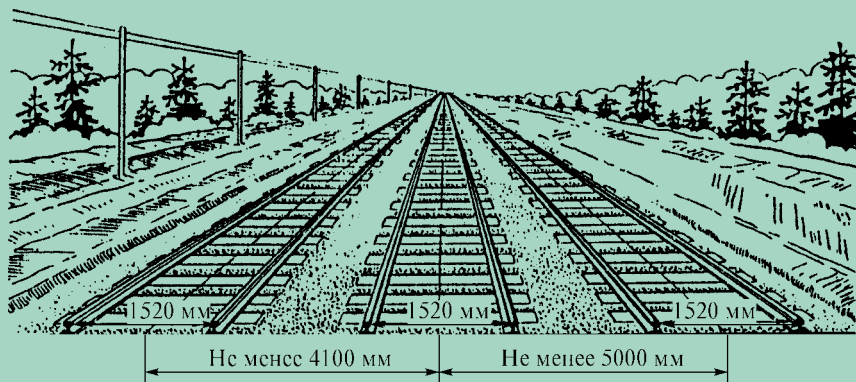


Рис. 1.3. Расстояния между осями путей на прямых участках перегона

ности людей, находящихся на междупутьях (рис. 1.3). При этом учитываются соответствующие размеры габаритов подвижного состава и приближения строений. Согласно ПТЭ (глава 2) расстояния между осями путей (междупутья) на прямых участках должны быть не менее указанных ниже, мм:

на перегонах двухпутных линий	4100
на трехпутных и четырехпутных линиях между осями второго и третьего путей	5000
на станциях между осями смежных путей	4800
на путях второстепенных и грузовых дворов	4500

Расстояние между осями второго и третьего путей 5000 мм позволяет оставить на междупутье инвентарь и инструмент для ремонта пути при следовании поездов по второму и третьему путям.

Расстояние между осями путей, предназначенных для непосредственной перегрузки грузов из вагонов в вагон, может быть допущено 3600 мм.

В кривых участках размеры междупутья, а также расстояния между осями пути и габаритом приближения строений зависят от радиуса кривой, скорости движения, месторасположения кривой (перегон или станция) и других факторов и устанавливаются по нормам, приведенным в указаниях МПС России по применению габаритов приближения строений.

1.3. Надежность подвижного состава

Безопасность движения поездов в большой мере зависит от надежности агрегатов, узлов и деталей подвижного состава. **Надежность подвижного состава** — это свойство его выполнять заданные функции, сохраняя эксплуатационные показатели в заданных пределах в течение требуемого промежутка времени или установленного пробега. Надежность подвижного состава обеспечивается не только правильным проектированием и расчетом, точным изготовлением и сборкой, но и в значительной степени рациональной эксплуатацией, техническим обслуживанием и своевременным и высококачественным ремонтом.

Важным понятием в теории надежности является понятие **отказ**. **Отказ** — это нарушение работоспособности объекта вследствие поломки, деформации, износа деталей; нарушение в работе механизмов или узлов, ослабление креплений, прекращение подачи смазки, связанных с некачественным несвоевременным ремонтом. Отказы многообразны, они встречаются в процессе эксплуатации подвижного состава. Отказы как всякие случайные события могут быть независимые и зависимые. **Независимый** отказ — это такой, появление которого не связано с возникновением других отказов. Отказ, появление которого связано с другими отказами, называется **зависимым**. Отказ, до устранения которого использование подвижного состава по назначению невозможно, называется **полным**. Если, несмотря на отказ, остается возможность частичного использования подвижного состава по назначению, то такой отказ называется **частичным**.

Следует различать также внезапные и постепенные отказы. **Внезапный** отказ может наступить неожиданно и характеризуется скачкообразным изменением одного или нескольких заданных параметров объекта. **Постепенный** отказ характеризуется постепенным изменением одного или нескольких заданных параметров. В конструкциях подвижного состава такие отказы обычно возникают в результате изнашивания, старения, коррозии или усталостных разрушений.

Надежность подвижного состава обуславливается его безотказностью, сохраняемостью, ремонтпригодностью, а также долговечностью его частей.

Безотказность — это свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторого времени или некоторой

наработки, характеризующейся продолжительностью или объемом работы объекта в ч, т, м³, км или других единицах.

Состояние объекта, при котором он способен выполнять определенные функции, сохраняя значения заданных параметров в пределах, установленных нормативно-технической документацией, называется *работоспособным состоянием*.

Долговечность — это свойство объекта сохранять работоспособность до наступления предельного состояния с необходимыми перерывами для технического обслуживания и ремонтов. Чем долговечнее элементы подвижного состава, тем при прочих равных условиях выше его надежность. Предельное состояние вагона или локомотива, определяемое невозможностью его дальнейшей эксплуатации, может быть результатом износа их базовых элементов (например: рама, кузов) до такой степени, когда ремонт согласно действующим правилам ремонта и техническим условиям невозможен или нецелесообразен. Показателем долговечности вагона является срок работы его между заводскими ремонтами.

Сохраняемость — это свойство объекта непрерывно сохранять исправное и работоспособное состояние в течение и после хранения и (или) транспортирования в заданных условиях. Срок, в течение и после которого сохраняются значения заданных показателей в установленных пределах, называется *сроком сохраняемости*.

Ремонтопригодность — свойство объекта, заключающееся в приспособленности его конструкции к предупреждению, обнаружению и устранению отказов и неисправностей путем проведения технического обслуживания и ремонтов. Ремонтопригодность подвижного состава оценивают продолжительностью восстановления его работоспособности, а также затратами труда и средств на предупреждение, обнаружение и устранение неисправностей и отказов.

Глава 2. Общие сведения о вагонах

2.1. Назначение и классификация вагонов

Вагоном называется единица подвижного состава железных дорог, предназначенная для перевозки пассажиров или грузов.

По назначению вагоны разделяют на грузовые и пассажирские.

К **грузовым вагонам** относятся крытые вагоны, полувагоны, платформы, цистерны, изотермические и вагоны специального назначения, служащие для перевозки определенных видов грузов (цементовозы, транспортеры, специализированные цистерны, вагоны для технических нужд, перевозки скота, живой рыбы и др.).

Парк **пассажирских вагонов** состоит из вагонов дальнего следования, межобластного и пригородного сообщения.

По условиям эксплуатации различают вагоны **магистральные, промышленного и городского транспорта**.

В зависимости от ширины колеи вагоны бывают нормальной (1520 мм) и узкой колеи (750, 900 и 1060 мм).

По габариту подвижного состава различают вагоны, предназначенные для обращения по всей железнодорожной сети страны; вагоны, обращение которых допустимо только на реконструированных участках дорог РФ, и вагоны для международных сообщений.

По конструкции кузова, материалу и технологии изготовления вагоны подразделяются на **цельнометаллические** и **вагоны с металлическим каркасом кузова** и деревянной обшивкой, а также сварные и клепаные; по числу осей — на четырех-, шести-, восьми- и многоосные.

Большинство грузовых вагонов четырехосные. Имеется незначительное количество шестиосных полувагонов, а также восьмиосных полувагонов и цистерн.

В качестве пассажирских в основном используются четырехосные цельнометаллические вагоны, обладающие большой прочностью и достаточно высокой комфортабельностью. Цельнометаллические вагоны, кроме багажных, имеют генераторы для выработки электроэнергии при движении поезда, принудительно-вытяжную вентиляцию, а некоторые из них — установки для кондиционирования воздуха, водяное, комбинированное или электрическое отопление.

2.2. Основные элементы вагонов

Каждый вагон состоит из ходовых частей, рамы, кузова, ударно-тяговых приборов и тормозов (рис. 2.1).

К **ходовым частям** относятся тележки с колесными парами, буксами, подшипниками, рессорами или пружинами. Ходовые части должны обеспечивать движение вагона по рельсовому пути с необходимой плавностью и наименьшим сопротивлением движению.

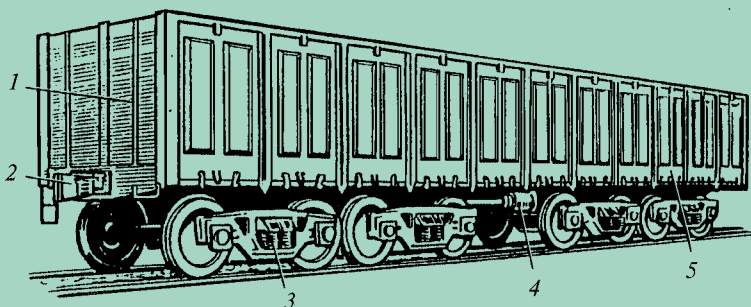


Рис. 2.1. Восьмиосный полувагон грузоподъемностью 125 т:
 1 — кузов; 2 — автосцепное устройство; 3 — двухосная тележка; 4 — тормозное оборудование; 5 — рама кузова

Тележки обеспечивают более свободное движение длинных вагонов по кривым участкам пути небольшого радиуса, необходимую плавность хода при уменьшении сопротивления движению. Рессоры и пружины служат для смягчения толчков, воспринимаемых вагоном от неровностей пути и поверхностей катания колес. Совокупность всех рессор, пружин и других упругих элементов, связывающих колесные пары с рамой тележки или кузовом, называется рессорным подвешиванием.

Рама вагона является основанием кузова и состоит из жестко соединенных между собой продольных и поперечных балок. На раме крепятся кузов, ударно-тяговые приборы, части автоматического и ручного тормозов, а в пассажирских вагонах — и электрооборудование, узлы системы кондиционирования воздуха. Рамы отличаются одна от другой в зависимости от конструкции и назначения вагона, но все они должны быть достаточно прочными, способными воспринимать нагрузки от кузова, тяговые, ударные, тормозные усилия, давление ветра и другие нагрузки (вертикальные и горизонтальные), возникающие при движении вагона. В цельнометаллических вагонах рама является одним из основных элементов кузова, представляющего собой единую несущую конструкцию.

Кузовом вагона называется часть вагона, расположенная над рамой и служащая для размещения грузов или пассажиров. У крытых грузовых и пассажирских вагонов кузов состоит из боковых и торцевых стен, пола и крыши, у полувагонов — из боковых, торцевых

стен или дверей и пола, а у платформ — из бортов и пола. У цистерн кузовом является цилиндрический резервуар, называемый котлом. Кузов вагона крепится на раме или составляет с ней одно целое.

Ударно-тяговые приборы служат для сцепления вагонов и локомотива, удержания их на определенном расстоянии друг от друга, а также для передачи силы тяги от локомотива к вагонам и смягчения ударов, возникающих при сцеплении или набегании вагонов в поезде. Ударно-тяговые приборы состоят из автосцепного устройства.

Тормоз — это устройство на подвижном составе, с помощью которого создается сопротивление движению поезда или отдельного вагона, необходимое для остановки поезда или регулирования его скорости.

Тормоза бывают *ручные* и *автоматические*. Вагоны грузового и пассажирского парков оборудованы автоматическими тормозами, кроме этого, все пассажирские и часть грузовых вагонов — дополнительно ручными.

2.3. Техничко-экономические характеристики вагонов

Для грузовых вагонов *основными характеристиками* являются: оснoсть, грузоподъемность, линейные размеры, масса тары или просто тара, коэффициент тары, нагрузка от колесной пары на рельсы, нагрузка на 1 м пути (погонная нагрузка), удельный объем, удельная площадь.

Оснoсть определяется общим числом колесных пар (осей) данного вагона.

Грузоподъемностью грузового вагона называется наибольшая масса перевозимого груза, на которую рассчитана его конструкция.

Линейные размеры определяют базу вагона и его тележки, длину по осям сцепления автосцепок, длину и ширину кузова и высоту его от головки рельса. **Базой вагона** называется расстояние между центрами пятников вагона, **базой тележки** — расстояние между центрами осей колесных пар двухосной тележки, а у трех- и четырехосной — расстояние между центрами крайних осей. Базу вагона определяют исходя из условий вписывания в кривые и устойчивости вагона на рельсовом пути. Она зависит от длины и ширины вагона, а также от наименьших радиусов кривых участков пути.

Тара вагона — это масса всех его частей (в порожнем состоянии), включая тележки и колесные пары. Тара определяется взвешиванием на специальных вагонных весах и указывается на боковых балках вагона.

Коэффициент тары показывает массу тары вагона, приходящуюся на 1 т его грузоподъемности. Он является сравнительным показателем экономичности вагонов различных типов и разной грузоподъемности. Для современных четырехосных вагонов коэффициент тары равен 0,33—0,38. Чем меньше этот показатель при одинаковой прочности конструкции, тем экономически выгоднее данный вагон в эксплуатации.

Допускаемая нагрузка от колесной пары на рельсы зависит главным образом от типа рельсов, числа шпал, уложенных на 1 км пути, рода балласта и скорости движения поездов. С 1980 г. установлена наибольшая нагрузка от колесной пары на рельсы — 228 кН (23,25 тс). Данная нагрузка служит исходным параметром при проектировании новых вагонов.

Погонная нагрузка определяется отношением массы брутто вагона к длине его по осям сцепления и измеряется в тоннах на 1 м (т/м). Пополнение вагонного парка большегрузными вагонами с увеличенными погонными нагрузками — один из эффективных путей повышения провозной способности дорог. Такие вагоны позволяют формировать поезда увеличенной массы при существующих длинах станционных путей. Допустимая погонная нагрузка регламентируется несущей способностью мостов и других искусственных сооружений. В современных условиях предусматривается повышение погонных нагрузок путем внедрения восьмиосных вагонов.

Объем вагона определяется внутренними геометрическими размерами кузова и характеризует вместимость вагона. Он рассчитывается по объемному весу наиболее массовых грузов, перевозимых в вагонах данного типа.

Для сравнительной оценки экономичности вагонов различных типов и размеров обычно пользуются удельным объемом, определяемым как частное от деления полного объема вагона в кубических метрах на грузоподъемность в тоннах. Для крытых и изотермических вагонов удельный объем составляет 1,8—2,5 м³/т, для полувагонов и цистерн — 1—1,4 м³/т.

Удельная площадь для платформ определяется делением площади пола в квадратных метрах на грузоподъемность в тоннах.

Для **пассажирских вагонов** основными показателями экономичности являются число мест и отношение тары к числу перевозимых пассажиров. Это отношение зависит от конструкции вагона и предоставляемых пассажиру удобств. Для вагонов пригородных поездов экономичность определяют тарой, приходящейся на 1 м² площади пола, так как в этих вагонах принимаются во внимание места не только для сидения пассажиров, но и для стояния.

2.4. Пассажирский парк вагонов

Пассажирский парк (рис. 2.2) составляют вагоны, предназначенные для перевозки пассажиров (пассажирские), а также почтовые, багажные, вагоны-рестораны и служебно-технические (служебные, вагоны-лаборатории, санитарные, вагоны-клубы и другие пассажирские вагоны специального назначения).

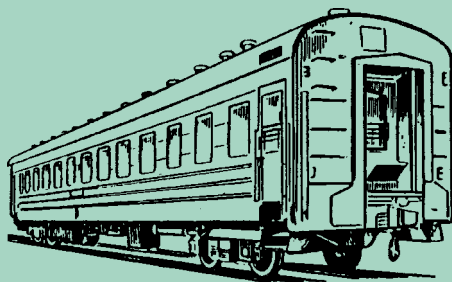


Рис. 2.2. Цельнометаллический пассажирский четырехосный вагон

Парк пассажирских вагонов делится на **рабочий**, участвующий в перевозках пассажиров, и **нерабочий**, в который входят неисправные вагоны, используемые для технических нужд. Все вагоны пассажирского парка приписаны к дорогам в количестве, устанавливаемом

МПС. Вагоны пассажирского парка либо постоянно обращаются в пределах дороги (местное и пригородное сообщения), либо после каждого рейса вновь возвращаются на дорогу, к которой они приписаны (дальнее сообщение). Кроме того, пассажирские вагоны приписывают к определенному депо, которое осуществляет их ремонт и техническое обслуживание. Трафарет о приписке вагона к тому или другому депо наносится на торцевую стену вагона.

Пассажирские вагоны имеют кузова с окнами, дверьми, тамбурами, помещением для пассажиров; туалетными отделениями. Пассажирские поезда, сформированные из вагонов пассажирского

парка, в соответствии с назначением и дальностью перевозок подразделяют на дальние, следующие на расстояния свыше 700 км, местные — до 700 км и пригородные — до 150 км. Внутреннее устройство и оборудование вагонов этих видов поездов различные.

Вагоны, предназначенные для перевозки пассажиров на большие расстояния, имеют жесткие и мягкие полки для лежания, багажные полки, системы водоснабжения, отопления, вентиляции и освещения, а также другие устройства, обеспечивающие необходимые удобства для пассажиров. По внутренней планировке вагоны делятся на **купи-рованные** и **некупированные** (открытые). Купированные вагоны подразделяются на **жесткие, мягкие, мягко-жесткие**. В последних — одна половина вагона имеет жесткие диваны, а другая — мягкие.

Вагоны пригородного и местного сообщений, находящиеся в пути сравнительно короткое время, рассчитаны на максимальную вместимость. В них устанавливаются жесткие, мягко-жесткие диваны или мягкие кресла (внутренних перегородок нет).

Внутреннее устройство почтовых, багажных, специальных вагонов и вагонов-ресторанов определяется их назначением. Вагоны-рестораны предназначены для обеспечения питанием пассажиров в пути следования, почтовые — для перевозки писем, посылок и другого почтового груза, а багажные — для багажа.

2.5. Грузовой парк вагонов

Важное значение для организации эксплуатационной работы имеет структура вагонного парка, которая должна отражать структуру перевозимых грузов. Специализация вагонов является экономически выгодной, главным образом за счет сокращения простоев при погрузке, выгрузке и механизации этих операций, высокой сохранности перевозимых грузов, лучшем использовании их грузоподъемности и вместимости.

Грузовой парк составляют крытые вагоны, полувагоны, платформы, цистерны, изотермические и вагоны специального назначения (передвижные мастерские, контрольные платформы для проверки вагонных весов, снегоочистители, а также другие вагоны, приспособленные для технических и бытовых нужд железных дорог). Каждый из перечисленных видов вагонов предназначен для перевозки

определенных грузов. Конструкция грузового вагона должна обеспечивать сохранность груза, удобство погрузки и выгрузки и наибольшую вместимость.

Крытые вагоны (рис. 2.3) предназначены для перевозки требующих защиты от атмосферных воздействий тарно-упаковочных, высокоценных грузов: различных пищевых продуктов, промышленных товаров, приборов, станков, зерна и др. В крытых вагонах специального назначения перевозят скот, птицу. Крытые вагоны оборудованы люками и задвижными дверьми, обеспечивающими погрузку и выгрузку грузов, вентиляцию и очистку кузовов.

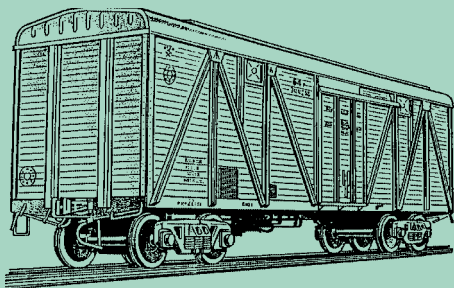


Рис. 2.3. Крытый вагон с деревянной обшивкой кузова

На сети дорог эксплуатируются четырехосные крытые вагоны.

Полувагоны предназначены для перевозки навалочных грузов: угля, руды, кокса, флюсов, а также длинномерных грузов — леса, металлопроката. Они являются основным типом вагонов грузового парка, так как имеют наиболее высокие показатели использования. Полувагон имеет открытый кузов, удобный для погрузки и выгрузки. В полу таких вагонов имеются люки для разгрузки сыпучих материалов и поэтому они называются саморазгружающимися. В эксплуатации находятся четырехосные полувагоны, а также небольшое количество шести- и восьмиосных полувагонов (см. рис. 2.1).

Платформы служат для перевозки лесных, сыпучих, штучных и тарных грузов, металлопроката, различных машин и других грузов, не требующих защиты от атмосферных осадков. Также они предназначены для перевозки длинномерных, громоздких и тяжеловесных грузов. Преимущество платформ состоит в том, что их можно быстро и легко загружать и разгружать, применяя простейшие средства механизации. Строят платформы четырехосными.

Цистерны представляют собой грузовые вагоны, кузовом которых является металлический резервуар (котел), прочно укрепленный на

раме и служащий для перевозки наливных грузов. Большое разнообразие жидких и газообразных грузов привело к специализации цистерн по роду перевозимых грузов (нефти, бензина, кислот, спирта, молока, сжиженных газов, вина и т.д.). Цистерны строят четырехосными, в эксплуатации находятся и также восьмиосные цистерны.

Транспортеры — это специальные многоосные (от 6 до 40 осей) платформы, предназначенные для перевозки громоздких и тяжелых грузов массой до 400 т: крупных отливок, ферм мостовых кранов, трансформаторов, генераторов, турбин и т.п. Средняя часть рамы транспортеров располагается как можно ниже для облегчения погрузки, выгрузки и размещения громоздких грузов большой массы.

Изотермические вагоны служат для перевозки скоропортящихся или боящихся замерзания грузов (мясо, рыба, молоко, минеральные воды, фрукты и т.п.). Кузова таких вагонов теплоизолированы, оборудованы приборами охлаждения, отопления и вентиляции. Изотермические вагоны бывают с машинным охлаждением и электрическим отоплением (рефрижераторные) и льдосоляные (вагоны-ледники).

Рефрижераторные вагоны строятся как автономными (с самостоятельной холодильной установкой), так и в виде отдельных поездов (секций) вагонов с центральной холодильной установкой.

К саморазгружающимся вагонам относятся металлические вагоны — **думпкары** и **хопперы**. Думпкары предназначены для перевозки руды и строительных материалов на короткие расстояния. При разгрузке их кузов наклоняется в одну из сторон пневматическим механизмом. В крытых хопперах перевозят цемент, а в открытых — щебень, песок и др. (рис. 2.4).

Инвентарный парк грузовых вагонов, находящийся в распоряжении дорог, делится на рабочий и нерабочий. Рабочий парк состоит из исправных вагонов, находящихся в поездах, на станциях под погрузкой и выгрузкой и др., т.е. участвующих

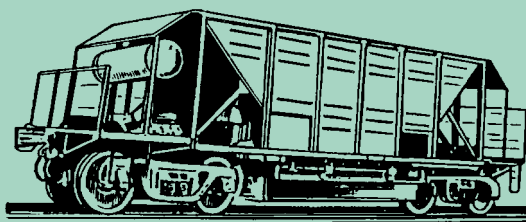


Рис. 2.4. Хоппер-дозатор ЦНИИ-ДВЗ

непосредственно в перевозочном процессе. К нерабочему парку относятся вагоны, отставленные в резерв МПС России, неисправные, находящиеся в капитальном, деповском и текущем ремонтах, используемые в специальных формированиях (мостопоездах, различных мастерских, промывочно-пропарочных поездах и др.) и проходящие испытания. Все вагоны грузового парка приписаны к дорогам в количестве, устанавливаемом МПС России. Трафарет о приписке вагона к тому или другому депо (дороге, государству) наносится на торцевую стену вагона. Вагоны обращаются по всей сети дорог независимо от места их приписки (государства или дороги). О месте приписки вагона узнают по его номеру.

2.6. Система нумерации подвижного состава

С 1963 г. на железных дорогах действовала семизначная нумерация грузовых вагонов, по которой можно установить род вагона, осьность, объем кузова и другие характеристики. В связи с появлением новых типов вагонов (хопперов, зерновозов и т.д.) и исключением из парка двухосных вагонов в 1984 г. в систему нумерации вагонов были внесены изменения. Новая система восьмизначной нумерации вагонов была введена в 1985 г. Она обладает достаточной емкостью на длительный период, имеет защитный код и соответствует условиям использования при решении эксплуатационных и многих других задач с помощью ЭВМ. Значительно полнее, чем ранее, в номере вагона отражены такие важные его характеристики, как длина, масса тары, грузоподъемность. Всего выделено более 180 типов грузовых вагонов, в том числе более 60 типов транспортеров.

В каждом роде подвижного состава типы вагонов сгруппированы по объединяющим их признакам. Как правило, внутри группы вагоны «расставлены» по длине, т.е. для типов вагонов, имеющих большую длину, установлены большая по значимости нумерация. Внутри групп предусмотрена резервная емкость, которая будет использована в будущем для перспективных вагонов или при увеличении числа вагонов данного типа. Так, *первая цифра* означает род вагона: 2 — крытые грузовые вагоны; 4 — платформы; 6 — полувагоны; 7 — цистерны; 8 — изотермические; 3 и 9 — прочие вагоны (специальные и другие); 5 — вагоны-собственность других министерств; 0 — пассажирские вагоны; 1 — локомотивы, путевые

машины, краны и другие механизмы на железнодорожном ходу. **Вторая цифра** для всех видов вагонов, кроме прочих, номер которых начинается с 3, кодирует осьность: цифры 0—8 означают четырехосные, 9 — восьмиосные вагоны.

Все шестиосные вагоны и транспортеры отнесены к прочим вагонам (у шестиосных вагонов вторая цифра номера — 6, у транспортеров — 9). Кроме осьности, вторая цифра определяет для крытых вагонов объем кузова, для платформ — длину рамы, для 4-осных полувагонов — наличие люков в полу и торцевых дверей, для цистерн — специализацию, для рефрижераторных — типы. **Третий знак** номера содержит дополнительную характеристику: для восьмиосных полувагонов — наличие люков в полу и торцевых дверей, для прочих вагонов и цистерн — род перевозимого груза, для рефрижераторных вагонов и ледников — особенности конструкции. **Четвертый, пятый и шестой знаки** в номере вагона характеристики не содержат. Цифра 9 в **седьмом знаке** номера является признаком наличия у вагона сквозной переходной площадки.

Восьмая цифра в инвентарном номере вагона является контрольной. Она позволяет определить правильность нанесения номера на вагон и правильность написания его в перевозочных документах; с ее помощью проверяют правильность передачи.

Порядок определения контрольного знака в номере вагона. Первые семь цифр номера грузового вагона умножаются на весовой ряд 2 1 2 1 2 1 2, при этом каждая нечетная цифра номера вагона, считая справа, умножается на 2, а четная — на 1. Затем выполняется поразрядное сложение полученных произведений и определяется цифра, дополняющая полученную сумму до ближайшего числа, кратного 10.

Пример. Номер вагона 6284772. Определим контрольную цифру. Для этого умножим цифры номера вагона на весовой ряд:

$$\begin{array}{r} 6\ 2\ 8\ 4\ 7\ 7\ 2 \\ \times 2\ 1\ 2\ 1\ 2\ 1\ 2 \\ \hline 12\ 2\ 16\ 4\ 14\ 7\ 4 \end{array}$$

Поразрядная сумма $1+2+2+1+6+4+1+4+7+4 = 32$. Дополняющее до 40 число 8 и будет контрольной восьмой цифрой. Весь номер с контрольной цифрой будет 62847728.

На пассажирские вагоны также наносится номер из восьми знаков: *первый знак* характеризует принадлежность вагона пассажирскому парку (для пассажирских вагонов — 0); *второй и третий знаки* определяют шифр дороги приписки; *четвертый знак* — группу типов пассажирских вагонов (0 — мягкий и мягко-жесткий; 1 — купейный; 2 — жесткий открытый; 3 — с креслами и местами для сидения; 4 — почтовый и банковский; 5 — багажный и почтово-багажный; 6 — ресторан; 7 — служебно-технический; 8 — специальный вагон других министерств и ведомств; 9 — резерв; *пятый, шестой и седьмой знаки* составляют порядковый номер вагона; *восьмой знак* — знак кодовой защиты.

Глава 3. Колесные пары вагонов

3.1. Назначение и устройство колесных пар вагонов

Колесная пара является наиболее ответственным узлом вагона, от исправности которого в первую очередь зависит безопасность движения. Колесные пары несут на себе массу всего вагона и груза, направляют его по рельсовому пути и воспринимают жесткие и разнообразные по направлению удары от неровностей пути. Поэтому за состоянием колесных пар установлено особое тщательное наблюдение на ремонтных предприятиях вагонного хозяйства (заводы, депо) и в эксплуатации.

Колесная пара (рис. 3.1) состоит из оси с напрессованными на нее двумя колесами. Каждая ось колесной пары имеет: шейки для установки подшипников скольжения или шейки для роликовых подшипников; предподступичные части, являющиеся ступенью перехода от шейки к подступичной части оси и служащие для установки уплотнительных деталей буксы; подступичные части, на которые прочно насаживают колеса; среднюю часть. Колеса бывают двух диаметров: 950 и 1050 мм. Последние предназначены только для замены неисправных в колесных парах, применяемых в некоторых вагонах старой постройки. Наружная поверхность колеса, соприкасающаяся с рельсом, называется поверхностью катания. Профиль поверхности катания имеет определенную форму и размеры. Гребень обода направляет колесную пару и предохраняет вагон от схода с рельсов. Типы, основные размеры и технические условия на изготовление вагонных колесных пар определены Государственным стандартом (ГОСТ 4835-80), а содержа-

ние и ремонт — Правилами технической эксплуатации железных дорог (ПТЭ) и Инструкцией по осмотру, освидетельствованию, ремонту и формированию колесных пар. Тип колесной пары определяется типом оси и диаметром колес, а также конструкцией подпешника и способом крепления его на оси (табл. 3.1). В зависимости от типа применяемых букс и подпешников, способа их крепления оси бывают следующих типов: РУ-950, РУ1-950, РУ1Ш-950, РУ-1050 — для роликовых подпешников (РУ — роликовая унифицированная, Ш — крепление подпешников приставной шайбой) и Ш-950 — для подпешников скольжения.

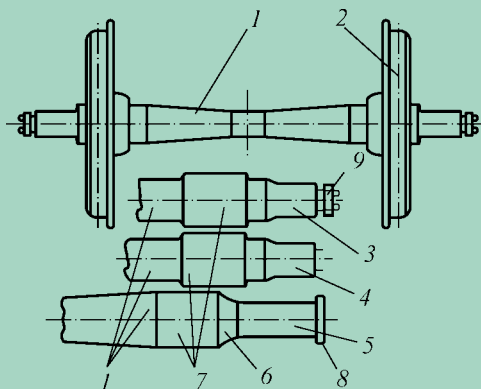


Рис. 3.1. Колесная пара и форма шейки оси: 1 — ось колесной пары; 2 — колесо; 3, 4, 5 — шейки оси колесной пары; 6 — предподступичная часть оси колесной пары; 7 — подступичная часть оси колесной пары; 8 — буртик; 9 — корончатая гайка

Таблица 3.1

Типы колесных пар вагонов

Тип колесной пары	Тип оси	Диаметр колеса, мм	Тип подпешника на колесной паре	Применение
1	2	3	4	5
РУ1-950	РУ1	950	Качения	На всех грузовых и пассажирских вагонах постройки после 1963 г.
РУ1Ш-950	РУ1Ш	950	Качения	На всех грузовых и пассажирских вагонах постройки с 1979 г.

Окончание таблицы 3.1

1	2	3	4	5
РУ-950	РУ	950	Качения	На всех грузовых и пассажирских вагонах постройки до 1964 г.
РУ-1050	РУ	1050	Качения	На пассажирских вагонах постройки до 1959 г.
Ш-950	Ш	950	Скольжения	На старотипных грузовых вагонах

В настоящее время в эксплуатации находится еще небольшое число колесных пар с осями типа Ш-950 с подшипниками скольжения, которые заменяют роликовыми. На торцах их шеек 5 (см. рис. 3.1) имеются буртики, ограничивающие продольные перемещения подшипников скольжения, располагающихся в верхних частях.

Колесные пары с осями, предназначенными для эксплуатации с роликовыми подшипниками, различают между собой конструкцией торцевого крепления внутренних колец роликовых подшипников на шейке: 3 — с нарезной частью для навинчивания корончатой гайки; 4 — при помощи приставной шайбы, для чего на торцах делают отверстия с нарезкой для болтов крепления. Такое крепление выполнено в двух вариантах: тремя или четырьмя болтами. Колесные пары с формой шейки 3 обозначают РУ1, а с формой 4 — РУ1Ш. В эксплуатации еще находится небольшое число колесных пар с осями типа РУ с диаметром шеек 135 мм. В настоящее время они изымаются. Основным типом колесных пар являются конструкции с цельнокатанными стальными колесами с диаметром по кругу катания 950 мм. В старотипных пассажирских вагонах осталось малое число колесных пар с диаметром 1050 мм.

Типы вагонных осей различают по размерам и форме шейки — для роликовых подшипников качения и подшипников скольжения (табл. 3.2). Размеры оси устанавливают в зависимости от величины расчетной нагрузки, воспринимаемой при эксплуатации вагона. В 1948 г. ГОСТ 4007 установил четыре типа осей, различающихся размерами в зависимости от допускаемой статической нагрузки на ось.

Типы осей и допускаемые нагрузки

Тип оси	Диаметр шейки, мм	Диаметр подступичной части, мм	Диаметр средней части, мм	Нагрузка на рельсы от оси, т, не более
I	110	155	140	12,5
II	120	165	145	17,0/15,0
III	145	182	160	20,5/18,0
IV	155	200	165	25,0

Примечания. 1. Тип оси IV — для думпкаров и транспортеров. 2. В знаменателе — для пассажирских вагонов.

Кроме колесных пар, изготавливаемых в соответствии с ГОСТ 4835-80, поставляют также конструкции, выполненные по специальным чертежам и техническим условиям, для вагонов промышленного транспорта, вагонов электропоездов и дизель-поездов, а также с раздвижными на оси колесами для эксплуатации на дорогах с различной шириной колеи и др. В вагонах, оснащенных дисковыми тормозами, на оси 1 (рис. 3.2) кроме двух колес 2 прочно укреплены диски 3. Колесные пары вагонов промышленного транспорта, предназначенные для эксплуатации с повышенными нагрузками, имеют увеличенные диаметры, в частности, диаметр шеек составляет 180 мм.

Колесные пары узкоколейных вагонов отличаются большой разнотипностью. Например, колесных пар колеи 750 мм — 42 типа, из которых 30 имеют буртики на концах шеек и 12 без буртиков; 14 размеров по диаметру колес — от 450 до 650 мм. Колеса данных колесных пар были бандажными с чугунными или стальными (дисковыми или спицевыми) колесными центрами, а также безбандажными — чугунными и стальными цельнокатанными.

В 1955 г. Главное управление вагонного хозяйства МПС провело унификацию колесных пар вагонов колеи 750 мм, благодаря которой резко уменьшилась их разнотипность.

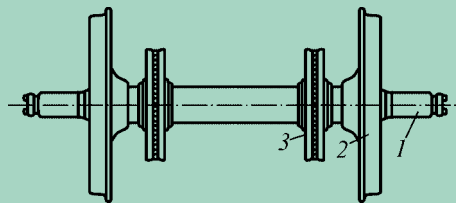


Рис. 3.2. Колесная пара с дисковым тормозом

3.2. Требования к содержанию колесных пар вагонов

Для безопасного движения вагона по рельсовому пути на ось 1 прочно закрепляются колеса 2 (рис. 3.3) с соблюдением строго определенных размеров (табл. 3.3). Расстояние между внутренними гранями колес L у ненагруженной колесной пары должно быть 1440 мм. У локомотивов и вагонов, а также специального самоходного подвижно-

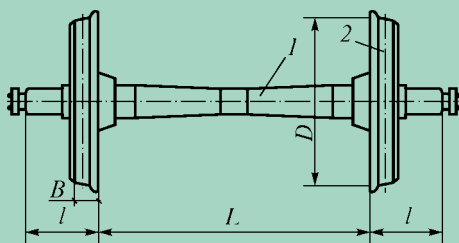


Рис. 3.3. Основные размеры колесной пары

го состава, обращающихся в поездах со скоростью свыше 120 км/ч до 140 км/ч, отклонения допускаются в сторону увеличения не более 3 мм и в сторону уменьшения не более 1 мм, при скоростях до 120 км/ч отклонения допускаются в сторону увеличения и уменьшения не более 3 мм.

Согласно ПТЭ (глава 10)

каждая колесная пара должна удовлетворять требованиям, установленным соответствующей Инструкцией по осмотру, освидетельствованию, ремонту и формированию колесных пар подвижного состава, утверждаемой МПС России, и иметь на оси четко поставленные знаки о времени и месте формирования и полного освидетельствования колесной пары, а также клейма о приемке ее при формировании.

Знаки и клейма ставят в местах, предусмотренных правилами маркировки. По клеймам можно установить, каким заводом и когда были изготовлены ось, цельнокатаное колесо; когда и кем производилось формирование и полное освидетельствование колесной пары, а по клейму государства-собственника и коду — принадлежность тому или иному государству.

С целью обеспечения безопасности движения поездов ПТЭ установлены нормы допусков, износов и повреждений элементов колесных пар, при которых не допускается эксплуатация вагонов.

Во избежание неравномерной передачи нагрузки на колеса и рельсы разность размеров от торца оси до внутренней грани обода l допускается для колесной пары не более 3 мм. Колеса, укрепленные на одной оси, не должны иметь разность диаметров D более 1 мм, что предотвращает односторонний износ гребней и не допускает повышения сопротивления движению.

Таблица 3.3

Основные размеры колесной пары

Наименование размера	Обозначение	Тип колесной пары	Наименьший, мм	Номинальный, мм	Наибольший, мм
Расстояние: между внутренними гранями ободов колес; обращающихся со скоростями выше 120 км/ч	L	Все колесные пары	1438	1440	1441
		То же, кроме П-950	1439	1440	1442
Отклонения расстояний L , измеренных в четырех точках, расположенных в двух взаимно перпендикулярных плоскостях	ΔL	Все колесные пары	0	0	1,5
Отклонения размеров l с одной и другой стороны	ΔL	То же	0	0	3
Диаметр по кругу катания колес	D	Все, кроме РУ-1050	950	950	964
		РУ-1050	1050	1050	1064
Отклонения диаметров по кругу катания у одной колесной пары: без обточкой с обточкой	ΔD	Все колесные пары	0	0	1,0
			0	0	1,5
Овальность по кругу катания	ΔD	То же	0	0	0,5
Ширина обода	B	То же	130	130	133

3.3. Техническое обслуживание колесных пар вагонов

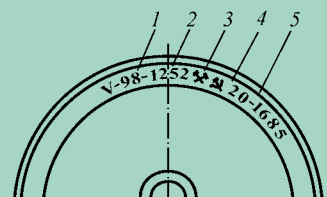
Для проверки состояния эксплуатируемых колесных пар, своевременного изъятия из-под вагонов колесных пар с дефектами, угрожающими безопасности движения, а также для проверки качества подкатываемых и отремонтированных колесных пар существует система их осмотра и освидетельствования — обыкновенного и полного. При подкатке колесных пар

должна проводиться их регистрация в соответствующих журналах или паспортах.

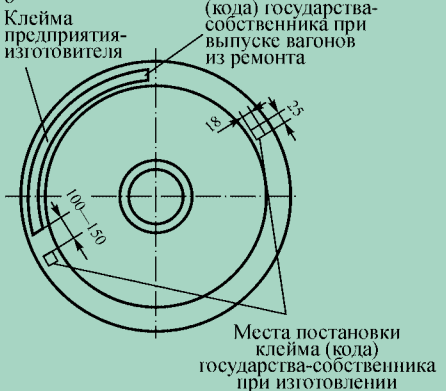
Осмотр колесных пар под вагонами производится на станциях формирования и оборота поездов в момент их прибытия с ходу (выявление ползунов, крупных выщербин, раковин и т.п.); после прибытия и перед отправлением; на пунктах технического обслуживания станции, где предусмотрена стоянка для технического осмотра вагонов; после крушений, аварий, столкновений неповрежденных вагонов; при текущем отцепочном ремонте.

Полное освидетельствование колесных пар производится при формировании и ремонте со сменой элементов; при нечетких клеймах и знаках последнего полного освидетельствования; через одну обточку колесных пар при предельном прокате и других неисправностях поверхности катания; во время полной ревизии букс; при ремонте вагонов на заводах; после крушений и аварий у поврежденных вагонов и в ряде других случаев. Колесную пару тщательно осматривают, демонтируют буксовые узлы, обмывают и очищают от старой краски, ось проверяют дефектоскопированием. По окончании освидетельствования колесные пары принимает представитель ОТК или колесный мастер, затем на них наносят установленные клейма и знаки, окрашивают и сушат. Клейма и знаки ставят на торцах оси в пределах контрольной окружности. На условно принятый правый торец оси наносят условный номер завода-изготовителя оси; номер оси; условный номер пункта, перенесшего знаки маркировки заготовки оси при ее обработке; дату изготовления оси; клеймо инспектора ОТК или колесного мастера; знак формирования; дату формирования; условный номер завода или депо, производившего формирование; клеймо приемщика МПС (знак «ключ и молоток» ставится при предварительной приемке, а знак «серп и молот» — при окончательной). На противоположном, левом, торце оси ставят условный номер завода или депо, производившего полное освидетельствование и дату полного освидетельствования. С наружной стороны ободов колес также имеются клейма с номером завода-изготовителя, номером колеса, датой изготовления и номером плавки (рис. 3.4, а), а также код и клеймо государства-собственника (3.4, б, в). В процессе полного освидетельствования колесных пар кроме тщательной про-

а



б



в

Коды принадлежности государств
и места их расположения
на деталях вагонов

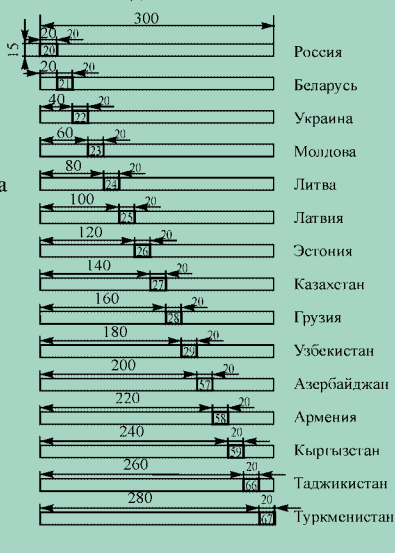


Рис. 3.4. Знаки и клейма на наружной грани обода стального цельнокатаного колеса:

а — основные знаки и клейма: 1 — месяц и год изготовления; 2 — номер шлавки; 3 — приемочное клеймо МПС; 4 — номер завода-изготовителя; 5 — номер колеса; б — место установки клейма (кода) государства-собственника; в — коды принадлежности государств и места их расположения на деталях вагонов

верки всех элементов и соответствующих измерений проверяют магнитным дефектоскопом шейки, неподступичные части (для чего снимают внутренние и лабиринтные кольца) и среднюю часть оси. Можно проверить подступичные части и шейки, не снимая внутренних колец, с помощью ультразвукового дефектоскопа. После полного освидетельствования на торцах шеек осей колесных пар, признанных годными, выбивают установленные МПС клейма и знаки.

Обыкновенное освидетельствование колесных пар выполняется при каждой подкатке их под вагон, если перед этим они не подвер-

гались полному освидетельствованию. До очистки колесной пары производится предварительный осмотр. По характерным наслоениям грязи можно выявить трещины в элементах колесной пары, по скоплениям ржавчины или масла и растрескиванию краски с внутренней стороны ступицы колеса — сдвиг и ослабление ее на оси. После обмывки и очистки доступные части оси проверяют магнитным дефектоскопом. Затем производят внешний осмотр колесной пары и проверку соответствия всех размеров и износов установленным нормам. Колесные пары с роликовыми подшипниками подвергаются также промежуточной ревизии букс.

3.4. Неисправности колесных пар подвижного состава

Нормальная работа вагонов и безопасность движения поезда во многом зависят от исправности колесных пар. Чаще всего изнашиваются и повреждаются поверхности катания и гребни колесных пар. Для проверки состояния колесных пар осмотрщики вагонов в пунктах формирования и оборота поездов пользуются специальным контрольно-измерительным инструментом: абсолютным шаблоном для измерения проката и толщины гребня колес; шаблоном для измерения вертикального подреза гребня; толщиномером для измерения обода колеса; штангенциркулем для измерения расстояния между внутренними гранями ободов колес.

Не допускается выпускать в эксплуатацию и к следованию в поездах подвижной состав и специальный подвижной состав с трещиной в любой части оси колесной пары или трещиной в ободке, диске и ступице колеса, при наличии остроконечного наката на гребне колесной пары, а также при износах и повреждениях колесных пар, нарушающих нормальное взаимодействие пути подвижного состава. *Основными неисправностями колесных пар* являются прокат, ползуны, трещины, подрезы, выщербины и раковины на поверхности катания колес и др. Наиболее опасны трещины в осях и колесах.

Прокатом колес называют естественный износ поверхности их катания вследствие трения о рельсы. При достаточно большом прокате гребень колеса может касаться болтов рельсовых креплений, что представляет прямую угрозу безопасности движения. Поэтому к эксплуатации не допускаются вагоны, у которых колесные пары имеют прокат более, а толщину обода менее размеров, установленных ПТЭ.

Ползунами называют стертые места (**выбоины**) на поверхности катания обода колеса, образующиеся при неправильном торможении, когда колеса, сильно зажатые тормозными колодками, перестают вращаться и ползут по рельсам (идут юзом). Ползуны — крайне опасный дефект, вызывающий сильные удары колес о рельсы при движении вагонов, разрушающий путь и ходовые части вагонов. О появлении ползуна можно судить по характерному ритмичному стуку колес о рельсы. Глубину ползуна определяют абсолютным шаблоном по разности промеров в середине выбоины (наиболее глубокой ее части) и в месте нормального проката колеса. Колесные пары, имеющие ползун на поверхности катания у локомотивов, моторвагонного и специального подвижного состава, а также у тендеров паровозов и вагонов с роликовыми буксовыми подшипниками более 1 мм, а у тендеров более 2 мм, к эксплуатации не допускаются. При обнаружении в пути следования у вагона, кроме моторного вагона моторвагонного подвижного состава или тендера с роликовыми буксовыми подшипниками, ползуна (выбоины) глубиной более 1 мм, но не более 2 мм разрешается довести такой вагон (тендер) без отцепки от поезда (пассажирский со скоростью не свыше 100 км/ч, грузовой — не свыше 70 км/ч) до ближайшего пункта технического обслуживания (ПТО), имеющего средства для замены колесных пар.

Для выявления **вертикального износа (подреза)** гребня применяют специальный шаблон. Колесная пара не допускается к работе под вагоном, если вертикальная грань шаблона соприкасается с подрезанной поверхностью гребня на высоте 18 мм независимо от фактической толщины гребня.

Выщербиной называют небольшое местное углубление на поверхности катания обода колеса, появляющееся вследствие наличия ползуна. Выщербины могут также появиться из-за скрытых пороков металла. К эксплуатации не допускаются колесные пары, имеющие на поверхности катания колес выщербину глубиной более 10 мм или длиной более 50 мм у грузовых вагонов и длиной более 25 мм у пассажирских.

В связи с повышением скоростей движения поездов и применением композиционных колодок участились повреждения поверхности катания колес в виде кольцевых выработок и так называемых **наваров**, т.е. смещений металла, образующих возвы-

пение на поверхности катания. Глубина кольцевых выработок на поверхности катания у основания гребня глубиной более 1 мм и на уклоне 1:7 более 2 мм или ширина их более 15 мм не допускаются. Недопустима высота наvara более 0,5 мм для колесных пар пассажирских вагонов и более 1 мм для грузовых. Запрещается выпускать в эксплуатацию колесные пары, имеющие задиры шеек или предподступичных частей осей колесных пар, со сдвигом ступицы колеса, ее ослабление на подступичной части оси, колесные пары с шириной обода колеса менее 126 мм, а также отколом наружной грани обода колеса глубиной более 10 мм.

При включении грузовых вагонов в пассажирские поезда нормы содержания колесных пар должны удовлетворять нормам, установленным для пассажирских поездов.

Глава 4. Буксы и рессорное подвешивание вагонов

4.1. Назначение и типы букс вагонов

Буксы относятся к ходовым частям вагона и предназначаются для: соединения колесных пар с рамой тележки или вагона; передачи нагрузки от кузова вагона через подшипник на шейку оси колесной пары; ограничения поперечного и продольного перемещений колесных пар относительно кузова вагона или тележки при движении вагона; размещения подшипника, смазки и смазочных приспособлений и защиты их от загрязнения и обводнения.

В соответствии с перечисленным букса должна: обладать достаточной прочностью для передачи нагрузки; обеспечивать непрерывную подачу необходимого количества смазки к трущимся элементам буксы; быть достаточно герметичной, чтобы не было утечки смазки и загрязнения внутренней полости песком, пылью, водой и другими посторонними элементами; обеспечивать удобство и легкость монтажа и демонтажа подшипников, а также осмотр деталей буксового узла.

В зависимости от типа вагона их подразделяют на буксы грузовых и пассажирских вагонов, предназначенных для обычных, скоростных и высокоскоростных поездов. **По типу подшипников** они делятся на буксы с подшипниками качения и подшипниками скольжения. **По способу посадки внутреннего кольца роликового подшипника** на шейку оси различают буксы на горячей и на вту-

лочной посадках. *По типу торцевого крепления внутреннего кольца подшипника на шейке оси* — с креплением гайкой или шайбой. *По числу роликовых подшипников на шейке* выделяют буксы с одним или двумя роликовыми, а для скоростных и высокоскоростных вагонов — с дополнительным упорным шариковым подшипником. Существуют буксы с корпусом и бескорпусные.

В настоящее время в России практически все вагоны грузового парка и все пассажирские вагоны оборудованы буксами с подшипниками качения. С 1998 г. эксплуатация вагонов с подшипниками скольжения на сети дорог России запрещена. Основными требованиями при их проектировании являются: безотказность и долговечность работы в экстремальных условиях эксплуатации в течение установленного срока службы; минимально возможная собственная масса при высокой надежности работы; простота монтажа и демонтажа буксовых узлов при ремонте; надежная герметизация буксового узла от попадания пыли и влаги; обеспечение взаимозаменяемости и унификации деталей. Буксы следует проектировать так, чтобы равнодействующая нагрузка проходила через середину шейки оси.

4.2. Буксы с подшипниками скольжения

Буксы с подшипниками скольжения в настоящее время используются в вагонах на предприятиях промышленного транспорта, а на сети дорог не используются.

Букса с подшипником скольжения тележки грузового вагона (рис. 4.1) состоит из литого корпуса 1, подшипника 2, вкладыша 3, полъстера 5, крышки 6, уплотняющей шайбы 4.

Подшипники изготавливают из двух различных металлов: стали и антифрикционного сплава (баббита). Вкладыш, являясь промежуточной деталью между корпусом буксы и подшипником, облегчает выемку подшип-

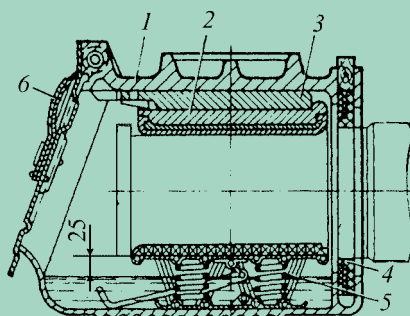


Рис. 4.1. Типовая букса с подшипниками скольжения для тележек грузовых вагонов

ника и уменьшает износ потолка корпуса буксы. В вагонных буксах с подшипниками скольжения для подачи масла к шейкам оси применяют польстеры. Польстер состоит из металлического каркаса и прикрепленной к нему щетки (подушки) с шерстяными фитилями.

Для заправки букс грузовых вагонов применяют следующие сорта осевых масел: летнее Л, зимнее З, северное С. Масла имеют определенные характеристики, отражающие их физические свойства (плотность, вязкость, липкость, температуру вспышки, воспламенения, застывания; содержание щелочей, воды и механических примесей).

Недостатки букс с подшипниками скольжения, приводящие к массовым задержкам поездов из-за перегрева букс, повышению затрат технического обслуживания и ремонта вагонов, нарушению безопасности движения поездов, послужили причинами перевода пассажирских и грузовых вагонов на буксы с подшипниками качения. С 1960 г. все пассажирские, а с 1983 г. все грузовые вагоны выпускают только на роликовых подшипниках.

4.3. Буксы с подшипниками качения (роликовыми подшипниками)

Подшипники качения обладают большими преимуществами по сравнению с подшипниками скольжения. Использование их в буксах пассажирских и грузовых вагонов позволило не только резко сократить расход цветных металлов, идущих на изготовление подшипников скольжения, но и значительно повысить эффективность работы подвижного состава. Вагоны, оборудованные подшипниками качения, легче передвигаются вследствие уменьшения силы трения при вращении оси. При той же мощности локомотива и при прочих равных условиях это дает возможность увеличить полезный вес поезда и скорость движения, а следовательно, повысить пропускную способность дорог, так как уменьшается расход смазки, снижаются эксплуатационные расходы. Кроме того, в 7—10 раз уменьшается сопротивление движению состава при трогании с места, что важно для работы с тяжеловесными грузовыми поездами.

Применение подшипников качения в подвижном составе также повышает эксплуатационную надежность вагонов в связи с

отсутствием отцепок по гребню буксы, увеличивает срок службы вагонных осей, ликвидирует надобность в подбивочных материалах. Уход за роликовыми подшипниками в эксплуатации сводится только к ревизии буксы и замене в них смазки. Все это позволяет сократить штат обслуживающего персонала, улучшить их условия труда. При правильном монтаже и эксплуатации срок службы подшипников качения весьма значителен.

Типовая букса с глухой подшипниковой посадкой внутреннего кольца цилиндрических роликовых подшипников на шейку оси применяется в современных грузовых и пассажирских вагонах. В буксах современных вагонов применяют радиальные роликовые подшипники с короткими цилиндрическими роликами двух типов: однорядные с цилиндрическими роликами и однобортовым внутренним кольцом (рис. 4.2, *а*); однорядные с безбортовым внутренним кольцом и плоским приставным упорным кольцом. В буксах вагонов прежних лет постройки использовали двухрядные сферические роликовые подшипники на втулочной посадке (рис. 4.2, *б*).

Цилиндрические подшипники просты в изготовлении, стоимость их ниже стоимости других типов, но по сравнению со сферическими они требуют большей точности сборки и тщательной подборки по радиальным зазорам.

В буксах грузовых и пассажирских вагонов применяют подшипники на глухой подшипниковой посадке, а небольшое число в старотипных грузовых вагонах — на втулочной (таблица).

Современная типовая букса с двумя цилиндрическими роликовыми подшипниками для любого типа грузового вагона может иметь два вида торцевого крепления внутренних колец от продольного сдвига — торцевой корончатой гайкой или тарельчатой шайбой.

Букса с торцевым креплением гайкой (рис. 4.3) имеет корпус *1* с приливами *15*, в котором размещены передний *2* и задний *3* под-

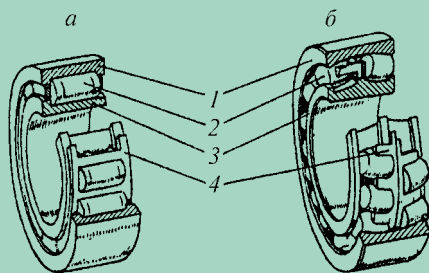


Рис. 4.2. Типы роликовых подшипников: *а* — цилиндрический на горячей посадке; *б* — сферический на втулочной посадке; *1* — наружное кольцо; *2* — ролики; *3* — внутреннее кольцо; *4* — сепаратор

подшипники с короткими цилиндрическими роликами. Со стороны колеса корпус закрыт лабиринтным уплотнением 4 (съёмный лабиринт) и 5 (лабиринтное кольцо), а впереди — крепительной 8, укрепленной болтами 16 к корпусу и смотровой 10 крышками с болтами 6 и шайбами 9. Крепительная крышка из стали или алюминиевого сплава прочно удерживает наружные кольца роликовых подшипников в буксе, не позволяя им проворачиваться и перемещаться вдоль оси при вращении колесной пары. Внутренние кольца подшипников закреплены на шейке оси с торца корончатой гайкой 11, стопорной планкой 13 и болтами 12. Между корпусом буксы и крепительной крышкой установлено уплотнительное кольцо 7, обеспечивающее герметизацию буксового узла. Внутренняя полость буксы заполнена консистентной смазкой, обеспечивающей надежную работу подшипников в сложных условиях их нагружения.

Таблица

Типы букс, применяемых в грузовых и пассажирских вагонах

Вариант	Тип буксы	Габариты подшипника вместе с втулками, мм	Условные обозначения подшипников	Типы вагонов, в которых использованы буксы
1	С двумя цилиндрическими подшипниками на горячей посадке	130 × 250 × 80	30-42726 ЛМ (задний) 30-232726 Л1М (передний)	Все современные грузовые вагоны с нагрузкой от колесной пары на рельсы до 235 кН и пассажирские вагоны
2	С двумя цилиндрическими подшипниками на горячей посадке	140 × 260 × 80	30-42728 ЛМ (задний) 30-232728 ЛМ (передний)	Грузовые вагоны с нагрузкой от колесной пары на рельсы 245 кН
3	С передним цилиндрическим и задним сферическим подшипниками на втулочной посадке	135 × 280 × 93	73727 (задний) 72727 Л2 (передний)	Цельнометаллические пассажирские (ЦМВ) и грузовые вагоны прежних лет постройки (старотипные)

Вариант	Тип буксы	Габариты подшипника вместе с втулками, мм	Условные обозначения подшипников	Типы вагонов, в которых использованы буксы
4	С двумя сферическими подшипниками на втулочной посадке	135×280×93	7327 (задний и передний)	ЦМВ и грузовые вагоны прежних лет постройки (старотипные)

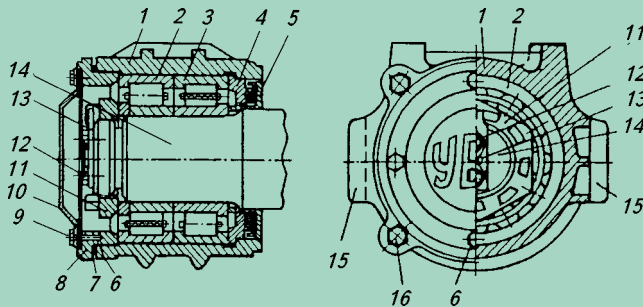


Рис. 4.3. Букса грузового вагона с двумя цилиндрическими роликовыми подшипниками

Корпус буксы грузовых вагонов может изготавливаться из стали или алюминиевого сплава. Масса стального корпуса составляет 45 кг. В 1980 г. испытан корпус буксы из алюминиевого сплава, который почти в 3 раза легче стального, что позволяет снизить действие высокочастотных колебаний. В результате повышается долговечность подшипников, улучшается взаимодействие вагона и верхнего строения пути, снижается уровень шума. По своей конструкции алюминиевый корпус имеет большое сходство со стальным.

В эксплуатации имеются буксы с подшипниками на горячей посадке, в которых между внутренними и наружными кольцами можно устанавливать дистанционные кольца.

Особенность конструкции буксы пассажирского вагона заключается в том, что в нижней части корпуса отлиты заодно с корпу-

сом кронштейны с отверстиями для пропуска шпинтонов, укрепленных на раме тележки. Кронштейны предназначены для размещения пружин буксового подвешивания. Передняя часть корпуса позволяет устанавливать редукторно-карданный привод подвагонного генератора. В потолке корпуса буксы имеется несквозное отверстие с резьбой М16 × 1,5 мм, служащее для крепления термодатчика контроля за состоянием буксы при движении вагона. Задняя часть корпуса буксы выполнена как одно целое с лабиринтной частью.

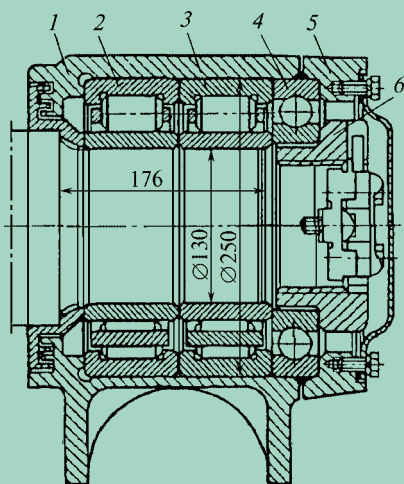


Рис. 4.4. Букса скоростного поезда «Аврора»

Благодаря большому зазору между гайкой и внутренним кольцом шариковый подшипник не должен воспринимать радиальные нагрузки. Наружное кольцо шарикового подшипника насажено по скользящей посадке в корпус буксы 1 и в основную крышку, которая прижимает подшипник к наружному кольцу цилиндрического подшипника.

К эксплуатации не допускаются вагоны, у которых буксы имеют следующие основные неисправности: перекося, при котором букса соприкасается с осью; излом заплечиков для вкладыша или ребер, удерживающих подшипник в нормальном поло-

Буксы вагонов скоростных поездов отличаются от обычных наличием упорного шарикового подшипника, воспринимающего повышенные осевые нагрузки, возникающие при высокой скорости движения до 200 км/ч и более. Скоростные поезда «Аврора» были оборудованы опытными буксами (рис. 4.4) с двумя цилиндрическими подшипниками 2 и 3 и радиальным шариковым 4, воспринимающим осевые нагрузки. В целях взаимозаменяемости применен корпус серийного производства, букса монтируется на стандартную ось. Конструктивной переработке подвергнута осевая гайка 6, детали ее стопорения и основная крышка 5.

жени; откол задней стенки паза буксы, если оставшаяся часть стенки не удерживает пылевую шайбу; откол или трещину в нижней части буксы; трещину в боковой стенке буксы длиной более 100 мм у четырехосных вагонов; трещину в боковой стенке меньших размеров, если через нее вытекает осевое масло; трещину в потолке буксы; излом прилива для валика буксовой крышки.

Запрещается постановка в поезд и следование в нем вагонов, у которых буксовый узел имеет хотя бы одну из следующих неисправностей:

— ослабление болта крепления смотровой или крепительной крышки буксы;

— повышенный нагрев верхней части корпуса буксы.

Температура верхней части букс по всему составу должна быть примерно одинаковой. Сравнение температуры букс должно производиться с одной стороны вагона или состава. Осмотрщик при движении пассажирских и грузовых вагонов, а также на стоянках по внешним признакам выявляет неисправные буксовые узлы, температура которых может и не отличаться от температуры исправных (температура определяется приборами бесконтактного обнаружения перегретых букс).

Порядок технического обслуживания буксы:

— проверка состояния колесной пары;

— осмотр корпуса буксы, лабиринтного кольца, проверка нагрева буксы и сравнение его с другими буксами этого же вагона;

— путем обстукивания смотровой крышки ниже ее центра определение исправности торцевого крепления.

На выкаченные из-под вагона колесные пары с неисправными буксовыми узлами, обнаруженными визуально, по внешним признакам, на внутренней поверхности диска колеса необходимо четко нанести меловую надпись «По внешним признакам», а при обнаружении нагрева букс приборами ДИСК (ПОНАБ) наносится надпись «Аварийная — ДИСК (ПОНАБ)». Результаты ремонта колесных пар с неисправными буксовыми узлами, забракованными работниками ПТО, доводятся до сведения осмотрщиков вагонов данного ПТО.

По всем неисправностям, выявленным по внешним признакам нагрева букс, осмотрщик должен принять решение о ремонте ко-

лесной пары. При невозможности установить причину нагрева буксы колесная пара должна быть заменена и направлена в вагонное депо для ремонта.

Для всех букс с роликовыми подшипниками установлены два вида ревизии: полная и промежуточная. Полная ревизия производится при полном освидетельствовании колесных пар, а также при неисправности буксового узла. Она выполняется на вагоноремонтных заводах, в мастерских или депо, имеющих цеха для ремонта роликовых подшипников.

Промежуточную ревизию букс проводят при обточке поверхности катания колес (без снятия букс), при полном освидетельствовании колесных пар и единой технической ревизии пассажирских вагонов, а также как профилактическую по указаниям МПС.

4.4. Рессорное подвешивание

Общие требования. Рессорное подвешивание является одним из важнейших элементов ходовых частей, от которого зависит плавность хода при движении вагона, в особенности при прохождении стыковых соединений и продольных неровностей рельсов, крестовин и др. Для обеспечения плавности хода, повышения безопасности движения поездов, создания комфортных условий для пассажиров, сохранения качества грузов при перевозках применяют специальное устройство (рессорное подвешивание) в ходовых частях вагонов, обеспечивающее снижение ускорений колебательного движения и уменьшение воздействия динамических сил на элементы вагона, создавая плавный ход подвижного состава в процессе длительной эксплуатации. Рессоры и пружины предназначены для поглощения ударов и уменьшения их действия на детали вагонов.

Упругие элементы. Упругие элементы, являясь основной составной частью рессорного подвешивания, смягчают толчки и удары, действующие на движущийся вагон от рельсового пути. Рассмотрим некоторые виды упругих элементов. **Рессорой** называют упругий элемент, собранный из отдельных полос, тарелей или колец. К рессорам также относят торсионы, резиновые и пневматические устройства.

Пружина — упругий элемент, изготовленный завивкой.

Листовые рессоры. Листовые рессоры различаются числом листов и их сечением, что определяется типом вагонов и их грузоподъемнос-

тью. Листовые рессоры собирают из нескольких постепенно укорачивающихся, наложенных друг на друга и изогнутых по дуге стальных листов из желобчатой или плоской стали. Посередине листы соединяют шпилькой-заклепкой и прочно посаженным на них хомутом.

Рессора, состоящая из нескольких рядов листов, обращенных вогнутой стороной одна к другой и соединенных по концам специальными наконечниками, называется эллиптической. Самой распространенной и простой в изготовлении является эллиптическая рессора Галахова

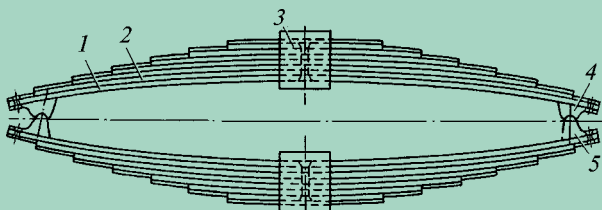


Рис. 4.5. Эллиптическая рессора Галахова

ва (рис. 4.5), состоящая из коренного листа 1, набора листов 2, хомута 3, верхнего 4 и нижнего 5 наконечников.

Трение между листами эллиптических рессор уменьшает амплитуды вынужденных колебаний. Под действием нагрузки происходит выпрямление рессоры. Величина ее прогиба под грузом называется стрелой прогиба, разность между фабричной стрелой и стрелой прогиба — прогибом рессоры. Такие рессоры применяют преимущественно в тележках грузовых вагонов, пассажирских старой постройки и изотермических.

Упругие свойства рессор и пружин оценивают силовыми характеристиками — коэффициентом жесткости или коэффициентом гибкости. **Коэффициент жесткости рессоры** численно равен силе (в ньютонах), вызывающей прогиб рессоры, равный 1 м. Чем больше жесткость рессоры или пружины, тем больший груз необходимо приложить для получения одного и того же прогиба. Коэффициент гибкости рессоры и пружины численно равен ее прогибу под действием силы в 1 Н. **Гибкость** — понятие, обратное жесткости; она зависит от длины рессоры, числа листов и размеров их поперечного сечения. Для пружины она зависит от высоты, диаметров пружины и прутка, числа витков.

В последнее время получают распространение **пневматические, резинометаллические, торсионные** и другие типы рессор.

Пневматические рессоры, являющиеся наиболее прогрессивными упругими элементами ходовых частей, применяют в тележках пассажирских вагонов скоростных поездов. Основным преимуществом их перед другими типами упругих элементов является способность поддержания положения кузова на определенном уровне относительно головок рельсов независимо от величины нагрузки, что обеспечивается автоматическим регулированием давления воздуха внутри рессоры. Кроме того, они обладают хорошими вибро- и шумогасящими свойствами, что обеспечивает комфорт пассажирам. Пневматические рессоры имеют также меньшую массу.

Получили распространение пневматические рессоры баллонного (рис. 4.6, *а*), диафрагменного (рис. 4.6, *б*) и смешанного (рис. 4.6, *в*) типов. Наиболее широко применяются рессоры диафрагменного типа. На пневморессору опирается надрессорная балка 1 (рис. 4.7, *б*), которая соединяется с диафрагменным баллоном 2, прикрепленным к корпусу 3.

Резиновые и резинометаллические упругие элементы находят применение в тележках, так как они обладают хорошими амортизирующими свойствами, а также способностью гасить вибрационные и звуковые колебания. Резиновые элементы чаще всего используют в тележках отечественных вагонов в виде прокладок в буксовом подвешивании и скользянах для гашения высокочастотных колебаний

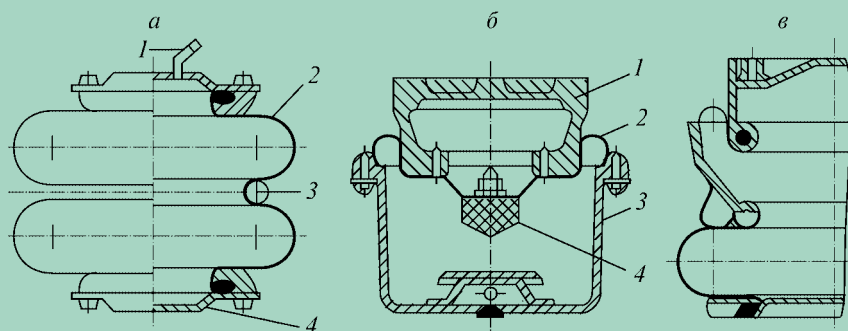


Рис. 4.6. Пневматические рессоры типов:

а — баллонного: 1 — патрубок для подвода воздуха; 2 — резинокордная оболочка; 3 — опоясывающее кольцо; 4 — нижняя опора; *б* — диафрагменного: 1 — надрессорная; 2 — диафрагма; 3 — корпус; 4 — ограничитель; *в* — смешанного типа

и уменьшения шума, а также в шкворневых узлах тележек скоростных вагонов и вагонов электропоездов и дизель-поездов.

Торсионные рессоры применяют в подвешивании вагонов. Такая рессора представляет собой прямой стальной стержень (торсион) 4 (рис. 4.7, а), один конец которого закреплен в кронштейне 5, а другой жестко связан с рычагом 1, который шарнирно соединяется с обрессоренной частью вагона (надрессорная балка, например). Второй опорой служит подшипник 2, установленный в кронштейне 3, причем в подшипнике может быть создано необходимое трение, способствующее затуханию колебаний вагона. Кронштейны могут быть укреплены на раме тележки. Торсион, изготавливаемый из специальной хромоникельмолибденовой термически обработанной стали, по концам крепится жестко (с помощью шлицевых соединений). Подобные торсионные устройства применяют в полувагонах отечественной постройки для облегчения поднимания крышек люков после разгрузки кузова (один конец торсиона прикреплен к крышке люка, а другой к рычагу, шарнирно связанному с хребтовой балкой рамы).

Тарельчатая рессора (рис. 4.7, б) состоит из набора упругих стальных тарелей, имеющих вид усеченного конуса и соединенных в секции по две, четыре и т.д. штук в каждой. Тарельчатые рессоры в вагоностроении применяют редко. **Кольцевая рессора** (рис. 4.7, в) состоит из наружных 1 и внутренних 2 стальных колец, опирающихся друг на друга своими конусными поверхностями. Кольцевые рессоры обладают очень высокой амортизационной способностью, достигающей 60—70 % воспринимаемой ими работы. Они могут воспринимать большие нагрузки, применяться в рессорном подвешивании тяжеловесных вагонов и ударно-тяговых приборах.

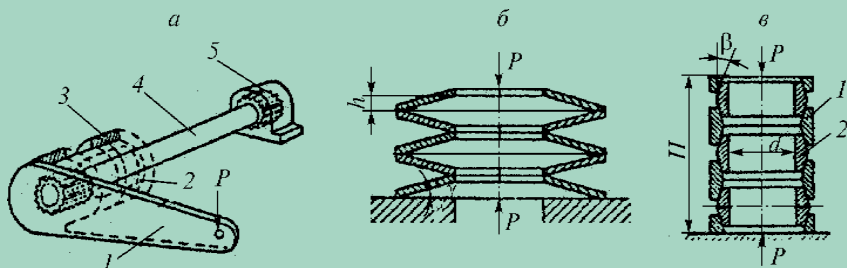


Рис. 4.7. Типы рессор:
а — торсионная; б — тарельчатая; в — кольцевая

Витые пружины. В ходовых частях современных вагонов наибольшее распространение получили витые цилиндрические пружины, которые в силу своих преимуществ почти вытеснили широко применяемые ранее листовые рессоры, и конические пружины, которые имеют более благоприятную силовую характеристику, но сложны в изготовлении и ремонте, поэтому они не нашли широкого распространения в вагоностроении.

Пружины применяют во всех тележках четырех-, шести- и восьмиосных грузовых вагонов, а также пассажирских и изотермических. На тележках современных грузовых вагонов стоят цилиндрические пружины в комплекте с клиновыми фрикционными гасителями колебаний. Такие гасители применяют для предотвращения чрезмерного нарастания амплитуды колебаний рессорного подвешивания путем создания сил трения, пропорциональных перемещениям.

Гасители колебаний. Применяемые в вагоностроении гасители колебаний по характеру и изменению сил сопротивления делят на фрикционные и гидравлические. Во фрикционных гасителях колебаний сопротивление создается силами трения, возникающими при скольжении трущихся частей. В гидравлических гасителях колебаний вязкая жидкость, находящаяся в корпусе гасителя, под действием поршня перетекает из одной полости в другую через узкие каналы. Гидравлические и фрикционные гасители колебаний применяют в пассажирских вагонах, фрикционные — только в грузовых.

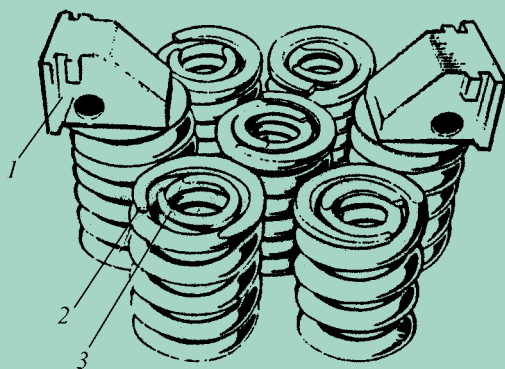


Рис. 4.8. Рессорный комплект тележки ЦНИИ-ХЗ-О

В рессорном комплекте тележки ЦНИИ-ХЗ-О (рис. 4.8), используемой в грузовых вагонах, имеются пружины 2, 3 и клиновой (фрикционный) гаситель колебаний 1. В современных пассажирских вагонах для той же цели ставят гидравлические гасители колебаний. Кроме того, внутри пружин буксового подвешивания устанавливают фрикционные гасители колебаний.

Не допускаются к постановке в поезда и следованию с ними вагоны, у которых рессоры имеют хотя бы одну из следующих неисправностей:

- излом хомута или листа рессоры или отсутствие хотя бы одной пружины;
- трещины хомута, листа рессоры или пружины;
- сдвиг или перекос эллиптической рессоры, листа эллиптической рессоры, планок и пружин рессорного комплекта;
- смыкание витков пружин; излом или трещина наконечника эллиптической рессоры;
- излом или трещина в надбуксовой пружине, серьге и пружине центрального люлочного подвешивания;
- проседание рессоры, вызывающее перекос кузова или удар частей рамы о ходовые части вагона и т. д.

Глава 5. Тележки вагонов

5.1. Назначение и классификация тележек вагонов

Тележки служат для обеспечения направления движения вагона по рельсовому пути, распределения и передачи всех нагрузок на путь, а также восприятия тяговых и тормозных сил, обеспечения необходимой плавности хода. Назначение тележек и их необходимые ходовые качества для обеспечения безопасности движения должны учитывать: устойчивость против схода с рельсов, плавность при вписывании в кривые участки пути, минимальную величину вертикальных и горизонтальных динамических сил и ускорений при конструкционной скорости движения, требуемые показатели плавности хода вагона, гарантированную прочность и надежность в эксплуатации.

В эксплуатации используется огромный и весьма разнообразный парк тележек, имеющий многочисленные конструктивные особенности. *По назначению* тележки бывают *грузовые* (для грузовых вагонов) и *пассажирские* (для пассажирских вагонов). *По числу колесных пар* тележки подразделяют на двухосные, трех-, четырех- и многоосные.

По системе подвешивания наиболее распространены тележки с одинарным (рис. 5.1, а, б) и двойным (рис. 5.1, в) подвешиванием. Реже встречаются тележки с тройным и даже с четверным рессорным подвешиванием.

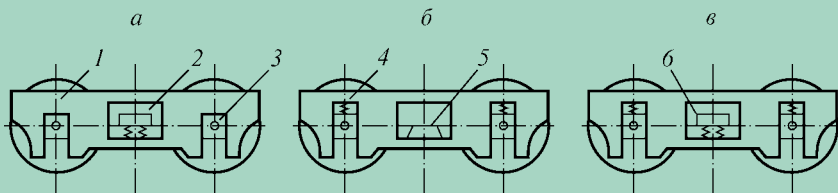


Рис. 5.1. Системы рессорного подвешивания в тележках вагонов:
а — центральное одинарное; *б* — одинарное буксовое; *в* — двойное; 1 — рама; 2 — надрессорная балка; 3 — букса; 4 — упругий элемент буксового подвешивания; 5 — шкворневая балка (связь боковых рам); 6 — рессорный комплект центрального подвешивания

По способу передачи нагрузки от кузова применяют тележки с пятниковым устройством (рис. 5.2, *а*) и опиранием на скользяны — полным (рис. 5.2, *б*) или частичным с подпружиниванием.

По схеме передачи нагрузки от надрессорной (шкворневой) балки на раму и буксовые узлы колесных пар тележки бывают с *непосредственной передачей* от шкворневой балки на боковые балки рамы без поддрессоривания, но с буксовым подвешиванием (рис. 5.3, *а*), с передачей от надрессорной балки на две боковые балки рамы через комплекты центрального подвешивания безлюлечной конструкции (рис. 5.3, *б*); передачей от надрессорной балки через две системы последовательно расположенных упругих элементов, включая люлечное устройство центрального подвешивания (рис. 5.3, *в*); передачей через упругие элементы безлюлечного центрального подвешивания на рычажные конструкции буксовых узлов (рис. 5.3, *г*).

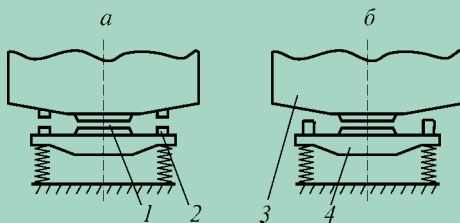


Рис. 5.2. Способы опирания кузова на тележки:

а — посредством пятникового устройства; *б* — через скользяны: 1 — пятниковое устройство; 2 — скользяны; 3 — кузов вагона; 4 — надрессорная балка

дачей через упругие элементы безлюлечного центрального подвешивания на рычажные конструкции буксовых узлов (рис. 5.3, *г*).

По способу связи рамы с буксовыми узлами колесных пар существуют конструкции с опиранием рамы тележки без поддрессоривания (рис. 5.4, *а*); упруго-челостной балансирующей связью (рис. 5.4, *б*), шпинтонно-пружинной бесчелостной

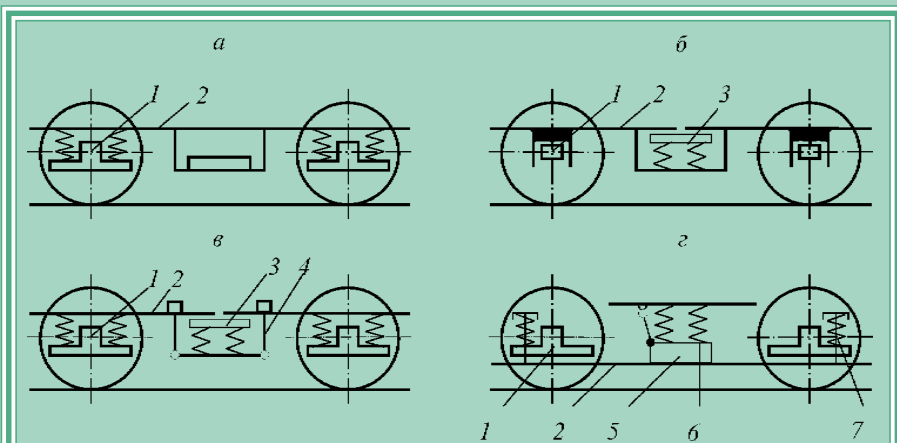


Рис. 5.3. Схемы рессорного подвешивания в тележках вагонов:
а — буксовое; *б* — центральное; *в* — люльчно; *г* — безлюльчное; 1 — буксовый узел; 2 — рама тележки; 3 — надрессорная балка; 4 — люлька; 5 — шкворневая балка (связь); 6 — упругий элемент центрального подвешивания; 7 — упругий элемент буксового подвешивания

связью (рис. 5.4, *в*); с поводково-бесчелюстной связью (рис. 5.4, *г*); с рычажно-бесчелюстной связью (рис. 5.4, *д*).

По технологии изготовления тележки бывают с литыми, штампованными или штампосварными боковыми рамами, надрессорными и соединительными балками или сварными рамами. Кроме того, тележки

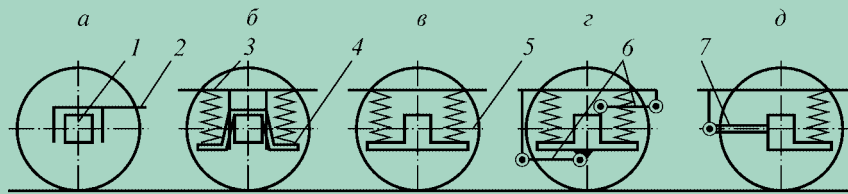


Рис. 5.4. Способы связи рамы тележки с буксовыми узлами колесных пар:
а — непосредственная без поддресоривания; *б* — упруго-челюстная балансирующая; *в* — бесчелюстная; *г* — поводково-бесчелюстная; *д* — рычажно-бесчелюстная; 1 — буксовый узел; 2 — рама тележки; 3 — упругий элемент; 4 — балансир; 5 — букса-баланси́р; 6 — поводки; 7 — рычаг корпуса буксы

различают по системе взаимодействия отдельных элементов сборочных единиц и деталей, а также другим конструктивным особенностям.

Основными технико-экономическими параметрами тележек вагонов являются: *собственная масса* — тара; *база* — расстояние между центрами осей крайних колес (у двух- и трехосных тележек) и между серединами рессорных комплектов сочлененных тележек (у четырехосной конструкции); *тип и параметры рессорного подвешивания*; *высота от уровня головок рельсов до плоскости опорного узла тележки*; *рессорная база* — расстояние между серединами упругих элементов, расположенных в продольном направлении; *тип и конструкция тормоза*; *конструкционная скорость*.

5.2. Тележки грузовых вагонов

Современные грузовые вагоны магистрального и промышленного транспорта имеют двух-, трех-, четырех- и многоосные тележки. Последние используются в специальных вагонах-транспортерах большой грузоподъемности. В основном применяют двухосные тележки.

Тележка вагона обычно состоит из следующих частей: колесных пар, букс, рамы или боковин, объединяющих колесные пары, рессорного подвешивания, надрессорной балки с опорами (подпятником и скользунами), тормозного оборудования. Тележки грузовых вагонов выполняют с одинарным подвешиванием (обычно центральным).

Тележка модели 18-100 (рис. 5.5), рассчитанная на конструкционную скорость движения 120 км/ч, предназначена для грузовых вагонов (тележка типа ЦНИИ-ХЗ-О — ЦНИИ — прежнее название ВНИИЖТ, разработавшего конструкцию, Х — первая буква фамилии автора — Ханина, 3 — третий вариант, О — облегченная по результатам исследований МИИТ). Боковая рама 1 ее выполнена литой. В средней части тележки имеется проем, в котором размещают рессорный комплект, состоящий из нескольких двухрядных пружин 2 и клиновых фрикционных гасителей колебаний 3. Клиновые гасители колебаний устанавливают в гнездах надрессорной балки 5, вертикальными гранями они соприкасаются со сменными фрикционными планками, укрепленными на колонках боковин. По концам боковин имеются проемы для букс 4. Рессорное подвешивание состоит из двух комплектов, каждый из которых имеет пять, шесть или семь двухрядных цилинд-

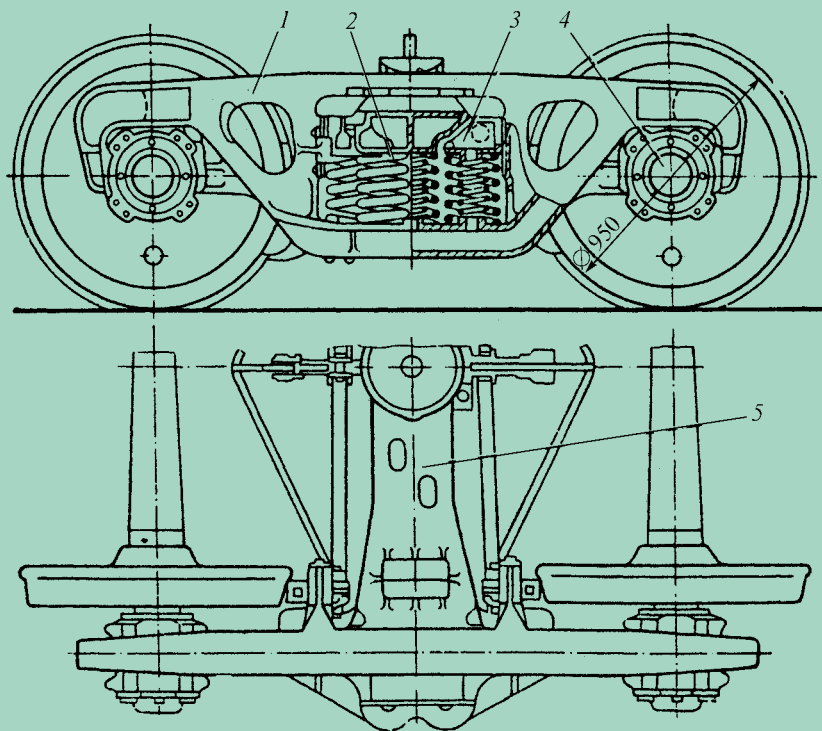


Рис. 5.5. Тележка ЦНИИ-ХЗ-О (модель 18-100)

рических пружин и два фрикционных клиновых гасителя колебаний. Пять пружин устанавливают в тележки грузовых вагонов грузоподъемностью до 50 т, шесть — до 60 т и 7 — более 60 т.

Тележка модели 18-115 (рис. 5.6), используемая в специализированных грузовых вагонах, обращающихся со скоростями до 140 км/ч, имеет улучшенные динамические качества.

Одной из ее конструктивных особенностей является использование более совершенной схемы опирания кузова — часть нагрузки передается на подпятник 7, а часть — через упруго-фрикционные скользуны 8 (рис. 5.6). Применяемая конструкция упруго-фрикционных скользунов обеспечивает снижение действующих нагрузок на шкворневые узлы вагона, повышение плавности хода ваго-

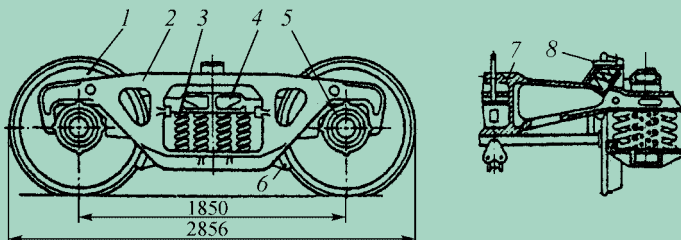


Рис. 5.6. Тележка модели 18-115:

1 — колесная пара; 2 — боковая рама; 3 — рессорный комплект; 4 — наддрессорная балка; 5 — буксовый узел; 6 — тормозная колодка; 7 — плоскость подпятника; 8 — упруго-фрикционный скользян

на и уменьшение динамических нагрузок, возникающих при влиятии тележки во время движения. В конструкции буксового узла тележки модели 18-115 используется переменной толщины резиновая прокладка, которая фиксируется специальными буртами. Буксовые узлы оснащены цилиндрическими роликовыми подшипниками 5.

Рессорное подвешивание тележки модели 18-115 — центральное. Оно состоит из двух комплектов, устанавливаемых в средних проемах литых боковых рам и включающих в себя 7 тройных (двойных) пружин. В качестве гасителя колебаний использован усеченный фрикционный клин, наклонная площадка которого развернута под углом 60° к продольной оси тележки, что обеспечивает лучшую его связь с боковыми рамами, чем клин тележки 18-100.

Для грузовых вагонов с нагрузкой от колесной пары на рельсы 25 т разработаны **усиленные двухосные тележки моделей 18-120 и 18-755**. В их конструкции применены нетиповые колесные пары с усиленными осями, шейки которых имеют диаметр 140 мм. Поэтому буксовые узлы оборудованы цилиндрическими подшипниками с увеличенными размерами. Боковые рамы усиленных тележек опираются на буксы через резиновые прокладки.

В тележке модели 18-120 кузов вагона через пятник опирается на подпятник наддрессорной балки, а в тележке 18-755, кроме того, — через упруго-фрикционные скользяны. Литые боковые рамы и наддрессорные балки тележек усилены. По своим прочностным и ходо-

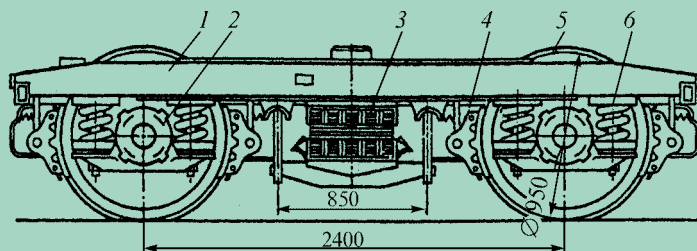


Рис. 5.7. Тележка типа КВЗ-И2:

1 — рама; 2 — буксовый узел; 3 — центральное люлечное подвешивание; 4 — тормозное оборудование; 5 — колесная пара; 6 — буксовое подвешивание

вым качествам тележки отвечают требованиям, обеспечивающим эксплуатацию со скоростями движения до 120 км/ч.

Тележка КВЗ-И2 (рис. 5.7) предназначена для рефрижераторных вагонов, эксплуатирующихся в поездах со скоростями 120 км/ч. Ее рама 1 опирается на буксовые узлы 2 колесных пар 5, проходя две ступени рессорного подвешивания (центральное 3 и буксовое б). Тормозное оборудование 4 — с двухсторонним нажатием колодок. Рама сварена из двух продольных, двух средних и двух концевых поперечных, а также четырех вспомогательных продольных балок.

Буксовое рессорное подвешивание тележки КВЗ-И2 — центральное, люлечное, состоящее из двух эллиптических рессор системы Галахова, уложенных на штампованную подрессорную связь. Она опирается на подлюлечные балки, подвешенные шарнирно к раме. На эллиптических рессорах расположена надрессорная балка, на которую через подпятник опирается кузов вагона. Для обеспечения постоянства уровня автосцепки вагонов с различной массой кузова изготавливают тележки КВЗ-И2 четырех групп: I, II, III и IV. Тележки I и II групп подкатывают под кузова грузовых рефрижераторных вагонов, а III и IV, обладающие более жестким рессорным подвешиванием и большей высотой, чем тележки I и II групп, — под кузова вагонов с машинным отделением, имеющим повышенную массу.

Трехосные тележки. Разработаны для шестиосных вагонов и применяются в основном на путях промышленного транспорта.

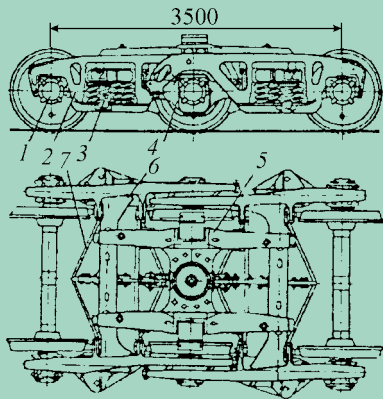


Рис. 5.8. Трехосная тележка типа УВЗ-9м

Тележка типа УВЗ-9м (рис. 5.8) признана лучшей из трехосных конструкций (конструкция Уральского вагоностроительного завода, девятый модернизированный вариант). В ней четыре литые боковые рамы 2 своими крайними концами опираются непосредственно на роликовые буксы 1, а средними — через балансиры 4. При такой конструкции общая нагрузка, передаваемая от кузова на тележку, распределяется поровну между тремя колесными парами типа РУ-950. На четыре рессорных

комплекта 3 центрального подвешивания опираются две литые надрессорные балки 6, на которых размещена шкворневая балка 5, имеющая форму в виде Н-образной отливки. Исполнительная часть тормозного оборудования 7, подвешенного к боковым рамам, имеет двухстороннее нажатие тормозных колодок на среднюю и одностороннее нажатие на крайние колесные пары.

Каждый из четырех комплектов рессорного подвешивания состоит из четырех двухрядных цилиндрических пружин и одного пружинно-фрикционного гасителя колебаний. Пружины взаимозаменяемые с пружинами тележки модели 18-100.

Четырехосные тележки применяются в большегрузных восьмиосных полувагонах и цистернах, а также транспортерах. Они состоят из двух типовых двухосных тележек, объединенных соединительной балкой.

Тележка модели 18-101 (рис. 5.9) имеет две двухосные тележки модели 18-100, связанные между собой соединительной балкой 4, которая выполнена в виде литой или штампованной конструкции вместе с пятниками. По концам нижней части ее расположены пятники 1 и 3, скользуны, которыми она опирается на подпятники, и скользуны надрессорной балки двухосных тележек. Сверху в средней части соединительной балки расположен подпятник 2 со шкворневым отверстием и скользуны. Центральный подпятник имеет длинный шкворень, а крайние пятники центрируются короткими шкворнями с буртом в средней части.

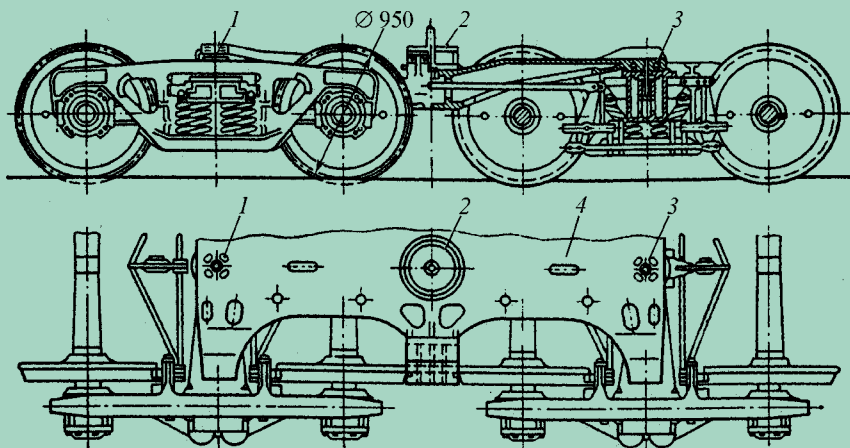


Рис. 5.9. Четырехосная тележка (модель 18-101)

Наиболее рациональная конструкция, по сравнению с литой, — штамповарной вариант соединительной балки (рис. 5.10) — состоит из двух штампованных элементов: верхнего 1 из листа толщиной 16 мм и нижнего 2 толщиной 20 мм, подкрепленных продольными 3 и поперечными 7 ребрами жесткости. Снизу по концам балки приварены крайние пятники 4, которыми она опирается на подпятники двухосных тележек, а сверху — центральный подпятник 8, посредством которого нагрузка от кузова передается на четырехосную тележку. К специальным крыльям 6 по концам балки снизу приварены крайние скользуны 5, которые располагаются над скользунами двухосных тележек. В средней части также на крыльях размещены центральные скользуны, над которыми расположены скользуны кузова вагона.

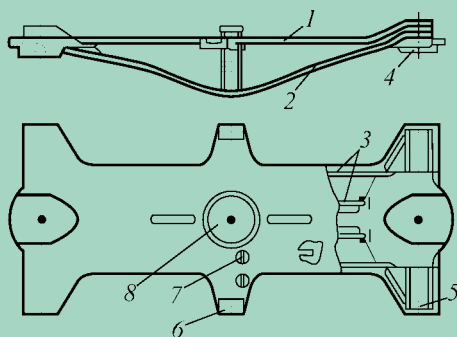


Рис. 5.10. Штамповарная соединительная балка

Основные технические характеристики тележек грузовых вагонов приведены в табл. 5.1.

Таблица 5.1

Техническая характеристика тележек грузовых вагонов

Показатели	Модели и типы тележек					
	18-100	18-115	18-755	18-102	18-101	КВЗ-И2
Масса тележки, кг	4680	4700	5100	8600	12000	7800
База, м	1,85	1,85	1,85	3,50	3,20	2,40
Допускаемая скорость, км/ч	120	140	120	120	120	120
Гибкость рессорного подвешивания, м/МН	0,125	0,173	0,116	0,148	0,075	0,144
Прогиб рессорных комплектов под статической нагрузкой, м	0,049	0,068	0,052	0,052	0,050	0,070
Расстояние от уровня головок рельсов до опорной поверхности подпятника, м	0,801	0,812	0,810	0,815	0,839	0,805
Тип рессорного подвешивания	Одноступенчатое центральное					Двухступенчатое

Общие требования к тележкам вагонов. Для тележек всех типов в эксплуатации не допускаются:

- трещины в балансирах, надрессорной, соединительной, шкворневой балках, боковине литой тележки;
- трещины на вертикальной или нижней горизонтальной стенке;
- трещины бесфланцевого пятника или подпятника;
- трещина во фланце пятника или подпятника, доходящая до бурта, заклепки или болта, нижнего или верхнего скользуна, сварного шва;
- обрыв заклепки крепления скользунов или излом их коробки;
- суммарный зазор между скользунами с обеих сторон тележки более 20 мм или менее 2 мм.

Кроме того, не разрешается эксплуатировать тележки ЦНИИ-ХЗ-О, у которых имеется излом или трещина в клине фрикционного гасителя ко-

лебаний, отсутствует или изломан колпак скользуна, отсутствует болт крепления колпака у скользуна.

5.3. Тележки пассажирских вагонов

Пассажирские вагоны оснащают, в основном, двухосными тележками с двухступенчатой системой рессорного подвешивания.

Тележка типа КВЗ-ЦНИИ разработана на Калининском (ныне Тверском) вагоностроительном заводе совместно с ЦНИИ МПС России (ныне ВНИИЖТ — Всероссийский научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта), признана типовой для современных вагонов.

Эта тележка (рис. 5.11) применяется во всех цельнометаллических вагонах новой постройки. Нагрузка от кузова вагона передается не на центральный подпятник, а на боковые скользуны 3 надрессорных балок 4, что обеспечивает гашение извилистых колебаний и улучшает плавность хода вагона. Шкворень тележки КВЗ-ЦНИИ испытывает только тяговые усилия. В тележке имеются кронштейны 1 надрессорной балки и продольной балки рамы, а также введены два поводка 2, ограничивающие колебания надрессорной балки. Поводки расположены вдоль продольной балки рамы тележки и через резиновые амортизаторы одним концом связаны с надрессорной, а другим — с продольной балкой рамы тележки. Они исключают удары надрессорной балки о поперечные балки рамы и улучшают ходовые качества тележки. Это позволило устранить интенсивный износ скользунов на поперечной балке рамы и вертикальных скользунов на надрессорной балке. Улучшена конструкция гидравлического гасителя колебаний и фрикционного гасителя в надбуксовом подвешивании; изменена техническая характеристика надбуксовых пружин.

Тележки КВЗ-ЦНИИ выпускают двух типов: I — для вагонов с массой брутто до 60 т, II — для вагонов с массой свыше 60 т, но менее 72 т. Тележка типа II имеет по два гидравлических гасителя колебаний с каждой стороны, более мощные элементы рамы и пружины центрального подвешивания. Ее появление связано с богатым опытом эксплуатации большого числа типов и конструкций тележек, их узлов и деталей. Тележка II типа аналогична по кон-

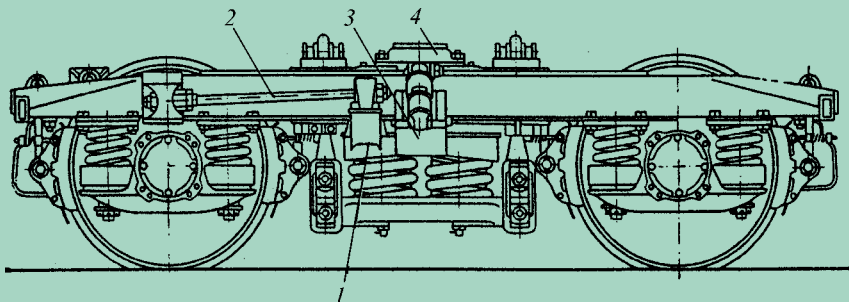


Рис. 5.11. Тележка КВЗ-ЦНИИ

струкции и отличается от 1 типа более мощной рамой, имеющей концевые поперечные балки. Она оборудована усиленными люлечными подвесками, удвоенным числом гидравлических гасителей колебаний, пружинами, имеющими больший диаметр прутков и др. Масса усиленной тележки увеличена на 0,4 т, она имеет меньший статический прогиб по сравнению с тележкой 1 типа.

Необходимость повышения скорости движения потребовала разработки усовершенствованных конструкций. В результате решения этой задачи на Калининском заводе совместно с ВНИИЖТ, ЛИИЖТ и др. была создана модернизированная тележка КВЗ-ЦНИИ-М, допускающая повышение скорости движения до 180 км/ч. Она отличается от тележек типа КВЗ-ЦНИИ увеличенным статическим прогибом рессорного подвешивания, более надежной однозвенной конструкцией люлечных подвесок вместо двухзвенных и др.

Тележка типа ТСК-1 предназначена для пассажирских вагонов, обращающихся в поездах со скоростями движения до 200 км/ч. Она разработана на Калининском (Тверском) вагоностроительном заводе в 1969 г. для вагонов поезда «Русская тройка» (РТ-200). Особенность устройства тележки ТСК-1 (тележка скоростная калининская, 1 вариант) заключается в устройстве центрального подвешивания, в котором используются пневматические рессоры диафрагменного типа с резинокордной оболочкой диаметром 580 и высотой 170 мм. В центральном подвешивании установлены вертикальные и горизонтальные гидравлические гасители колебаний, шарнирно соединяющие надрессорную балку с рамой тележки и обес-

печивающие раздельное гашение колебаний в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Кузов вагона опирается на скользуны, что вызвало необходимость связи наддресорной балки с рамой тележки упругими поводками с резинометаллическими шарнирами по концам.

Буксовое подвешивание аналогично по конструкции подвешиванию тележки КВЗ-ЦНИИ, но имеет гидравлические гасители колебаний и поводки, связывающие кронштейны буке с рамой тележки. Так как передается большая часть продольного и поперечного усилий, изменена конструкция шпинтонов. Колесные пары — специальные, их колеса имеют новый профиль поверхности катания с конусностью 1:100; 1:20; 1:7 и углом скоса рабочей грани гребня 65° вместо 60° в типовых колесных парах. Шейки оси удлинены для размещения третьего упорного подшипника.

Надресорная балка — сварная коробчатой формы с посадочными площадками по концам для установки пневматических ресор центрального подвешивания. В средней части она имеет шкворневое устройство с упругой посадкой. Балка снабжена подрезиненными пластмассовыми скользунами, на которые опирается кузов.

Тележка ТСК-1 оснащена дисковым и магниторельсовым тормозами. Причем, отдельно дисковый тормоз предназначен для служебного торможения, а совместно с магниторельсовым — для экстренного торможения. Тележка оборудована колодочным устройством для очистки поверхности катания колес перед торможением.

Основные технические характеристики тележек пассажирских вагонов приведены в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Техническая характеристика тележек пассажирских вагонов

Показатели	Тип тележки				
	КВЗ-5	КВЗ-ЦНИИ-1	КВЗ-ЦНИИМ	3-осная	ТСК-1
Допускаемая скорость, км/ч	140	160	160	160	200
Масса тележки, т	7,0	7,4	7,2	11,43	7,5
База тележки, м	2,4	2,4	2,4	4,0	2,5

Показатели	Тип тележки				
	КВЗ-5	КВЗ-ЦНИИ-1	КВЗ-ЦНИИМ	3-осная	ТСК-1
Высота от опорной поверхности тележки до уровня верха головок рельсов, м	0,85	0,99	0,99	0,865	
Тип рессорного подвешивания	Двухступенчатое, центральное, люлечное; надбуксовое — цилиндрические пружины				Пневматическое
Статический прогиб рессорного подвешивания, м	0,150	0,190	0,225	0,168	0,280

5.4. Рамы вагонов

Рама представляет собой часть несущей конструкции кузова. Она является одной из основных частей вагона, на которой в зависимости от его назначения укрепляют кузов (котел цистерны, борга и настил пола платформ), автосцепное устройство, узлы автоматического и ручного тормозов. У пассажирских вагонов к раме крепят различное вспомогательное оборудование. Таким образом, на раме монтируются все основные узлы вагона. Она опирается на ходовые части, воспринимает все статические и динамические нагрузки, действующие на вагон. Рамы бывают двух основных типов: с хребтовой балкой и без нее.

Рассмотрим основные типовые конструкции рам современных вагонов. **Рама четырехосной цистерны** вместимостью 72,7 м³ (рис. 5.12) состоит из четырех коротких боковых 2, двух шкворневых 4, двух концевых 1 и хребтовой 3 балок.

Рама универсального полувагона (рис. 5.13) имеет хребтовую балку 1, сваренную из двух профилей Z-образного сечения и двутавра, две шкворневые балки 2 замкнутого коробчатого сечения, сваренные из двух вертикальных и двух горизонтальных листов, концевые балки из гнутого уголкового профиля, сваренного из вертикального листа и двух горизонтальных поясов, четыре поперечные балки 3.

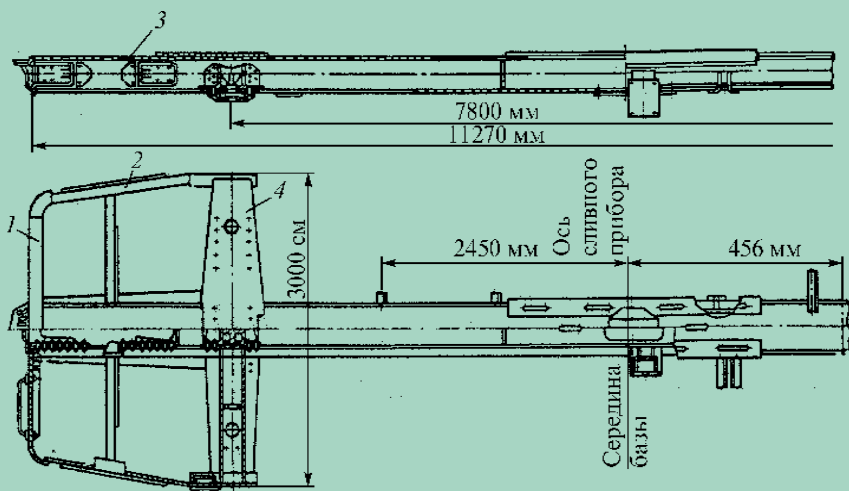


Рис. 5.12. Рама четырехосной цистерны

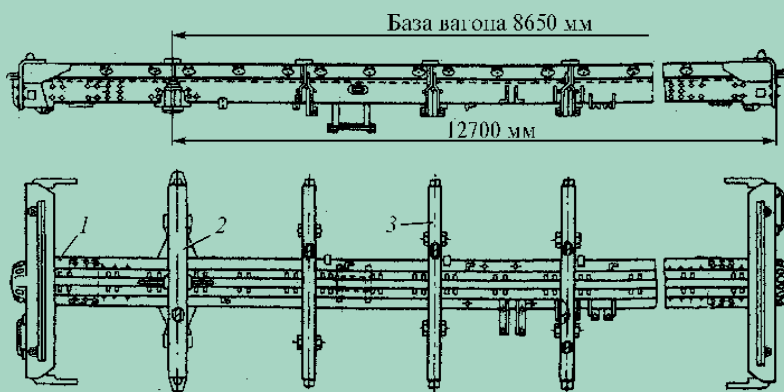


Рис. 5.13. Рама универсального полувагона

Рамы пассажирских вагонов длиной 23,6 м могут быть со сквозной хребтовой балкой и без нее. В первом случае рама (рис. 5.14, а) состоит из шкворневых 2, концевых 3, поперечных 4 и хребтовых балок 1. Хребтовая балка имеет три части: две концевые, состоящие

из швеллеров, и средней — также из швеллеров. К раме привариваются продольные и поперечные балки и гофрированные листы 5, образующие пол вагона. Рама пассажирского вагона без хребтовой балки имеет мощные концевые части, предназначенные для передачи продольных усилий на боковые стены кузова (рис. 5.14, б).

Запрещается постановка в поезда и следование в них вагонов, у которых в раме имеется хотя бы одна из следующих неисправностей:

— излом или трещина, переходящая с горизонтальной на вертикальную полку хребтовой, боковой, шкворневой или концевой балки, трещины в узлах сочленения хребтовой и шкворневой балок;

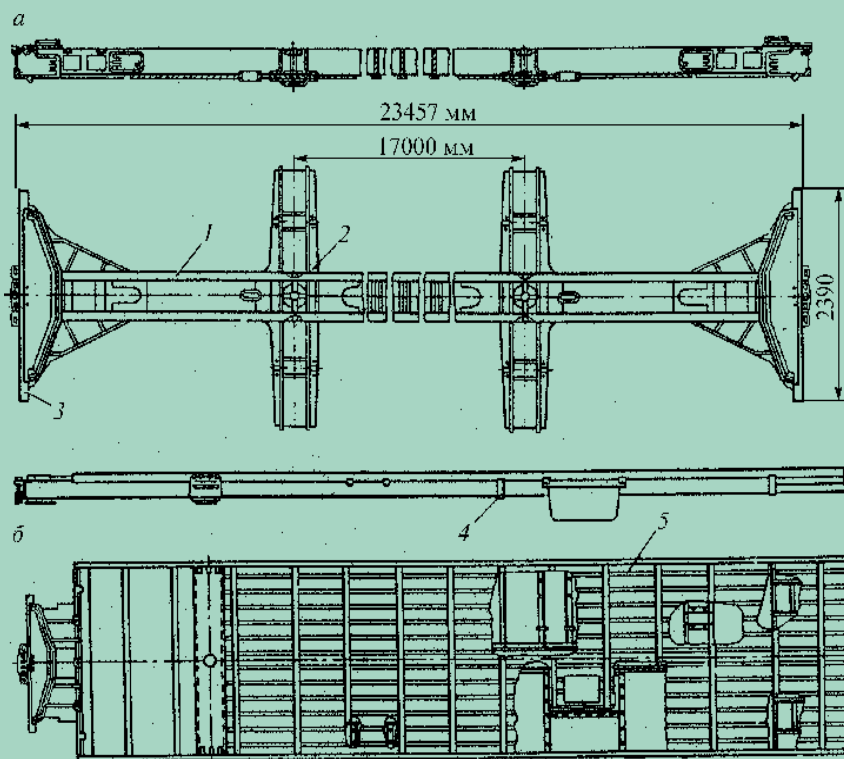


Рис. 5.14. Общий вид рамы пассажирского вагона:
 а — со сквозной хребтовой балкой без пола; б — рама с полом

- продольные трещины в балках рамы длиной более 300 мм;
 - трещины в надпятниковой плите (фланце) пятника длиной более 30 мм;
 - вертикальные, продольные и наклонные трещины любой длины, если они проходят более чем через одно отверстие для болтов или заклепок (в усиливающих планках или накладках, ранее поставленных при ремонте на балках рамы, не допускаются изломы и трещины те же, что и в самих балках рамы. Трещины, перекрытые накладками, не учитываются);
 - обрыв сварного шва или более одной заклепки крепления балок рамы, ослабление заклепочного или болтового крепления пятника к раме вагона;
 - длина вертикальных или наклонных трещин, расположенных на одной стенке балки, более 100 мм при измерении по вертикали между концами трещин;
 - обрыв по сварке или разрыв накладок, соединяющих верхние листы поперечных балок рамы полувагона с нижним обвязочным угольником;
 - трещины или разрывы верхнего или вертикального листа поперечной шкворневой или концевой балок рамы;
 - вертикальные прогибы балок у четырех-, шести- и восьмиосных грузовых вагонов более 100 мм.
- У пассажирских вагонов, включаемых в поезда, трещины в балках рамы не допускаются.

Глава 6. Автосцепные устройства

6.1. Автосцепное устройство

Автосцепное устройство предназначено для сцепления вагонов между собой и с локомотивом, передачи растягивающих и сжимающих усилий от одного вагона к другому, а также для смягчения действия продольных усилий. При автосцепном устройстве сцепление подвижного состава происходит автоматически, без участия сцепщика.

Классификация автосцепных устройств. Все существующие автосцепные устройства *по способу взаимодействия между собой* подразделяются на три типа: нежесткие, жесткие и полужесткие, а *по способу соединения* — механические и унифицированные.

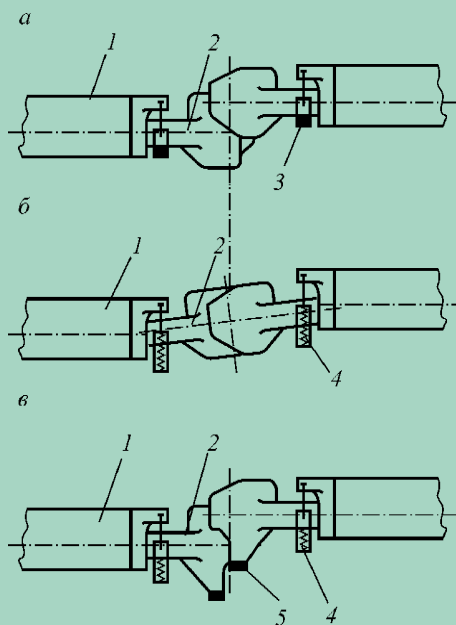


Рис. 6.1. Типы автосцепок

перемещений сцепленных корпусов 2, а при отклонении рам располагаются по одной прямой. На концах корпусов таких автосцепок необходимы сложные шарниры, обеспечивающие угловые отклонения в различных направлениях.

Полужесткие автосцепки (рис. 6.1, в) подобны нежестким, но они имеют ограничители 5, предотвращающие саморасцепы при увеличенных вертикальных относительных смещениях корпусов. В жестких и полужестких автосцепках корпуса размещаются на подпружиненных опорах 4.

Механические автосцепки используют для сцепления подвижного состава между собой, межвагонные коммуникации соединяют вручную. **Унифицированные** автосцепки применяют на специальном подвижном составе: вагонах метрополитена, некоторых типах зарубежных электропоездов и дизель-поездов и др. Автосцепные устройства подвижного состава Российских дорог общего назначения бывают двух типов: вагонного и паровозного. Ав-

Нежесткими (рис. 6.1, а) принято называть автосцепки, которые в сцепленном состоянии допускают относительные вертикальные перемещения сцепленных корпусов 2, а в случае разницы по высоте рам вагона 1, располагаются ступенчато, сохраняя горизонтальное положение. Корпуса в таких конструкциях располагаются на жесткой опоре 3. Отклонения в горизонтальной плоскости обеспечиваются в таких конструкциях сравнительно простыми шарнирами на концах корпуса автосцепки.

Жесткие автосцепки (рис. 6.1, б) не допускают относительных вертикальных

тосцепное устройство вагонного типа устанавливается на грузовых и пассажирских вагонах, тепловозах, вагонах дизель-поездов и электропоездов и тендерах паровозов, а паровозного — на паровозах, мотовозах, автодрезинах и некоторых специальных вагонах. Четырехосные грузовые и пассажирские вагоны оснащены типовой нежесткой автосцепкой СА-3. Шестиосные и восьмиосные вагоны оборудованы нежесткой или полужесткой модернизированной автосцепкой СА-3М.

Автосцепное устройство вагона. Автосцепное устройство вагона состоит из корпуса автосцепки с деталями механизма, расцепного привода, ударно-центрирующего прибора, упряжного устройства с поглощающим аппаратом и опорных частей. Основные части автосцепного устройства размещаются в консольной части хребтовой балки 5 рамы кузова вагона (рис. 6.2). **Корпус автосцепки 1** с деталями механизма установлен в окно ударной розетки 2 и своим хвостовиком соединен с тяговым хомутом 7 при помощи клина 4, который вставляется снизу и опирается на два болта 18, закрепленных запорными шайбами и гайками.

Корпус автосцепки стальной литой, состоит из полой головной части, в которой помещается весь механизм сцепления, и пустотелой

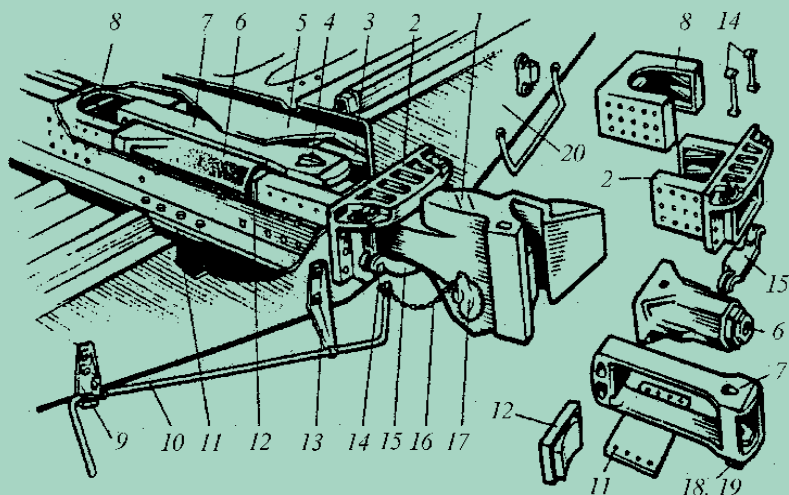


Рис. 6.2. Расположение деталей автосцепного устройства вагонного типа

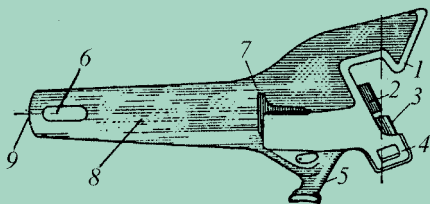


Рис. 6.3. Автосцепка СА-3 (устройство корпуса автосцепки)

го хвостовика. Головная часть автосцепки (рис. 6.3) имеет большой 1 и малый 4 зубья, которые служат для сцепления и восприятия тяговых и ударных усилий. Пространство, заключенное между ними, представляет собой зев автосцепки. В зев собранной автосцепки выступают рабочая часть замка 3 и лапа замкодержателя 2. Контур зацепления — стандартный и представляет собой горизонтальную проекцию большого и малого зубьев, зева и выступающей части замка. Головная часть корпуса автосцепки со стороны, противоположной зубьям, имеет упор, предназначенный для передачи жесткого удара на торец хребтовой балки через концевую балку рамы вагона и ударную розетку. Торцевые поверхности малого зуба и зева называют ударными, так как они воспринимают сжимающие (ударные) усилия. Задние поверхности большого и малого зубьев — тяговыми (тяговые усилия передаются тыловыми поверхностями большого и малого зубьев). В верхней части головы корпуса отлит выступ 7, который, взаимодействуя с розеткой, воспринимает жесткий удар при полном сжатии поглощающего аппарата. Хвостовая часть 8 корпуса автосцепки полая, имеет отверстие 6, предназначенное для соединения корпуса автосцепки посредством клина с тяговым хомутом. Пустотелый хвостовик по всей длине имеет прямоугольное сечение постоянной высоты. Торец хвостовика 9 выполнен цилиндрическим.

Внутри головной части корпуса автосцепки, называемой карманом, размещаются детали механизма автосцепки, служащие для выполнения процессов сцепления и расцепления подвижного состава. *Механизм автосцепки СА-3* (рис. 6.4) состоит из замка 1, замкодержателя 3, предохранителя замка от саморасцепа 2, подъемника 5, валика подъемника 4, болта 6 с гайкой для закрепления валика подъемника. Назначение замка — запирать соединенные автосцепки. Перекатываясь под действием собственного веса по опорной дуге, замок занимает в головной части автосцепки нижнее положение.

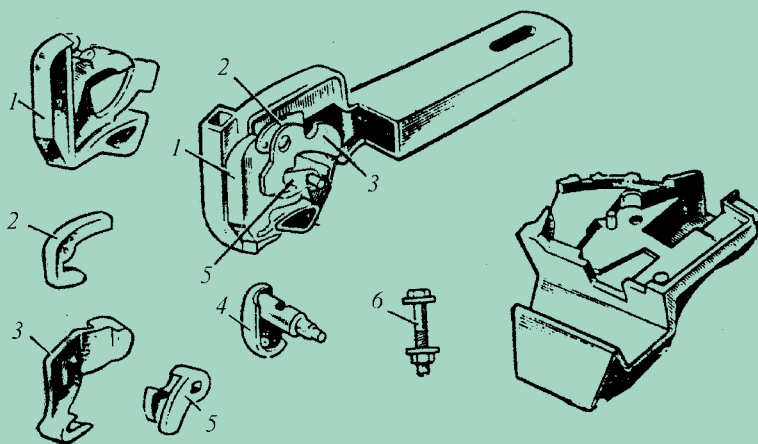


Рис. 6.4. Механизм автосцепки СА-3

Автосцепки сцепляются автоматически при нажатии на вагон локомотива или другого вагона. При сцеплении малый зуб одной автосцепки входит в зев другой. В процессе сцепления замки уходят внутрь головных частей автосцепок, а затем, когда малые зубья заходят в глубину зева, замки опускаются под действием своего веса в нижнее положение, автосцепка запирается, т.е. замки ее как бы заклинивают. По сигнальным отросткам замков определяют, сцеплены автосцепки или расцеплены; при сцепленных автосцепках сигнальные отростки не видны. Перед сцеплением автосцепок рукоятки расцепных рычагов у обоих вагонов должны находиться в вертикальном положении. В сцепленном состоянии это соответствует замкнутому положению автосцепок, а в расцепленном при разведенных вагонах — состоянию готовности к сцеплению.

Ударно-центрирующий прибор (см. рис. 6.2), состоящий из ударной розетки, прикрепленной в средней части к концевой балке 20 рамы, двух маятниковых подвесок 14 и центрирующей балочки 15, на которую опирается корпус автосцепки, воспринимает продольные ударные усилия, а также возвращает отклоненный корпус автосцепки в среднее положение.

Расцепной привод (см. рис. 6.2) закреплен на концевой балке рамы. Он состоит из двушлепчатого рычага 10, кронштейна с полочкой 9, державки 13 и цепи 16 для соединения рычага с приводом механизма автосцепки 17. Для расцепления автосцепок нужно до отказа повернуть рукоятку расцепного рычага любого из двух расцепленных вагонов из вертикального положения в сторону от концевой балки и опустить ее в прежнее положение. Сигнальный отросток замка, поднятого в верхнее положение, выступает наружу из корпуса автосцепки и показывает, что автосцепки расцеплены. Такое положение механизма сохраняется до тех пор, пока вагоны не разойдутся.

Упряжное устройство (см. рис. 6.2) включает в себя тяговый хомут, клин, упорную плиту 12 и два болта с планкой 19, запорными шайбами и шплинтом. Внутри тягового хомута находится поглощающий аппарат 6, который размещается между задними упорами 8 и упорной плитой, взаимодействующей с передними упорами 3. Задние упоры объединены между собой перемычкой и укреплены к вертикальным стенкам хребтовой балки рамы. Передние упоры объединены между собой посредством ударной розетки и также жестко прикреплены к вертикальным стенкам хребтовой балки. Передние и задние упоры передают растягивающие (передний упор) и сжимающие (задний) усилия на раму вагона. Передний упор отливают вместе с ударной розеткой. Упорная плита предназначена для передачи сжимающих усилий от торца хвостовика автосцепки на поглощающий аппарат и тяговых усилий на передние упоры. Упряжное устройство предохраняется от падения поддерживающей планкой 11, прикрепленной снизу к горизонтальным полкам хребтовой балки восемью болтами.

Поглощающий аппарат воспринимает и гасит тяговые и ударные усилия, действующие на автосцепку, передает эти усилия на раму вагона. В эксплуатации находятся в основном поглощающие аппараты различных типов для грузовых (табл. 6.1) и пассажирских (табл. 6.2) вагонов.

Рассмотрим некоторые типы поглощающих аппаратов. Пружинно-фрикционный аппарат типа Ш-6-ГО-4 разработан для грузового четырехосного подвижного состава. Он состоит из корпуса 4 (рис. 6.5), выполненного за одно целое с тяговым хомутом, отъемного днища 9, нажимного конуса 1, трех фрикцион-

Таблица 6.1

**Основные параметры поглощающих аппаратов автосцепки
для грузовых вагонов**

Параметры	Ш-1-ТМ	Ш-2-Т	Ш-2-В	Ш-6-ТО-4	ПМК-110А	ПФ-4	ПФФ-4	ГА-500
Энергоемкость, кДж	25–50	30–65	25–60	40–90	35–85	90–100	140–170	140–170
Сила сопротивления при сжатии, МН	2,5–3,0	2,5	2	2	2	2	2–2,5	2–2,5
Полный ход аппарата, мм	70	110	90	120	110	120	120	120

ных клиньев 2, опорной шайбы 3, наружной пружины 6, двух внутренних пружин 7, между которыми установлена промежуточная шайба 5, и стяжного болта с гайкой 8. Аппарат Ш-6-ТО-4 имеет шестигранную схему фрикционного узла, его принцип действия подобен действию рассмотренных выше конструкций. Он взаимозаменяем с аппаратами Ш-1ТМ и Ш-2-В по установочным размерам (Ш — шестигранный, Т — термическая обработка, М — модернизированный, В — взаимозаменяемый). Однако при установке данного аппарата в вагоны прежней постройки требуется модернизация упоров, обеспечивающих свободное размещение между ними съемного днища.

Таблица 6.2

Основные параметры поглощающих аппаратов пассажирских вагонов

Параметры	ЦНИИ-Н6	Р-2П	Р-4П	Р-5П
Энергоемкость, кДж	15—24	20—25	28	40—50
Сила сопротивления при сжатии, МН	1,5	1,3	1,8	1,2
Коэффициент поглощения энергии	0,70—0,75	0,32—0,38	0,55	0,31—0,36
Полный ход, мм	70	70	72	80

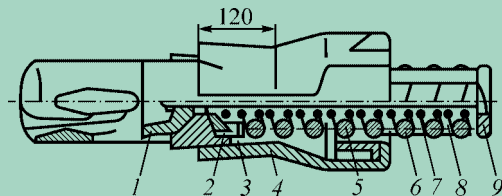


Рис. 6.5. Поглощающий аппарат типа Ш-6-ТО-4

Поглощающий аппарат типа ПФ-4 (рис. 6.6) состоит из корпуса *б* коробчатого сечения, который выполнен в виде единой отливки с тяговым хомутом. В корпусе размещен сменный фрикционный узел, взаимодействующий через центральную опорную плиту *7* с подпорным комплектом. Фрикционный узел состоит из распорного клина *12*, опирающегося своими наклонными поверхностями на подвижные клинья *2*, подвижных плит *1*, установленных подвижно в продольном направлении на поперечных ребрах корпуса, неподвижных клиновидных вкладышей *5* и боковых вкладышей *3*, отбойной пружины *4* и центральной опорной плиты *7*. Подпорный комплект аппарата включает в себя силовые наружные *9* и внутренние *10* пружины с промежуточной шайбой *8*, размещаемые в удлинителе *11*, который монтируется в корпусе через отверстие в днище. Работа аппарата характеризуется высокой скоростью приработки и для условий эксплуатации оценивается периодом 0,5—1 год.

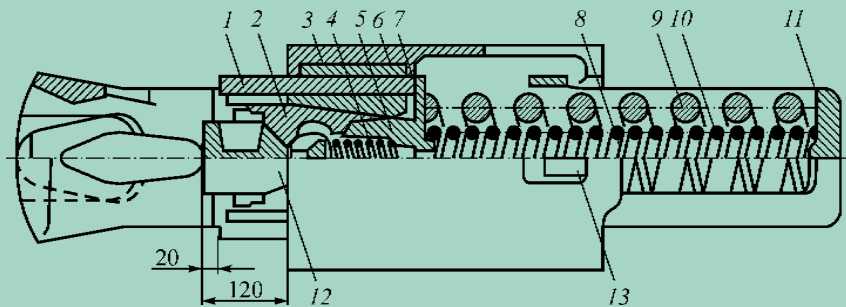


Рис. 6.6. Поглощающий аппарат ПФ-4

Гидравлический аппарат ГА-500 может быть использован как для четырехосного, так и для восьмиосного подвижного состава. Аппараты данного типа в отличие от пружинно-фрикционных (ПФ) не требуют приработки и реализуют свою максимальную энергоемкость с момента начала эксплуатации.

С 1969 г. на Российских дорогах все строящиеся пассажирские вагоны оснащают резинометаллическим поглощающим аппаратом Р-2П. Повышенную энергоемкость имеет поглощающий аппарат Р-4П, который может использоваться и в рефрижераторном подвижном составе. С учетом удовлетворения перспективных требований разработан новый резинометаллический аппарат Р-5П (Р — резиновый, П — пассажирский).

Особенности автосцепного устройства восьмиосных вагонов. Восьмиосные вагоны оснащены модернизированным автосцепным устройством полужесткого типа СА-3М (рис. 6.7). В отличие от СА-3 толщина стенок корпуса 1 данной конструкции увеличена в среднем на 30 %, здесь применены внутренние ребра, что повысило его надежность. В связи с увеличением базы и консолей восьмиосных вагонов, а следовательно, возникновением значительных вертикальных смещений автосцепок, в замке модернизированной конструкции была введена специальная вставка, обеспечивающая увеличение вертикального зацепления до 250 мм вместо 150—180 мм у автосцепки СА-3. Впоследствии вместо вставки замка на корпусе снизу был предусмотрен специальный прилив 11, ограничивающий вертикальные смещения корпусов автосцепок в допустимых пределах. Это обеспечивает прохождение без саморасцепов горбов сортировочных горок. С целью уменьшения вертикальных сил центрирующая балочка 2 подпружинена. Совместно с сферической формой хвостовика и вкладыша 4 это позволяет отклоняться корпусу автосцепки в вертикальной плоскости, не вызывая больших усилий.

Особенностью автосцепки СА-3М является также то, что хвостовик корпуса соединен с тяговым хомутом 5 при помощи валика 3, а не клина (как на СА-3), что создает благоприятные условия для отклонения корпуса автосцепки при вписывании вагонов в кривые участки пути малого радиуса. Такое соединение обеспечивает повышенную надежность. В связи с тем, что восьмиосные вагоны отличаются повышенными отклонениями корпусов автосцепок относительно оси

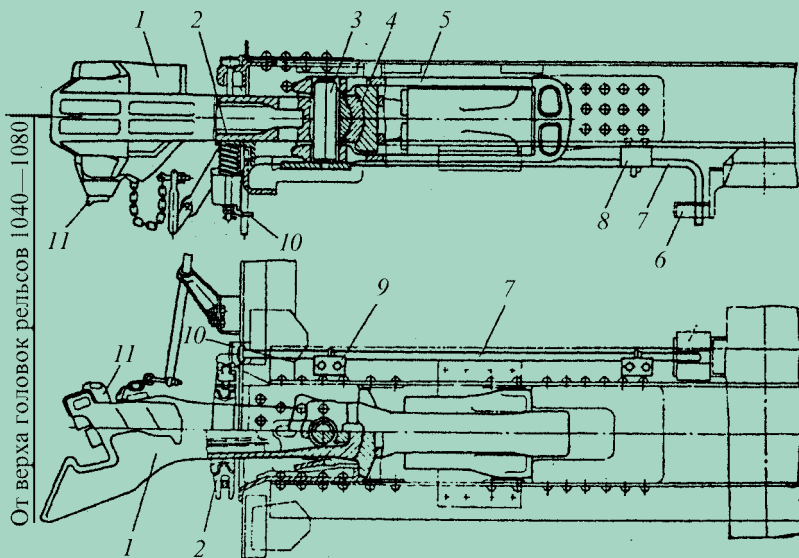


Рис. 6.7. Автосцепное устройство восьмиосного вагона СА-3М

пути при расположении в кривой малого радиуса, для обеспечения автоматического сцепления в этих условиях они оснащены специальными механизмами.

Такой механизм состоит из двухплечего рычага 7, способного поворачиваться вокруг продольной оси в кронштейнах 8 и 9. Одно плечо рычага связано с кронштейном 6 соединительной балки четырехосной тележки, а другое — с кронштейном 10 центрирующего прибора автосцепки. В условиях расположения вагона в кривом участке пути конец соединительной балки с кронштейном отклонится в сторону центра кривой, а следовательно, повернет рычаг и своим вторым плечом, соединенным посредством кронштейна с центрирующим прибором, повернет корпус автосцепки также к центру кривой. В результате при нахождении вагонов в кривом участке пути нормируемого радиуса обеспечивается автоматическое сцепление большегрузных вагонов.

В вагонах скоростного поезда ЭР200 применяется автосцепка жесткого типа.

Новое в конструировании автосцепного устройства. Использование однотипной автосцепки на отечественных грузовых и пассажирских вагонах объясняется необходимостью обеспечения воинских перевозок и транспортировки одиночных пассажирских вагонов и их сцепов в составе грузовых поездов.

Однако, наряду с преимуществами однотипной сцепки, ее применение на пассажирских вагонах имеет ряд недостатков. В частности, мягкий рессорный комплект тележек пассажирских вагонов приводит к большим относительным вертикальным перемещениям автосцепок в процессе движения и соответственно к их интенсивному износу, появляется опасность саморасцепов, возникает высокий уровень шума из-за частых ударов хвостовика автосцепки о центрирующую балочку.

Этих недостатков лишена автосцепка жесткого типа (рис. 6.8), разработанная ВНИИЖТом совместно с Тверским вагоностроительным заводом, которая не допускает в сцепленном состоянии взаимных вертикальных перемещений. Она оснащена направляющим рогом 1, который в процессе сцепления взаимодействует с нижней наклонной поверхностью большого зуба 2 смежной сцепки и таким образом устанавливает их соосно, независимо от разности высот автосцепок перед сцеплением. Новый механизм сцепления, разработанный ВНИИЖТом и на Уралвагонзаводе, имеет преимущества перед типовым. Подпружиненный замок 3 не перекачивается как в автосцепке СА-3, а перемещается поступательно, что вместе с предохранителем 4 полностью исключает опасность самопроизвольного расцепления автосцепок.

Для опоры автосцепки жесткого типа должно использоваться центрирующее устройство с упругой опорой хвостовика, например подпружиненная центрирующая балочка. Это исключит опасность передачи

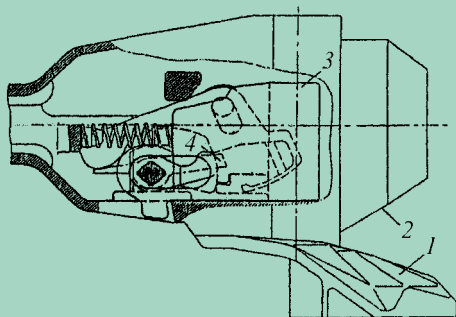


Рис. 6.8. Автосцепка жесткого типа, сцепляемая с типовой автосцепкой СА-3

вертикальной нагрузки через автосцепку на смежный вагон при переломах профиля пути.

Опытные образцы автосцепки были изготовлены на Брянском машиностроительном заводе и прошли стендовые испытания на Экспериментальном кольце ВНИИЖТа, которые показали надежную сцепляемость новой сцепки как с аналогичной, так и с типовой. Такая сцепка позволит увеличить межремонтные сроки эксплуатации и значительно уменьшить шум при движении поезда. Она взаимозаменяема с автосцепкой СА-3 и может устанавливаться на пассажирские вагоны эксплуатационного парка при проведении плановых видов ремонта.

Эта автосцепка также обеспечивает повышение безопасности движения поездов благодаря использованию разработанного ВНИИЖТом нового расцепного привода (рис. 6.9). Его

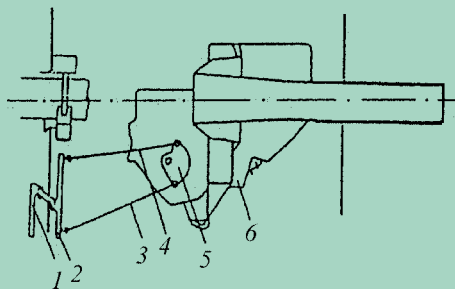


Рис. 6.9. Новый расцепной привод

расцепной рычаг 1 дополнительно оборудован третьим блокирующим плечом 2, которое связано с нижней частью балансира валика подъемника 3 блокирующей цепью 4 в дополнение к имеющейся на всех вагонах расцепной цепи 5. Такая модернизация расцепного привода не препятствует расцеплению автосцепок при реформировании поездов.

Вместе с тем в случае обрыва автосцепки обе цепи натягиваются одновременно и при дальнейшем расхождении вагонов сначала обрывается расцепная цепь, выполненная меньшей прочности, а затем блокирующая. При этом расцепления автосцепок не происходит. Таким образом, при наличии нового расцепного привода обрвавшаяся автосцепка сохраняет сцепленное положение со смежной и не падает на путь. Такой расцепной привод может использоваться не только с автосцепкой жесткого типа, но и с типовой, оборудованной ограничителем вертикальных перемещений 6.

6.2. Требования, предъявляемые к устройствам автосцепки

Подвижной состав и специальный подвижной состав должны быть оборудованы автосцепкой (ПТЭ, глава 11).

Высота оси автосцепки над уровнем верха головок рельсов должна быть, мм:

у локомотивов, пассажирских и грузовых порожних вагонов не более	1080
у локомотивов и пассажирских вагонов с людьми не менее	980
у грузовых вагонов (груженых) не менее	950
у специального подвижного состава:	
в порожнем состоянии не более	1080
в груженом — не менее	980

Для подвижного состава и специального подвижного состава, выпускаемого из ремонта, высота оси автосцепки над уровнем верха головок рельсов устанавливается МПС должна обеспечивать соблюдение указанных норм в эксплуатации (при наибольших износах и нагрузках).

Разница по высоте между продольными осями автосцепок допускается не более, мм:

в грузовом поезде	100
между локомотивом и первым груженым вагоном грузового поезда	110
в пассажирском поезде, следующем:	
со скоростью до 120 км/ч	70
со скоростью 121—140 км/ч	50
между локомотивом и первым вагоном пассажирского поезда	100
между локомотивом и подвижными единицами специального подвижного состава	100

Автосцепка пассажирских вагонов должна иметь ограничители вертикальных перемещений. Автосцепка специального подвижного состава, работающего по технологии совместно в сцепе, должна иметь ограничитель вертикальных перемещений.

Ответственным за техническое состояние автосцепных устройств и правильное сцепление вагонов в составе поезда является осмотрщик вагонов, выполнявший техническое обслуживание состава

поезда перед отправлением. При контроле технического состояния осмотрщик должен обращать внимание на характерные признаки неисправностей, приводящих к саморасцепу автосцепок и другим нарушениям работы автосцепного устройства:

- наличие посторонних предметов под головками маятниковых подвесок и на центрирующей балочке;

- наличие посторонних предметов под хвостовиком автосцепки (в месте прохождения розетки);

- отсутствие сигнального отростка замка;

- излом направляющего зуба замка (определяемый по выходу его из отверстия корпуса автосцепки);

- трещины в узлах автосцепного устройства, выявляемые по следам коррозии, наличию пылевого валика в летнее время, инея — в зимнее;

- укороченная или удлинённая цепь расцепного привода автосцепки;

- несоответствие допускаемому расстоянию от упора головы автосцепки до ударной розетки;

- отсутствие стопорных болтов в автосцепках сцепленных вагонов рефрижераторных секций.

Расстояние от вертикальной кромки малого зуба автосцепки до вертикальной кромки замка в его крайнем нижнем положении должно быть не менее 2 и не более 8 мм.

При обнаружении неисправностей осмотрщик должен принять меры к их устранению. Запрещается постановка в поезд и следование в них вагонов, у которых автосцепное устройство имеет неисправности, в том числе трещины, угрожающие безопасности движения.

Глава 7. Грузовые вагоны

7.1. Назначение кузовов вагонов

Общие сведения. Кузов — одна из основных частей вагона, определяющих его назначение. В зависимости от конструктивных особенностей кузовов служит для размещения различных грузов при транспортировке. Тип грузового вагона определяется его назначением, устройством кузова, а также специального оборудования, приспособленного для перевозки определенного груза. При выборе конструкции кузова вагона учитывают также особенности раз-

личных свойств грузов: изменение полезных качеств во времени и при транспортировке; чувствительность к воздействию атмосферных осадков; пылеобразование при выполнении погрузочно-разгрузочных работ; выдуваемость при перевозках, а также взрыво- и пожароопасность, воздействие грузов на окружающую среду и др. Кроме того, для массовых типов учитывается простота изготовления, ремонта и технического обслуживания в эксплуатации.

В эксплуатации находятся кузова грузовых вагонов различной конструкции, отличающиеся формой, размерами, особенностями устройства. Их можно объединить по отдельным признакам:

— *в зависимости от условий эксплуатации кузова — на универсальные и специализированные;*

— *по роду перевозимых грузов — на открытые и закрытые;*

— *в зависимости от конструкции рамы — со сквозной и несквозной хребтовой балкой;*

— *по материалу обшивки — цельнометаллические, с металлической и неметаллической обшивкой,* в которых внутренняя обшивка и пол изготавливаются из древесных или других неметаллических материалов.

Кузова старотипных вагонов строили с металлической обрешеткой и деревянной обшивкой. При изготовлении современных кузовов широко используют электросварку, а в старотипных конструкциях применяли кленку или смешанную технологию.

В зависимости от способа погрузочно-разгрузочных операций кузова бывают с дверными проемами и люками в боковых стенах, с люками в крыше и в полу, с наклонными боковыми или торцевыми стенами, с раскрывающейся на стороны или сдвигающейся вдоль вагона крышей, раздвигающимися секциями боковых стен и др. Все закрытые кузова бывают без теплоизоляции или с теплоизоляцией, оборудованные системами охлаждения и обогрева (рефрижераторы) или без них (термосы).

В зависимости от конструкции несущих элементов кузова бывают трех типов: цельнонесущие, с несущими боковыми стенами и рамой, со свободно несущей рамой.

Цельнонесущие кузова (рис. 7.1, а) устроены так, что нагрузка в них воспринимается рамой, боковыми стенами и крышей. По этому принципу строят современные кузова крытых, изотермических и пассажирских вагонов.

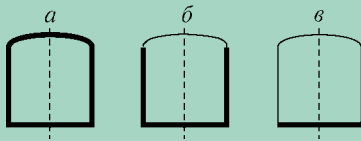


Рис. 7.1. Типы несущих конструкций кузовов вагонов

Кузова с несущими боковыми стенами и рамой (рис. 7.1, б) применяются в вагонах, в которых крыша не участвует в восприятии нагрузок. Данный принцип используется при проектировании современных кузовов полувагонов.

Кузова со свободно несущей рамой (рис. 7.1, в) характерны для платформ, в которых боковые стены могут воспринимать только усилия распора находящегося в кузове груза. В этом случае основные нагрузки воспринимаются одной рамой, поэтому она должна быть наиболее мощной.

Современный цельнометаллический кузов обладает наибольшей прочностью, устойчивостью, долговечностью при относительно небольшой массе и меньших расходах на содержание его в исправном состоянии.

Крытые вагоны. Крытые вагоны предназначены для перевозки штучных и насыпных грузов, требующих защиты от атмосферных осадков. При необходимости такие вагоны могут быть переоборудованы для массовых перевозок людей и живности. Крытые вагоны подразделяются на универсальные и специализированные. **Универсальные** крытые предназначены для перевозки широкой номенклатуры грузов, а **специализированные** — для перевозки определенных грузов. В эксплуатации на сети железных дорог СНГ находятся четырехосные крытые вагоны.

Четырехосный (универсальный) грузовой крытый вагон, сконструированный на Алтайском вагоностроительном заводе (модель 11-066), имеет грузоподъемность 66 т и емкость кузова 120 м³. Каркас кузова такого вагона металлический, сварной, раскосно-стоечной конструкции. Он состоит из рамы, двух продольных боковых и двух торцевых ферм и крыши. Вертикальные стойки укреплены раскосами, которые воспринимают вертикальные и продольные усилия. Ферма каркаса, связанная верхним и нижним поясами (обвязки), воспринимает часть вертикальной нагрузки и частично разгружает раму вагона.

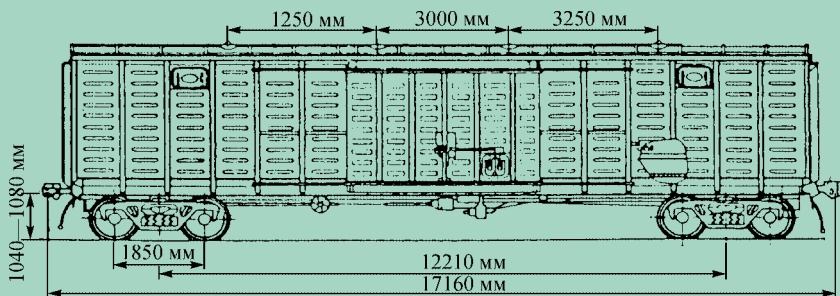


Рис. 7.2. Универсальный крытый четырехосный вагон модели 11-260

Кузов вагона с уширенными дверными проемами (модель 11-260) выполняется цельнометаллическим (рис. 7.2), а объем его кузова увеличен до 140 м^3 .

Чтобы улучшить использование возрастающей грузоподъемности и повысить эффективность, объем кузова современных моделей крытого вагона увеличен до 140 м^3 , в перспективе он повысится до 165 м^3 . Вместо внутренней обшивки из древесных материалов в их кузовах на внутренней поверхности металлической обшивки применяют специальное полимерное покрытие.

Крытые вагоны можно приспособить под перевозки людей, для чего в кузове имеются несъемное настенное оборудование и печные разделки в крыше, через которые пропускают трубы печей отопления.

Основные технические характеристики некоторых моделей универсальных крытых вагонов приведены в *Приложении*, табл. 1.

На базе кузовов вагонов общего назначения проектируется ряд специализированных вагонов, внутри погрузочного помещения которых предусматривают соответствующее оборудование и устройства. К ним относятся вагоны для перевозки автомобилей, скота, а также группа крытых хопперов, приспособленных для механизированной погрузки и выгрузки, для перевозки сыпучих грузов определенных видов.

Основные технические характеристики некоторых моделей специализированных крытых вагонов приведены в *Приложении*, табл. 2.

Двухъярусные вагоны для скота двух моделей — 11-240 (без служебного отделения) и 11-246 (со служебным отделением) — спроектированы по габариту 1-Т. Максимальная вместимость кузова

вагона модели 11-240: овец — 220, свиней — 82. При комбинированной перевозке на нижнем ярусе размещается 20 голов крупного рогатого скота, на верхнем ярусе — 110 овец, 40 свиней. Кузов вагона модели 11-246 рассчитан на перевозку 168 овец, 64 свиней. При комбинированной перевозке на нижнем ярусе помещается 15 голов крупного рогатого скота, на верхнем — 80 овец, 30 свиней. Высота грузового помещения: первого яруса равна 1800 мм; второго — 1750 мм. Каркас кузова этих моделей имеет раскосностоечную конструкцию, изнутри он обшит досками толщиной 35 мм. Крыша — металлическая с теплоизоляцией толщиной 50 мм и подшивкой из древесноволокнистой плиты толщиной 8 мм. Пол обоих ярусов состоит из настила дощатого толщиной 55 мм, прикрепленного к нижней и верхней несущим конструкциям рамы кузова. В настиле пола второго яруса предусмотрены люки с задвижными крышками, служащие для установки трапа и погрузки скота. Каждый ярус оснащен световыми окнами, а также кормушками и поилками для скота, расположенными на боковых стенах кузова. Для прохода обслуживающего персонала из вагона в вагон такие кузова оборудованы торцевыми дверьми с переходными площадками, а некоторые из них имеют купе для проводников. В зоне дверных проемов на боковых стенах кузова укреплены двустворчатые поворотные решетчатые двери, при установке которых поперек вагона каждое грузовое помещение разделяется на два отсека. Это обеспечивает выделение места у загрузочных дверей для хранения фуража и приготовления корма, а также позволяет рассредоточить скот по отсекам. В верхней части кузова установлены два бака для воды общей емкостью 1500 л, откуда вода самотеком подается к поилкам. Для обеспечения вентиляции грузовых помещений в боковых стенах кузова каждого яруса предусмотрены люки с откидными крышками, а в крыше — дефлекторы. Служебное отделение вагона модели 11-246 оборудовано спальными местами, плитой и умывальником. Некоторые конструкции вагонов для перевозки скота снабжены торцевыми дверьми с переходными площадками для обслуживающего персонала.

Крытый вагон для транспортировки легковых автомобилей модели 11-835 (рис. 7.3) создан с целью обеспечения повышенной защиты и сохранности товарного вида перевозимого груза. Его кузов цель-

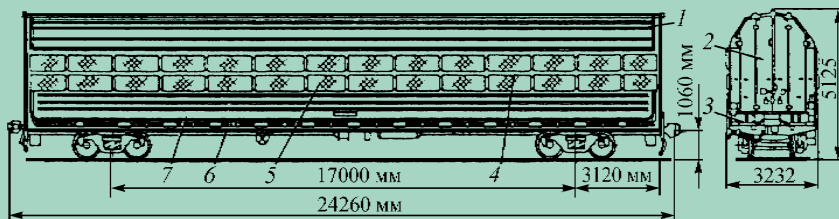


Рис. 7.3. Двухъярусный крытый вагон для легковых автомобилей модели 11-835

нометаллический, двухъярусный: нижний ярус 6 размещен на раме кузова, верхний 4 — имеет также раму несущей конструкции. В боковых стенах 7 предусмотрены световые проемы 5, закрытые металлической сеткой. Торцевые стены 2 с обеих сторон образованы двухстворчатыми дверьми, в нижней части которых размещены переездные площадки 3, обеспечивающие проезд автомобилей по всему составу. Погрузочно-разгрузочные операции выполняют своим ходом по переездным площадкам и направляющим устройствам. Для второго яруса подобные площадки располагаются с внутренней стороны торцевых дверей. Нижние площадки снабжены стопорным устройством с замком, без открытия которого невозможно открыть двери. Крыша 1 надежно защищает груз и предохраняет его от атмосферных воздействий. Для закрепления автомобилей в кузове устанавливают съемные колесные упоры, обеспечивающие надежное закрепление автомобилей, что позволяет их транспортировать с обычными скоростями движения поездов.

Специализированный крытый вагон-хopper модели 19-752, предназначенный для транспортировки зерна, спроектирован по габариту 1-ВМ. Его кузов цельнометаллической конструкции оборудован устройством бункерного типа, использующим гравитационное свойство груза при его выгрузке самотеком (торцевые стены кузова наклонены в сторону крайних разгрузочных люков под углом 55° к плоскости рамы). Кузов данного вагона, имеющий шесть бункеров (по три с каждой стороны), с механизмами для открывания и закрывания крышек при производстве погрузочно-разгрузочных операций, состоит из рамы, боковых 5 и торцевых стен и крыши. В целях обеспечения механизированной погрузки зерна в крыше пре-

дусмотрены четыре щелевых загрузочных люка, закрываемых крышками (1690 × 660 мм) с резиновыми уплотнениями. Каждая крышка оборудована упругими закидками, которые совместно с механизмом запираания (вала и привода) прижимает крышку к горловине люка и предупреждает ее самопроизвольное открывание. Рама кузова спроектирована по установившейся и обоснованной конструктивной схеме, учитывающей выбор рациональных форм поперечных сечений элементов и условия для оборудования вагона автосцепкой с разрезной упряжью.

Специализированный крытый вагон-хopper модели 19-923 грузоподъемностью 70 т предназначен для бестарной перевозки гранулированных, крупнозернистых, кристаллических несслеживающихся минеральных удобрений, а также сыпучего порошкового сырья (в основном апатитового концентрата) для производства удобрений (угол наклона торцевых стен увеличен до 65° к горизонтали). Вдоль крыши по ее оси расположены четыре щелевых загрузочных люка размером в свету 1623×473 мм, обеспечивающих равномерную загрузку кузова с одной установки. Крышки таких люков оборудованы специальным уплотнением и механизмами запираания торсионного типа, обеспечивающими надежную защиту груза от попадания атмосферных осадков. Имеется механизм централизованного блокирования всех крышек и опломбирования их с переходной площадки вагона, что предотвращает самопроизвольное открывание крышек как в пути следования, так и на стоянке. В нижней части кузова размещены четыре разгрузочных бункера, внутренние гладкие стенки которых в сочетании с коньками хребтовой балки образуют наклонное (55 °) днище, что обеспечивает выгрузку груза на сторону от пути через эти люки (размер в свету 2382 × 840 мм каждый). Механизм разгрузки с пневматическим приводом обеспечивает как попарное открывание или закрывание крышек люков, так и всех четырех одновременно. Предусмотрена возможность аварийного ручного открывания, а также места для крепления переносных электровибраторов.

Кузов специализированного вагона модели 17-486 (рис. 7.4) грузоподъемностью 52 т, предназначенного для бестарной перевозки муки, состоит из рамы 1, в средней части которой хребтовая балка отсутствует, и укрепленных на ней четырех бункеров 2 коническо-цилиндрической формы с наружным диаметром 3220 мм, изготовленных из

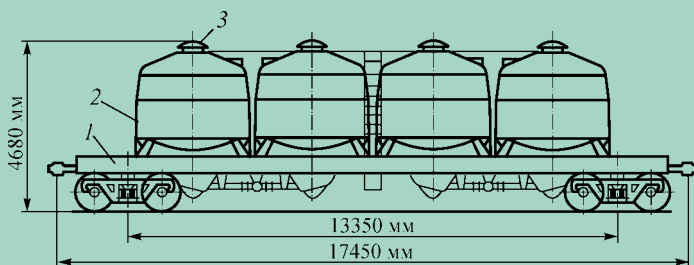


Рис. 7.4. Вагон для бестарной перевозки муки модели 17-486

листов алюминиевого сплава. Сверху емкости соединены между собой переходными мостками. Загрузка их производится сверху самоотком через люки 3 диаметром 400 мм, которые герметически закрываются крышками, унифицированными с крышками загрузочных люков автомобилей-муковозов. Разгрузка вагона — нижняя, с помощью пневмосистемы, включающей узлы подачи сжатого воздуха и аэрации, продуктопроводы с арматурой, штуцеры для подключения манометров и предохранительных клапанов.

Кузов четырехосного специализированного вагона модели 11-274 грузоподъемностью 50 т, предназначенного для транспортировки тарно-штучных и пакетированных грузов 9 и 13 разрядов, требующих защиты от атмосферных осадков и внешних воздействий, — цельнометаллический сварной конструкции. Боковые и торцевые стены его обшиты металлическим листом толщиной 14 мм. Рама кузова также покрыта металлическим листом, поверх которого настлан пол из досок. Крыша кузова — цельнометаллическая, сверху дополнительно установлено защитное покрытие из металлических листов, служащее для предохранения основной крыши от прожога при обрыве контактного провода. Внутри кузов обшит фанерой с теплоизоляцией из асботкани. Загрузка вагона осуществляется через боковые и внутренние распашные двери. Защитные двери, открывающиеся наружу вагона, обшиты металлическим листом толщиной 13 мм. Наружные задвижные двери — самоуплотняющиеся. Кузов вагона оснащен постоянными инвентарными устройствами для крепления груза.

Кузов специализированного вагона модели 11-4164 грузоподъемностью 12 т, предназначенного для перевозки легковесных грузов, цельнометаллический сварной несущей конструкции. Она позволяет производить погрузку и выгрузку грузов через боковые проемы с высокой платформы, используя средства малой механизации и автопогрузчики, для чего установлено восемь пересездных площадок и раздвижные двери, перемещающиеся по рельсам на специальных тележках.

На сети дорог СНГ используются специализированные **крытые вагоны-хопперы для глинозема** (модель 19-765), **для технического угля-рода** (модель 25-4001) и другие, различающиеся между собой объемом кузова, величиной угла наклона торцевых стен и сторон бункеров, а также числом и конструкцией люков и другими характеристиками.

Полувагоны. Кузова полувагонов, предназначенных для перевозки сыпучих, навалочных и штучных грузов (каменного угля, руды, леса, проката металлов и др.), не требующих укрытия и защиты от атмосферных осадков, не имеют крыши. Они являются основным типом вагонов (35 %) грузового парка, так как имеют наиболее высокие показатели использования. У полувагонов нет крыши, что позволяет полностью механизировать погрузку и выгрузку, обеспечивая удобство производства трудоемких операций с помощью эффективных средств механизации (мостовых кранов, вагоноопрокидывателей и др.). Для механизации разгрузки в полувагонах предусмотрены люки в полу, закрываемые крышками. Когда люки открывают, груз высыпается под действием собственного веса.

В эксплуатации находятся четырехосные полувагоны, а также небольшое количество шести- и восьмиосных полувагонов.

По назначению полувагоны подразделяются на **универсальные** и **специализированные**.

Основную массу составляют универсальные четырехосные полувагоны, имеющие кузова с металлическими стойками, раскосами и металлическую обшивку. Четырехосные полувагоны строятся также с кузовом, имеющим металлический раскосно-стоечный каркас и деревянную обшивку (рис. 7.5). Кузов этого полувагона состоит из боковых стен и лобовых дверей. Двустворчатые лобовые двери, открывающиеся внутрь, навешиваются шарнирно на угловые стойки, верхние обвязки каждой половинки двери соединяются между собой специальным замком, а нижние упираются в порог, укрепленный на бу-

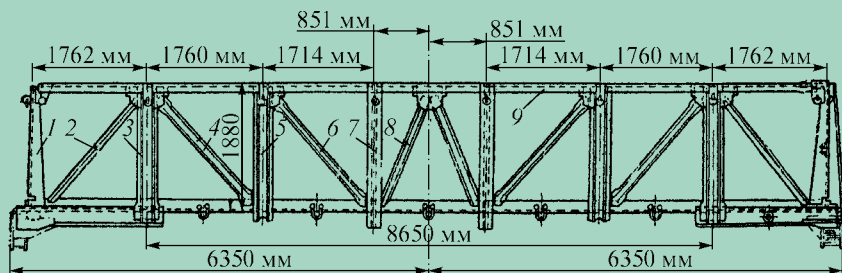


Рис. 7.5. Каркас боковой стены полувагона:

1 — угловая стойка; 2 — крайний раскос; 3 — шкворневая стойка; 4 — промежуточный раскос; 5 — промежуточная стойка; 6 — средний раскос; 7 — левая средняя стойка; 8 — раскос среднего проема; 9 — верхний обвязочный пояс фермы

ферном брус. Такая конструкция дверей позволяет использовать полувагон для перевозки лесоматериалов и проката в тех случаях, когда груз по длине несколько выступает за пределы кузова. Полувагоны имеют также скобы для установки деревянных стоек и приспособления для крепления грузов. Внутренняя поверхность стоек и раскосов располагается в одной плоскости, к которой прикрепляется болтами деревянная обшивка толщиной 40 мм. Доски обшивки соединяют между собой шпунтами и гребнями. Пол типового четырехосного универсального полувагона состоит из 14 штампованных крышек люков (по семь с каждой стороны), шарнирно подвешенных к хребтовой балке. Запорный механизм крышек люков включает в себя запорный крюк и скобы для поджатия люка к угольнику нижней обвязки боковой фермы кузова.

В эксплуатации находятся полувагоны с глухим полом из листа толщиной 6 мм, которые построены на базе универсального цельнометаллического полувагона, но в отличие от него не имеют люков в полу. Разгрузка таких вагонов производится на вагоноопрокидывателях. Имеется некоторое количество шестiosных полувагонов грузоподъемностью 94 т. На Уральском вагоностроительном заводе были построены также универсальные восьмиосные полувагоны модели 12-508 грузоподъемностью 125 т. С целью улучшения технических характеристик и повышения эффективности восьмиосных полувагонов на этом же заводе были построены усиленные образцы, имеющие

улучшенные конструктивные схемы. Универсальный **восьмиосный полувагон модели 12-542** имеет грузоподъемность 130 т. Изготовлен **восьмиосный полувагон модели 12-506** с кузовом, оснащенным боковыми разгрузочными люками, крышки которых открываются на обе стороны. Пол этих вагонов образуют 22 металлические штампованные крышки люков. Основные технические характеристики некоторых моделей современных полувагонов общего назначения приведены в *Приложении*, табл. 3.

Кузова **универсальных четырехосных полувагонов моделей 12-119 и 12-753** — цельнометаллические, изготовлены из типовых профилей и отличаются некоторыми конструктивными особенностями. Так, полувагон модели 12-753 оборудован торцевыми дверьми, а модели 12-119 имеют глухие торцевые стены.

Кузов универсального четырехосного полувагона модели 12-119 (рис. 7.6), выполненный с глухими торцевыми стенами 5, обладает большей прочностью, так как в нем прочно связаны между собой боковые стены 3. Кроме того, это позволило увеличить внутреннюю полезную длину без изменения продольных размеров рамы и повысить объем кузова на 2 м³. Крышки люков — типовые с литыми, ко-

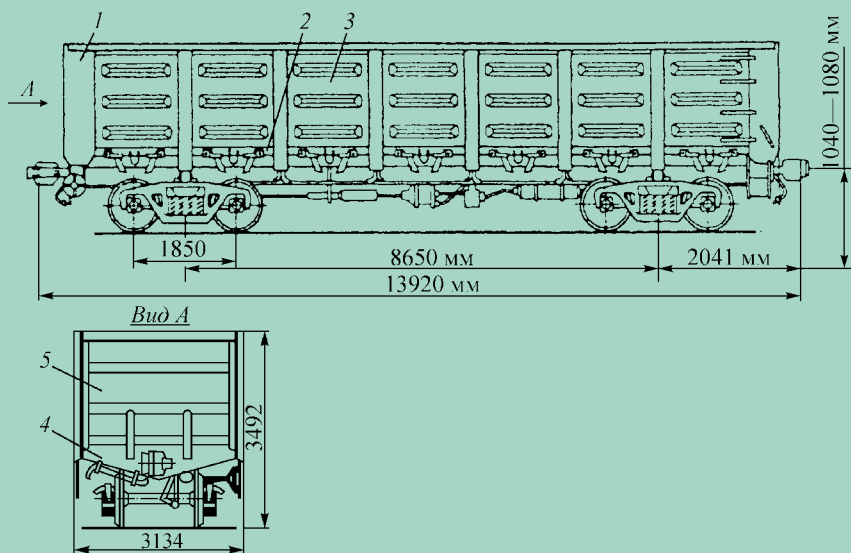


Рис. 7.6. Универсальный четырехосный полувагон модели 12-119

сорасположенными кронштейнами и оборудованы двухпрутковыми торсионными механизмами. Концевые балки 4 — коробчатого сечения, угловые стойки 1 выполнены в виде пластин из листового проката толщиной 8 мм. Узлы заделок стоек в раму усилены планками, нижняя обвязка 2 — из прокатного уголка 160×100×12 мм.

Кузов полувагона модели 12-757 грузоподъемностью 75 т имеет усиленную конструкцию. Усилена хребтовая балка рамы кузова, в местах соединения ее с промежуточными поперечными балками, а также усилены шкворневые, концевые и поперечные балки по сравнению с полувагонами прежних выпусков.

К **специализированным полувагонам** относятся вагоны-самосвалы (думпкары), бункерные вагоны для перевозки нефтебитума, а также ряд специализированных полувагонов-хопшеров для перевозки торфа, горячих окатышей, агломерата, кокса и т.д. Повышение технического уровня вагонного парка железных дорог СНГ достигается за счет увеличения доли специализированных полувагонов повышенной грузоподъемности, а также с кузовами типа хопшер для сыпучих грузов, не требующих укрытия. Специализированные полувагоны с глухими кузовами и кузовами типа хопшер обеспечивают в эксплуатации значительный технико-экономический и социальный эффект.

Кузов специализированного четырехосного полувагона модели 12-4004, предназначенного для перевозки технологической щепы и короткомерной древесины (длиной до 2 м) от мест производства к предприятиям целлюлозно-бумажной промышленности по путям промышленных и магистральных железных дорог, представляет собой сварную цельнометаллическую конструкцию. Пол кузова в закрытом состоянии образован двадцатью двумя унифицированными крышками разгрузочных люков, крепление которых к раме и их запирающие устройства аналогичны этим устройствам универсальных полувагонов.

Восьмиосный специализированный полувагон грузоподъемностью 115 т **модели 22-4024** предназначен для перевозки крупнокусковой медной руды от мест добычи до металлургических предприятий. Погрузка руды в полувагон производится экскаваторами с вместимостью ковша до 6—8 м³, а выгрузка — с помощью вагоноопрокидывателя. Его кузов — цельнометаллический сварной конструкции,

изготовлен как одно целое. Настил пола выполнен из стального листа толщиной 10 мм. Каркас боковых и торцевых стен изнутри кузова перекрывает обшивкой толщиной 10 мм.

Кузов полувагона-хоппера грузоподъемностью 65 т модели 22-471 (рис. 7.7), предназначенного для перевозки горячих окатышей и агломерата температурой 700 °С с места производства на приемные бункеры доменной печи, имеет раму 4, две боковые вертикальные 2, две торцевые стены 1 (с углом наклона 41° к плоскости рамы) и два бункера с двумя разгрузочными люками 3 (размером 3500 × 400 × 560 мм). Крышки разгрузочных люков открывают и закрывают при помощи специального механизма.

Кузов четырехосного открытого вагона-хоппера модели 20-480 грузоподъемностью 71 т, предназначенного для перевозки агломерата и окатышей по магистральным путям и путям промышленных предприятий от мест их производства на приемные бункеры доменных печей или на склады накопления, также оборудован съемной обшивкой бункеров, боковых и торцевых стен.

Для перевозки битума используются **бункерные полувагоны**, у которых расположенные на платформе бункера имеют двойные стенки для подвода пара и могут поворачиваться (опрокидываться). При выгрузке пар подплавляет битум, прилегающий к стенкам бункера, который после опрокидывания освобождается от груза. Опроки-

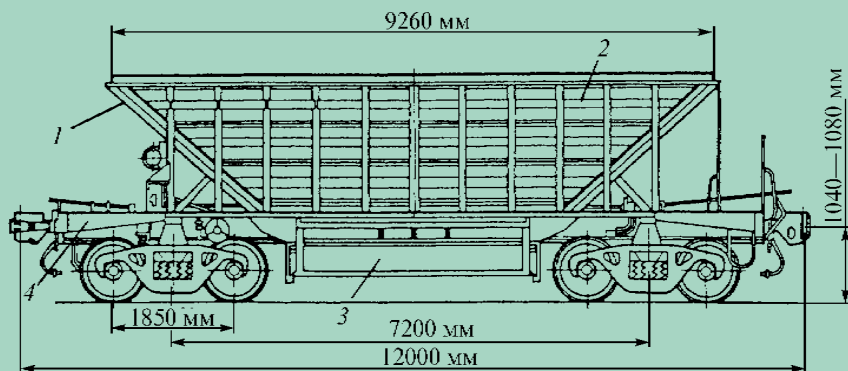


Рис. 7.7. Специализированный полувагон-хоппер для горячих окатышей модели 22-471

дывание загруженного бункера облегчается тем, что его центр тяжести расположен выше опорных поверхностей. В порожнем бункере центр тяжести находится ниже его опор, и это способствует возвращению бункера в исходное положение.

Открытый вагон-хоппер для сухого охлажденного кокса модели 22-4018 (рис. 7.8) предназначен для эксплуатации на путях промышленных и магистральных железных дорог. Он имеет удлиненную конструкцию кузова объемом 130 м³. Привод механизма открывания и закрывания крышек — пневматический с дистанционного пульта посредством электропневматической системы управления. Предусмотрена возможность аварийного ручного управления. Основные технические характеристики специализированных полувагонов приведены в *Приложении*, табл. 4.

Платформы. Кузова платформ, предназначенных для транспортировки длинномерных грузов, металлоконструкций, контейнеров, колесной и гусеничной техники, пакетированных и других грузов, не требующих укрытия, не имеют стен и крыши. **Кузов универсальной платформы** состоит из мощной рамы с настилом пола, боковых и торцевых бортов. Типовая универсальная платформа имеет длину по осям сцепления автосцепок 14,6 м. Настил пола — деревянный из досок толщиной 55 мм. Продольные борта высотой 0,5 м, а поперечные высотой 0,4 м, стальные из гнутого профиля толщиной 3 мм. На боковых балках рамы установлены запирающие устройства (три клиновых запора с каждой стороны), державки петель бортов, скобы лесных стоек, увязочные кольца на концевых балках — кронштейны торцевых бортов.

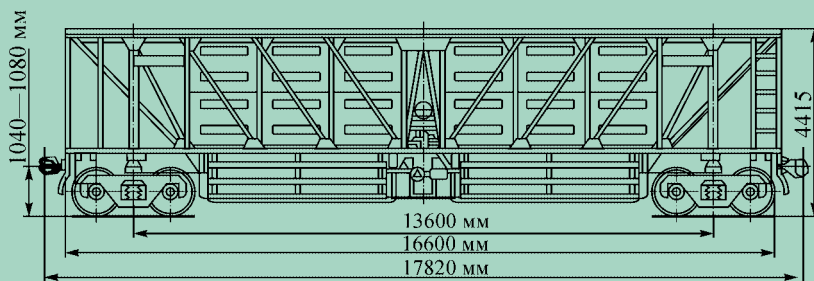


Рис. 7.8. Открытый вагон-хоппер для охлажденного кокса модели 22-4018

На железных дорогах СНГ эксплуатируют различные модели платформ, отличающиеся друг от друга техническими характеристиками и конструктивными особенностями. Основные технические характеристики некоторых моделей универсальных и специализированных платформ приведены в *Приложении*, табл. 5.

В течение последних лет грузоподъемность платформ возросла с 62 до 71 т, тогда как линейные размеры и погрузочная площадь оставались неизменными. Удлинение кузова платформ позволит увеличить удельную площадь пола, отнесенную к тонне грузоподъемности, повысить эффективность платформ.

Кузов универсальной платформы модели 13-491 удлиннен на 5 м, в результате чего на 40 % возросла площадь пола. Кузов этой платформы снабжен 14 боковыми бортами (по 7 с каждой стороны). Ее рама значительно усилена.

Кузов двухъярусной платформы для легковых автомобилей модели 13-479 имеет нижнюю и верхнюю рамы с металлическим настилом пола, оборудованным направляющими устройствами, обеспечивающими погрузку и выгрузку машин самоходом, а также надежного их крепления во время движения в поезде. Верхняя и нижняя рамы соединены между собой четырьмя концевыми и двумя средними стойками. Для подъема на верхнюю раму платформа оборудована лестницами и переходными площадками, а для крепления автомобилей предусмотрены специальные устройства (упоры).

Платформа для перевозки леса в хлыстах модели 23-469 имеет мощную раму, оборудованную двенадцатью металлическими стационарными стойками (по шесть с каждой стороны). Между противоположными стойками, приваренными по обе стороны рамы, в местах приварки поперечных балок поперек вагона установлены гребенки высотой 100 мм для предохранения от смещения хлыстов леса вдоль платформы. Стойки оборудуют верхними кронштейнами, которые в рабочем состоянии имеют форму верхнего очертания габарита подвижного состава. По требованию заказчика кузов вагона оборудуют цепными стяжками вместо Г-образных кронштейнов.

Кузов специализированного восьмиосного вагона для перевозки рельсов длиной 25 м грузоподъемностью 130 т модели 13-934 состоит из рамы и двух подвижных торцевых стен, соединенных с рамой упругими элементами.

Кузов вагона модели 13-4082, предназначенного для транспортировки троллейбусов по магистральным железнодорожным путям, представляет собой цельнометаллическую конструкцию, установленную на платформу с металлическим настилом пола. Она снабжена запирающейся торцевой дверью для въезда техники и внутренним оборудованием для крепления техники. Вагон с таким кузовом может быть использован для перевозки другой аналогичной техники.

Транспортеры. Для перевозки тяжеловесных крупногабаритных грузов, не размещающихся на обычных платформах (мощные трансформаторы, части гидравлических турбин, статоры и роторы генераторов большой мощности, станины блюмингов и крупных станков, маховики и котлы большого диаметра и др.), применяют специальные виды подвижного состава — транспортеры различных типов, которые являются специализированным видом подвижного состава. На отечественных дорогах эксплуатируют транспортеры, различающиеся между собой типами — платформенного, площадочного, колдцеобразного, сочлененного и сцепного типов; числом осей от 4 до 32; грузоподъемностью — от 55 до 500 т, линейными размерами и другими характеристиками.

В табл. 7.1 приведены технические характеристики некоторых моделей транспортеров различных типов.

Таблица 7.1

Техническая характеристика транспортеров

Показатели	Модель										
	14-6048	14-6055	14-6056	14-6063	14-6046	14-6057	14-6067	14-6071	14-135	14-138	14-139
Тип	ПЛ	ПТ	КЛ	ПЛ	ПЛ	СЧ	ПЛ	ПЛ	СЧ	СЦ	СЧ
Число осей	4	8	8	8	16	16	16	16	28	32	32
Грузоподъемность, т	62	120	120	120	220	240	220	225	400	480	500
Тара, т	25,6	54,3	54,3	56	127	110	126	126,5	200,5	211	217
Длина по осям сцепления автосцепок, м	16,85	24,13	25,28	26,25	35,95	43,54	38,23	40,83	48,02	62,76	63,49

Показатели	Модель										
	14-6048	14-6055	14-6056	14-6063	14-6046	14-6057	14-6067	14-6071	14-135	14-138	14-139
Нагрузка от колесной пары на рельсы, тс	21,6	21,8	21,8	22	21,7	21,9	21,63	22	21,4	21,6	22,4
Скорость конструкционная, км/ч:											
груженого	120	120	120	120	120	100	120	100	80	80	80
порожного	120	120	120	120	120	120	120	120	100	100	100
Габарит по ГОСТ 9238-83	1-Т	1-ВМ	1-Т	02-ВМ	1-Т	1-Т	1-Т	1-Т	1-Т	1-Т	1-Т

Примечание. Типы транспортеров: ПЛ — площадочный; ПТ — платформенный; КЛ — колдцеобразный; СЧ — сочлененный; СЦ — сцепной.

Длина транспортеров сочлененного типа указана в груженом состоянии, при котором груз размещается между концевыми частями и удлиняет конструкцию по сравнению с порожним вагоном.

Рассмотрим конструктивные особенности кузовов (рам) некоторых типов и моделей транспортеров. **Кузов (рама) восьмиосного транспортера платформенного типа модели 14-6055** (рис. 7.9), предназначенного для перевозки крупногабаритных тяжелых грузов, опирается цилиндрическими пятниками на две четырехосные тележки. Рама сварной конструкции увеличенного по высоте сечения во внутрибазовом пространстве состоит из четырех двутавровых балок, соединенных между собой диафрагмами и верхним напольным листом толщиной 14 мм. К наружным боковым поверхностям крайних двутавровых балок приварены кронштейны и скобы, предназначенные для крепления перевозимых грузов, с этой же целью предусмотрен ряд отверстий на напольном листе несущей рамы, на которой размещены тормозное оборудование и автосцепное устройство.

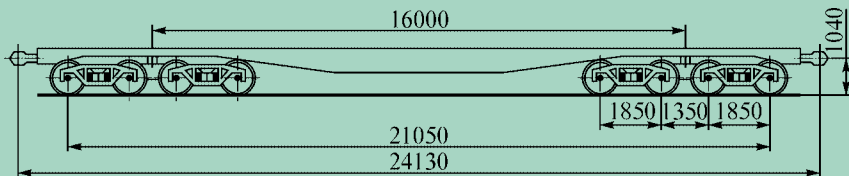


Рис. 7.9. Транспортер платформенного типа грузоподъемностью 120 т модели 14-6055

Кузова транспортеров колодецеобразного типа (в парке дорог СНГ находится несколько различных конструкций грузоподъемностью от 60 до 120 т), имеют главную несущую балку, состоящую из двух боковых продольных элементов, между которыми в средней части расположен колодец, позволяющий разместить выступающую часть груза.

Кузов восьмиосного транспортера колодецеобразного типа (рис. 7.10), опирающийся посредством сферических пятников 5 и продольных концевых балок 1 на ходовые части 7, состоит из главной несущей балки 3 с концевыми элементами 4. На балках 1 размещены типовые автосцепные устройства 6 и оборудование тормоза 2. Боковые продольные балки образованы вертикальной стенкой и горизонтальными поясами, которые в средней части усилены дополнительными накладками. Концевые части балки сверху перекрыты сплошным листом толщиной 12 мм. Колодец несущей балки по продольной оси вагона имеет длину в верхней части 10,8 м, а в нижней — 10,0 м, его ширина составляет 2,42 м. На нижних поясах балок в колоцевой части установлено шесть пар стальных подушек для цапф поперечных балок. Две средние пары подушек имеют по три гнезда, остальные — по одному. Транспор-

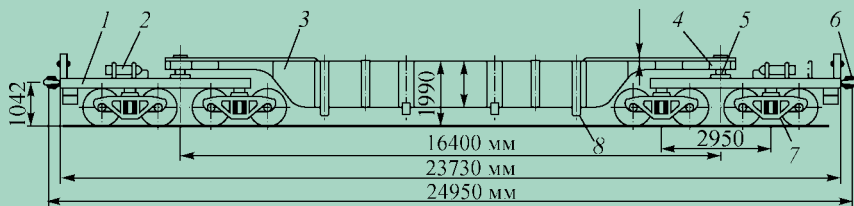


Рис. 7.10. Восьмиосный транспортер колодецеобразного типа

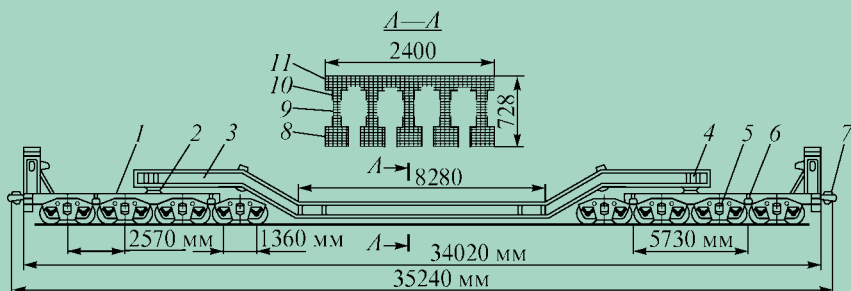


Рис. 7.11. Шестнадцатисный транспортер площадочного типа грузоподъемностью 220 т:

1 — промежуточные балки; 2 — сферические пятники; 3 — главная несущая балка; 4 — поперечные элементы; 5 — четырехосные тележки; 6 — плоские пятники; 7 — автосцепные устройства; 8 — нижние полки; 9 — вертикальные стенки; 10 — уголки; 11 — сплошные стальные листы

тер оборудован четырьмя съемными поперечными балками 8 с цилиндрическими цапфами диаметром 150 мм, которые в зависимости от размеров перевозимых грузов можно переставлять, опирая на различные пары подушек.

Транспортеры площадочного типа имеют пониженную в средней части погрузочную площадку и предназначены для перевозки грузов большой высоты. Одним из представителей такого типа является шестнадцатисный транспортер грузоподъемностью 220 т (рис. 7.11).

Представителем **сцепного типа** является **32-осный транспортер**, шестнадцатисный сцеп которого приведен на рис. 7.12. Каждый такой сцеп состоит из сварной несущей балки 3 изогнутой формы, опирающейся посредством катковых опор 2 на две надтележечные балки 1, которые в свою очередь опираются на четырехосные тележки 6. По концам надтележечных балок размещены типовые автосцепные устройства 5. Такой сцеп можно эксплуатировать самостоятельно как транспортер грузоподъемностью 240 т. В этом случае на концы несущей балки устанавливают сменные опоры-турникеты, служащие для укладки груза. При полном использовании 32-осного транспортера для перевозки груза массой до 480 т сменные опоры снимают и закрепляют в специально предусмотренных местах на надтележечных балках транспортера. В этом слу-

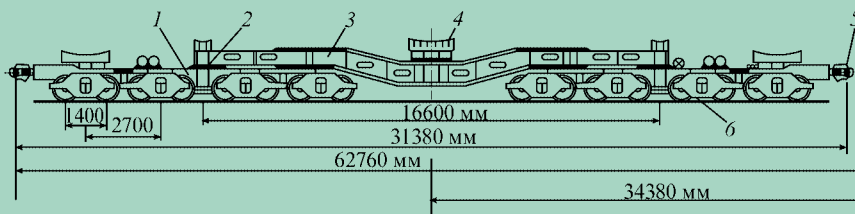


Рис. 7.12. Шестнадцатисносный сцеп 32-осного транспортера грузоподъемностью 480 т

чае груз располагают на стационарных опорах 4, установленных посередине несущих балок. Опоры могут поворачиваться относительно вертикальной оси, а одна из них, кроме того, поступательно перемещаться вдоль продольной оси транспортера. Такая подвижность опор обеспечивает свободное прохождение транспортера с грузом кривых участков пути радиусом до 150 м.

Цистерны. Классификация цистерн. Цистерны предназначены для перевозки жидких, затвердевающих, газообразных и пылевидных грузов. Они помещаются в котле, представляющем собой специфическую форму кузова этого типа вагона. Значительное разнообразие грузов обуславливает существенные видоизменения конструкций цистерн, и поэтому последние целесообразно классифицировать. В зависимости от видов перевозимых грузов цистерны могут быть разделены на две группы:

общего назначения — для перевозки широкой номенклатуры нефтепродуктов;

специальные цистерны — для перевозки отдельных видов грузов.

Цистерны общего назначения, в свою очередь, могут подразделяться на цистерны для перевозки светлых (бензин, лигроин и т.п.) и темных (нефть, минеральные масла и т.п.) нефтепродуктов. Повышенная огнеопасность светлых нефтепродуктов при ненадежной герметичности нижних сливных приборов обусловила оборудование цистерн для их перевозки устройствами верхнего слива (через колпак). Цистерны для темных нефтепродуктов оборудуют нижними сливными приборами.

Специальные цистерны разделяют на цистерны для перевозки пищевых, химических и некоторых других грузов. Специальные цистерны строят сравнительно небольшим числом, а для удобства эксплуатации, ремонта и постройки они имеют унифицированные с цистернами общего назначения рамы кузова, узлы крепления котла, ходовые части и многие другие элементы.

В зависимости от вида несущих элементов цистерны делятся на конструкции, у которых все основные нагрузки, действующие на вагон, воспринимаются рамой кузова, и такие, у которых эти нагрузки воспринимаются котлом, — безрамные цистерны. Кроме того, цистерны, подобно другим типам вагонов, различают по осности, грузоподъемности, объему котла, устройству, материалу и способу изготовления котла и другим признакам. Технические требования к цистернам регламентированы соответствующим государственным стандартом.

Цистерны общего назначения. Четырехосная цистерна грузоподъемностью 60 т имеет котел с полезной емкостью 71,7 м³ и общей 73,1 м³. Внутренний диаметр котла равен 3000 мм. Толщина бронированного листа составляет 11 мм, верхних и боковых — 9 мм, днищ — 10 мм. Все листы и днища соединены стыковыми швами. Тара цистерны составляет 23,2 т. Крепление котла на раме осуществляется в средних и концевых его частях.

Цистерна оборудована наружными и внутренними лестницами с площадками у колпака, универсальным сливным прибором и предохранительно-впускным клапаном. Для обеспечения полного слива груза броневой лист выгнут так, что возникает уклон к сливному прибору. Котел цистерны окрашен в светло-желтый (палевый) цвет, в верхнем правом углу каждой стороны цилиндрической части котла имеется трафарет — «Бензин».

В последние годы четырехосные цистерны строят с увеличенной базой (7,8 вместо 7,12 м), что позволяет улучшить динамические качества вагона и повысить безопасность движения поездов.

На сети железных дорог СНГ используются восьмиосные цистерны безрамной конструкции (рис. 7.13) грузоподъемностью 120 т. Эта конструкция отличается от ранее строившихся цистерн большой грузоподъемностью, увеличенным удельным объемом котла. В восьмиосной цистерне безрамной конструкции котел цистерны, имеющий

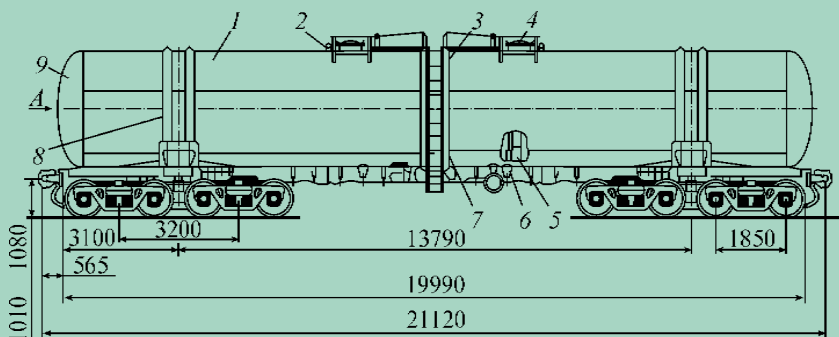


Рис. 7.13. Восьмиосная цистерна грузоподъемностью 120 т:

1 — цилиндрическая часть; 2 — предохранительно-впускной клапан; 3 — наружная лестница; 4 — колпаки (горловины люка) с крышками; 5 — внутренняя лестница; 6 — сливные приборы; 7, 8 — кольцевые шпангоуты; 9 — днище

замкнутый контур, цилиндрическую форму и сравнительно толстые стенки, в большей мере, чем кузова других типов вагонов, может быть использован в качестве цельнонесущей конструкции. Однако огнеопасность большинства грузов, перевозимых в цистернах, требует более надежного обеспечения прочности безрамных цистерн. В современных конструкциях цистерн цилиндрическая часть формируется из продольных листов. Цилиндрическая часть котла с внутренним диаметром 3000 мм составлена из двух половин, сваренных встык. Это обусловлено ограничениями по длине листового проката, поставляемого металлургической промышленностью, и размерами оборудования, применяемого на заводе «Азовмаш» для вальцовки листов котла. Днища котла, имеющие эллиптическую форму, привариваются к цилиндрической части котла стыковыми швами. Горловины люков закрываются крышками, закрепляемыми восемью откидными болтами каждая. Крышки шарнирно крепятся к кронштейнам, относительно которых они поворачиваются при открывании.

Разработанная Азовмашем в содружестве с МИИТОм и ВНИИЖТОм безрамная конструкция *цистерны модели 15-880* имеет котел с внутренним диаметром 3400 мм, составленный из нижнего листа толщиной 12 мм, верхних и боковых — 9 мм и днищ — 12 мм. Котел подкреплен десятью шпангоутами, которые размещены по три в опорных зонах, остальные — в сред-

ней части. Цистерна с внутренним диаметром 3400 мм по сравнению с конструкцией, у которой этот параметр равен 3000 мм, имеет погонную нагрузку нетто на 26 % больше. Основные технические характеристики цистерн общего назначения приведены в *Приложении*, табл. 6.

Специальные цистерны. Перевозка мазутов, смазочных масел и других высоковязких грузов в цистернах общего назначения связано со значительными трудностями их выгрузки из котлов. Для облегчения слива таких грузов созданы **цистерны с наружной подогревательной рубашкой модели 15-1566** (кожухом) (рис. 7.14). Рубашка 1

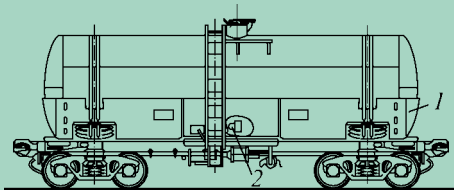


Рис. 7.14. Цистерна для перевозки высоковязких грузов

находится в нижней части котла. Она образуется стенками котла и наружным листом, которые связаны между собой каркасом из углового проката. Для подогрева груза пар в рубашку подается через штуцер кожуха сливного прибора 2, а выход пара или конденсата происходит через два патрубка, расположенных по концам котла. Сливной прибор этой цистерны вместо резинового уплотнительного кольца клапана имеет медное кольцо, что обусловлено высокой температурой наливаемого в котел груза и большой его вязкостью.

Достоинства таких цистерн — в значительном сокращении времени слива; устранении обводнения груза, происходящего при разогреве его острым паром, подводимым непосредственно к грузу; уменьшении расхода пара. К недостаткам можно отнести увеличение тары на 1 т, вызванное устройством рубашки, используемой только при сливе высоковязких грузов.

Достоинства таких цистерн — в значительном сокращении времени слива; устранении обводнения груза, происходящего при разогреве его острым паром, подводимым непосредственно к грузу; уменьшении расхода пара. К недостаткам можно отнести увеличение тары на 1 т, вызванное устройством рубашки, используемой только при сливе высоковязких грузов.

Цистерны для перевозки молока модели 15-886 (рис. 7.15) отличаются мощной наружной изоляцией котла и изготовлением его стенок из нержавеющей стали, алюминиевых сплавов или применении углеродистой стали с внутренним покрытием, обеспечивающим сохранение высокого качества молока. Котел состоит из трех секций, что позволяет заполнить цистерну молоком трех различных отправителей или разного качества. Каждая секция оборудована

крышкой люка с резиновым уплотнением, трубой для налива молока, краном для выпуска воздуха, вытесняемого при наливе, указателем уровня налива молока поплавкового типа, сливным прибором с трубами, выходящими на обе стороны цистерны и закрываемыми заглушками.

Котел изолирован слоем стекловолокна толщиной 300 мм, обернутым стеклотканью и защищенным снаружи от механических повреждений стальным кожухом. Кожух выкрашен в цвет слоновой кости, а его нижняя часть — темно-синей краской; с обеих сторон котла имеется надпись «Молоко». Также для перевозки молока используются цистерны с котлом из нержавеющей стали.

Цистерны для перевозки молока (по сравнению с изотермическими вагонами, в которых молоко перевозится в бидонах) позволяют уменьшить продолжительность и трудоемкость погрузки и выгрузки, а закрытый способ налива и слива обеспечивает лучшее качество молока.

В связи с повышенной взрывоопасностью спиртов, обусловленной их высокой испаряемостью и низкой температурой вспышки, предусмотрены *специальные спиртовые цистерны модели 15-1454*. Они отличаются увеличенным удельным объемом ($1,215 \text{ м}^3/\text{т}$) и возможностью объемного расширения спирта за счет неполного заполнения котла. Выгрузка спирта осуществляется сверху через трубу (сифонным способом).

Для перевозки винопродуктов (спиртов, коньяков и некоторых сортов вин) предназначена *цистерна модели 15-1542* с котлом из двухслойной стали. Другие сорта вин перевозят в *цистерне модели 15-1535* с котлом из углеродистой стали, имеющем специальное внутреннее покрытие. Кроме обычного люка предусмотрен люк для технологических целей. Толщина изоляции составляет 100 мм.

Цистерна для перевозки патоки модели 15-1613 имеет котел с наружной подогревательной рубашкой, расположенной внизу между крайними опорами котла.

Перевозка кислот и некоторых других продуктов химической промышленности требует изготовления котла и его арма-

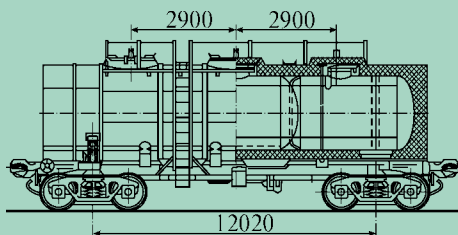


Рис. 7.15. Цистерна для перевозки молока

туры из материалов, сохраняющих качество перевозимых грузов и противостоящих разрушающему воздействию последних. Такие цистерны отличаются также специальными устройствами для налива и слива, а иногда и для защиты рамы и других частей вагона от возможного разбрызгивания кислот. В связи с повышенной опасностью перевозки кислот предусматривается окраска кислотных цистерн, резко отличная от других вагонов (вдоль котла цистерны нанесены желтой краской полосы шириной 0,5 м с обеих сторон цилиндрической части и квадраты на днищах размером 1 × 1 м, на которых указано назначение цистерны и опасность груза). Кислотные цистерны отличаются от цистерн общего назначения меньшим объемом котла из-за большой плотности кислот по сравнению с нефтепродуктами.

Цистерна для перевозки серной кислоты модели 15-Ц854 имеет стальной котел, сливо-наливную трубу, патрубок с заглушкой для отбора проб, штуцер для установки манометра и предохранительно-впускной клапан. Для обеспечения полного слива груза нижний лист котла выполнен с уклоном в сторону поддона сливо-наливной трубы, размещенной в середине котла. В предшествующих конструкциях таких цистерн котел располагался с уклоном в одну сторону, колпак и сливо-наливная труба находились с пониженной стороны котла. Для перевозки *улучшенной серной кислоты* используют *цистерны модели 15-1601*, котел в которых изготовлен из двухслойной стали. Применение двухслойной стали с толщиной плакирующего слоя 2—3 мм обеспечивает значительную экономию нержавеющей стали по сравнению с котлом, полностью изготовленным из этого дорогостоящего материала. В такой цистерне может также перевозиться и уксусная кислота.

Цистерна для перевозки олеума модели 15-1424-02 отличается от сернокислотной наружной изоляцией котла или подогревательной рубашкой, выполненной как на описанных выше цистернах для высоковязких грузов.

Цистерна для перевозки соляной кислоты модели 15-1020 имеет стальной котел, внутренняя поверхность которого покрыта слоем резины (гуммирована).

Цистерна для перевозки фенола модели 15-1603 имеет стальной котел с металлизированной цинком внутренней поверхностью и

наружным подогревательным кожухом (рубашкой). Цистерна оборудована универсальным сливным прибором.

Цистерна для перевозки слабой азотной кислоты модели 15-1487 (до 58 %) отличается от вышеописанной котлом, выполненным из нержавеющей стали марки 12Х18Н10Т.

Сжиженные газы перевозятся при большом давлении и поэтому изготовление и эксплуатация **газовых цистерн** регламентируется специальными правилами Госгортехнадзора. Для защиты цистерн от нагрева солнечными лучами применяют тентовые кожухи, окрашенные в светлый цвет и расположенные над верхней частью котла. Большое давление газа внутри котла обуславливает значительную толщину стенок последнего. Налив и слив в газовых цистернах осуществляется через вертикально расположенные трубы, укрепленные внизу в поддоне, предназначенном для обеспечения полноты разгрузки.

Котлы газовых цистерн (моделей 15-1556, 15-1407-01, 15-1408-02, 15-1581 и др.) снабжены яркими отличительными полосами на цилиндрической части и кругами на днищах. Например, полосы шириной 0,3 м красного цвета имеют цистерны для перевозки пропана, желтого — аммиака, защитного — хлора и т.п.

Цистерна для перевозки глинозема, являющегося сырьем для алюминиевой промышленности, отличается от описанной выше восьмиосной цистерны для бензина отсутствием шпангоутов в средней части котла. Система выгрузки, так же как и в цистерне для перевозки цемента, основана на принципе «псевдосжижения» груза в потоке сжатого воздуха. Для осуществления загрузки цистерны в верхней части котла предусмотрено пять горловин, закрываемых крышками. Выгрузка производится через два люка. Грузоподъемность вагона — 119 т, тара — 52,7 т, полезный объем котла — 129,7 м³.

Для обеспечения перевозок продукции химической промышленности создаются и другие типы специальных цистерн. **Цистерна для транспортировки желтого фосфора** имеет кожух для подогрева и охлаждения груза, причем фосфор в котле находится под слоем жидкости с низкой температурой замерзания; котел изготавливается из двухслойной стали.

Дальнейшее совершенствование специальных цистерн, так же как и цистерн общего назначения, может быть достигнуто путем увели-

чения их грузоподъемности, осности, перевода к безрамным конструкциям, применения новых материалов.

Основные технические характеристики специальных цистерн приведены в *Приложении*, табл. 7.2.

7.2. Изотермический подвижной состав

Изотермические вагоны предназначены для перевозки скоропортящихся грузов: мяса, рыбы, масла, фруктов и т.п. Сохранность этих грузов обеспечивается поддержанием в вагоне соответствующей температуры с помощью приборов охлаждения или отопления (в зависимости от наружной температуры). Кузова таких вагонов отличаются от кузовов других крытых вагонов тем, что имеют двойные стены, потолок, пол и хорошую изоляцию. Изоляционным материалом служат мипора или полистирол. В зависимости от рода перевозимых грузов изотермические вагоны подразделяются на *универсальные* и *специализированные*. Первые служат для перевозки всех видов скоропортящихся грузов — мороженных, охлажденных и неохлажденных, вторые — живой рыбы, фруктов, вина, молока и др. Рефрижераторный подвижной состав классифицируется: *по составности* — поезда (23- и 21-вагонные), секции (12- и 5-вагонные) и автономные вагоны; *типу хладагента холодильной установки* (аммиак и хладон); *системе хладоснабжения* — групповой и индивидуальной. **При групповой системе** холод вырабатывается аммиачными холодильными установками, размещенными в центральном вагоне, и в грузовые вагоны-холодильники передается по рассольной системе при помощи хладоносителя (раствор хлористого кальция CaCl_2); **при индивидуальной** — грузовые вагоны охлаждаются холодильными установками, размещенными в каждом из них.

Парк изотермических вагонов пополняется только рефрижераторным подвижным составом (поезда, секции) и автономными рефрижераторными вагонами. Все рефрижераторные вагоны имеют цельнометаллический кузов с хребтовой балкой, сваренной из штампованных элементов; ходовая часть — двухосные бесчелостные тележки типа КВЗ-И2 с базой 2400 мм, оборудованные буксами с роликовыми подшипниками.

В состав *рефрижераторного поезда*, состоящего из 21 вагона, входят вагон-машинное отделение, вагон-дизель-электростанция и служебный вагон, размещаемые одной группой в середине состава и соединенные между собой закрытыми переходами. По обе стороны к ним примыкают по девять грузовых вагонов-холодильников. Каждый вагон поезда имеет порядковый номер и определенное место в схеме формирования. Перестановка вагонов не допускается. Одна из тележек служебного вагона имеет колесную пару со шкивом для привода подвагонного генератора. Все вагоны оборудованы автоматическими тормозами.

В вагоне дизель-электростанции установлены четыре основных дизель-генератора и один вспомогательный. Внутри этот вагон (рис. 7.16) разделен на три отделения. Под рамой подвешены четыре бака для дизельного топлива общей емкостью 7300 л. Часть топливных баков размещена под вагоном-холодильником. В вагоне-машинном отделении смонтированы две аммиачные холодильные установки двухступенчатого сжатия. Каждая обслуживает свою половину поезда. В служебном вагоне предусмотрены купе, кухня, душевые, туалетные отделения и небольшая слесарная мастерская. Отопление вагона водяное.

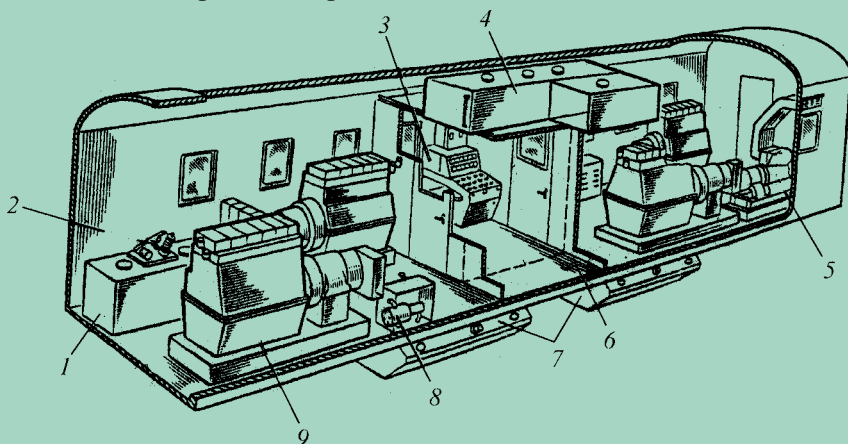


Рис. 7.16. Схема расположения оборудования в вагоне-дизель-электростанции 21-вагонного поезда:

1 — топливный бак внутри вагона; 2 — воздушный компрессор для зарядки пусковых баллонов; 3 — пульт управления электростанцией; 4 — подвесные расходные топливные баки; 5 — вспомогательный дизель-генератор; 6 — место установки главного распределительного щита; 7 — подвагонные топливные баки; 8 — агрегат отопления вагона жидким топливом; 9 — дизель-генератор

Грузовые помещения охлаждаются при помощи рассольных батарей, расположенных под потолком. По батареям циркулирует рассол, предварительно охлажденный в испарителе вагон-машинного отделения. Для обогрева в зимнее время предусмотрены электропечи, расположенные у торцевых стен кузова. Мощность каждой печи 4 кВт. Включаются они автоматически термостатами, а также с центрального пульта управления в вагоне-дизель-электростанции и переключателем, расположенным в подвагонном аппаратном ящике каждого вагона-холодильника. Под потолком вагона расположены каналы для охлажденного и теплого воздуха. Циркуляция его осуществляется электрическими вентиляторами, расположенными в концах кузова. Не исключается и естественная циркуляция благодаря разной плотности холодного и теплого воздуха.

Для вентилирования грузового помещения свежим воздухом на одной из торцевых стен расположен вентилятор. Включают его с центрального пульта в вагоне-дизель-электростанции. Отсасывают воздух из грузового помещения два дефлектора, установленных на крыше. Внутренняя облицовка стен выполнена из гофрированного стального оцинкованного листа, на резиновый настил пола уложены металлические решетки, которые можно поднять и закрепить вертикально у продольных стен.

Рефрижераторная 12-вагонная секция состоит из 10 вагонов-холодильников, вагон-машинного отделения и вагона-дизель-электростанции, в котором размещены дизель-электрическое оборудование с распределительными устройствами и помещение для обслуживающего персонала. Конструкция энергохолодильного оборудования, тележек, автоматической сцепки, тормозов, междувагонных соединений такая же, как у 21-вагонного поезда.

В эксплуатации находятся пятивагонные секции.

Пятивагонная секция постройки Брянского машиностроительного завода состоит из четырех грузовых и центрального дизельного вагонов. Центральный вагон имеет семь отделений (рис. 7.17): **в дизельном** на специальных рамах установлены два дизель-генератора; **в щитовом** смонтирован главный распределительный щит; **в аккумуляторной** на стеллажах закреплена щелочная аккумуляторная батарея. Кроме того, в вагоне имеются **салон-кухня, отделение для отды-**

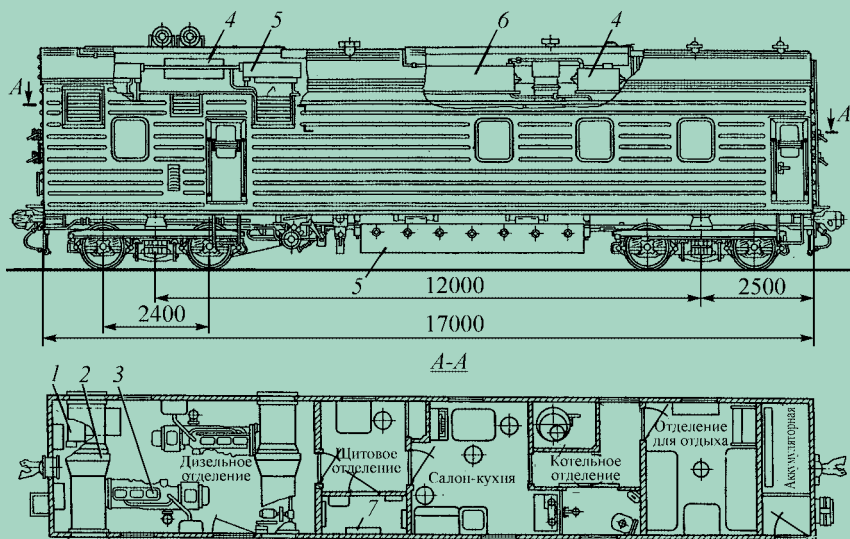


Рис. 7.17. Дизельный вагон:

1 — масляный бак; 2 — коробки охлаждения радиаторов; 3 — дизель-генераторы; 4 — баки для технической воды; 5 — топливные баки; 6 — бак для питьевой воды; 7 — распределительный щит

ха, котельное отделение и туалет. Грузовой вагон имеет два отделения: грузовое и машинное. В машинном отделении на специальных рамах укреплены один над другим два компрессорно-конденсаторных агрегата, а на торцевой стене — электрический щит и переговорный аппарат. Над электрическим щитом размещены два терморегулятора. На продольной стене машинного отделения, противоположной входной двери, на петлях установлен щит, который может быть открыт для монтажа агрегатов. В щите, а также в стене вагона рядом с входной дверью устроены жалюзи для охлаждения конденсаторов и компрессоров. Со стороны машинного отделения в грузовом помещении за открывающимися щитами установлен воздухоохладитель и электронагреватель. Под потолком укреплен вентиляционный короб, по которому предварительно охлажденный или подогретый воздух при помощи двух электровентиляторов подается в грузовое помещение. При необходимости эти же вентиляторы по воздухопроводу засасывают свежий воздух.

Секция типа ZB-5 постройки Германии состоит из четырех грузовых и одного дизельного вагонов. В дизельном вагоне размещены дизель-электростанция и кабина управления, а также бытовые помещения для обслуживающего персонала. В составе секции — вагоны-холодильники стандартной серии — все основные их узлы (рама, стены и крыша), а также расположение машинных установок, изоляция и оборудование грузового помещения максимально унифицированы.

Автономный рефрижераторный вагон (АРВ) с кузовом длиной 21 м имеет грузовое помещение и два машинных отделения в торцевых частях (рис. 7.18). Дизель-генератор и топливный бак смонтированы на общей выдвижной раме, что позволяет демонтировать агрегат через боковую дверь машинного отделения. Нагревательный прибор, работающий на жидком топливе, предназначен для подогрева дизеля перед запуском при низких температурах. На дизель-генераторе смонтирован распределительный щит с приборами контроля и автоматики. Холодильная установка размещена под крышей вагона в перегородке, которая отделяет грузовое помещение от машинного отделения; со стороны грузового помещения расположен воздухоохладитель с вентиляторами и электронагревателем, а со стороны машинного отделения — компрессорно-конденсаторный агрегат с распределительным щитом. Холодильную установку при необходимости можно через дверцы в торцевой стене демонтировать. В одном из машинных отделений около топливного бака на продольной стене вагона расположен главный распределительный щит для управления работой оборудования, а также для установки температурного режима в грузовом помещении. Холодный воздух нагнетается электровентиляторами в пространство между крышей вагона и ложным потолком и через щели в нем попадает в грузовое помещение. Он омывает груз, под напольными решетками проходит к вертикальному каналу между щитами и торцевыми стенами вагона, засасывается вентиляторами и, пройдя через воздухоохладитель, вновь нагнетается в пространство под ложным потолком. Аналогично циркулирует воздух и при отоплении вагона, только в этом случае вместо холодильной установки включаются электронагреватели. Свежий воздух засасывается вентиляторами через отверстия в торцевых стенах, удаляется через дефлекторы. Для удаления воды и конденсата в полу грузового помещения расположены сливные отверстия. АРВ оборудо-

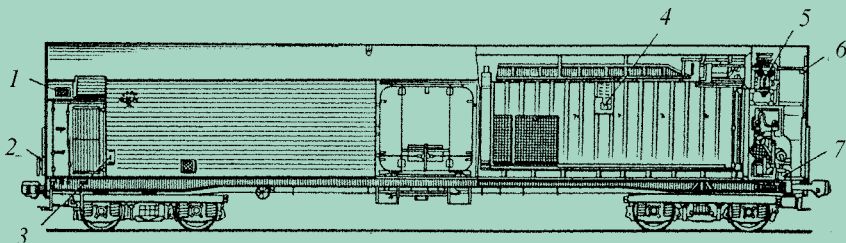


Рис. 7.18. Автономный рефрижераторный вагон:

1 — сигнальная лампочка; 2 — розетка для подключения к внешней сети; 3 — щиток для измерения температуры; 4 — термостат для регулировки температуры в грузовом помещении; 5 — холодильная установка; 6 — канал для подсола свежего воздуха; 7 — дизель-генератор

ван пролетной электромагистралью для электропневматического тормоза, что позволяет прицеплять его к пассажирскому поезду, и стояночным тормозом.

Все грузовые вагоны рефрижераторного подвижного состава оборудованы электрическими печами, приборами принудительной вентиляции, системой циркуляции воздуха, устройствами для удаления конденсата, приборами контроля температуры. Рефрижераторный состав всех типов имеет централизованное энергоснабжение.

В зависимости от способа охлаждения различают подвижной состав с центральным рассольным и непосредственным воздушным охлаждением. Поезда и секции с рассольным охлаждением имеют аммиачные холодильные установки, находящиеся в машинном отделении, откуда холод в охлаждающие батареи грузовых вагонов передается через хладоноситель (рассол). Воздушное охлаждение применяется на пятивагонных секциях и АРВ. В каждом вагоне здесь имеются холодильные установки, работающие на хладоне-12, воздух в грузовом помещении охлаждается непосредственно испарителем. Холодильные установки могут поддерживать температуру в грузовом помещении до -20°C , кроме секций ЗА-5 и ЗВ-5 (-15°C), 12-вагонной секции (-12°C) и 21-вагонного поезда (-12°C).

Приборы отопления рефрижераторного подвижного состава отрегулированы на температуру наружного воздуха -45°C , а холодильные машины — на -30°C , кроме 21-вагонного поезда, секций ЗВ-5 и АРВ, для которых она составляет -40°C . При отоплении температура в грузовом помещении вагонов всех типов может достигать $+14^{\circ}\text{C}$.

Наряду с универсальным изотермическим подвижным составом имеются и специализированные вагоны. К ним относятся цистерны-термосы для перевозки молока и вина, вагоны-цистерны для вино-материалов. Для перевозки живой рыбы на значительные расстояния используют специальные изотермические вагоны, имеющие два подвагонных генератора и аккумуляторную батарею, необходимые для питания электроэнергией установленных в вагоне агрегатов освещения. Особенность конструкции живорыбных вагонов — баки для воды с принудительной ее аэрацией (в кузове этого вагона размещены два бака с водой для живой рыбы: большого объемом 17,2 м³, вмещающий 6 т рыбы, и малый — соответственно на 13,3 м³ и 3,5 т). Источником энергии для освещения и работы агрегатов аэрационного устройства служат два подвагонных генератора мощностью по 5,6 кВт с приводом от оси колесной пары, а также кислотная аккумуляторная батарея. Система аэрации состоит из двух центробежных насосов и трубопроводов с форсунками. Из баков вода засасывается насосами, затем под давлением подается в трубы и, выходя через форсунки, распыляется, обогащаясь кислородом. В конце вагона расположено помещение для проводника. Для поддержания в вагоне зимой температуры не ниже +6 °С имеется специальная печь с кожухом, по которому теплый воздух поступает к вентилятору и распределяется по всему грузовому помещению. Воздухообмен производится через три дефлектора, установленных на крыше грузового помещения. Кроме того, в купе проводника установлен вентилятор, который подает свежий воздух в грузовое помещение по каналу, расположенному вдоль вагона.

7.3. Вагоны промышленного транспорта

Вагоны промышленного транспорта, как правило, эксплуатируются внутри предприятия. Некоторые из них имеют право выхода на магистральные дороги при движении с обычными или с пониженными скоростями в груженом или порожнем состоянии. В большинстве вагоны промышленного транспорта имеют специальную конструкцию, позволяющую эффективно выполнять погрузочно-разгрузочные, транспортные и технологические операции. На промышленных предприятиях широкое распространение получили вагоны-хопшеры, которые обес-

печивают перевозку, в том числе таких горячих грузов, как окатыши и агломерат, погружаемых в вагон при температуре до 700 °С. В процессе добычи полезных ископаемых широко используют вагоны-самосвалы (думпкары), позволяющие применять механизированные способы и средства погрузки и выгрузки грузов. К подвижному составу технологического назначения относятся вагоны, непосредственно участвующие в производственных процессах предприятий. Они имеют специфические ходовые части и кузова.

Вагоны-самосвалы (думпкары) в зависимости от их конструктивной схемы можно разделить на две группы: с неустойчивым и устойчивым кузовами.

Думпкар с неустойчивым кузовом (рис. 7.19, а), иногда называемый думпкаром с поднимающимся бортом (ПБ), включает в себя главную (нижнюю) раму 7, на которой расположены кронштейны с отверстиями 6, служащими для крепления кузова 2 при помощи валликов. Причем центр тяжести кузова O располагается выше шарнирных опор, вследствие чего он находится в состоянии неустойчивого равновесия. Такое конструктивное решение обеспечивает опрокидывание кузова при повороте его на малый угол, чтобы под действием силы P возник опрокидывающий момент (рис. 7.19, б). Для того чтобы не произошло самопроизвольного опрокидывания, думпкар оснащен надежными запирающими устройствами, препятствующими перемещению упорных кронштейнов 5 и 8. Поднимающиеся боко-

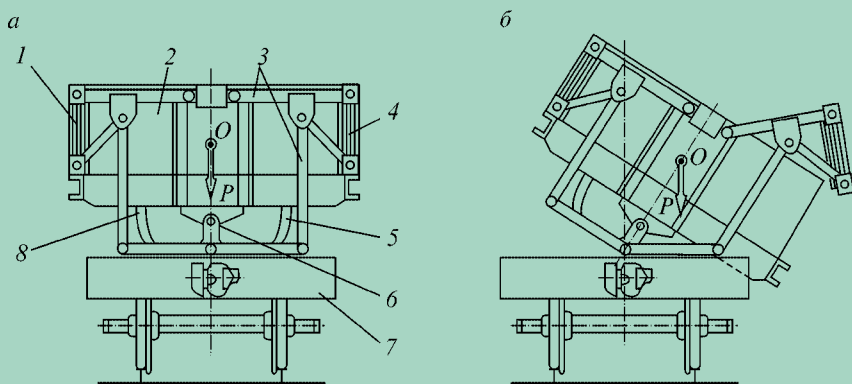


Рис. 7.19. Схема думпкара с неустойчивым кузовом (ПБ)

вые борта 1 и 4 навешены на систему торцевых рычагов 3. Кузов опрокидывается с помощью сжатого воздуха, поступающего в цилиндры думпкара от локомотива через поездную магистраль.

Преимущества таких конструкций думпкаров по сравнению с устойчивым кузовом: для опрокидывания кузова требуются меньшие усилия, в результате удара кузова об амортизаторы прилипший или примерзший груз к полу более полно высыпается при разгрузке.

Недостатки думпкаров с неустойчивым кузовом: при отказе механизма запирания возможно самоопрокидывание кузова в пути следования с высыпанием груза; высокое положение центра тяжести, ухудшающее динамические качества вагона, что не исключает сход его с рельсов; продольные борта длиной 10 м недостаточно прочно скреплены с кузовом, а соединены с ним лишь системой торцевых рычагов, что приводит к распору этих бортов сыпучим грузом.

Думпкар с устойчивым кузовом (с откидным бортом — ОБ) имеет неподвижную раму 9 (рис. 7.20, а), на которой установлены два ряда цилиндрических опор 8 и 10, а в нижней части кузова 3 соответствующие кронштейны 7 с валиками 11. Следовательно, в транспортном положении кузов, оснащенный такими опорами, находится в состоянии устойчивого равновесия. Боковые продольные

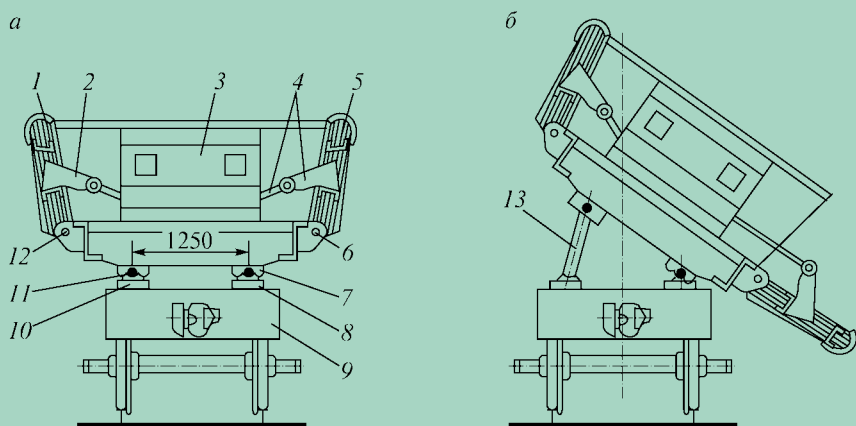


Рис. 7.20. Схема думпкара с устойчивым кузовом (ОБ)

борта 1 и 5 надежно прикреплены к нижней части кузова с помощью шарниров 6 и 12, а рычажные механизмы 2 и 4 удерживают их в закрытом положении. Опрокидывание кузова обеспечивается с помощью выхода штоков 13 (рис. 7.20, б) пневматических цилиндров, расположенных со стороны, противоположной разгрузке. Боковой

Таблица 7.2

Технические характеристики вагонов-самосвалов (думпкаров)

Показатели	Тип (модель)					
	6BC-60 (31-638)	BC-85 (31-639)	Д-82 (31-652)	2 BC-105 (31-634)	BC-145 (31-653)	2 BC-180 (31-631)
Грузоподъемность, т	60	85	82	105	145	180
Число осей, шт.	4	4	4	6	8	8
Тара, т	27	35	37,6	48,5	64,5	67
Объем кузова, м ³	26,2	38,8	36,1	50	72	59,2
Длина по осям сцепления автосцепок, м	11,83	12,17	12,17	14,9	17,58	14,58
Ширина кузова максимальная, м	3,21	3,52	3,52	3,52	3,464	3,464
Высота максимальная от уровня головок рельсов, м	2,74	3,236	3,31	3,241	3,65	3,27
Число разгрузочных цилиндров, шт.	4	4	4	6	8	8
Нагрузка от колесной пары на рельсы, тс	21,78	30	30	25,6	26,22	30,8
Конструкционная скорость на путях промышленного транспорта, км/ч	70	70	70	70	70	70
Габарит по ГОСТ 9238-83	1-Т	Т	Т	Т	Т	Т

борт с помощью рычажного механизма 4 открывается, становясь продолжением наклонного пола, в результате чего груз не засыпает ходовые части вагона. Противоположный борт при этом удерживается рычажным механизмом 2 в закрытом положении.

Основные технические характеристики некоторых типов и моделей думпкаров приведены в табл. 7.2.

Шлаковоз (рис. 7.21) состоит из ковша 7 емкостью 11 м³ изготовленного из легированной стали с толщиной стенок 65—70 мм. Он размещен в специальном опорном кольце 8 и закреплен в нем замковым устройством 10. Кольцо снабжено двумя цапфами, за одно целое с которыми отлиты бегунки 6 и зубчатые сегменты 5, предназначенные для поворота кольца вместе с ковшом в ту или другую сторону. Все это устройство посредством упоров 4 и стоек 3 опирается на лафеты 2, соединенные между собой фигурной балкой 11. Концы лафетов оборудованы типовой автосцепкой 1, пятниковыми устройствами они опираются на ходовые части 12. Механизм опрокидывания 9 оснащен электродвигателем мощностью 20—30 кВт и механической передачей. Шлаковозы различаются между собой емкостью ковшей, линейными размерами и механизмом опрокидывания.

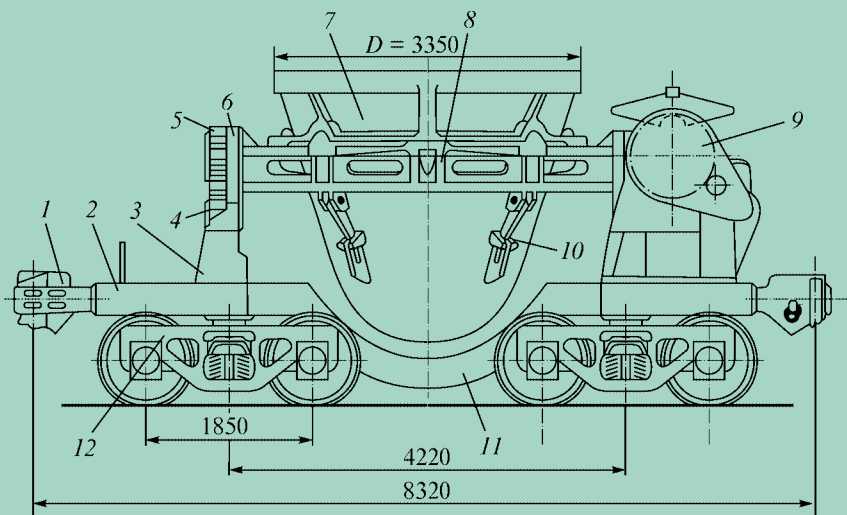


Рис. 7.21. Шлаковоз

Их тара составляет 70—100 т при сравнительно малой грузоподъемности в 11—12 т.

К подвижному составу технологического назначения относятся вагоны для перевозки жидкого шлака и чугуна, совков со скрапом и др.

Чугоновоз (рис. 7.22), как и шлаковоз, имеет объединенные лафеты со стойками 2, служащими для опирания ковша, и упорами 1 для правильной установки вагона под погрузку и разгрузку. В подобных конструкциях чугуновозов ковш не оборудуется опорным кольцом и механизмом поворота, так как с платформы он снимается при помощи цапф 4 и 7. Двумя парами малых цапф 3 и 8 ковш удерживается на стойках лафетов, опираясь на четыре точки, что придает ему необходимую устойчивость при транспортировке. В случае необходимости ковш может поворачиваться на малых цапфах, для чего используются приваренные к нему крановые захваты 9. Ковш чугуновоза грушевидной формы имеет наружную поверхность 5 из стального листа толщиной 28 мм, а с внутренней стороны — футеровку 6 из огнеупорного кирпича толщиной 310 мм у днища.

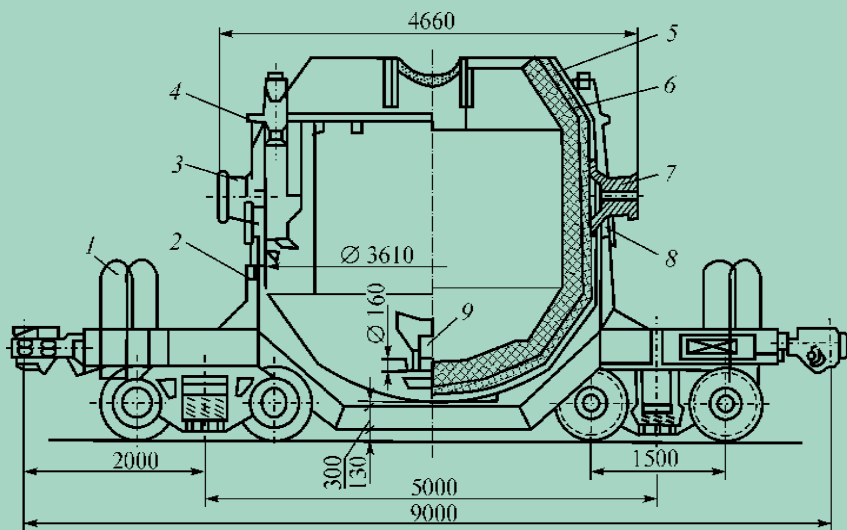


Рис. 7.22. Чугоновоз

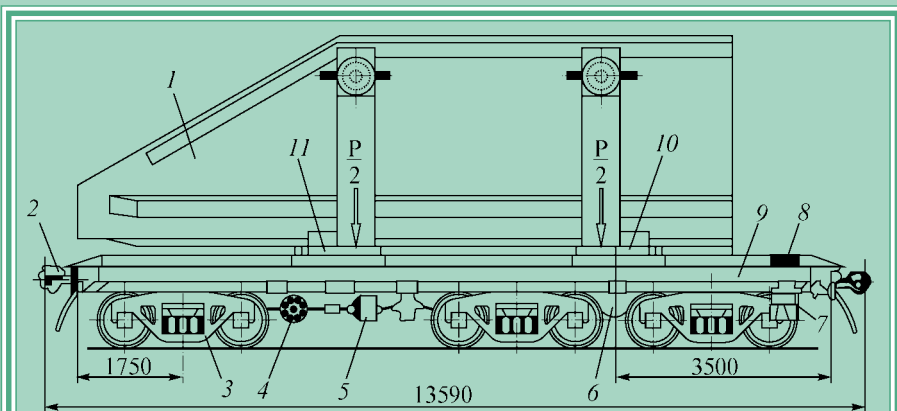


Рис. 7.23. Платформа для перевозки совков со скрапом

На промышленном транспорте применяют **платформы для перевозки совков со скрапом**, имеющие специфическую конструкцию. В связи с формой и размерами совка платформа одним концом со стороны носка совка 1 (рис. 7.23) опирается на двухосную тележку 3, а противоположным — на четырехосную 6. По конструкции элементы рамы 9 аналогичны рассмотренным выше универсальным и специализированным платформам. Нагрузка на раму от совка передается поровну через две мощные опоры. Причем опора 10 приварена к раме над пятником четырехосной тележки, а опора 11 — около середины базы вагона с таким расчетом, чтобы равномерно распределить нагрузки по колесным парам. Платформа оснащена переходной площадкой 8 с подножками 7, типовыми автосцепками 2, ручным 4 и автоматическим 5 тормозами.

Коксотушильные вагоны, которых насчитывается более десяти типов, в зависимости от емкости и специфических условий работы коксовых печей, различаются между собой параметрами и конструктивными особенностями. В их кузов из коксовых печей загружается горячий кокс с температурой около 1000 °С, после чего вагон подается к тушильной башне, где в нем происходит процесс обработки и охлаждения кокса фенольной водой. Затем вагон подается к разгрузочной рампе, открываются люки,

и груз высыпается в приемные устройства. Таким образом, элементы вагона подвергаются температурному воздействию в совокупности с химической активностью кокса и подаваемой воды. Поэтому в конструкции кузова используют материалы, не поддающиеся разрушению при таком процессе, а большинство деталей усилены. Тара вагонов достигает 57—95 т при грузоподъемности 13—25 т.

На промышленном транспорте используются также *малые четырехосные слитковые тележки платформенного типа* (или тележки для изложниц грузоподъемностью до 160 т, *самодвижущиеся двухосные тележки для перевозки труб* грузоподъемностью 15 т и другие транспортные средства. Применяется также *самоходный дозирующий подвижной состав: трансферкары* — рудные, коксовые и угольные; *вагоны-весы* для дозированной подачи шихты к доменной печи грузоподъемностью 25—40 т; двухосные электровесовые тележки (бункерного и платформенного типа), предназначенные главным образом для дозировки и подачи шихты в литейный цех с пределом взвешивания до 5 т и др. Кузова этих вагонов имеют специфическую конструкцию, приспособленную к конкретным условиям эксплуатации.

7.4. Контейнеры

Транспортировка грузов в контейнерах позволяет ускорить доставку их получателям, ликвидировать затраты средств и материалов на упаковку, доставлять груз от склада отправителя до склада получателя без перевешивания, уменьшить расходы на строительство сортировочных платформ и складов для хранения грузов, а также сократить объем погрузочно-разгрузочных работ, механизировать погрузку и разгрузку контейнеров с помощью автопогрузчиков, мостовых и козловых кранов, сократить переработку груза на сортировочных платформах, что обеспечивает его сохранность.

Контейнерные перевозки выполняются практически всеми видами транспорта. Габаритные размеры контейнеров, масса брутто и крепежные приспособления должны строго соответствовать требованиям Государственного стандарта и международных

норм. Унификацией контейнерных перевозок вследствие их высокой эффективности занимается международная организация по стандартизации ИСО, в состав которой входит и Россия. По предложению ИСО *контейнером* называют стандартную емкость для перемещения и временного хранения грузов. По назначению контейнеры делятся на *универсальные* и *специальные*.

Универсальные предназначены для перевозки ценных штучных грузов широкой номенклатуры (обуви, готового платья, книг, кондитерских и табачных изделий, электротехнического оборудования, мелких запасных частей и др.); **специальные** служат для доставки одного или нескольких грузов, однородных по физико-химическим свойствам (огнеупоров, рудных концентратов, кислот, вина, шифера, цветных металлов, скоропортящихся грузов и др.). В зависимости от грузоподъемности контейнеры разделяют на три группы: *крупнотоннажные* массой брутто 10 т и более, *среднетоннажные* массой 5—3 (2,5) т и *малотоннажные* массой менее 2,5 т. Для стандартизации контейнеров в системе ИСО создан технический комитет ТК-104 «Грузовые контейнеры». Им разработан стандарт ИСО-668, устанавливающий основные размеры (табл. 7.3) и области применения контейнеров. Длина наибольшего контейнера принята равной 40 футам (12192 мм), а остальных — кратной основному модулю — 5 футам (1524 мм) с учетом зазоров 76,2 мм. Такие контейнеры можно стыковать друг с другом в компактную грузовую единицу большего размера. Соединяют смежные контейнеры специальными фиксаторами.

Таблица 7.3

Параметры грузовых контейнеров, рекомендованные ИСО

Тип контейнера	Размеры, мм			Масса брутто, т	Внутренний объем, м ³
	Высота	Ширина	Длина		
1A	2438–5	2438–5	12192–10	30	61,4
1AA	2591–5	2438–5	12192–10	30	65,6
1B	2438–5	2438–5	9125–6	25	45,7
1BB	2591–5	2438–5	9125–6	25	48,8
1C	2438–5	2438–5	6058–6	24	30,0
1CC	2591–5	2438–5	6058–6	24	32,1

Тип контейнера	Размеры, мм			Масса брутто, т	Внутренний объем, м ³
	Высота	Ширина	Длина		
1D	2438–5	2438–5	2991–5	10	14,8
1	2438–5	2438–5	1968–5	7	9,9
2A	2438–5	2438–5	1460–5	5	7,0
2B	2100–5	2100–5	2920–5	7	10,6
2C	2100–5	2300–5	1450–5	7	5,5
3A	2400±6	2650±7	2100±5	5	10,3
3B	2400±6	1325±3	2100±5	5	5,1
3C	2400±6	1325±3	2100±5	2,5	5,1

Универсальные контейнеры. На дорогах России находятся в обращении принадлежащие в основном МПС среднетоннажные, крупнотоннажные и малотоннажные контейнеры.

Контейнеры массой брутто 1,25 т (АУК-1,25) изготавливаются металлическими со сварным кузовом, который укреплен на раме с колесами. Передние колеса смонтированы на общей оси и поворачиваются при помощи водила. Для торможения контейнера водило переводят в вертикальное положение, при котором колеса зажимаются тормозными колодками. На широкой стороне контейнера расположена двустворчатая дверь с замком. Малотоннажные контейнеры в основном перевозят в крытых вагонах.

Контейнеры массой брутто 3 т (УУК-3 — 3С) цельнометаллической конструкции имеют на кузове пять замкнутых шпангоутов корытообразного сечения размером 60 × 50 × 3 мм. Шпангоуты с внутренней стороны закрыты гладким металлическим листом толщиной 1,5 мм. На крыше в нишах расположены рымы (рис. 7.24, б) для строповки. Передняя стена выполнена в виде двустворчатой двери, на правой створке смонтирован замок. Для предупреждения попадания влаги внутрь контейнера створки двери оборудованы дополнительным желобом. Угловые опоры (ножки) высотой 100 мм позволяют применять вилочный автопогрузчик.

Контейнеры массой брутто 5 т (УКК-5 — 3А) с металлическим кузовом (рис. 7.25) снабжены четырьмя замкнутыми не-

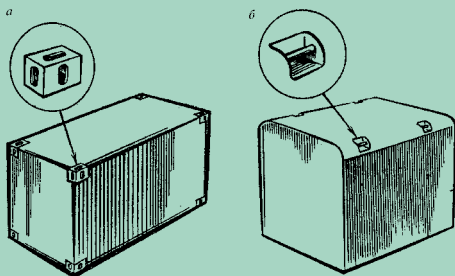


Рис. 7.24. Угловые захватные устройства универсальных контейнеров:
a — фитинги; *b* — рымы

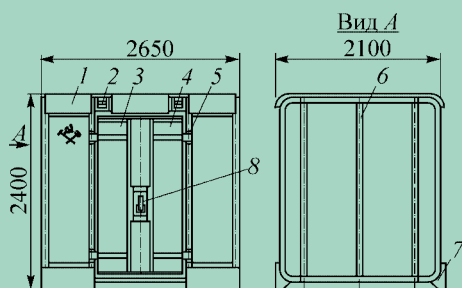


Рис. 7.25. Контейнер массой брутто 5 т:
1 — крыша; *2* — рым; *3, 4* — левая и правая створки двери; *5* — петля; *6* — шпангоут; *7* — ножка; *8* — замок

сущими шпангоутами. Дверные створки — левая и правая — навешены на петли. На правой створке расположен замок. Крыша и наружная обшивка выполнены из стального листа толщиной 1,5 мм. Рымы для подъема контейнера размещены в нишах. Ножки позволяют перемещать контейнер вилочным автопогрузчиком.

Внутренние стены всех контейнеров делают гладкими, чтобы исключить повреждение грузов. Цельнометаллические контейнеры достаточно прочные, что позволяет перевозить их ярусами. Наличие рымов у среднетоннажных контейнеров позволяет обеспечить автоматическую строповку при погрузке и разгрузке кранами. Основные параметры контейнеров приведены в табл. 7.4.

Таблица 7.4

Основные параметры среднетоннажных и малотоннажных грузовых контейнеров

Тип контейнера	Размеры, мм			Внутренний объем, м ³	Собственная масса, кг
	Длина	Ширина	Высота		
УКК-5 (3А)	2650	2100	2400	10,3	1100
УКК-3 (3С)	2100	1325	2400	5,4	542

Тип контейнера	Размеры, мм			Внутренний объем, м ³	Собственная масса, кг
	Длина	Ширина	Высота		
АУК-1,25	1800	1050	2000	2,54	280
АУК-0,625	1150	1000	1700	1,41	150

Примечание. Число в обозначении типа контейнера — его масса брутто в т.

Основным в парке **крупнотоннажных контейнеров** является контейнер типа 1С массой брутто 20 т (рис. 7.26, б). Основными характеристиками контейнеров являются следующие: максимальная эксплуатационная масса брутто (максимальная разрешенная общая масса контейнера и его груза); масса тары (масса порожнего контейнера); максимальная допустимая полезная нагрузка (разность между максимальной массой брутто и массой тары); наружные размеры, а также расстояния между центрами отверстий фитингов (для крупнотоннажных). Ими также контейнеры крепят друг к другу и к подвижному составу. Проемы в нижней раме контейнеров служат для захватывания под днищем автопогрузчиком. Контейнер массой брутто 10 т показан на рис. 7.26.

Основной элемент конструкции контейнера типа 1С — металлический каркас, в углах которого имеются специальные стальные фитинги (см. рис. 7.24, а) с отверстиями, предназначенными для подъема контейнера, крепления его на специализированных или приспособленных для перевозки контейнеров

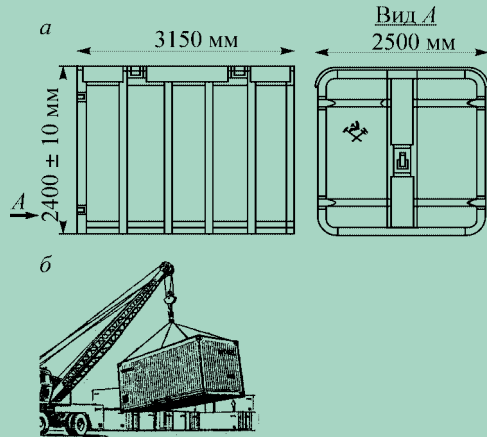


Рис. 7.26. Крупнотоннажные контейнеры: а — массой брутто 10 т; б — массой брутто 20 т

универсальных платформах или других транспортных средствах. Каркас состоит из двух торцевых рам, соединенных внизу двумя продольными балками, а сверху — двумя балками более легкой конструкции. Для обшивки каркаса используется стальной гофрированный лист толщиной 2 мм. В нижней части контейнера приварены поперечные балки, которые служат основой для деревянного пола. С одного торца контейнера расположена двустворчатая дверь со специальными запорными устройствами.

С 1983 г. все вновь изготавливаемые крупнотоннажные контейнеры (отечественные и импортные) поставляются с кодовыми обозначениями в соответствии со стандартами Международной организации по стандартизации ИСО и ГОСТ 25290-82. Такое обозначение состоит из двух строк: *первая строка* — четыре прописные буквы латинского алфавита (кодовое обозначение владельца, в которое входит признак контейнера — четвертая буква), порядковый номер контейнера — шесть цифр, контрольный знак — одна цифра (первая строка); *вторая строка* — две прописные буквы латинского алфавита (кодовое обозначение страны), две цифры (кодовое обозначение размеров контейнера) и две цифры (кодовое обозначение типа контейнера). Такой же код нанесен и на абсолютное большинство крупнотоннажных контейнеров постройки до 1983 г. при различных видах ремонта. Кроме этого на каждом контейнере находятся следующие обозначения: значения массы брутто и нетто в кг и вместимости в м³, год постройки, дата предстоящего периодического осмотра.

Перевозят среднетоннажные контейнеры на универсальных железнодорожных платформах или в полувагонах, а крупнотоннажные — на специализированных платформах с удлиненной базой или переоборудованных универсальных. Специализированные платформы рассчитаны на одновременную перевозку шести 10-тонных контейнеров, трех 20-тонных или двух 30-тонных контейнеров. Переоборудованные платформы снабжены лишь устройствами для крепления контейнеров за нижние угловые фитинги. В последнем случае хуже используется грузоподъемность платформы (примерно на 36 %).

Специальные контейнеры. Специальные контейнеры в основном принадлежат промышленным предприятиям и используются ими для доставки сырья, полуфабрикатов и продукции. Все специальные контейнеры можно подразделить на следующие группы:

открытые — для разнообразных навалочных грузов, на качество которых не влияют атмосферные осадки;

закрытые — для разнообразных сыпучих и порошкообразных грузов, на которые вредно влияют атмосферные осадки, а также для пылящих грузов;

контейнеры-цистерны, оборудованные устройствами для налива и слива жидких продуктов;

изотермические контейнеры, оборудованные приборами охлаждения и без них;

прочие — для отдельных грузов с определенным режимом хранения.

Размеры специальных контейнеров определяются теми же требованиями, что и универсальных, т.е. наиболее эффективной перевозкой на железнодорожных платформах и в грузовых автомобилях, а также технологическими процессами предприятий. *По конструктивным особенностям* специальные контейнеры делят на *жесткие, мягкие (эластичные), комбинированные*.

Контейнеры жесткой конструкции изготавливают из стали и дерева, иногда из стеклопластика и из сплавов алюминия, что более экономично; **эластичные контейнеры** — из прорезиненных тканей и синтетических материалов. Основное преимущество последних — значительно меньший объем в порожнем состоянии, малый коэффициент тары. **Комбинированные контейнеры** изготавливают из стали, сплавов алюминия и эластичных тканей. Разработан типаж специальных контейнеров для перевозок различных грузов на железнодорожном и других видах транспорта (ГОСТ 19417-74). Эти контейнеры делятся на восемь типов в зависимости от свойств грузов:

СК-I — сыпучие грузы (порошок или зерно), уплотняющиеся и неуплотняющиеся, требующие специальных условий для защиты от атмосферных осадков (минеральные удобрения, цемент, сода кальцинированная и др.);

СК-II — сыпучие грузы с повышенной влажностью, требующие специальных условий перевозки (рудные концентраты: свинцовые, цинковые, медные);

СК-III — штучные грузы правильной геометрической формы, не боящиеся атмосферных осадков (кирпич строительный и огнеупорный, черепица, шифер и др.);

СК-IV — наливные грузы, текучие, не требующие специальных устройств для подогрева перед наливом и сливом (кислоты промышленные, спирт этиловый и метиловый, органические растворители и др.);

СК-V — наливные грузы средней вязкости, требующие устройств для подогрева перед наливом и сливом (масла осветленные и минеральные, некоторые нефтепродукты);

СК-VI — наливные грузы большой вязкости, заливаемые в горячем состоянии и затвердевающие даже при температуре выше 0 °С, превращающиеся в монолит (парафин, фенол синтетический, хлористый кальций, сернистый и едкий натрий);

СК-VII — полужидкие грузы (лаки масляные, краски готовые; красители сернистые и др.);

СК-VIII — строительное (листовое) стекло разных размеров.

Выбор параметров для специальных контейнеров зависит от физико-химических свойств грузов, грузоподъемности, перегрузочных и транспортных средств, а также габаритов подвижного состава.

Глава 8. Пассажирские вагоны

8.1. Кузова пассажирских вагонов

В эксплуатации находятся следующие *пассажирские вагоны*: жесткие некушированные, жесткие кушированные с четырехместными купе, межобластного сообщения, мягкие с четырех- и двухместными купе, мягкие международного сообщения с двухместными купе, почтовые, почтово-багажные, багажные и др.

Все пассажирские вагоны строят с цельнометаллическими сварными кузовами длиной 23,6 м; различаются они планировкой и внутренним оборудованием, конструкцией кузова и рамы.

Кузова представляют собой цельнометаллическую коробку, состоящую из рамы, пола, боковых и торцевых стен и крыши. Каждая из этих частей имеет каркас (стойки, обвязки, балки, дуги), обшитый с внешней стороны листовой сталью. По устройству кузова цельнометаллические пассажирские вагоны делят на два основных типа: с рамой, имеющей сквозную хребтовую балку и не имеющей ее. Кузов цельнометаллического вагона составляет единое целое с рамой. У кузова современного вагона с хребтовой балкой каркас состоит из продольных и поперечных элементов, собранных в виде

замкнутых рамок (шпангоутов). У вагонов с рамой без хребтовой балки меньше тара, вследствие чего они более экономичны.

Внутренняя планировка пассажирских вагонов зависит от их назначения. В кузове расположено помещение для пассажиров, оборудованное необходимыми бытовыми техническими устройствами, которые обеспечивают нормальные условия и необходимый комфорт. Внутреннее оборудование располагают так, чтобы обеспечить достаточную ширину проходов, свободный доступ к диванам и полкам, а также удобство пассажирам, наилучшее использование площади пола и объема кузова.

В пассажирском помещении жесткого купированного вагона в девяти четырехместных купе и одном двухместном, примыкающем к служебному помещению, имеется 38 спальных мест. Каждое купе оборудовано полумягкими диванами и верхними откидными спальными полками.

Для международных перевозок используют вагоны западноевропейского габарита (РИЦ). Такие вагоны имеют двух- или трехместные купе. Трехместное купе можно трансформировать в двухместное. Для багажа над потолком коридора в каждом купе сделаны ниша и другие устройства.

Кроме описанных вагонов в поездах курсируют почтовые, почтово-багажные, багажные вагоны и вагоны-рестораны, служебные и специального назначения (путеизмерительный, динамометрический), спроектированные на базе пассажирских цельнометаллических вагонов длиной 23,6 м. Вагон-ресторан имеет кухню с раздаточным отделением, буфетную стойку, обеденный зал на 48 человек.

Не допускается включать в поезда пассажирские вагоны, имеющие неисправности, угрожающие безопасности пассажиров, а также неисправности систем отопления, электрооборудования, вентиляции и другие, нарушающие нормальные условия перевозки пассажиров, наличие трещин, изломов или отсутствие деталей крепления и подвесок генератора, ящика для батарей и другого подвагонного оборудования. Кроме того, не допускаются в эксплуатацию вагоны, имеющие просроченный срок периодического ремонта, единой технической ревизии, если не имеется соответствующей отсрочки. Вагоны, обращающиеся в пассажирских поездах, скорость которых может достигать 160 км/ч, должны соответствовать дополнительным техническим требованиям.

Данные об условных обозначениях типов пассажирских вагонов и их модификации приведены в *Приложении*, табл. 9.

Упругие площадки. Для обеспечения безопасного перехода пассажиров из одного вагона в другой, а также для амортизации резких ударов и толчков, возникающих при трогании поезда и торможении, пассажирские вагоны оборудуют упругими переходными площадками.

Между деталями автосцепного устройства имеются зазоры, составляющие в сумме 40—100 мм. Автосцепки и вагоны могут свободно перемещаться взаимно в пределах указанных зазоров, так как в это время поглощающие аппараты еще не работают. Упругие же площадки обеспечивают постоянное натяжение сцепленных автосцепок, тем самым ликвидируя свободные зазоры и исключая их отрицательное влияние на плавность движения поезда.

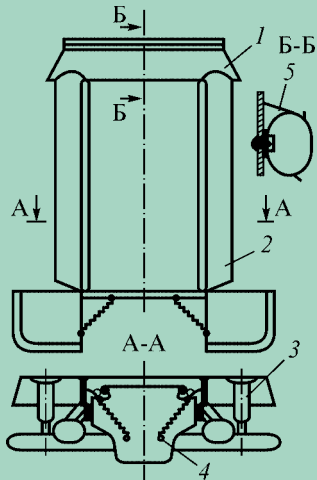


Рис. 8.1. Безбуферная переходная площадка с резиновым суфле:

1, 2 — баллоны; 3 — пружинные амортизаторы (пшинтоны); 4 — фарук; 5 — перекрытие из плоского листа резины специального профиля

В настоящее время пассажирские вагоны оборудуют упругой переходной площадкой с суфле (рис 8.1), выполненным из морозостойкой резины, которая обеспечивает хорошую плотность соединения и одновременно является звукоизоляционным материалом. Чтобы атмосферные осадки, пыль и грязь не попадали с крыши в пространство между стеной вагона и баллонами двух смежных вагонов, предусмотрено отводное устройство. Один конец перекрытия крепится к торцевой стене вагона, а другой свободно лежит на верхнем баллоне. Внизу перекрытием служит переходной фарук. В свободном состоянии резиновые суфле выходят на 65 мм за ось сцепления автосцепок. Благодаря этому после сцепления вагонов создается хорошее уплотнение по периметру, надежное при прохождении поезда и по кривым участкам пути.

На новых вагонах установлены буфера тяжелого типа. Для улучшения их взаимодействия обе тарелки сделаны выпуклыми и увеличенных размеров. Вагоны международного сообщения оборудованы тяжелыми буферами, а также фартуками переходных площадок особой конструкции. На перестановочных пунктах при замене автосцепки на крюк с винтовой стяжкой они опускаются на определенную высоту, а при обратной замене поднимаются на прежнюю высоту. Для обеспечения безопасного перехода пассажиров из одного вагона в другой необходимо следить за исправностью фартуков. Сильно изогнутые и обледеневшие в зимнее время фартуки могут стать причиной несчастных случаев. У несцепленных вагонов переходные фартуки должны быть подняты и закреплены.

Знаки и надписи на пассажирских вагонах. На дорогах СНГ установлены единые для всех пассажирских вагонов обязательные знаки и надписи, которые наносят при постройке и ремонте. На боковые стены кузова наносят *Герб РФ, знак МПС, номер вагона, указывают условное обозначение дороги его приписки, тип вагона, количество мест, тару и обозначают место установки домкрата*. На торцевые стены кузова наносят надписи *с обозначением пункта приписки вагона, места и времени выполнения заводского и депоовского ремонтов, единой технической шестимесячной ревизии вагона*. Около розеток межвагонного соединения электромагистрали помещают предостерегающий **знак высокого напряжения**; на вагонах с электрическим отоплением он указан и на крышке подвагонного ящика с высоковольтной аппаратурой. На запасном резервуаре автотормоза ставится *дата гидравлического испытания*.

Над верхней ступенькой у входной двери каждого вагона помещена табличка завода-изготовителя. Внутри вагона имеются таблички с соответствующими надписями: около ручки стоп-крана — **«Стоп-кран»**, в коридоре над входными дверями — *номер вагона*, на двери служебного купе — **«Дежурный проводник»**, на двери туалета — **«Туалет»** и **«Во время стоянки поезда пользоваться туалетом воспрещается»**, около дверей купе — *порядковые номера*, над нижними диванами и подъемными полками — *номера спальных мест*, около разборного крана — **«Вода для питья»**, в малом коридоре — **«Ящик для мусора»**.

Дополнительно на вагонах международного сообщения указываются страны курсирования, база вагона, классность, тип авто-

тормоза, транзитность вагона, местонахождение водоналивных труб, тип тормозных колодок. Вагоны, габариты которых соответствуют габаритам европейских дорог с шириной колеи 1435 мм, должны иметь *знак «МС»*. На вагонах, соответствующих габариту 0-ВМ, ставится *знак «МС-0»*, а на соответствующих габариту 1-ВМ — *знак «МС-1»*. На продольной балке тележек указывают номер вагона, порядковый номер тележки и дорогу приписки тележки.

По надписям работники, связанные с эксплуатацией пассажирских вагонов, в том числе проводники, могут судить о техническом состоянии вагонов, определять сроки выполнения заводского и деповского ремонтов, единой шестимесячной ревизии, возможность включения вагона в поезд или необходимость отцепки для соответствующего ремонта.

Для каждого пассажирского вагона при постройке составляют технический паспорт, в котором указывают место и время постройки, место приписки, тип вагона, тару, длину рамы, тип сцепки, базу вагона, типы тележек, тормозов и подшипников, число мест, сведения о системах отопления, водоснабжения и электрооборудования, о каждой колесной паре (тип, размеры основных элементов); здесь же помещают рисунок с планировкой вагона. В паспорт вписывают все изменения, произведенные при заводском ремонте вагона.

8.2. Отопление и водоснабжение пассажирских вагонов

Отопление. Система отопления служит для поддержания нормального температурного режима внутри вагона независимо от изменения температуры наружного воздуха. Согласно техническим условиям МПС на проектирование и постройку пассажирских вагонов температура воздуха в вагоне должна быть не менее 18 °С при наружной температуре –40 °С, а в предтамбурных коридорах и туалетных — не менее 16 °С; в вагонах с электрическим отоплением автоматическое управление должно обеспечивать температуру в пределах 20 ± 2 °С, а при скорости движения 160 км/ч отклонение температуры от указанной по высоте и по длине вагона не должно превышать 3 °С. Кроме того, система отопления должна подогревать воздух, подаваемый вентиляционной установкой, обеспечивать подогрев воды в системе горячего водоснабжения, а в вагонах последних лет постройки также обогрев головок водоналивных и сливных труб.

Приборы отопления любой системы должны быть безопасны в пожарном отношении, просты в обслуживании, надежны в работе и экономичны в эксплуатации. Температура поверхности нагревательных приборов не должна превышать 70 °С, с тем чтобы создавалась умеренная лучистая теплота и не было пригорания пыли. Воздух нагревается в вагоне при работе системы отопления в том случае, если имеется разность температур между нагревательными приборами и воздухом. Тогда тепло передается от приборов отопления, имеющих более высокую температуру, в воздух вагона, т.е. происходит теплообмен.

В зависимости от способа получения тепла для обогрева пассажирских вагонов применяют три системы отопления: *угольно-водяную, комбинированную (электроугольную) и электрическую*. В первых двух теплоносителем служит вода, которая подогревается в котле углем (угольно-водяная система), углем или электронагревательными элементами, опущенными в котел (комбинированная система). При электрическом отоплении воздух в вагоне подогревается непосредственно электронагревателями.

Во всех вагонах *с водяным отоплением* помещения обогреваются с помощью обогревательных труб, в которых циркулирует горячая вода. Устройство и действие водяного отопления основаны на физическом законе, согласно которому при нагревании в котле объем частиц воды увеличивается, а плотность уменьшается, поэтому они как более легкие устремляются вверх. В то же время находящиеся в трубах частицы воды охлаждаются, объем их уменьшается, а плотность увеличивается, вследствие чего они как более тяжелые опускаются вниз. Таким образом, благодаря различию плотности воды в котле и обогревательных трубах, происходит непрерывная циркуляция воды в системе отопления по замкнутому кольцу: котел — обогревательные трубы — котел. Помимо естественной циркуляции применяется искусственная с помощью насосов ручных, поршневых и центробежных с приводом от электродвигателя.

Электрическое отопление как основное применяется в межблатных, открытых вагонах и вагонах-ресторанах постройки Польши, Германии. При электрической системе отопления вагон обогревается с помощью *электрических печей*, расположенных на полу в пассажирских помещениях, коридорах, служебном

отделении и туалетах, а также с помощью *электрокалорифера*. Обогрев с использованием печей называют *конвекционным*, а с помощью калорифера — *воздушным*.

В вагоне в зависимости от его типа устанавливают от 30 до 52 печей общей мощностью до 26 кВт, разделенных на три группы и более. Электрокалорифер для облегчения условий регулирования температуры воздуха, поступающего в вагон, выполняется двухсекционным общей мощностью 22 кВт. Таким образом, общая потребляемая мощность для отопления вагона составляет 48 кВт. Подогрев воздуха осуществляется электронагревателями. Такие вагоны могут эксплуатироваться только на электрифицированных участках. Питание электронагревательных элементов в вагонах происходит от электровозов постоянного или переменного тока. Нагревательные приборы электрического отопления получают питание от подвагонной высоковольтной магистрали, подключаемой через электровоз к контактной сети постоянного тока напряжением 3000 В или переменного однофазного тока напряжением 25000 В. Во втором случае на электровозе устанавливают трансформатор, понижающий напряжение с 25 до 3 кВ.

Схема питания нагревательных приборов на постоянном токе показана на рис. 8.2. Электрическая энергия от контактной сети 4 через токоприемник 5 электровоза 3, быстродействующий выключатель 2, контактор отопления 1, заблокированный ключом отопления поезда, и межвагонные высоковольтные соединения 6 поступает по подвагонной магистрали отопления 8 через отвод 7 к электронагревательным приборам пассажирского вагона 9. Аналогичную систему отопления имеют межбластные вагоны постройки Калининского вагоностроительного завода (КВЗ).

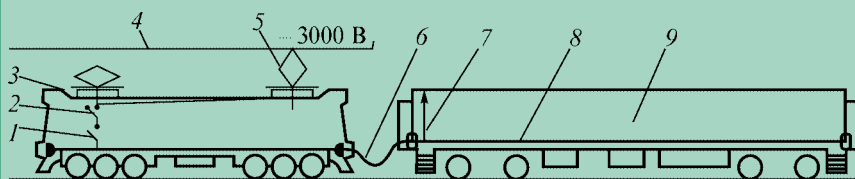


Рис. 8.2. Схема питания нагревательных приборов на постоянном токе

Комбинированное отопление широко внедряется на электрифицированных участках. С 1975 г. все новые вагоны оборудуют такой системой. Вагоны с комбинированной системой отопления можно эксплуатировать как на электрифицированных участках, так и на неэлектрифицированных. Отопительное оборудование вагонов унифицировано. Работы по внедрению электроотопления на неэлектрифицированных участках сдерживаются из-за отсутствия тепловозов с генератором отопления и необходимостью реконструкции устройств СЦБ на этих участках.

Наиболее распространенным типом водогрейного вагонного котла (рис. 8.3) является котел, совмещенный с расширителем 8. Отопительный котел состоит из наружной рубашки 5, внутри которой расположены огневая коробка 6 и топочная камера 11. В нижней части камеры имеются колосниковые решетки 2 и зольник. В верхней части котла над огневой коробкой расположена дымовая труба 7. В огневую коробку вварены циркуляционные трубы 9 для увеличения поверхности нагрева котла. Пространство между наружной рубашкой и топочной камерой, огневой коробкой и дымовой трубой заполняется водой. Топливо загружается на колосниковые решетки через люк топки 3. Воздух подается под колосниковую решетку через люк зольника 1. Для нагрева воды с помощью электроэнергии в водяную рубашку котла вертикально вмонтированы 24 нагревательных элемента (общей мощностью 48 кВт) 10, которые распределены по всему периметру котла, за исключением пространства над люком топки для твердого топлива, и крепятся к фланцу топки котла через прокладки из паронита. Клеммы нагревательных элементов защищены кожухом 4, который можно поднимать и зафиксировать на цепочках, при-

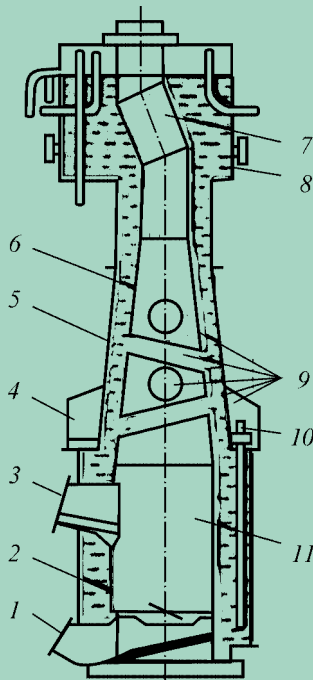


Рис. 8.3. Отопительный котел

варенных к расширителю 8 котла, при необходимости проведения работ по монтажу нагревательных элементов и ухода за ними. Наибольшая расчетная температура воды в котле 90—95 °С. При более высокой температуре нижние трубы отопления нагреваются до 70 °С и выше и осаждающаяся на их поверхности пыль подгорает. В качестве дополнительного электрическое отопление применяется на вагонах ряда типов с кондиционированием воздуха. Режим работы системы отопления устанавливает проводник в зависимости от температуры наружного воздуха и внутри вагона, от населенности вагона и времени года.

Водоснабжение. Система водоснабжения пассажирских вагонов удовлетворяет потребности пассажиров в питьевой воде, обеспечивает нормальное функционирование санитарно-технического оборудования туалетов, а также пополнение водой системы отопления вагонов. Каждый вагон оборудован индивидуальной системой водоснабжения, состоящей из баков, разводящей и подводящей систем трубопроводов. Стремление повысить комфортабельность пассажирских перевозок привело к созданию в вагонах дополнительных устройств, обеспечивающих кипячение, подогрев и охлаждение питьевой воды, а также горячее водоснабжение умывальных чаш и раковин для мойки посуды.

Вместимость баков системы водоснабжения зависит от типа вагона (пассажирский, почтовый, багажный, ресторан) и числа пассажирских мест. У пассажирских вагонов она определяется также назначением вагона (предназначен данный вагон для дальнего следования или межобластного сообщения). В туалетном помещении некотлового конца жесткого некупированного вагона устанавливают два бака по 0,275 м³ каждый, а в противоположном конце — бак вместимостью 0,03 м³. В вагонах более поздней постройки в некотловой части устанавливают один бак на 0,85 м³, а над потолком туалета в котловом конце — малый бак, вмещающий 0,08 м³ воды. Общая вместимость системы водоснабжения в таких вагонах составляет 1 м³.

В большинстве жестких и мягких купированных вагонов в одном конце имеются два бака для воды по 0,5 м³ каждый, а в другом — промывной бак вместимостью 0,05 м³. Баки вагонов соединены трубопроводом. Это позволяет пользоваться водой в обоих

туалетных помещениях до полного опорожнения всех баков, а также заполнять систему водоснабжения через одно наливное устройство. При необходимости баки могут быть разобщены вентилями. Большие баки имеют две наливные трубы с наконечниками для налива воды снизу с обеих сторон вагона. Чтобы предотвратить замерзание наконечников водоналивных труб, их оборудуют устройствами для обогрева от системы отопления или электрическими нагревателями, подключенными к аккумуляторной батарее. Уровень воды в баках некупированных вагонов определяют по водомерному стеклу, установленному на малом баке. В купированных вагонах постройки Германии в туалетном помещении некотлового конца вагона имеются водопробные краны, один из которых сигнализирует о наличии не менее $0,25 \text{ м}^3$ воды (минимально допустимый уровень).

В вагонах дальнего следования делают специальные бойлерные установки, от которых горячая вода поступает в санитарные узлы и служебное отделение. В период отопительного сезона подогрев воды осуществляется от котла отопления с помощью специального змеевика, а в летнее время — от дымовой трубы плиты.

Для обеспечения пассажиров кипятком в вагонах старой постройки около котельного отделения устанавливают кипяильники непрерывного действия (рис. 8.4) с комбинированным (электрическим и угольным) отоплением. В них вода может подогреваться от встроенного в котел электрического нагревателя. Такой кипяильник имеет нижний резервуар для сырой воды, заканчивающийся сверху воронкой. Внутри него размещена топка. Верхний резервуар 14 является сборником кипяченой воды. Сырая вода поступает через трехходовой кран 1 к фильтру и затем в поплавковую камеру регулятора 4 сырой воды, который поддерживает в воронке 12 кипяильника постоянный уровень сырой воды и имеет сливной патрубок 15.

Производительность кипяильника 1,1—1,4 л/мин кипяченой воды. В котловом конце современных вагонов расположен бак питьевой воды, куда ручным насосом накачивают из кипяильника кипяченую воду. Из этого бака вода поступает в бак охлаждающей установки, а затем к крану питьевой воды 7.

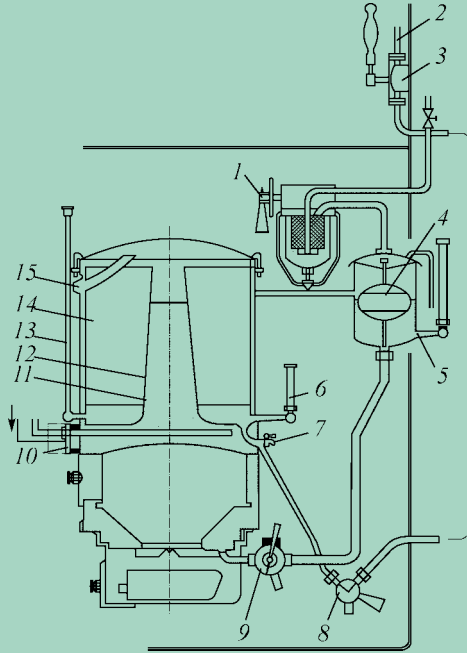


Рис. 8.4. Кипятильник непрерывного действия:

1, 8 — трехходовые краны; 2 — трубопровод к охладителю питьевой воды; 3 — ручной насос; 4 — регулятор сырой воды; 5 — водомерное стекло сырой воды; 6 — термометр; 7 — кран питьевой воды; 9 — спускной кран; 10 — нагревательный элемент; 11 — кипяtilьная камера; 12 — воронка вскипания; 13 — водомерное стекло для питьевой воды; 14 — сборник питьевой воды; 15 — сливной патрубкок

8.3. Электрооборудование пассажирских вагонов

Электрическое оборудование в современных пассажирских вагонах применяют для освещения, отопления, вентиляции помещения, подогрева подаваемого в вагон воздуха зимой и охлаждения его летом, охлаждения продуктов питания и питьевой воды, приготовления пищи и кипяченой воды, радиовещания и телефонной связи, облегчения труда поездной бригады, обеспечения безопасности движения поезда.

По назначению вагонное оборудование можно разделить на следующие основные группы: *источники электрической энергии* (генераторы и аккумуляторные батареи); *преобразователи*, изменяющие величину напряжения или тока, либо преобразующие один род тока в другой (постоянный в переменный и наоборот); *устройства для электрического освещения вагонов* с лампами накаливания и люминесцентными лампами; *электрические приводы вентиляторов, насосов, компрессоров* и др.; *электронагревательные приборы* (электрические печи и калориферы); *аппаратура автоматического регулирования источников электрической энергии* (регуляторы напряжения, ограничители тока и др.); *пускорегулирующая аппаратура* для включения и отключения потребителей электроэнергии, пуска электрических двигателей и др.; *аппаратура автоматического контроля и регулирования работы* потребителей; радиоаппаратура; *устройства для защиты источников электроэнергии и потребителей*, а также сигнальные устройства; *электроизмерительные приборы; вагонная электрическая сеть*.

Все электрооборудование пассажирских вагонов разделяется на *внутривагонное и подвагонное*.

Внутри вагона устанавливаются потребители электроэнергии, аппаратура управления, защиты, контроля и сигнализации, которыми пользуются обслуживающий персонал и пассажиры в пути следования (осветительные приборы, двигатель вентиляционного агрегата, нагревательные элементы кипятильника, электрических печей и калорифера, двигатели циркуляционных насосов, распределительный шкаф или пульт управления и пр.).

Под вагоном размещаются источники электрической энергии, все потребители, а также коммутационная и защитная аппаратура, которые по своим габаритным размерам, условиям работы, уровню производимых шумов и обеспечению безопасности не могут быть установлены внутри вагона (генераторы, аккумуляторные батареи, обогреватели наливных труб, электромашинные преобразователи люминесцентного освещения, двигатели компрессоров и вентиляторов конденсатора установки охлаждения воздуха, высоковольтные контакторы и предохранители и т.п.). Кроме того, под вагоном монтируются низковольтная магистраль напряжением 30 В, высоковольтная — 3000 В, магистраль электропневматического тормоза и их межвагонные соединения.

Электрическое оборудование пассажирского вагона сложно по устройству и эксплуатируется в тяжелых условиях. В процессе эксплуатации на него действуют значительные динамические усилия, возникающие в результате вибраций и толчков, особенно при больших скоростях движения. Электрическое оборудование, расположенное вне кузова вагона, подвержено атмосферным воздействиям. В зимнее время при низких температурах снижается механическая прочность отдельных деталей электрических машин, аппаратов и приборов, их работа затрудняется. Летом при повышенных температурах (особенно в южных районах) работа электрооборудования также затруднена: ухудшаются условия его охлаждения, увеличивается коррозия металлических деталей. Значительно затрудняет работу оборудования действие влаги и грязи. В связи с этим к электрооборудованию предъявляются повышенные требования. Электрооборудование должно надежно работать при изменениях температуры окружающей среды от +40 до –50 °С и относительной влажности до 90 %, а также обладать высокой механической прочностью и не выходить из строя при динамических перегрузках вследствие вибраций, соударений при маневрах и действиях инерционных сил, возникающих при торможениях.

Для защиты электрооборудования от повышенного напряжения, которое может возникнуть вследствие неисправности регулятора напряжения генератора (РНГ), при обрыве цепи аккумуляторной батареи и других аварийных режимах устанавливают реле максимального напряжения (РМН), а для предотвращения чрезмерного разряда аккумуляторной батареи — реле пониженного напряжения (РПН). Защита генераторов от перегрузки обеспечивается соответствующими ограничителями тока (ОТГ), а двигателей — тепловыми реле (ТР).

Системы электроснабжения вагонов. Системой электроснабжения называют комплекс оборудования, предназначенный для выработки и распределения электрической энергии потребителям вагона. В зависимости от расположения источников электрической энергии и их использования системы электроснабжения делятся на автономные и централизованные.

Автономная система электроснабжения получила наибольшее распространение. В пассажирском вагоне с этой системой имеются собственные источники электрической энергии (генератор и аккумуля-

муляторная батарея), обеспечивающие питание потребителей электроэнергией при движении и на стоянке. Основным источником электроэнергии служит генератор, который приводится во вращение от оси колесной пары вагона с помощью специального привода. Применяются генераторы постоянного и переменного тока. Для автономных систем с приводом генератора от оси колесной пары приняты два стандартных напряжения: для вагонов без кондиционирования воздуха 50 В, для вагонов с кондиционированием воздуха 110 В.

Централизованная система электроснабжения в настоящее время получила небольшое распространение. В этой системе потребители всех вагонов поезда получают питание от локомотива или специального вагона-электростанции. Источниками электрической энергии служат дизель-генераторные агрегаты или специальные преобразователи, питающиеся от контактной сети напряжением 3 кВ постоянного тока или 25 кВ переменного тока через токоприемник электровагона. Электрическая энергия передается к потребителям по соответствующим электромагистралям.

8.4. Система вентиляции пассажирских вагонов, их кондиционирование

Вентиляция — это процесс воздухообмена в каком-либо помещении или внесения наружного воздуха в помещение. С помощью системы вентиляции обеспечиваются не только необходимый воздухообмен, но и подпор воздуха в вагоне, препятствующий проникновению пыли, а также необработанного, не очищенного от пыли, зимой не нагретого, летом не охлажденного воздуха через неплотности в ограждениях. Кроме того, вентиляция создает требуемую подвижность воздуха в зоне пребывания пассажиров, очищает воздух от пыли и прочих механических примесей, участвует совместно с холодильной установкой в охлаждении пассажирских помещений, а при калориферном (воздушном) отоплении — также и в отоплении вагона. Вагоны необходимо обеспечивать воздухом из расчета 25 м³/ч на одного пассажира летом и 20 м³/ч зимой.

Существуют два вида вентиляции: *естественная и механическая* (принудительная). В пассажирских вагонах применяются оба вида вентиляции. Естественная вентиляция осуществляется с помощью

каких-либо недвижущихся устройств и не требует затраты энергии, механическая — с помощью движущихся устройств и требует постоянной затраты энергии (чаще всего электрической).

В пассажирских вагонах без устройств кондиционирования необходимый воздухообмен осуществляется естественной циркуляцией через дефлекторы, опускаемые окна, форточки или принудительной вентиляцией — вентиляторами, приводимыми в движение электродвигателями. Система механической (принудительной) вентиляции обеспечивает подачу свежего очищенного от пыли воздуха, а также подогрев его в зимний и переходный периоды года.

Вентиляционная установка некупированного вагона (рис. 8.5) состоит из сдвоенного центробежного вентилятора, приводимого в движение электродвигателем 1, калорифера для подогрева воздуха при низких температурах наружного воздуха 4, фильтров для очистки воздуха 5, воздуховода 3 с вентиляционными решетками для подвода воздуха к пассажирским помещениям и дефлекторов 2, удаляющих воздух из вагона. Установка приводится в действие следующим образом: сдвоенный центробежный вентилятор, расположенный между крышей и потолком в тамбуре вагона со стороны котельного отделения всасывает воздух через вентиляционные жалюзи, установленные над входными тамбурными дверями вагона, и нагнетает его в воздухопровод, распределяющий воздух по купе. По пути от заборных жалюзи до купе воздух проходит через фильтры, помещенные в потолке тамбура, и очищается в них от пыли. При необходимости воздух, проходящий через калорифер, подогревается.

Загрязненный воздух удаляется из вагона через потолочные дефлекторы, неплотности окон и дверей или оконные форточки. При работе вентиляционной установки в вагоне создается давление несколько выше атмосферного, поэтому пыль в вагон почти не проникает. Между фильтром и жалюзи установлена заслонка с регулирующим устройством для изменения количества наружного воздуха, поступающего в вагон. В зависимости от показаний термометра, установленного в воздуховоде, заслонку вручную устанавливают в необходимое положение: открытое, закрытое или промежуточное. Кроме того, предусмотрено автоматическое управление системой вентиляции в зависимости от температуры внутри вагона. Это достигается с помощью электродвигателя вентилятора, имеющего различную частоту вращения.

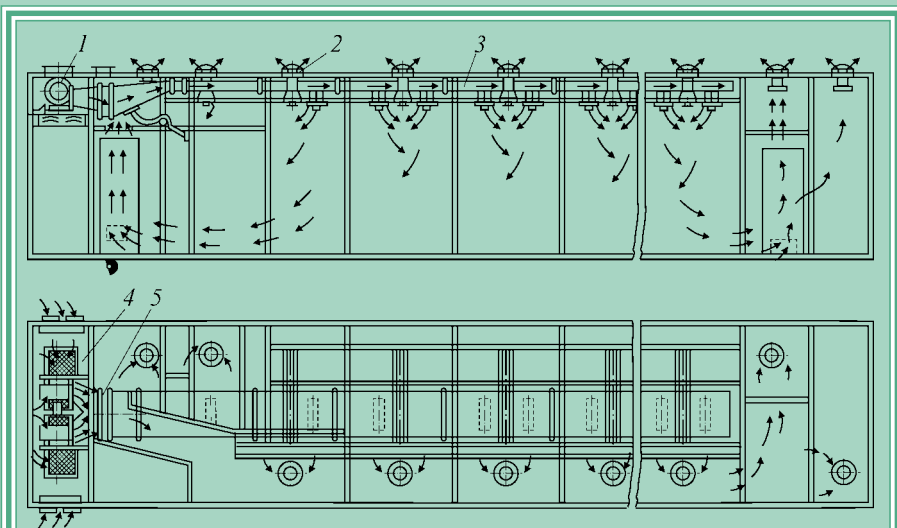


Рис. 8.5. Система вентиляции пассажирского некупированного вагона

Система имеет две ступени производительности: $5000 \text{ м}^3/\text{ч}$ (летом) и $1200 \text{ м}^3/\text{ч}$ (зимой). Переключают ее в другой режим работы с помощью ртутно-контактных термометров, расположенных в воздуховоде и средней части вагона. В вагонах, имеющих систему охлаждения воздуха, применяется обязательно механическая приточная система вентиляции с частичной рециркуляцией воздуха. Соотношение объемов рециркуляционного и свежего воздуха обычно 3:1.

Кондиционирование воздуха. Кондиционирование воздуха — это искусственная обработка воздуха с изменением температуры и влажности до определенного значения. Для кондиционирования используются специальные установки, оборудованные нагревателями, охладителями, вентиляторами, фильтрами, а также приборами автоматического регулирования. Некоторые пассажирские вагоны оборудованы установками для кондиционирования воздуха, которые позволяют получить внутри вагона желаемую температуру, чистоту и влажность воздуха вне зависимости от состояния наружного воздуха.

Пассажирские вагоны могут иметь установки *неполного* или *полного кондиционирования*. Первые оборудуются системами вентиляции с фильтрами для очистки воздуха и отопления, вторые — до-

полнительно системой охлаждения воздуха. Необходимость применения кондиционирования воздуха в вагонах обусловлена их низкой теплоустойчивостью, малым объемом помещения, приходящимся на одного пассажира, быстрым передвижением вагонов, вследствие чего они попадают в различные климатические зоны.

Кондиционирование воздуха в пассажирских вагонах заключается в постоянном его обмене, очистке, автоматическом охлаждении или обогревании и регулировании влажности. По своим качествам (температура, влажность, чистота, скорость и т.п.) он должен соответствовать заранее принятым требованиям (кондициям).

Установки кондиционирования воздуха по назначению подразделяются на *комфортные* и *промышленные* (технические).

Комфортное кондиционирование предназначено для создания наиболее благоприятных метеорологических и санитарно-гигиенических условий, необходимых для хорошего самочувствия человека.

Промышленное кондиционирование обеспечивает оптимальные параметры воздуха, наиболее благоприятные для технологических процессов производства, хранения материалов, продуктов и др.

ГОСТ утверждены следующие параметры воздуха в вагонах с кондиционированием: температура летом 22—25 °С, зимой 18—22 °С, относительная влажность 30—60%, допускаемая неравномерность температуры по длине вагона на одном уровне по высоте не более 3 °С, наибольшая скорость движения воздуха в зонах пребывания пассажиров 0,25 м/с, наименьшее количество подаваемого в вагон наружного воздуха на одного пассажира (по числу спальных мест) летом 25 м³/ч, зимой 20 м³/ч, наибольшее допустимое содержание пыли 1 мг/м³, наибольшее допустимое содержание углекислого газа 0,1 % по объему. Температура подаваемого в вагон воздуха должна быть не ниже 20 °С в зимний период и 14 °С — в летний. Необходимый воздухообмен в вагоне обеспечивается системой вентиляции.

Установка кондиционирования воздуха имеет следующие основные узлы: компрессор, конденсатор, устройство кондиционирования воздуха, системы вентиляции и отопления, приборы автоматики и защиты. В вагонах всех типов компрессорный и конденсаторный агрегаты выполнены в виде отдельного узла и размещены под вагоном, воздухоохладитель и электрокалорифер установлены в пространстве между потолком и крышей в канале приточного воздуха.

Установка кондиционирования засасывает атмосферный воздух, очищает, смешивает его с рециркуляционным (используемым повторно) в соотношении, зависящем от наружной температуры, осушает, охлаждает или нагревает и подает в каждое купе. Часть использованного воздуха удаляется наружу через дефлекторы. Необходимая температура в пассажирском помещении может поддерживаться автоматически изменением холодопроизводительности холодильной установки или включением и отключением циркуляционных насосов либо нагревательных элементов, а также вручную регулятором в каждом купе.

Глава 9. Вагонное хозяйство

9.1. Основные сооружения и устройства вагонного хозяйства

К основным сооружениям и устройствам вагонного хозяйства, обеспечивающим исправное содержание вагонного парка, относятся: вагонные депо, пункты подготовки вагонов к перевозкам, пункты технического обслуживания, механизированные пункты текущего отцепочного ремонта, специализированные пути укрупненного ремонта вагонов, посты опробования тормозов, посты безопасности, контрольные посты. Кроме того, в состав вагонного хозяйства входят вагоноколесные мастерские, контейнерные депо и мастерские, перестановочные пункты, пункты экипировки и технического обслуживания рефрижераторных вагонов, технические станции, резервы проводников и конторы, обслуживающие пассажирские поезда.

Вагоноремонтные заводы являются промышленными предприятиями и предназначены для заводского ремонта вагонов, модернизации их, изготовления запасных частей и формирования колесных пар. Заводы, как правило, специализируются на ремонте одного типа вагонов. Они размещаются с учетом обслуживания определенных районов сети железных дорог и концентрации в этих районах преимущественного типа вагонов с тем, чтобы сократить время на пересылку их в ремонт.

Вагонные депо с соответствующими ремонтно-заготовительными цехами относятся к линейным предприятиям вагонного хозяйства железных дорог. Они предназначены для деповского, периодического и текущего отцепочного ремонтов вагонов; изготовления и ремон-

та запасных частей для пунктов технического обслуживания и безотцепочного ремонта вагонов в пределах прикрепленных к депо участков. Вагонные депо подразделяются на *грузовые, пассажирские и рефрижераторные*. При небольшом объеме ремонта они могут быть смешанными (для пассажирских и грузовых вагонов).

Депо имеют следующие основные цехи и отделения: сборочный, колесно-тележечный, механический, автосцепки и автотормозов, роликовых подшипников и букс, баббитозаливочный, малярный, кузнечно-рессорный, деревообрабатывающий, электросварки, электроучасток в пассажирских и рефрижераторных депо, дизель-холодильный в рефрижераторных депо и некоторые отделения (кровельно-малярное, инструментальное, складских помещений, концепропиточное для подготовки и регенерации подбивочно-смазочных материалов, для ремонта крышек люков и дверей полувагонов и др.).

Проектирование и строительство новых и реконструкция существующих депо осуществляются с учетом максимальной механизации и автоматизации производственных процессов. В передовых депо организован ремонт грузовых вагонов на поточно-конвейерных линиях. Весь ремонт, начиная с разборки и кончая сборкой и испытанием, выполняется с помощью механизмов.

Новые депо для грузовых вагонов рассчитываются на ремонт 6000—10000 вагонов в год. Они располагаются в основном на сортировочных станциях и в пунктах массовой подготовки вагонов к перевозкам.

Пункты подготовки вагонов (ППВ) к перевозкам размещаются на станциях массовой погрузки-выгрузки и формирования порожних. ППВ к перевозкам являются основной технической базой для текущего ремонта грузовых вагонов. Они предназначены для обеспечения погрузочных зон отремонтированными и подготовленными к погрузке вагонами и гарантируют проследование грузовых поездов без отцепки вагонов.

Пункты технического обслуживания и текущего ремонта (ПТО) располагаются на сортировочных, участковых и пассажирских станциях, где производится устранение случайно возникших неисправностей вагонов в сформированных составах и подготовка поездов в рейс. ПТО предназначены для выявления и устранения технических неисправностей вагонов в формируемых и транзитных поездах и обеспече-

ния максимально возможных пробегов их без остановок. Техническое обслуживание осуществляется комплексными бригадами.

Пункты контрольно-технического обслуживания вагонов (ПКТО) организуются для выявления и устранения технических неисправностей вагонов, угрожающих безопасности движения, и для опробования тормозов.

Промышленно-пропарочные предприятия предназначены для подготовки цистерн под налив нефтепродуктов. На них производят очистку котлов цистерн от остатков перевезенных грузов, при необходимости с пропаркой и промывкой горячей или холодной водой и дегазации, а также соответствующий текущий ремонт.

На **контрольных пунктах автотормозов** (АКП) испытывают и ремонтируют автотормоза в поездах и в мастерских, компрессорные установки подают сжатый воздух в парки станции и в мастерские для испытания воздухораспределителей. Пункты опробования тормозов создаются на станциях, где производится смена локомотивов или локомотивных бригад, при отсутствии ПТО и ПКТО. В этих пунктах производится опробование тормозов, ремонт и обслуживание их в поездах, а также ремонт воздухораспределителей и другого оборудования в специальных мастерских.

Механизированные пункты текущего отцепочного ремонта вагонов (МПРВ) располагают на сортировочных станциях или в пунктах массовой погрузки и выгрузки вагонов. На некоторых сортировочных и крупных участковых станциях выделяются специализированные пути для укрупненного ремонта вагонов.

Контрольные посты (КП), создаваемые на удлинённых участках интенсивного безостановочного движения поездов, предназначены для выявления на ходу поезда вагонов с перегретыми буксами, ползунами и другими неисправностями, угрожающими безопасности движения. Контрольные посты размещают на промежуточных станциях, разъездах и обгонных пунктах, расположенных на участках с интенсивным безостановочным движением поездов.

Вагоноколенные мастерские производят ремонт колесных пар в основном со сменой элементов (осей, колес) и размещаются в районах расположения вагонных депо.

Пункты экипировки и технического обслуживания рефрижераторного подвижного состава предназначены для заправки реф-

рижераторных вагонов топливом, маслом, водой, рассолом, хладагентом (хладоном, аммиаком) и другими материалами. Пункты технического обслуживания АРВ служат для периодического профилактического обслуживания и текущего ремонта автономных рефрижераторных вагонов.

Контейнерные депо и мастерские размещают в районах концентрации контейнеров и предназначены для годового и капитального ремонтов.

Ремонтно-экипировочные депо (РЭД) производят осмотр, текущий ремонт и экипировку пассажирских составов. Располагают РЭД в пунктах массовой приписки пассажирских вагонов и на пассажирских технических станциях. Депо для ремонта пассажирских вагонов всех категорий, включая и вагоны с установками для кондиционирования воздуха, сооружаются в пунктах приписки не менее 400 вагонов, а также в крупных пунктах оборота пассажирских составов.

Пассажирские технические станции осуществляют комплексную подготовку пассажирских составов в рейс, заключающуюся в наружной и внутренней обмывке, осмотре, текущем ремонте, экипировке, санитарной обработке вагонов и проверке исправности электрооборудования, электропроводки, холодильного оборудования и устройств для кондиционирования воздуха.

Пограничные пункты технического осмотра вагонов создаются на станциях примыкания железных дорог СНГ к дорогам зарубежных стран. Основным назначением пунктов является учет технического состояния передаваемых и принимаемых вагонов. Передача вагонов на зарубежные дороги производится в соответствии с Правилами пользования вагонами в международном пассажирском и железнодорожном грузовом сообщении.

Перестановочные пункты обеспечивают перестановку грузовых и пассажирских вагонов с колеи СНГ на колею других стран.

9.2. Система технического обслуживания и ремонта вагонов

Система ремонта вагонов предназначена для содержания вагонов в состоянии эксплуатационной надежности и работоспособности и устанавливает общее направление развития и организации, технологии и техники ремонта вагонов. Системой ремонта предусмот-

рены мероприятия по уходу, осмотру и ремонту вагонов, направленные на восстановление изношенных деталей и узлов, на предупреждение отказов и поддержание вагонов в состоянии постоянной эксплуатационной готовности. На железных дорогах России разработана и внедрена планово-предупредительная система ремонта, в основу которой положены следующие принципы:

- периодичность ремонта, определение объема работ для восстановления работоспособности вагона по видам периодических ремонтов;
- установление продолжительности межремонтного периода в ремонтном цикле в зависимости от типа вагона и условий его работы;
- организация межремонтного технического обслуживания вагонов, при котором наряду с профилактическими мероприятиями (очистка, смазка, регулировка) производится нетрудоемкий ремонт (замена легкодоступных деталей, устранение мелких повреждений и ремонт некоторых быстроизнашивающихся деталей и др.);
- периодическое освидетельствование, ревизия и проверки на точность для выявления состояния узлов и агрегатов вагона.

Содержание вагонов в исправном состоянии, обеспечивающем безопасность движения и сохранность перевозимых грузов, осуществляется на основе планово-предупредительного ремонта и технического обслуживания. С учетом изменений, происшедших за последние годы в структуре вагонного парка, совершенствования и развития ремонтной базы, повышения надежности выпускаемых вагонов, интенсивности их использования на сети железных дорог применяется система технического обслуживания и ремонта, предусматривающая:

техническое обслуживание (ТО) вагонов, находящихся в составах или транзитных поездах, а также порожних вагонов при подготовке под погрузку; ТО включает в себя комплекс работ (осмотр, ремонтные и профилактические), проводимых на вагоне, не требующем отцепки от состава;

текущий ремонт (ТР-1) порожних вагонов при комплексной подготовке к перевозкам с отцепкой от состава или группы вагонов и подачей на специализированные ремонтные пути. Данный вид ремонта введен в связи с повышением требования к сохранности перевозимых грузов и включает в себя комплекс профилактических и ремонтных работ по уплотнению кузовов, промывке крытых вагонов, цистерн и т.д., которые без отцепки вагона и применения специальных механизмов и приспособлений выполнить невозможно;

текущий ремонт (ТР-2) вагонов с отцепкой от транзитных и прибывших поездов или от сформированных составов. При этом виде текущего ремонта устраняются неисправности узлов и деталей, возникшие вследствие невысокого срока службы или низкого качества ремонта. Данный вид восстановления работоспособности вагонов относится к разряду внепланового ремонта, осуществляемого по техническому состоянию;

деповской ремонт (ДР) производится в вагонных депо; при нем выполняются на вагоне необходимые профилактические работы, ремонт или замена ряда сборочных единиц и деталей, имеющих невысокий срок службы, а также ремонт или восстановление поврежденных, установка утерянных;

капитальный ремонт (КР), выполняется на заводах; при нем устраняются неисправности и полностью (или близко к этому) восстанавливается ресурс сборочных единиц и деталей (в том числе и базовых), подверженных механическому или коррозионному износу, разрушению, а также производятся необходимые модернизационные работы и окраска вагонов. Одним из основных признаков заводского ремонта является восстановление первоначальных технических характеристик и геометрических форм базовых частей и всех съемных деталей и узлов с максимальным приближением к состоянию нового вагона.

Периодические деповской и заводской ремонты обеспечивают восстановление работоспособности вагона.

Межремонтные сроки деповского ремонта для грузовых вагонов основных типов составляют после постройки и капитального ремонта 2 года, после деповского ремонта — 1—2 года. Капитальные ремонты проводят через 8—12 лет.

Пассажирские вагоны проходят деповской ремонт через 1 год, а первый после постройки — через 2 года; капитальные ремонты КР-1 — через 4—5 лет, КР-2 — через 20 лет (вагоны-рестораны — через 10 лет). Деповской ремонт рефрижераторных поездов, секций и автономных вагонов (АРВ) производится через 1,5 года (секций старых лет постройки через 1 год) после предыдущего деповского и через 2 года после постройки или первого капитального ремонта. Первый капитальный ремонт проводится через 10 лет после постройки, второй — через 7 лет после первого.

9.3. Техническое обслуживание грузовых вагонов

Техническое обслуживание вагонов включает технический осмотр, текущий ремонт и подготовку вагонов к перевозкам, периодическое освидетельствование важнейших узлов вагонов (букс автотормозов, автосцепки и др.), а также технический надзор за проходящими поездами в пути следования. Техническое обслуживание вагонов обеспечивается ПТО и ТРВ, для организации работы которых разрабатываются *технологические процессы*.

Техническое обслуживание грузовых вагонов *предусматривает*:

– контроль технического состояния вагонов, находящихся в сформированных составах и транзитных поездах, а также порожних вагонов при подготовке их к перевозкам без отцепки от состава или группы вагонов;

– выявление неисправностей; выполнение необходимого ремонта, обеспечивающего безопасность движения, пожарную безопасность, сохранность перевозимых грузов;

– постановку в поезда и следование в них технически исправных вагонов (ТО);

– текущий ремонт вагонов при подготовке к перевозкам с отцепкой от состава или группы вагонов с подачей на специализированные пути (ТР-1);

– текущий ремонт грузовых вагонов с отцепкой от транзитных, прибывших в разборку, или сформированных составов (ТР-2).

Техническое обслуживание вагонов *выполняется*:

в парке прибытия — выявление неисправностей, требующих отцепочного и безотцепочного ремонтов;

в сортировочном парке — выявление повреждений, происшедших в процессе маневровой работы, чтобы не пропустить в парк отправления неисправные вагоны, требующие ремонта с отцепкой, а также текущий ремонт на специально выделенных путях;

в парках отправления и сортировочно-отправочном — замена и ремонт неисправных деталей и узлов вагонов без отцепки от состава, обнаруженных как в парках прибытия и сортировочном, так и в парке отправления;

в приемо-отправочном парке для транзитных поездов совмещены работы, проводимые в парках прибытия и отправления.

При техническом обслуживании вагонов проверить:

- наличие деталей и узлов вагонов и их соответствие установленным нормативам;
- сроки ремонта, а у пассажирских вагонов, кроме того, сроки единой технической ревизии;
- исправность и действие автосцепного устройства, тормозного оборудования, буферных устройств, переходных площадок, специальных подножек и поручней, тележек, колесных пар, буксовых узлов, рессорного подвешивания, привода генератора, аккумуляторных батарей, внутреннего оборудования, климатической установки, наличие и исправность устройств, предохраняющих от падения на путь деталей и подвагонного оборудования;
- исправность кузова вагона.

Работники ПТО должны в соответствии с технологическим процессом своевременно выполнять техническое обслуживание и нести ответственность за безопасное проследование вагонов без отцепки от поездов в пределах гарантийного участка, а для пассажирских поездов на протяжении всего рейса от пункта формирования до пункта оборота и обратно. Рабочие места осмотрщиков оснащают связью громкоговорящего оповещения с переговорными колонками (их размещают в районе работы каждой группы), общестанционной телефонной связью, устройством централизованного ограждения (в парке технического обслуживания вагонов). Пульт дистанционного ограждения составов находится в помещении оператора. На станциях, не оборудованных системой централизованного ограждения, применяют ограждение состава переносными сигналами — красными щитами (днем) и красными фонарями (ночью). Освещение в парках в ночное время должно отвечать действующим нормам и требованиям охраны труда.

Глава 10. Автотормоза

10.1. Назначение и классификация тормозов

Для уменьшения скорости движения поезда или его остановки локомотивы и вагоны снабжены тормозами. **Тормоза** — это комплекс устройств, применяемых в поездах для искусственного увеличения сил сопротивления движению. Силы, создающие искусственное сопротивление (силы трения), называют **тормозными**.

В условиях все возрастающих скоростей движения и масс поездов для их остановки на более коротком отрезке пути требуются значительные тормозные силы. От значения тормозной силы зависит эффективность (мощность) тормозов: чем эффективнее тормоза, тем меньше тормозной путь (расстояние, проходимое поездом от начала торможения до полной его остановки) и тем дольше поезд может следовать по перегону с наибольшей скоростью. Следовательно, повышается средняя скорость движения поезда, безопасность его движения, увеличивается пропускная способность железных дорог. Тормозная сила зависит от силы нажатия тормозных колодок и коэффициента трения колодки о бандаж. Беспредельно увеличивать эту силу нельзя: если она превысит силу сцепления колеса с рельсом (последняя определяется нагрузкой от колесной пары на рельсы и коэффициентом сцепления колеса с рельсами), возникнет юз, т.е. скольжение колеса по рельсу. Это снижает эффективность тормозов и приводит к появлению ползунов на колесах. Поэтому кроме увеличения максимальной допустимой силы нажатия тормозных колодок на колесные пары ученые и конструкторы используют и другие возможности повышения эффективности тормозов.

На железнодорожном подвижном составе применяются следующие виды торможения:

фрикционное, использующее силу трения тормозных колодок, прижимаемых к ободьям вращающихся колес, или специального диска, насаженного на ось колесной пары. Фрикционные тормоза могут быть ручного и пневматического действия;

реверсивное (электрическое) торможение может быть рекуперативным, когда выработанная двигателями электровоза энергия возвращается в контактную сеть, или реостатным, когда энергия поглощается специальными сопротивлениями. Реверсивное торможение широко используется при движении грузовых поездов по затяжным спускам;

электромагнитное торможение, основанное на принципе воздействия электромагнитных устройств на рельсы. Оно применяется как основное для скорых поездов, так как создаваемая в этом случае тормозная сила не ограничивается условиями сцепления колес с рельсами.

Основной способ торможения — **фрикционный** — заключается в возникновении трения при нажатии тормозных колодок на поверхность катания вращающихся колес (колодочный тормоз) или специальных дисков (дисковый тормоз). Большинство вагонов оборудовано коло-

дочным тормозом с чугунными или неметаллическими (композиционными) колодками, при котором затормаживание происходит в результате прижатия тормозных колодок к поверхности катания колес или тормозных накладок к специальным дискам, насаженным на оси колесных пар. Композиционные колодки обладают высоким коэффициентом трения, мало зависящим от скорости движения поезда. При использовании таких колодок длина тормозного пути, т.е. расстояния, проходимого поездом от момента приведения тормозов в действие до остановки, меньше, чем при использовании чугунных.

По способу управления и источнику энергии для прижатия колодок фрикционные тормоза подразделяются на **пневматические, электропневматические и ручные.**

Основным видом фрикционного тормоза, применяющегося на подвижном составе наших дорог, является **пневматический тормоз.** Действие такого тормоза основано на создании разности давления сжатого воздуха в камерах соответствующих приборов. Торможение поезда происходит быстро, так как запас сжатого воздуха для наполнения тормозных цилиндров имеется под каждым вагоном. **Ручными тормозами** оборудуют все локомотивы и пассажирские вагоны, а также часть грузовых вагонов. Ручной тормоз применяют на железнодорожном подвижном составе как резервное средство для остановки поезда при неисправности автотормозов, а также для затормаживания пассажирских вагонов, находящихся в отстое (на месте во время стоянок). **Электропневматические тормоза** в отличие от пневматических управляются электрическим током; тормозные колодки прижимаются к колесам приборами, питающимися сжатым воздухом.

В настоящее время на Октябрьской железной дороге эксплуатируются скоростные поезда на локомотивной тяге и электропоезда ЭР200, развивающие скорость до 200 км/ч. Вагоны этих поездов оборудованы тормозами большой эффективности: электропневматическими дисковыми и электромагнитно-рельсовыми тормозами с электронным противогазным устройством.

По роду подвижного состава тормоза подразделяют на **грузовые**, предназначенные для торможения грузовых поездов и отличающиеся сравнительно медленным наполнением тормозных цилиндров сжатым воздухом; **пассажирские** с более быстрым наполнением тормозных цилиндров; **высокоскоростные** с электропневматическим управлением, обеспечивающим одновременное действие тормозов всего поезда.

Торможение может быть *служебным* и *экстренным*. В обычных условиях машинист применяет служебное торможение, при котором давление в главной магистрали понижается ступенями. Такой режим обеспечивает плавное уменьшение скорости поезда и позволяет остановить его в заранее предусмотренном месте. Для немедленной остановки поезда применяют *экстренное торможение*, которое происходит в результате быстрого и полного выпуска воздуха, из магистрали, что создает наибольшую тормозную силу. Экстренное торможение может производиться краном машиниста или краном экстренного торможения, установленным во всех пассажирских и частично грузовых вагонах.

10.2. Тормозное оборудование вагонов

Общие сведения. Пневматическое тормозное оборудование подвижного состава позволяет осуществлять управление тормозами из кабины локомотива. Тормозное оборудование каждой секции локомотива включает в себя пневматическую систему и рычажную передачу. Принципиальные пневматические схемы тормозного оборудования всех локомотивов в основном одинаковы. В качестве примера приведена такая схема для двухсекционного электровоза ВЛ80^к (рис. 10.1).

Пневматическое тормозное оборудование современного подвижного состава железных дорог состоит из следующих основных приборов и узлов:

приборы питания сжатым воздухом — устанавливают их только на локомотивах и моторвагонном подвижном составе. К этой группе относятся компрессоры, вырабатывающие сжатый воздух, который нагнетается в главные резервуары для создания запаса. Компрессоры имеют регуляторы давления, обеспечивающие поддержание в главных резервуарах давления сжатого воздуха в заданных пределах: на электровозах 0,75—0,90 МПа (7,5—9,0 кгс/см²), на тепловозах 0,75—0,85 МПа (7,5—8,5 кгс/см²) и моторвагонном подвижном составе 0,65—0,80 МПа (6,5—8,0 кгс/см²);

приборы управления тормозами — устанавливают их на локомотивах и моторвагонном подвижном составе. К ним относятся: кран машиниста, кран вспомогательного прямодействующего тормоза, кран двойной тяги, манометры и другие приборы. Кран машиниста предназначен для управления тормозами и регулируется на под-

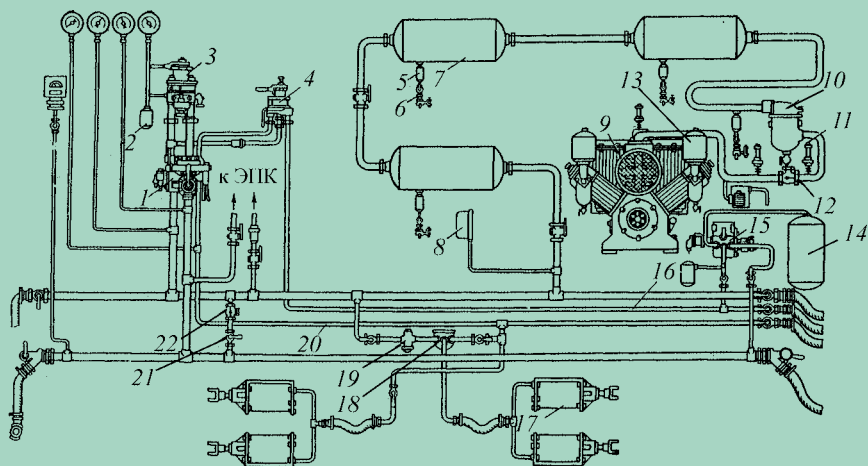


Рис. 10.1. Схема тормозного оборудования электровоза ВЛ80^к:

1 — устройство блокировки тормозов; 2 — уравнильный резервуар; 3 — кран машиниста; 4 — кран вспомогательного тормоза; 5 — резервуары-сборники; 6 — спускной клапан; 7 — главные резервуары; 8 — регулятор давления; 9 — компрессор; 10 — маслоделитель; 11 — предохранительные клапаны; 12 — обратные клапаны; 13 — фильтр; 14 — запасные резервуары; 15 — воздухораспределитель; 16 — воздухопровод; 17 — тормозные цилиндры; 18 — реле давления; 19 — кран наибольшего давления; 20 — магистраль тормозных цилиндров; 21 — разобщительный кран; 22 — обратный клапан

держание зарядного давления в магистрали пассажирских поездов в пределах $0,50—0,52$ МПа ($5,0—5,2$ кгс/см²) и грузовых поездов — $0,53—0,55$ МПа ($5,3—5,5$ кгс/см²);

приборы торможения (воздухораспределители, тормозные цилиндры и запасные резервуары, воздухопровод и арматура, тормозные рычажные передачи) — монтируют их на каждом локомотиве, вагоне и моторвагонном подвижном составе. Эти узлы предназначены для осуществления торможения и растормаживания каждой подвижной единицы подвижного состава.

Тормозное оборудование вагонов. Грузовые вагоны оборудуют пневматическим тормозом (рис. 10.2), который включает в себя тормозную магистраль 7, соединительные рукава и концевые краны 10. Разобщительный кран 8 служит для отсоединения воздухо-

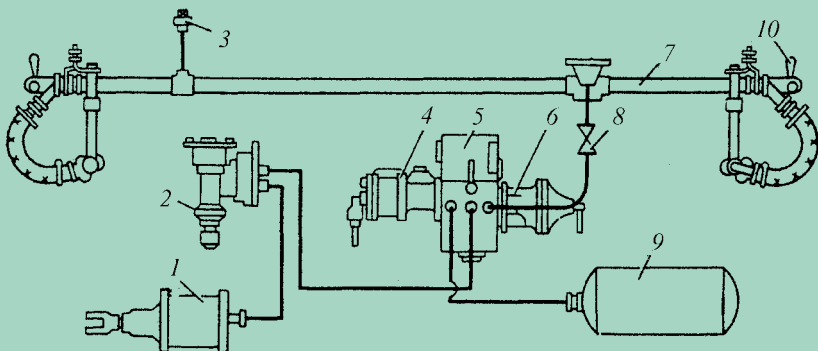


Рис. 10.2. Схема тормозного оборудования вагона

распределителя 6 от тормозной магистрали или подсоединения к ней. Вагоны с тормозной площадкой имеют стоп-краны 3, позволяющие осуществлять экстренную остановку поезда с состава. Воздухораспределитель с двухкамерным резервуаром 5 прикреплен к раме вагона болтами. К нему подведены три трубы: от тормозной магистрали 7, запасного резервуара 9 и тормозного цилиндра 1. Между тормозным цилиндром 1 и воздухораспределителем установлен специальный прибор — авторежим 2; этот прибор устанавливают на всех строящихся вагонах и при модернизации ранее выпущенных. Авторежим автоматически изменяет давление в тормозном цилиндре в зависимости от нагрузки вагона. Главная часть 4 воздухораспределителя при этом включается на грузе́ный режим торможения, а если вагон оборудован композиционными колесными парами — на средний режим.

Чтобы привести тормоза в действие, понижают давление в тормозной магистрали 7 (обычно краном машиниста), при этом магистральная часть 6 срабатывает и приводит в действие главную часть 4, которая сообщает запасный резервуар 9 через авторежим 2 с тормозными цилиндрами. Давление в тормозном цилиндре устанавливается автоматически пропорционально ступени торможения и нагрузке вагона; при полном служебном и экстренном торможениях оно составляет для порожнего вагона 0,11—0,15 МПа (1,1—1,5 кгс/см²), для груженого — 0,37—0,43 МПа (3,7—4,3 кгс/см²).

Пассажирские вагоны помимо пневматического оборудованы двухпроводным электропневматическим тормозом, воздухораспределителем (усл. № 292) и электровоздухораспределителем (усл. № 305). Как и на грузовом вагоне, на пассажирском имеются тормозная магистраль, концевые краны, тормозной цилиндр и запасной резервуар. В каждом пассажирском вагоне установлено не менее трех стоп-кранов — по одному в каждом тамбуре, остальные внутри вагона. Электрические провода проложены в стальных трубах и имеются сборные коробки для присоединения проводов от электровоздухораспределителя и междувагонных соединений. Междувагонное соединение выполняется с помощью рукава (усл. № 369А), которым одновременно соединены воздушная магистраль и электрическая цепь. В хвостовом вагоне рукава подвешивают на изолированных подвесках для изоляции электрической цепи тормоза от земли, разделения рабочего и контрольного проводов.

Рычажные передачи. Эти передачи для локомотива и вагонов по конструкции различны, однако назначение их для всего подвижного состава одинаково. Рычажная передача служит для передачи усилия, создаваемого сжатым воздухом, на поршень тормозного цилиндра (при пневматическом торможении), или усилия человека (при ручном торможении) на тормозные колодки, которые прижимаются к колесам.

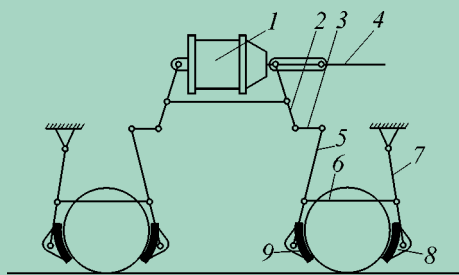


Рис. 10.3. Схема рычажной передачи тормоза:

1 — тормозной цилиндр; 2 — горизонтальный рычаг; 3 — тяга; 4 — тяга (ручное торможение); 5 — вертикальный рычаг; 6 — затяжка; 7 — рычаг (подвеска); 8 — триангель с башмаками; 9 — колодки

Рычажная тормозная передача представляет собой систему рычагов, триангелей (у тепловозов), башмаков с колодками, соединенных тягами и затяжками. Эти передачи бывают с односторонними и двусторонними нажатиями тормозных колодок на колеса. При двустороннем нажатии колодки располагаются с двух сторон колеса, а при одностороннем — с одной стороны. Рычажная передача с двусторонним нажатием (рис. 10.3) сложнее по конструкции и тя-

желей передачи с односторонним нажатием. Однако она имеет и ряд преимуществ. Так, нажатие, передаваемое на каждую тормозную колодку, значительно меньше, меньше износ и нагрев при торможении, в результате чего увеличивается срок службы колодок. Кроме того, при двустороннем нажатии коэффициент трения между колодкой и колесом больше вследствие того, что меньше удельное нажатие, при котором эффективность тормозов увеличивается.

10.3. Система тормозов. Виды тормозов

В зависимости от типа воздухораспределителей и кранов машиниста пневматические тормоза подразделяются на *неавтоматические прямодействующие, автоматические непрямодействующие и автоматические прямодействующие*.

Неавтоматический прямодействующий тормоз применяется в качестве вспомогательного для торможения только локомотива при маневровой работе и в отдельных случаях при ведении поезда по неблагоприятному профилю пути.

Весь подвижной состав железных дорог СНГ оборудован автоматическими тормозами. Вагоны и локомотивы, предназначенные для перевозки пассажиров, оборудованы автоматическим непрямодействующим пневматическим тормозом, а вагоны и локомотивы грузового парка — автоматическим прямодействующим тормозом. Кроме того, каждый локомотив оборудован вспомогательным прямодействующим тормозом. Автоматические тормоза, устанавливаемые на пассажирских вагонах и локомотивах, являются быстродействующими, т.е. затормаживают состав за более короткое время, чем грузовые. Автоматические тормоза грузового типа должны обеспечивать возможность применения различных режимов торможения в зависимости от загрузки вагонов.

Прямодействующий неавтоматический тормоз. Компрессор 1 этого тормоза (рис. 10.4) нагнетает воздух в главный резервуар 2 и поддерживает в нем давление в пределах 0,74—0,88 МПа (7,5—9,0 кгс/см²). Главный резервуар питательной магистрали 3 соединен с краном 4 машиниста.

При торможении (положение I) кран машиниста соединяет воздухопровод 5 и тормозные цилиндры 6 с питательной магистралью 3, обеспечивая тем самым движение воздуха из главного резервуара к

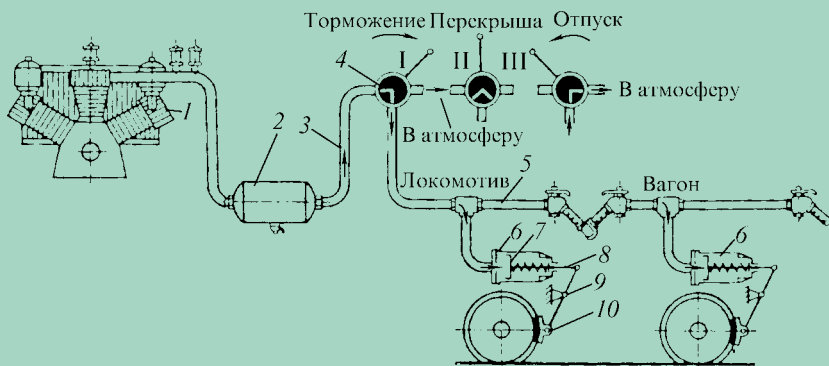


Рис. 10.4. Схема прямодействующего неавтоматического тормоза

тормозным цилиндром. Давление в тормозных цилиндрах регулируется краном машиниста. Воздух, поступающий в тормозные цилиндры, перемещает поршни 7 со штоками 8 вправо, сжимая пружины. Штоки 8 поворачивают вертикальные рычаги вокруг неподвижных точек 9 и нижними концами прижимают тормозные колодки 10 к колесам.

При перекрытии (положение II) питательная магистраль краном машиниста разобщена с воздухопроводом, тормозными цилиндрами и атмосферой; давление в тормозных цилиндрах остается без изменения.

При отпуске (положение III) воздух из тормозных цилиндров через кран машиниста уходит в атмосферу. Пружины тормозных цилиндров возвращают поршни со штоками в отпускное положение, и тормозные колодки отходят от колес.

Прямодействующим этот тормоз называется потому, что при торможении воздух из главного резервуара поступает непосредственно в тормозные цилиндры. **Неавтоматическим** он считается из-за того, что в случае разрыва воздухопровода не затормаживает подвижной состав, а выпускает воздух из тормозных цилиндров, если он в них был.

Непрямодействующий автоматический тормоз. Такой тормоз (рис. 10.5, а) имеет все приборы прямодействующего неавтоматического тормоза и, кроме того, тормозную магистраль 5, воздухопроводитель 6 и запасный резервуар 8. Для того чтобы произвести торможение, этот тормоз необходимо предварительно зарядить.

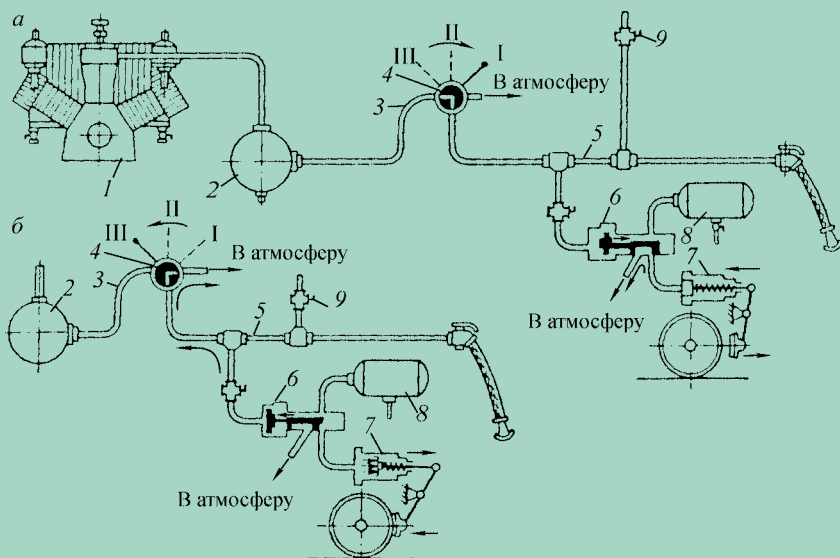


Рис. 10.5. Схема непрямодействующего автоматического тормоза

При зарядке (см. рис. 10.5, а) из главного резервуара 2 воздух, сжатый компрессором 1, под давлением 0,74—0,88 МПа (7,5—9,0 кгс/см²) поступает к крану машиниста 4, который понижает давление воздуха до зарядного. Этим воздухом заполняется тормозная магистраль всего поезда, а через воздухораспределители 6 — запасные резервуары 8 всех тормозных вагонов. Тормозные цилиндры 7 при этом воздухораспределителем 6 сообщены с атмосферой.

Тормоза этого типа используют в пассажирских, электропоездах и дизель-поездах, где краны машиниста 4 регулируют на поддержание в тормозной магистрали зарядного давления 0,49—0,51 МПа (5,0—5,2 кгс/см²).

При торможении (рис. 10.5, б) ручку крана машиниста переводят в тормозное положение. Тормозная магистраль 5 разобщается с питательной магистралью 3 и сообщается с атмосферой через кран. Давление воздуха в тормозной магистрали быстро падает. При понижении давления в тормозной магистрали воздухораспределители 6 срабатывают, разобщают тормозные цилиндры 7 с атмосферой и сообщают их с запасными резервуарами 8.

Прижатие тормозных колодок к бандажам колес при поступлении воздуха в тормозные цилиндры и их отход при выпуске его для тормозов всех типов происходят аналогично. Когда ручка крана машиниста установлена в положение перекрыши, тормозная магистраль отсоединяется от питательной и от атмосферы. Выпуск воздуха из тормозной магистрали в атмосферу прекращается.

Для отпуска тормозов ручку крана машиниста 4 переводят в поездное положение (см. рис. 10.5, а). Питательная магистраль 3 сообщается с тормозной 5, давление в ней повышится до зарядного. Воздухораспределители 6 сообщают тормозные цилиндры с атмосферой, а запасные резервуары 8 — с тормозной магистралью 5. Таким образом, тормозная магистраль и запасные резервуары снова заряжаются воздухом давлением 0,49—0,51 МПа. При выпуске воздуха из тормозных цилиндров тормозные колодки отходят от бандажей.

Автоматическим этот тормоз называется потому, что при разрыве поезда, открытии стоп-крана 9 или какой-либо другой причине понижения давления в тормозной магистрали тормоза автоматически срабатывают и затормаживают подвижной состав. **Непрямодействующим** его называют из-за того, что главный резервуар в процессе торможения разобцен с тормозной магистралью, а следовательно, и с тормозными цилиндрами. Этот тормоз истощимый, так как в процессе торможения утечки воздуха из тормозной магистрали и тормозных цилиндров не пополняются.

Прямодействующий автоматический тормоз. Этот тормоз (рис. 10.6) включает в себя те же приборы, что и прямодействующий автоматический, и отличается лишь устройством крана 3 машиниста и воздухораспределителя 4, которые обеспечивают пополнение утечек в тормозной магистрали 7 и тормозных цилиндрах 8 в процессе торможения. Таким тормозом оборудуют грузовые поезда.

Кран 3 машиниста при поездном положении его ручки поддерживает зарядное давление воздуха в тормозной магистрали 7, а следовательно, и в запасных резервуарах равным 0,52—0,54 МПа. Заполнение запасных резервуаров при зарядке и отпуске тормозов (рис. 10.6, а) происходит через обратный клапан 5 воздухораспределителя 4.

При торможении (рис. 10.6, б) давление в тормозной магистрали 7 понижается в результате выпуска воздуха краном машиниста 3 в

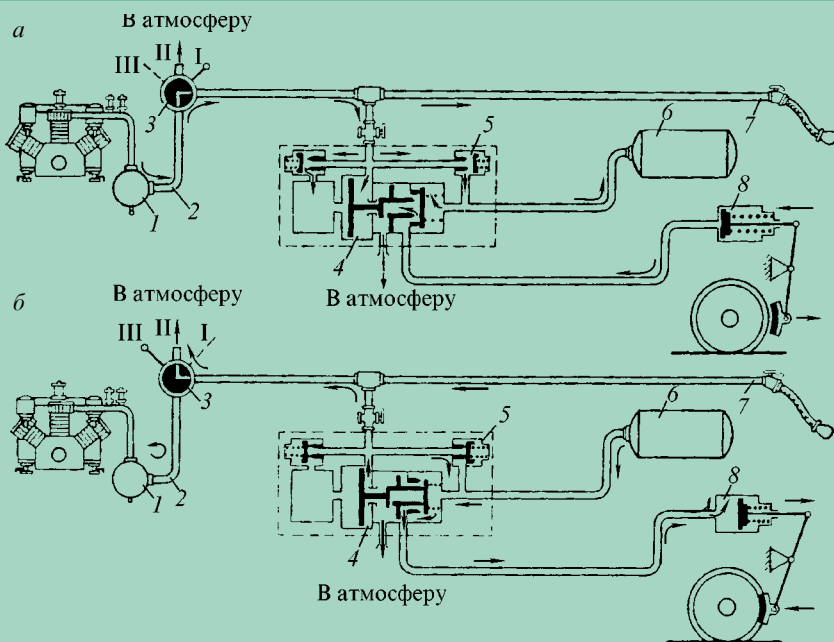


Рис. 10.6. Схема прямодействующего автоматического тормоза

атмосферу. Воздухораспределители 4 срабатывают, разобщают тормозные цилиндры 8 с атмосферой и сообщают их с запасными резервуарами 6. После выпуска определенного количества воздуха из тормозной магистрали ручку крана машиниста переводят в положение перекрыши. При этом давление в тормозной магистрали и тормозных цилиндрах автоматически поддерживается постоянным. Пополнение утечек из тормозной магистрали и тормозных цилиндров происходит через кран машиниста и воздухораспределитель воздухом из главных резервуаров 1 через трубу 2. Этим и обеспечивается прямодействие тормоза. Тормоза такой конструкции неистощимы, позволяют производить ступенчатое торможение и ступенчатый отпуск.

10.4. Полное и сокращенное опробование тормозов

Чтобы проверить действие тормозов, а также убедиться в том, что тормозные магистрали всех вагонов включены в тормозную сеть поезда, выполняют опробование тормозов. Установлены два вида опробо-

вания автотормозов: *полное и сокращенное*. Кроме того, для грузовых поездов установлена проверка автотормозов на станциях и перегонах.

При полном опробовании тормозов проверяют техническое состояние тормозного оборудования, плотность и целостность тормозной сети, действие тормозов у всех вагонов, — подсчитывают нажатие тормозных колодок в поезде и количество ручных тормозов. *При сокращенном опробовании* проверяют состояние тормозной магистрали по действию тормозов двух хвостовых вагонов, что подтверждает проход сжатого воздуха по всей тормозной магистрали.

Полное опробование тормозов производят от стационарной компрессорной установки или локомотива, *сокращенное* — только от локомотива. При опробовании автотормозов в поезде управление тормозами локомотива осуществляет машинист, а от стационарной компрессорной установки — осмотрщик-автоматчик или оператор центрального пульта.

Действие тормозов в поезде и правильность их включения проверяют осмотрщик-автоматчик или осмотрщик вагонов. После этого они составляют и выдают машинисту справку формы ВУ-45 об обеспечении поезда тормозами и исправном их действии. Справка формы ВУ-45 составляется под копируку в двух экземплярах. Подлинник справки передается машинисту локомотива, а копия сохраняется в книжке этих справок в течение семи суток у должностного лица, производившего опробование тормозов.

Справку формы ВУ-45 машинист должен хранить до конца поездки и по прибытии в депо сдать вместе со скоростемерной лентой. Если производится смена локомотивных бригад без отцепки локомотива, то сменяющийся машинист обязан передать имеющуюся у него справку о тормозах принявшему локомотив машинисту. Последний на скоростемерной ленте, которую снимает сменяющийся машинист, делает пометку: «Справку формы ВУ-45 на поезд № ... получил от машиниста (фамилия, имя, отчество сдавшего машиниста), подпись получившего машиниста (фамилия, имя, отчество), наименование депо».

Плотность тормозной сети от локомотива должны проверять машинист и осмотрщик вагонов при полном опробовании автотормозов и сокращенном опробовании, если оно выполняется после полного опробования от стационарной компрессорной установки. При сокращенном опробовании автотормозов в других случаях присутствие осмотрщика вагонов при проверке плотности не требуется.

Полное опробование автотормозов в поездах производится (ПТЭ, гл. 15):

- на станциях формирования перед отправлением поезда;
- после смены локомотива;
- на станциях, разделяющих смежные гарантийные участки следования грузовых поездов, при техническом обслуживании состава без смены локомотива;
- перед выдачей моторвагонного поезда из депо или после отстоя его без бригады на станции;
- на станциях, предшествующих перегонам с затяжными спусками, где остановка поезда предусмотрена графиком движения; перед затяжными спусками 0,018 и круче полное опробование производится с десятиминутной выдержкой в заторможенном состоянии. Перечень таких станций устанавливается начальником железной дороги.

Полное опробование электропневматических тормозов производится на станциях формирования и оборота пассажирских поездов от стационарных устройств или поездного локомотива. О каждом полном опробовании автотормозов в моторвагонных поездах делается запись в специальной книге.

Сокращенное опробование автотормозов в поездах производится (ПТЭ, гл. 15):

- после прицепки поездного локомотива к составу, если предварительно на станции было произведено полное опробование автотормозов от стационарного устройства или локомотива;
- после перемены кабины управления моторвагонного поезда и после смены локомотивных бригад, когда локомотив от поезда не отцепляется;
- после всякого разъединения рукавов в составе поезда, перекрытия концевого крана в составе, после соединения рукавов вследствие прицепки подвижного состава (в последнем случае с проверкой действия тормоза на каждом прицепленном вагоне);
- в пассажирских поездах после стоянки поезда более 20 мин, при падении давления в главных резервуарах ниже $5,5 \text{ кгс/см}^2$, при смене кабины управления или после передачи управления машинисту второго локомотива на перегоне после остановки поезда в связи с невозможностью дальнейшего управления движением поезда из головной кабины;
- в грузовых поездах, если при стоянке поезда произошло самопроизвольное срабатывание автотормозов или изменение плотности более чем на 20 % от указанной в справке формы ВУ-45;

– в грузовых поездах после стоянки поезда более 30 мин, где имеются осмотрщики вагонов или работники, обученные выполнению операций по опробованию автотормозов и на которых эта обязанность возложена.

В случае, если при сокращенном опробовании автотормозов не срабатывают тормоза двух хвостовых вагонов, работник, на которого возложено опробование автотормозов, обязан принять меры к тому, чтобы не допустить отправление поезда. Чтобы убедиться в исправной и надежной работе тормозов поезда, машинист обязательно должен проверить их действие в пути следования. Скорость движения поезда при такой проверке устанавливается начальником дороги. Скорость движения поезда при ступени торможения до момента отпуска краном машиниста должна быть снижена не менее чем на 10 км/ч на определенном расстоянии. Это расстояние и ориентиры его на перегоне указываются в местных инструкциях. Порядок полного и сокращенного опробования автотормозов установлен Инструкцией по эксплуатации тормозов подвижного состава железных дорог.

10.5. Требования к тормозному оборудованию подвижного состава

Подвижной состав и специальный подвижной состав должны быть оборудованы автоматическими тормозами, а пассажирские вагоны и локомотивы, кроме того, электропневматическими тормозами (ПТЭ, гл. 11).

Автоматические и электропневматические тормоза подвижного состава и специального подвижного состава должны содержаться по установленным МПС России нормам и обладать управляемостью и надежностью действия в различных условиях эксплуатации, обеспечивать плавность торможения, а автоматические тормоза также остановку поезда при разъединении или разрыве воздухопроводной магистрали и при открытии стоп-крана (крана экстренного торможения).

Автоматические и электропневматические тормоза подвижного состава и специального подвижного состава должны обеспечивать тормозное нажатие, гарантирующее остановку поезда при

экстренном торможении на расстоянии не более тормозного пути, определенного по расчетным данным, утвержденным МПС России. Автоматические тормоза должны обеспечивать возможность применения различных режимов торможения в зависимости от загрузки вагонов, длины состава и профиля пути.

Стоп-краны в пассажирских вагонах и моторвагонном подвижном составе устанавливаются в тамбурах внутри вагонов и пломбируются. В специальном самоходном подвижном составе при необходимости устанавливаются стоп-краны или другие устройства для экстренного торможения.

Локомотивы, пассажирские вагоны, моторвагонный и специальный самоходный подвижной состав оборудуются ручными тормозами. Часть грузовых вагонов по нормам МПС России должна иметь переходную площадку со стоп-краном и ручным тормозом.

Допускается эксплуатация почтовых и багажных вагонов, построенных до 1 января 1970 г., без ручных тормозов. Ручные тормоза подвижного состава и специального самоходного подвижного состава должны содержаться по установленным нормам и обеспечивать установленное МПС России расчетное тормозное нажатие. Все части рычажной тормозной передачи, разъединение или излом которых может вызвать выход из габарита или падение на путь, должны иметь предохранительные устройства.

Запрещается ставить в состав поезда вагоны, у которых тормозное оборудование имеет хотя бы одну из следующих неисправностей: неисправные воздухораспределитель, электровоздухораспределитель (в пассажирском поезде), авторежим, концевой или разобщительный кран, выпускной клапан, тормозной цилиндр, резервуар, рабочая камера; повреждение воздухопроводов — трещины, прорывы, протертости и расслоение соединительных рукавов, трещины, надломы и вмятины на воздухопроводах, неплотность их соединений, ослабление трубопровода в местах крепления; неисправность механической части — траверс, триангелей, рычагов, тяг, подвесок, авторегулятора рычажной передачи, башмаков; трещины или изломы в деталях, откол проушин колодки; неправильное крепление колодки в башмаке, неисправные или отсутствующие предохранительные устройства и балки авторежимов, нетиповое крепление, нетиповые детали и шпильки в узлах;

неисправный ручной тормоз; ослабление крепления деталей; неоотрегулированная рычажная передача; толщина колодок менее размеров, указанных в Инструкции осмотрищику вагонов (п. 3.7.4).

Запрещается устанавливать композиционные колодки на вагоны, рычажная передача которых переставлена под чугунные колодки (т.е. валики затяжки горизонтальных рычагов находятся в отверстиях, расположенных дальше от тормозного цилиндра), и, наоборот, не допускается устанавливать чугунные колодки на вагоны, рычажная передача которых переставлена под композиционные колодки, за исключением колесных пар пассажирских вагонов с редукторами, где могут применяться чугунные колодки для скорости движения до 120 км/ч. Шести- и восьмиосные грузовые вагоны разрешается эксплуатировать только с композиционными колодками.

Раздел II. ЛОКОМОТИВЫ И ЛОКОМОТИВНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Глава 11. Общие сведения о тяговом подвижном составе

11.1. Сравнение различных видов тяги

Движение поездов на железнодорожном транспорте осуществляется с помощью тягового подвижного состава. К нему относятся локомотивы и моторвагонный подвижной состав; последний состоит из моторных и прицепных вагонов. В зависимости от источника энергии и машин для превращения ее в механическую работу тяговый подвижной состав подразделяют на автономный и неавтономный. К *автономному*, для того чтобы он работал (находился в движении), не требуется подводить энергию извне, т.к. ее вырабатывает установленный на нем первичный двигатель, например дизель. *Неавтономный* тяговый подвижной состав (электровозы и электропоезда) получает электроэнергию от внешнего источника — энергосистем через тяговые подстанции и контактную сеть, расположенную над железнодорожными путями.

Тяговый подвижной состав подразделяют на локомотивы, электропоезда и дизель-поезда, автомотрисы, дрезины, мотовозы. К локомотивам относятся электровозы, тепловозы, паровозы, газотурбовозы.

Электровозом называют локомотив с электрическими тяговыми двигателями, получающими питание от энергосистемы через тяговые подстанции и контактную сеть. Моторный вагон электропоезда, как и электровоз, получает питание от энергосистемы через контактную сеть. Один или несколько моторных вагонов, соединенные с прицепленными вагонами, составляют *секцию*. Несколько сцепленных секций, как правило, с головными вагонами в голове и хвосте поезда составляют *электропоезд*, предназначенный для перевозки пассажиров в пригородах крупных городов, а иногда в пределах одной-двух областей.

Тепловоз представляет собой локомотив с двигателем внутреннего сгорания — дизелем, превращающим химическую энергию, заключенную в топливе, в механическую.

Паровоз имеет котел и паровую машину, с помощью которых химическая энергия топлива преобразуется в механическую.

Газотурбовоз — локомотив, приводимый в движение газовой турбиной.

Дизель-поезд, состоящий из моторных и прицепных вагонов и приводимый в движение от дизелей, располагаемых в моторных вагонах, предназначен для перевозки пассажиров на неэлектрифицированных линиях. **Турбовоз** в отличие от дизель-поезда имеет газовую турбину вместо дизеля.

Автомотриса представляет собой самоходный пассажирский ж.-д. вагон с двигателем внутреннего сгорания, к ней могут быть прицеплены одна-две платформы.

Авто- и мотодрезины — самоходные повозки соответственно с автомобильным или мотоциклетным двигателем.

Мотовозы с двигателями внутреннего сгорания используют на подъездных путях промышленных предприятий.

Контактно-аккумуляторные поезда имеют тяговые двигатели на моторных вагонах. Они получают питание или от контактной сети, как электропоезда, или от аккумуляторов, расположенных под вагонами. Их обычно используют для перевозки пассажиров на участках, электрифицированных не по всей длине.

При электрической тяге мощность локомотивов не ограничена первичным двигателем, поэтому электровозы могут иметь большие мощности по сравнению с автономными локомотивами.

Коэффициент полезного действия локомотива, характеризующий степень использования тепла сгорания топлива для получения полезной работы, тем выше, чем совершеннее первичная энергетическая установка. Энергия, потребляемая неавтономными локомотивами, вырабатывается на электростанциях.

Коэффициент полезного действия электротяги при питании от тепловых электростанций составляет 25—26 %. При этом тепловые электростанции работают, как правило, на дешевых видах топлива (бурый уголь, торф). Если учесть долю гидроэлектростанций в электроснабжении электрических железных дорог, то КПД электротяги повышается до 32 %.

Автономные локомотивы в зависимости от типа теплового двигателя и степени его использования имеют КПД, достигающий у тепловозов 29—31 %, а у паровозов — 5—7 %. За счет улучшения использования и повышения экономичности дизеля КПД тепловоза может быть несколько повышен.

Тяговые электродвигатели у электровозов позволяют при движении на расчетных подъемах работать на режимах с нагрузками, превышающими номинальные, если при этом перегрев обмоток электродвигателей не превышает допустимых пределов. У моторных вагонов электродвигатели обычно работают с токами больше номинальных во время пуска (разгона) поезда.

Электровозы могут при торможении возвращать в тяговую сеть часть энергии движения поезда (рекуперативное торможение). Эксплуатационные затраты на техническое обслуживание и текущий ремонт электровозов ниже, чем при автономных локомотивах. Провозная способность электрифицированных линий значительно превышает провозную способность неэлектрифицированных железных дорог. Электровозы имеют значительно больший срок службы, ремонт их проще, чем тепловозов.

Вместе с тем введение электрической тяги требует больших капиталовложений (устройство контактной сети, линий электропередачи, тяговых подстанций). Однако они быстро окупаются на железных дорогах с большой интенсивностью движения. Поэтому в нашей стране электрическая тяга нашла широкое применение на наиболее грузонапряженных и тяжелых по профилю линиях, а также в пригородном пассажирском движении.

11.2. Классификация тягового подвижного состава

По роду выполняемой работы локомотивы подразделяются на *магистральные* и *маневровые*. Магистральные локомотивы бывают грузовые, пассажирские и грузопассажирские. Пассажирские локомотивы, предназначенные для вождения пассажирских поездов, развивают высокую скорость при сравнительно небольшой силе тяги.

Грузовые локомотивы развивают значительную силу тяги, имеют наибольшую допустимую нагрузку от оси на путь, скорость их меньше, чем у пассажирских. Грузопассажирские локомотивы могут работать в двух режимах: грузовом и пассажирском. Маневровые локомотивы работают главным образом на малых скоростях и с большой силой тяги. Их используют на станциях, пунктах погрузки и выгрузки, а также на подъездных путях.

Моторвагонный подвижной состав, применяемый на электрифицированных линиях, состоит из электровагонов, включаемых в электропоезда; на неэлектрифицированных линиях применяют дизель-по-

езда. В отличие от локомотивов моторные вагоны служат не только для тяги поезда, а используются и для перевозки пассажиров.

Сила тяги, которая вызывает перемещение поезда, появляется в результате взаимодействия колес локомотива или моторного вагона с рельсами при передаче вращающего момента от двигателя к колесным парам.

Применение на электровозах и тепловозах тяговых электродвигателей дает возможность использовать как индивидуальный, так и групповой привод. При индивидуальном приводе каждая движущаяся колесная пара соединена со своим тяговым двигателем зубчатой передачей. При групповом приводе движущиеся колесные пары, размещенные в одной жесткой раме, соединяются между собой промежуточными зубчатыми колесами.

Масса кузова у таких локомотивов (электровозов, тепловозов, газотурбовозов) передается через опоры, а иногда и промежуточное (вторичное) рессорное подвешивание, рамы тележек, первичное рессорное подвешивание и буксы на движущиеся колесные пары. Если число колесных пар не превышает шести, локомотив обычно выполняют с одним кузовом. Такой локомотив называется односекционным.

При большем числе колесных пар кузов локомотива оказывается слишком длинным и тяжелым, что сильно усложняет его конструкцию и затрудняет прохождение кривых. Поэтому такие локомотивы обычно выполняют не с одним, а с двумя и даже тремя самостоятельными кузовами (секциями), соединенными между собой автосцепками или специальными шарнирными соединениями. Такие локомотивы называют двух- или трехсекционными. Построены опытные образцы четырехсекционных тепловозов. В некоторых случаях оборудование секционных локомотивов позволяет каждой его секции самостоятельно водить поезда.

Расположение колесных пар в экипаже, род привода от тяговых электродвигателей к колесным парам и способ передачи тягового усилия принято выражать осевой характеристикой, в которой цифрами показывается число колесных пар. В осевой характеристике знак «-» означает, что тележки несочлененные — не связаны шарнирно и тяговое усилие от движущих колесных пар к автосцепке локомотива передается через рамы тележки. Знак «+» указывает,

что тележки сочлененные — соединены между собой и сила тяги передается через раму кузова.

Если движущие колесные пары имеют индивидуальный привод, то к цифре, показывающей число осей, добавляется индекс 0. Так, электровоз с осевой характеристикой $3_0 + 3_0$ представляет собой локомотив с двумя сочлененными трехосными тележками и с индивидуальным приводом движущихся колесных пар. Тепловоз с осевой характеристикой $2(3_0 - 3_0)$ — двухсекционный локомотив, каждая секция которого имеет две трехосные несочлененные тележки с индивидуальным приводом движущихся колесных пар и может работать самостоятельно. Если же секции не могут работать самостоятельно, то осевая характеристика в данном случае имела бы вид $3_0 - 3_0 - 3_0 - 3_0$.

Серии тепловозов с электрической передачей имеют буквенное обозначение ТЭ, а с гидравлической — ТГ. Кроме того, в буквенное обозначение серий включают знак рода службы локомотива: П — пассажирский, М — маневровый. Так, тепловоз ТЭП10 представляет собой пассажирский локомотив с электрической передачей. Цифра после букв соответствует нумерации выпуска, например, тепловозам постройки ПО «Коломенский завод» присваивают от 50 до 99.

На железных дорогах широко применяют, особенно при тяжелых поездах, кратную тягу, т.е. совместную работу нескольких локомотивов. В связи с этим многие электровозы и тепловозы имеют оборудование, позволяющее им работать по системе нескольких (многих) единиц, что дает возможность с помощью электрических цепей управлять всеми секциями локомотива или локомотивов из одной кабины машиниста; достигается точно согласованная работа локомотивов и отпадает необходимость иметь на каждом из них полный состав локомотивных бригад. Особенно широко управление по системе многих единиц используют на электропоездах и дизель-поездах. Здесь поезд составляют из нескольких постоянных по составу поездных единиц — секций.

Каждая секция включает в себя один моторный вагон и несколько (обычно один или два) прицепных (немоторных вагонов). Управляют таким поездом из одной кабины, расположенной в головном вагоне.

На железных дорогах страны эксплуатируются электровозы около 20 серий и модификаций. Одним из самых мощных является двухсекционный (восьмиосный) электровоз переменного тока ВЛ80Р с плавным (бесступенчатым) регулированием скорости и рекуперативным тормо-

жением, что дает возможность быстро и удобно изменять режим движения, полнее использовать инерцию поезда, особенно на участках с горным и перевальным профилем и сократить расход энергии.

По аналогичному принципу построен еще более мощный 12-осный электровоз на тиристорах ВЛ85 с рекуперативным торможением, предназначенный для работы на магистралях, электрифицированных по системе однофазного тока напряжением 25 кВ. Электровоз состоит из двух шестиосных секций, кузов каждой из них подвешен на трех двухосных тележках. Электровоз может водить поезда массой 6000 т и более. Для вождения еще более тяжелых поездов и для работы на участках с трудным профилем предусмотрена возможность работы двух электровозов при управлении одним машинистом из кабины любой секции. На электровозе автоматическое управление режимом движения. Он выпускается в двух исполнениях: для умеренного климата и для условий БАМа. Мощность локомотива 10000 кВт, конструкционная скорость 110 км/ч.

В числе новых локомотивов — грузовой электровоз ВЛ15, предназначенный для вождения тяжеловесных поездов на магистральных участках с напряжением 3000 В постоянного тока. Мощность локомотива 9000 кВт, конструкционная скорость 100 км/ч.

На железнодорожной сети РФ эксплуатируются тепловозы 25 серий и модификаций. В их числе современный тепловоз 2ТЭ121 мощностью 5884 кВт с электрической передачей переменного тока, в которой применяется бесколлекторный многофазный синхронный генератор, обладающий надежностью и высокой мощностью.

Создан тепловоз 4ТЭ10С повышенной мощности для эксплуатации в суровых климатических условиях, оборудованный специальными нагревательными устройствами и теплоизоляцией.

Разработан и изготовлен тепловоз ТЭ126 для вождения грузовых поездов в условиях умеренного и холодного климата. В конструкции использованы принципиально новые решения: пуск дизеля сжатым воздухом, пятиосная тележка с двухступенчатым рессорным подвешиванием, микропроцессорная система управления дизельным агрегатом и др.

В 1988 г. на Брянском машиностроительном заводе выпущен тепловоз ТЭМ15, отличающийся от прежних маневровых тепловозов меньшим расходом топлива, что достигнуто за счет совершенствования энергетического оборудования.

В промышленности ведутся работы по унификации локомотивов: унифицируется экипажная часть восьмиосных тепловозов и электровозов. Эта идея нашла воплощение в создании восьмиосного экипажа маневрового тепловоза ТЭМ7, предназначенного для ускоренной обработки составов массой 6000—7000 т на сортировочных горках и вождения вывозных поездов.

Современные электровозы и тепловозы могут совершать пробег между экипировками в зависимости от массы поездов и профиля пути до 1200 км, а между техническими обслуживаниями — от 1200 до 2000 км. Они приспособлены к работе в составе двух, трех, четырех секций с возможностью управления из кабины любой головной секции одной локомотивной бригадой. Это позволяет использовать мощность в зависимости от массы поезда и водить поезда массой до 10 тыс. т и более.

В зависимости от серии электровоза запас песка составляет от 1,6 до 4 м³, а на электровозе ВЛ15 — 6 м³. На тепловозах запас экипировочных материалов на одну секцию составляет: топлива — от 3900 до 7500 кг, песка — от 600 до 2300 кг, масла — от 800 до 1250 кг (лишь у маневровых локомотивов ТЭМ7 — 430 кг и ЧМЭ2 — 400 кг), воды — от 800 до 1580 кг (у тепловоза ЧМЭ2 — 600 кг).

Нумерация локомотивов. Номера локомотивов, электропоездов, дизель-поездов, мотовозов, автомотрис и т.д., а также специальных машин и механизмов на рельсовом ходу начинаются всегда с 1. **Второй знак** является признаком локомотива или машины; 0 — паровозы; 1 — электровозы односекционные; 2 — электровозы многосекционные; 3 — электропоезда; 4 — метрополитен; 5 — тепловозы односекционные; 6 — тепловозы многосекционные; 7 — дизель-поезда и автомотрисы; 8 — специальный тяговый подвижной состав (мотовозы, автодрезины и т.д.); 9 — путевые машины.

По **третьему и четвертому знакам** номера локомотива можно установить его основную техническую характеристику: для какого вида движения используется, серия локомотива, тип передачи и т.д. Аналогично для путевых машин эти знаки означают назначение машины и ее серию; **пятый, шестой и седьмой знаки** составляют порядковый номер локомотива.

11.3. Основные требования к локомотивам и моторвагонному подвижному составу

На каждый локомотив, единицу моторвагонного и специального подвижного состава должен вестись технический паспорт (формуляр), содержащий важнейшие технические и эксплуатационные характеристики.

Локомотивы и моторвагонный подвижной состав, а также специальный самоходный подвижной состав должны быть оборудованы радиостанциями, скоростемерами с регистрацией показаний, установленных МПС России, автоматической локомотивной сигнализацией, а также оборудоваться и другими устройствами безопасности в соответствии с перечнем и порядком, установленными МПС России.

Пассажирские локомотивы должны быть оборудованы устройствами управления электропневматическим торможением, а локомотивы для грузовых поездов должны оборудоваться устройством контроля тормозной магистрали.

Поездные локомотивы и моторвагонные поезда при обслуживании одним машинистом должны быть дополнительно оборудованы утвержденными МПС России следующими средствами и устройствами безопасности:

- системой автоматического управления торможением поезда или комплексным локомотивным устройством безопасности, а также системой бодрствования машиниста;
- зеркалами заднего вида;
- системой пожаротушения — тепловозы;
- блокировкой тормоза.

Моторвагонные поезда оборудуются системой автоведения с обеспечением контроля скорости движения и речевой информации при подъездах к проходным светофорам, переездам и станциям, связью «пассажир-машинист», сигнализацией контроля закрытия дверей, автоматической пожарной сигнализацией.

Маневровые локомотивы должны быть оборудованы устройствами дистанционной отцепки их от вагонов, а обслуживаемые одним машинистом, кроме того, вторым пультом управления, зеркалами заднего вида и устройствами, обеспечивающими автоматическую остановку на случай внезапной потери машинистом способности к ведению локомотива.

Технические требования к специальному подвижному составу и съемным подвижным единицам, а также порядок их технического обслуживания, ремонта и эксплуатации устанавливаются МПС России.

Локомотивы и вагоны, не принадлежащие организациям железнодорожного транспорта и выходящие на пути общей сети железных дорог, должны соответствовать требованиям Правил технической эксплуатации железных дорог РФ. Порядок обращения такого подвижного состава на путях общей сети железных дорог устанавливается МПС России, а порядок выхода локомотивов на станцию примыкания — начальником отделения железной дороги, а при отсутствии в составе железной дороги отделений железной дороги — заместителем начальника железной дороги.

11.4. Локомотивный парк

Локомотивный парк состоит из электровозов, тепловозов и паровозов. Отдельно учитывают моторвагонный подвижной состав, а также автомотрисы. Все локомотивы, приписанные к данной дороге (независимо от места нахождения), имеющие ее индексы и состоящие на ее балансе, составляют *инвентарный* парк дороги, который делят на две группы: *парк локомотивов, находящихся в распоряжении дороги (депо)* — это локомотивы своего инвентаря, за исключением локомотивов запаса МПС России и сданных в аренду, и *парк вне распоряжения дороги*, т.е. локомотивы запаса МПС и находящиеся в аренде у предприятий МПС или других министерств и ведомств. Локомотивы из инвентарного парка одной дороги в инвентарный парк другой передают по указанию МПС России.

Локомотивы и моторвагонный подвижной состав, находящиеся в распоряжении дороги (депо), делятся на *эксплуатируемый* и *неэксплуатируемый* парки (таблица).

Эксплуатируемый парк локомотивов распределяется по видам работ, а неэксплуатируемый — по техническому состоянию, находящему в резерве и в перемещении. *Эксплуатируемый* парк составляют локомотивы, находящиеся во всех видах работы, под техническими операциями, на технических осмотрах (в пределах установленной нормы времени), в ожидании работы как на станционных путях, так и в основном и оборотном депо, и находящийся на профилактическом осмотре моторвагонный подвижной состав.

Таблица распределения локомотивов по паркам, видам работ и состоянию



В неэксплуатируемый парк входят следующие локомотивы: неисправные, находящиеся во всех видах ремонта, включая техническое обслуживание ТО-3, подготавливаемые в запас и резерв; оборудуемые или модернизируемые между плановыми видами ремонта; резерв управления дороги; временно отставленные по неравномерности движения; исправные, находящиеся в перемещении, а также в процессе сдачи и приемки; используемые как стационарные установки и ожидающие исключения из инвентаря.

К **неисправным** относятся локомотивы, находящиеся во всех видах ремонта и ожидании его независимо от места ремонта и ожидания (депо приписки или другое депо, завод), находящиеся на ТО-3, и, кроме того, локомотивы, которые подготавливают для постановки в запас МПС России и резерв управления дороги и пересылают в неисправном состоянии на завод и в другое депо.

Глава 12. Электровозы

12.1. Общие сведения об электрическом подвижном составе

К электрическому подвижному составу относятся электровозы и моторные вагоны. В зависимости от рода применяемого тока различают электровозы постоянного (рис. 12.1), переменного тока (рис. 12.2) и двойного питания; так же различаются и электропоезда.

Электровозы и электропоезда приводятся в движение тяговыми электродвигателями. Чтобы якоря двигателей начали вращаться, необходимо по их обмоткам пропустить электрический ток. Включают и выключают тяговые двигатели, а также регулируют ток электрическими аппаратами, установленными в кузове электровоза или на моторном вагоне. Якоря тяговых двигателей, вращаясь, через передачу (чаще всего зубчатую) приводят в движение колесные пары локомотива. Такие колесные пары называют движущими.

В зависимости от способа передачи вращающего момента от тягового двигателя на движущую колесную пару электровозы и моторные вагоны подразделяют на две основные группы: *с индивидуальным приводом*, когда вращающий момент передается на каждую движущую колесную пару от отдельного двигателя; *с групповым приводом*, когда вращающий момент от одного тягового двигателя передается двум и более движущим колесным парам. Тележки, на которых для привода колесных пар установлен один тяговый электродвигатель, называют мономоторными. На сети железных дорог России все эксплуатируемые электровозы и моторные вагоны электропоездов имеют индивидуальный привод.



Рис. 12.1. Электровоз постоянного тока ВЛ10



Рис. 12.2. Электровоз переменного тока ВЛ80

Электровозы, как и другие локомотивы, выпускают различных серий и модификаций. Различным по конструкции локомотивам и моторвагонному подвижному составу принято присваивать различные обозначения в виде букв или комбинации букв и цифр. В обозначения серий входят буквы ВЛ (в честь Владимира Ильича Ленина) и цифры, соответствующие данной серии (грузовые локомотивы). К этим основным обозначениям (называемым обычно обозначением серии) для локомотивов или моторных вагонов, имеющих какие-то особенности, добавляются индексы в виде малых букв. Цифры позволяют судить о числе осей и роде тока, а в некоторых случаях и о нагрузке колесной пары на рельсы. Так для серий электровозов переменного (однофазного) тока установлена нумерация: четырехосные — от ВЛ40 до ВЛ59, шестиосные — от ВЛ60 до ВЛ79, восьмиосные — от ВЛ80 до ВЛ99. Электровозы постоянного тока нумеруются: шестиосные — от ВЛ19 до ВЛ39, восьмиосные — от ВЛ8 до ВЛ18. Модернизированные электровозы ВЛ22 обозначаются как ВЛ22^М, электровозы ВЛ60 с кремниевыми выпрямителями — ВЛ60^К, а с рекуперативным торможением — ВЛ60^Р. Электровоз ВЛ80 с реостатным торможением обозначается ВЛ80^Т, а с рекуперативным торможением — ВЛ80^Р.

Пассажирские электровозы, выпускаемые промышленностью Чехии (Словакии), имеют на железных дорогах РФ серию ЧС. Каждый локомотив имеет свой порядковый номер.

Электропоезда имеют следующие обозначения: постоянного тока — ЭР1, ЭР2, ЭР22, ЭР2Р, переменного тока — ЭР9П, ЭР9М, ЭР9Е, ЭД9Т.

На пригородных участках электропоезда состоят на 50 % из моторных вагонов, на некоторых участках соотношение моторных вагонов и прицепных равно 1:2. Составность моторвагонного поезда ЭР из 10 вагонов обозначают Г+2М+П+М+П+М+П+М+Г; из четырех вагонов — Г+2М+Г, где М — моторный вагон; П — прицепной; Г — головной.

Электровозы и вагоны электропоезда состоят из механической части, электрического оборудования (тяговых двигателей, вспомогательных машин и электрической аппаратуры), пневматического (воздухопроводы, резервуары, краны и другие устройства, обеспечивающие работу аппаратов и тормозов) оборудования и тормозной системы.

Основные данные об электровозах и электропоездах приведены в *Приложении*, табл. 10 и 11.

На базе конструкции электровозов ВЛ80^с, ВЛ85, ВЛ65 для вождения пассажирских поездов разработан электровоз ЭП1, предназначенный для вождения пассажирских поездов на электрифицированных участках напряжением 25 кВ. Конструкционная скорость локомотива 140 км/ч.

Электровоз ЭП10 предназначен для вождения пассажирских и почтово-багажных поездов на линиях однофазного переменного тока 25 кВ и участках постоянного тока 3 кВ. Мощность локомотива 6000 кВт, что позволяет водить составы из 25 вагонов, максимальная скорость движения 160 км/ч.

Автосцепное устройство на тяговом подвижном составе. Автосцепное устройство на тяговом подвижном составе устанавливается в соответствии с требованиями ГОСТ 3475-81. На электровозах серий ВЛ22, ВЛ23, ВЛ8 оно располагается на раме тележки (рис. 12.3), так как разместить автосцепку, чтобы ее продольная ось находилась на нужной высоте от уровня головок рельсов на главной раме электровозов этих серий, не представляется возможным. Стальная литая рама тележки 1 электровоза в передней части имеет специальный карман 2, в котором размещается поглощающий аппарат. Передние опорные поверхности в кармане для поглощающего аппарата и упорной плиты расположены на расстоянии 390 мм от передней плоскости концевой балки рамы тележки. Расстояние между передним и задним упорами кармана составляет 625 мм. Ударная розетка 3 с маятниковым центрирующим устройством крепится к концевой балке рамы тележки сваркой или шестью болтами с гайками. На остальных электровозах и на тепловозах (рис. 12.4) поглощающий аппарат 1 находится в специальном кармане 2 на главной раме локомотива.

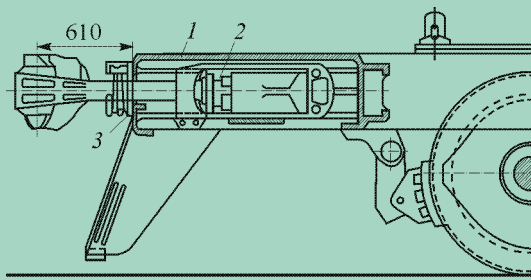


Рис. 12.3. Расположение автосцепного устройства на раме тележки локомотива

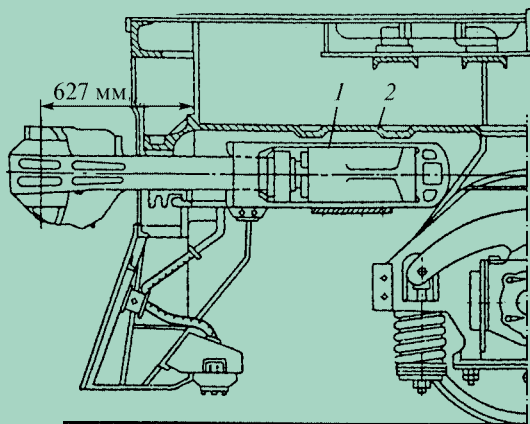


Рис. 12.4. Расположение автосцепного устройства на раме локомотива

На паровозах, дрезилах, мотовозах устанавливается автосцепка без поглощающего аппарата и соединяется с розеткой, закрепленной на концевой балке. Паровозная розетка представляет собой стальную чашеобразную отливку с привалочной плитой. Автосцепка может отклоняться от центрального положения в горизонтальной плоскости.

Валик, которым автосцепка соединяется с корпусом розетки, ставится сверху.

12.2. Механическая часть электроподвижного состава

Общие сведения. Механическая часть электровоза и вагона электропоезда включает в себя тележки, кузов и ударно-тяговые приборы. Конструкция механической части зависит от мощности и максимальной скорости движения; на нее оказывает влияние устройство железнодорожного пути. На механическую часть действует нагрузка от массы оборудования электровоза или вагона; она передает тяговое и тормозное усилие, воспринимает динамические нагрузки, возникающие при движении по кривым и прямым участкам пути.

Кузов. В кузове электровоза размещают электрическую аппаратуру, вспомогательные машины и пневматическое оборудование, а также запас песка. Впереди и сзади кузова расположены кабины машиниста, отделенные от машинного помещения перегородками. У 8- и 12-осного электровозов по два кузова, каждый с одной кабиной машиниста. Между кузовами имеется переходный мостик закрытого типа. Каркас кузова металлический, наружная обшивка обычно состоит из стальных листов. Стенки, потолок и пол кабины

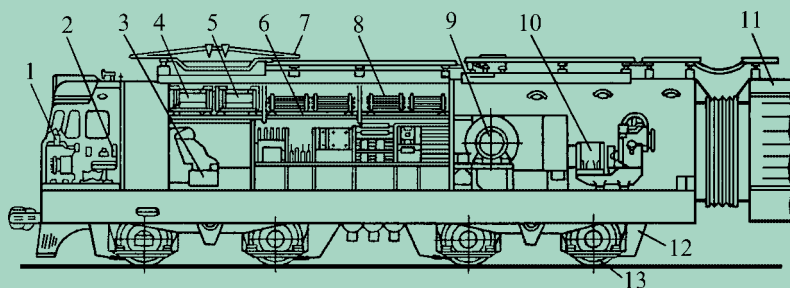


Рис. 12.5. Расположение оборудования на электровозе ВЛ10:

1 — пульт управления; 2 — кресло машиниста; 3 — быстродействующий выключатель; 4, 5 — балки индуктивных шунтов и резисторов; 6, 8 — блоки пусковых резисторов и ослабления возбуждения; 7 — токоприемник; 9 — мотор-вентилятор; 10 — мотор-компрессор; 11 — кузов второй секции электровоза; 12 — тяговый электродвигатель; 13 — колесная пара

машиниста имеют тепловую изоляцию из шлаковойлока или пенопласта (она расположена между внутренней и наружной обшивками), а также звуковую изоляцию. В кабинах машинистов помещаются аппараты управления, контрольно-измерительные приборы, тормозные краны. В средней части кузова размещается высоковольтная камера, в которой установлена электрическая аппаратура. Вспомогательные машины (мотор-компрессоры, мотор-вентиляторы, генераторы тока управления и др.) располагаются между высоковольтной камерой и кабинами машиниста или переходами из секции в секцию (рис. 12.5).

Для входа в электровоз с обеих его сторон за кабиной находятся двери и подножки. Эти двери выходят в поперечный коридор. В кабину входят через дверь в перегородке кабины машиниста. За поперечным коридором расположена высоковольтная камера, а за ней находится машинное помещение, в котором расположены каркасы под вспомогательные машины. Проход в кузове, как правило, односторонний. Со стороны прохода доступ к аппаратам в высоковольтной камере осуществляется через съемные или задвижные щиты и двери, имеющие электрическую или пневматическую (механическую) блокировки, не позволяющие открывать их при поднятом токоприемнике. В свою очередь токоприемник может быть поднят только при закрытых щитах и дверях.

На крышу на современных электровозах выходят через люк по лестнице, расположенной в кузове. На крыше имеются трапы и поручни.

Кузов электровоза опирается на тележки. На электровозах применяют двух- и трехосные тележки. На тележках установлены тяговые двигатели, по одному для каждой оси. С помощью зубчатого привода вращающий момент от тяговых двигателей передается колесным парам. Кузов представляет собой сварную конструкцию с усиленной нижней рамой, несущей на себе нагрузку оборудования и передающей силу тяги к автосцепкам. Рама кузова опирается на тележки через специальные опорные устройства.

Кузова вагонов электропоездов типа ЭР — цельнометаллические несущей конструкции, т.е. все основные части кузова одновременно воспринимают действующие на вагон нагрузки. В кузове размещены сиденья для пассажиров, а также оборудование освещения, отопления, вентиляции и частично аппаратура управления тяговыми двигателями и вспомогательными машинами. Под кузовом размещают вспомогательные машины, аппараты силовых цепей, тормозные и ударно-тяговые приборы.

Рама кузова является важнейшим элементом его конструкции. Она состоит из ряда продольных и поперечных балок и других элементов, соединенных электросваркой.

Тележка электровоза состоит из рамы 1 (рис. 12.6), колесных пар 3 с зубчатой передачей, букс 4, рессорного подвешивания 5, подвесок тяговых двигателей и тормозной системы 6. На электровозах применяют двух- и трехосные тележки сочлененные (соединены шарнирами) и несочлененные, на электропоездах — двухосные тележки. Тележки всех современных электровозов бесчелюстные.

Рама тележек передают вертикальные нагрузки от кузова на колесные пары и горизонтальные силы тяги и тормозной силы, на них устанавливают тяговые двигатели 2 и тормозное оборудование. На раму тележки действуют также силы, возникающие при ударах, и боковые усилия, появляющиеся при вписывании электровоза (вагона электропоезда) в кривые. Нагрузка от кузова передается на раму и через систему опор в виде сосредоточенных сил, которые затем распределяются равномерно с помощью рессорного подвешивания по колесным парам.

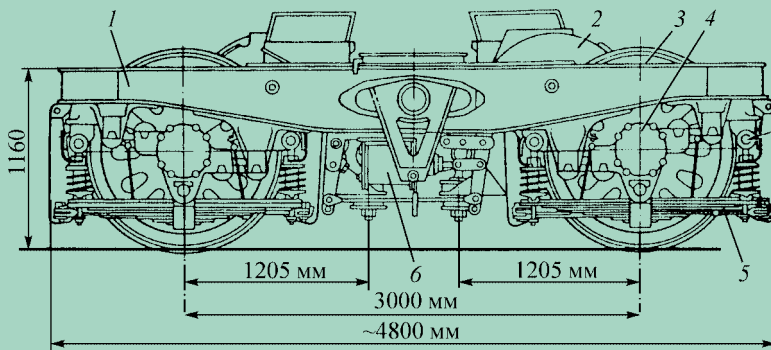


Рис. 12.6. Тележка электровозов ВЛ80 всех индексов, ВЛ10^у и ВЛ11

Рама тележки электровоза ВЛ80 (рис. 12.7) представляет собой цельносварную конструкцию прямоугольной формы, состоящую из двух боковин, связанных шкворневым и двумя концевыми поперечными брусками. На внутренней стороне боковин находятся кронштейны для подвески тормозной системы, а на наружной — кронштейны под гидравлический амортизатор. На концевых брусках приварены кронштейны для подвесок тормозной системы и накладки под ролик противоразгрузочного устройства.

С двух сторон к шкворневому брусу приварены кронштейны для подвески рычагов ручного тормоза и крепления тормозных цилиндров. В брусе шаровой связи с двух сторон имеются проушины для подвески тяговых двигателей. Поперечная (в горизонтальной плоскости) упругая связь кузова с тележкой достигается цилиндрическими пружинами, расположенными в шкворневом брусе.

На электропоездах применяют два вида тележек: немоторные, устанавливаемые на головном и прицепном вагонах, и моторные на вагонах с тяговыми двигателями.

Колесные пары. Колесные пары направляют движение электровоза (вагона) по рельсовому пути, передают силу тяги, развиваемую локомотивом, и тормозную силу при торможении, воспринимают статические и динамические нагрузки, возникающие между рельсом и колесом, преобразуют вращающий момент тягового двигателя в поступательное движение электровоза. Они являются наиболее ответственными элементами экипажа, определяющими без-

опасность движения. Поэтому при формировании, эксплуатации и ремонте необходимо тщательно контролировать колесные пары, строго соблюдать все требования, предъявляемые к ним.

Колесную пару формируют из отдельных элементов: оси, двух колесных центров с бандажами или безбандажных колес и двух зубчатых колес тяговой передачи (рис. 12.8). Оси колесных пар заканчиваются шейками, на которые монтируют буксы с роликовыми подшипниками. Поверхности бандажа придают необходи-

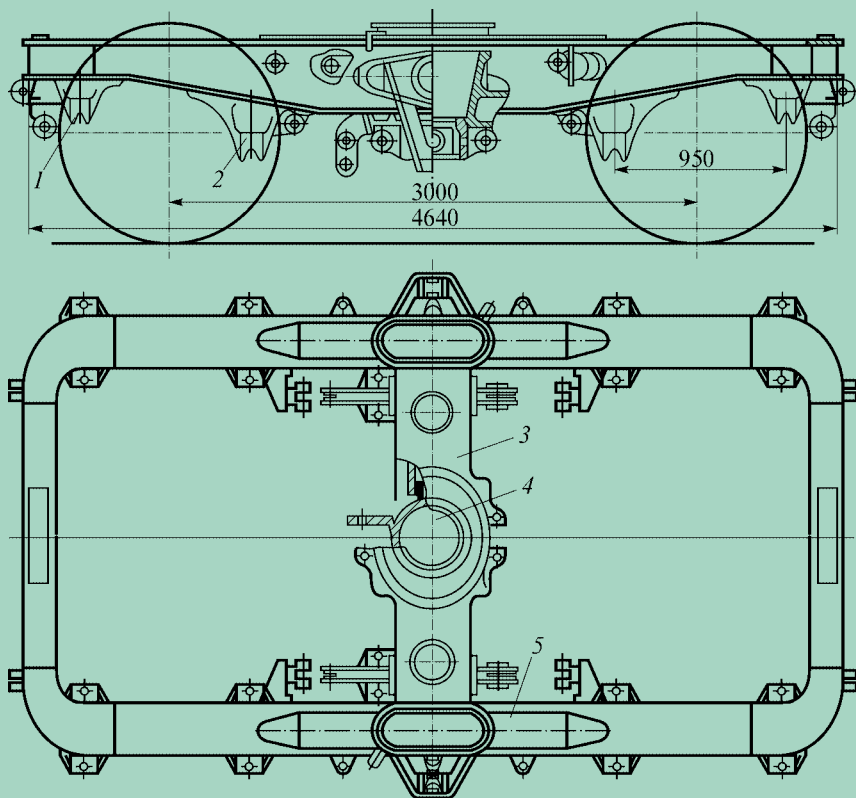


Рис. 12.7. Рама тележки электровозов ВЛ80 всех индексов, ВЛ10^у и ВЛ11:
 1 — малые буксовые кронштейны; 2 — большие буксовые кронштейны; 3 — шкворневой поперечный брус; 4 — овальное углубление; 5 — усиливающая накладка

мую форму механической обработкой. Гребень бандажа, расположенный внутри колеса, предохраняет колесную пару от схода с рельсов.

Буксовые узлы. Через буксы на колесные пары передается вертикальная нагрузка от веса электровоза, а от колесных пар на рамы тележек — усилия тяги, торможения и боковые горизонтальные силы. Букса ограничивает перемещение рамы тележки электровоза (вагона) относительно колесной пары, предотвращает попадание посторонних предметов в буксовые подшипники.

На электровозах и моторных вагонах применяют буксовые узлы двух типов: с буксовыми направляющими (челюстные) и с резинометаллическими поводками (бесчелюстные). Применяют буксы с роликовыми подшипниками. Передача всех усилий в буксовом узле бесчелюстного типа осуществляется не непосредственно от корпуса буксы на буксовую направляющую рамы тележки, как это происходит в буксовых узлах челюстного типа, а через резинометаллические поводки, состоящие из стального корпуса и валиков. Перемещения буксы относительно рамы возможны вследствие упругой деформации резины. Бесчелюстной буксовый узел во время эксплуатации не требуется смазывать, поэтому современные электровозы имеют только бесчелюстные буксы.

Бесчелюстная букса (рис. 12.9) имеет корпус, отлитый из стали, с четырьмя приливами для крепления поводков. Внутренние кольца подшипников с цилиндрическими роликами насаживают на шейку оси в горячем состоянии с натягом, а подшипников со сферическими роликами устанавливают на коническую разрезную втулку и плотно прижимают к оси. Внутренние кольца подшипников стягивают гайкой, которую стопорят планкой. Пространство в лабиринте задней крышки, между задней крышкой и подшипником, между подшипниками и передней крышкой, а также в самих подшипниках заполняют консистентной смазкой.

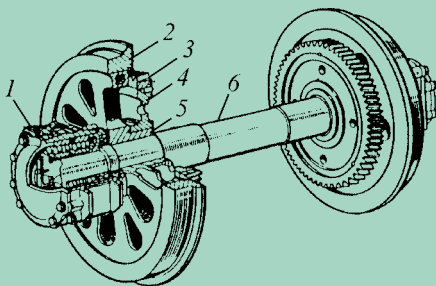


Рис. 12.8. Колесная пара электровоза: 1 — букса; 2 — бандаж; 3 — венец зубчатого колеса; 4 — центр зубчатого колеса; 5 — колесный центр; 6 — ось

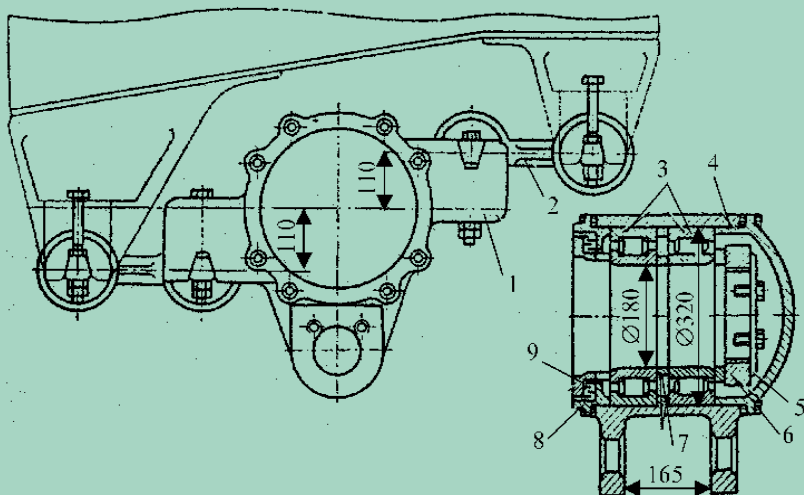


Рис. 12.9. Бесчелостная букса:

1 — корпус; 2 — поводки; 3 — роликовые подшипники; 4 — крышка с уплотнением; 5 — спорная планка; 6 — стяжная гайка; 7 — дистанционные кольца; 8 — внутренняя крышка; 9 — внутреннее кольцо

Рессорное подвешивание. При движении электровозов и электропоездов на пути встречаются неровности, стыки рельсов, крестовины стрелок, вследствие чего возникают удары и толчки, способствующие повышенному износу деталей ЭПС и верхнего строения пути. Рессорное подвешивание является промежуточным звеном между рамой тележки и буксами. Оно служит для смягчения толчков и ударов при прохождении колес. Для уменьшения этих вредных воздействий в конструкции ЭПС предусмотрено устройство, называемое рессорным подвешиванием, элементы которого поглощают или снижают вертикальные и горизонтальные силы. Конструкция рессорного подвешивания электровозов определяется типом тележки, назначением локомотива и конструкцией всего экипажа. Основные элементы рессорного подвешивания: листовые рессоры, пружины, а иногда и пневморессоры, балансиры, амортизаторы различных конструкций и другие связующие элементы. На тележках электровозов применяют двойное рессорное подвешивание. Это значит, что между буксой колесной пары и рамой тележки предусмотрено не менее двух рессор и пружин, включенных последовательно.

Чтобы улучшить работу рессорного подвешивания, в него вводят, кроме стальных рессор и пружин, резиновые элементы, поглощающие толчки и колебания.

Рессорное подвешивание может быть *односторонним*, когда нагрузка от кузова и рамы тележки передается на колесную пару через рессоры, размещенные между рамой тележки и буксой, и *двухступенчатым*, предусматривающим размещение рессор как между рамой тележки и буксой, так и между рамами тележки и кузова.

На электровозах применяют сбалансированное рессорное подвешивание и несбалансированное (индивидуальное). Несбалансированное подвешивание (рис. 12.10) состоит из листовой рессоры 1, шарнирно подвешенной к нижней части буксы 2, и пружин 3, установленных между опорами 7. Пружина одним концом через опору опирается на конец рессоры, а другим через гайку — на стойку 6, которая имеет головку для соединения с рамой тележки 8 и резьбу круглого профиля, четыре нити на дюйм под опорную гайку 5.

Рессорное подвешивание (сбалансированное) состоит из следующих основных элементов (рис. 12.11): листовых рессор 1, цилиндрических пружин 7, расположенных между рессорами и корпусами букс, балансиров 2, подвесок 3, чеки 4, накладок 5, обойм 6 и 8.

На грузовых восьмиосных электровозах, начиная с 1978 г., устанавливают люлечное подвешивание кузова на тележках. Оно предназначено для передачи вертикальных и поперечных сил от кузова на раму тележки, уменьшения сил горизонтального и вертикального воздействия электровоза на путь. Для создания возвращающего усилия в случае отклонения кузова от центрального положения, при движении в кривых люлечные подвески расположены под углом около 11° к вертикальной продольной плоскости. Благодаря люлечному подвешиванию стало возможным повысить максимальную скорость электровозов до 120 км/ч.

Подвешивание состоит из люлечных подвесок, горизонтальных и вертикальных упоров; на тележке с каждой стороны устанавливают по два таких комплекта (рис. 12.12).

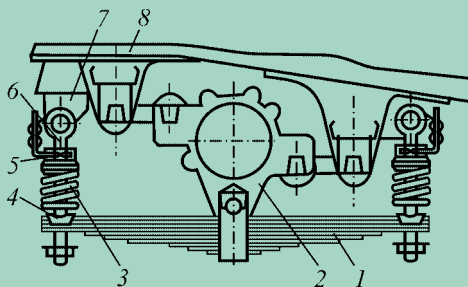


Рис. 12.10. Несбалансированное рессорное подвешивание электровоза

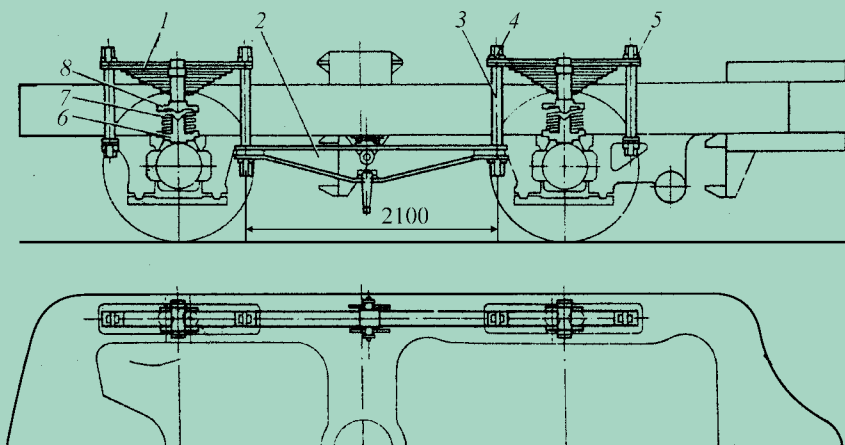


Рис. 12.11. Сбалансированное рессорное подвешивание электровоза

На современных электровозах применяют индивидуальный привод. При таком приводе различают два способа подвески тяговых двигателей: опорно-осевую (или, как ее ранее называли, трамвайную, поскольку она впервые была применена в трамваях) и рамную.

При опорно-осевой подвеске (рис. 12.13) остов тягового двигателя с одной стороны опирается на ось колесной пары с помощью двух моторно-осевых подшипников, а с другой подвешен на поперечную балку рамы тележки с помощью пружинного устройства. Передача тягового усилия осуществляется через зубчатое зацепление, при этом большое зубчатое колесо насаживается на ось или колесный центр, а малое (ведущее) — на вал тягового электродвигателя. Из-за непосредственной опоры на ось колесной пары тяговый электродвигатель подвержен сильному воздействию динамических сил, возникающих при проходе колесами неровностей пути.

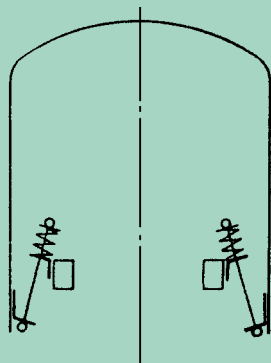


Рис. 12.12. Расположение люльчатого подвешивания на электровозе ВЛ80

На локомотивах (пассажирских и опытных грузовых) с конструкционными скоростями 130 км/ч и более применяют рамную подвеску тягового двигателя (рис. 12.14). При этом двигатель расположен над осью колесной пары и

прикреплен к раме тележки. Через полый вал тягового двигателя 2 пропущен торсионный вал 4, соединенный с полым валом шарнирной муфтой 3, а с валом малых зубчатых колес 7 — муфтой 5. Вал вращается в подшипниках, установленных в кожухе 9, в котором находится большое зубчатое колесо 8, укрепленное на оси 1 колесной пары. Кожух имеет амортизатор-пружину 6.

Такая подвеска позволяет снизить динамические силы, действующие на тяговые двигатели, особенно при прохождении колесной пары через неровности пути, а также облегчает доступ к двигателям для осмотра.

На вагонах электропоездов для создания плавного и мягкого хода применяют лополечное рессорное подвешивание, состоящее из центрального подвешивания и надбуксового, работающих последовательно. Надбуксовое подвешивание является первой ступенью рессорного подвешивания тележек и воспринимает вес кузова через раму тележки и центральное подвешивание.

На моторной тележке электропоездов ЭР2Р применено буксовое подвешивание принципиально новой конструкции; оно является первой ступенью двойного рессорного подвешивания тележки и предназначено для передачи нагрузки от ее рамы колесным парам и снижения воздействия динамических сил от колеса на раму.

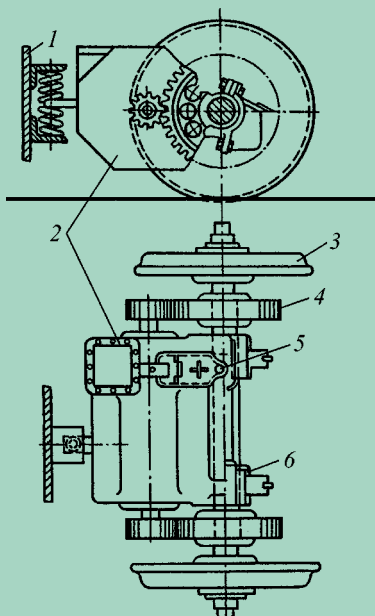


Рис. 12.13. Опорно-осевая подвеска тягового двигателя: 1 — рама тележки; 2 — тяговый электродвигатель; 3 — колесная пара; 4 — зубчатая передача; 5 — моторно-осевые подшипники

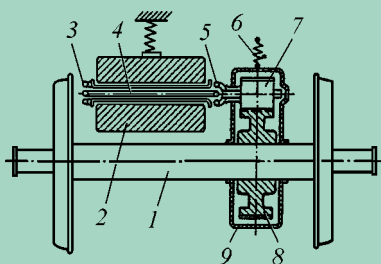


Рис. 12.14. Рамная подвеска тягового двигателя

Рычажная тормозная система. Этой системой оборудованы все электровозы; она служит для передачи усилий от тормозных цилиндров или от привода ручного тормоза к тормозным колодкам. На электровозах рычажная тормозная система может быть с односторонним (рис. 12.15) или двусторонним нажатием колодок — на бандаж каждого колеса. При одностороннем нажатии колодок она состоит из тормозных цилиндров 3, вертикальных рычагов 2, горизонтальных тяг 7 и 11, подвесок 14, балансиров 8, тормозных колодок 9, тормозных поперечин 10, 13 и предохранительных скоб 6. Вертикальные рычаги первой и четвертой тележек удлинены для присоединения тяг ручного тормоза 1.

Тормозная тяга 7 регулируется по длине болтом 4. Этим обеспечивается равномерный зазор между колодками и бандажами, а также одинаковая величина выхода штоков тормозных цилиндров для всех сторон тележек. Обычно выход штоков должен быть в пределах 75—100 мм. В тормозные башмаки 12 устанавливают колодки. Пружина 5 возвращает тормозную передачу в исходное положение после отпуска тормозов.

На электровозах применяют в основном чугунные колодки гребневые и безгребневые. Ручной тормоз служит для затормаживания локомотива на стоянках и в пути следования при повреждении.

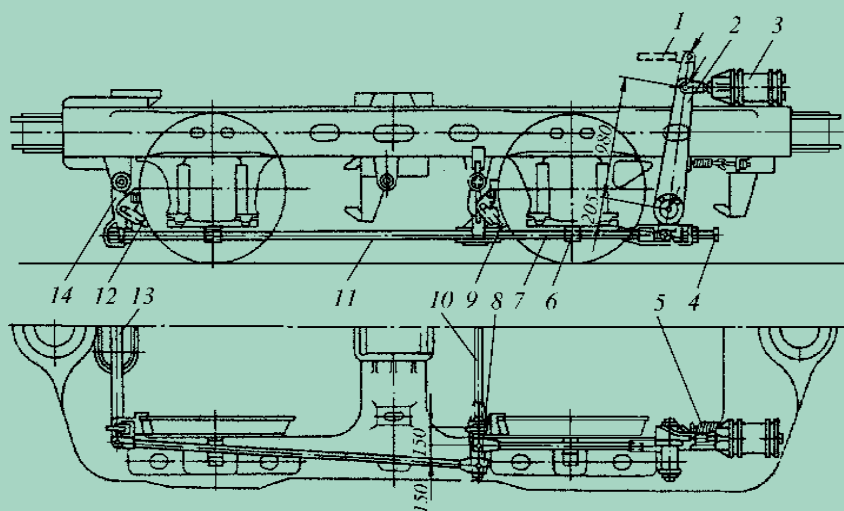


Рис. 12.15. Рычажная тормозная передача электровоза ВЛ8

12.3. Электрическое оборудование электровозов постоянного тока

Тяговый электродвигатель (его принято называть тяговый двигатель) является электрической машиной, предназначенной для преобразования электрической энергии в механическую, необходимую для движения локомотива и, следовательно, поезда. На некоторых электровозах тяговые двигатели используются также для электрического торможения поезда. При этом энергия механическая преобразуется в электрическую.

Тяговые двигатели классифицируют следующим образом: *по роду тока* — двигатели постоянного и переменного тока; *по системе передачи вращающего момента к колесным парам* — двигатели с индивидуальным и групповым приводом; *по способу вентиляции* — с самовентиляцией и независимой вентиляцией.

Устройство мощного тягового двигателя типа ТЛ-2К электровоза ВЛ10 показано на рис. 12.16. Остов двигателя цилиндрической формы отлит из стали с высокими магнитными свойствами. Остов, объединяя остальные части машины, является несущей конструкцией. Он имеет специальные приливы для моторно-осевых подшипников, которыми двигатель соединен с осью колесной пары, съемный кронштейн для подвешивания к раме тележки, предохранительный кронштейн для опоры двигателя в случае разрушения основного кронштейна. В остове предусмотрены смотровые люки для ухода за коллектором и щеткодержателями с плотными крышками, люк для ввода вентиляционного воздуха и кожух для его выхода. В нем расположено шесть главных и шесть добавочных полюсов. Главные полюсы предназначены для возбуждения рабочего магнитного потока. Для компенсации реакции якоря в зоне коммутации между главными полюсами расположены добавочные. Наиболее широко распространены на ЭПС тяговые двигатели постоянного тока с последовательным возбуждением.

К тяговым двигателям предъявляют особые требования для обеспечения надежной работы их в эксплуатации. Они должны обладать высокой механической прочностью, выдерживать значительные перегрузки. Максимальная температура нагрева их обмоток ограничена значением, допустимым для определенного класса изоля-

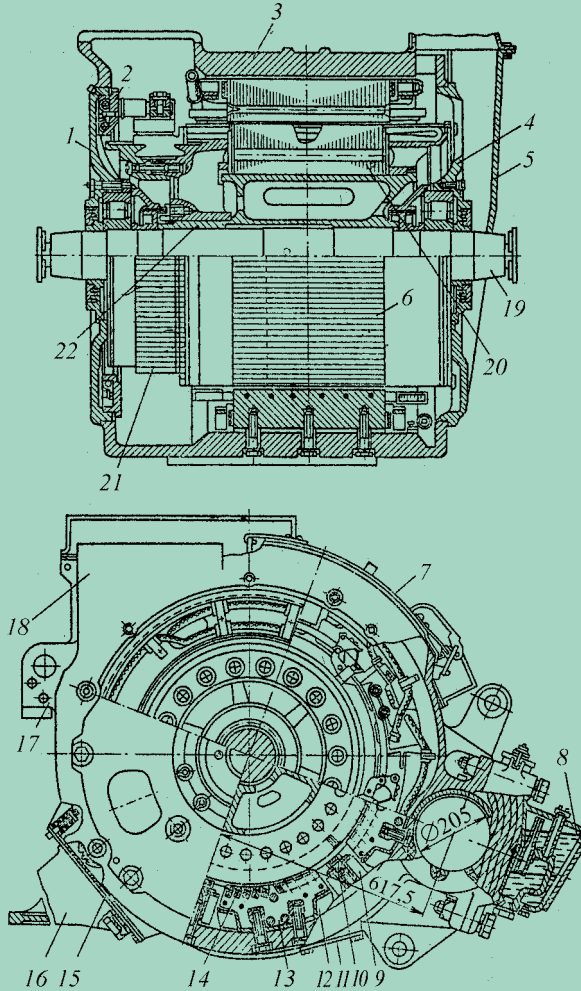


Рис. 12.16. Тяговый электродвигатель ТЛ-2К:

1, 4 — подшипниковые щиты; 2 — щеточный аппарат; 3 — остов; 5 — кожух; 6 — якорь; 7, 11, 15 — крышки; 8 — бусы; 9 — катушка добавочного полюса; 10 — сердечник добавочного полюса; 12 — катушка главного полюса; 13 — сердечник главного полюса; 14 — компенсационная обмотка; 16 — съемный кронштейн; 17 — предохранительный кронштейн; 18 — вентиляционный люк; 19 — вал якоря; 20 — сердечник якоря; 21 — коллектор; 22 — коробка якоря

ции; коммутация, т.е. работа узла щетка-коллектор, должна быть надежной и устойчивой. Тяговые электродвигатели рассчитаны на номинальное напряжение 1500 В.

Скорость движения электровоза можно регулировать изменением напряжения, подаваемого на тяговые двигатели, или изменением соотношения тока якоря и тока возбуждения.

Напряжение регулируют включением последовательно с тяговыми электродвигателями резисторов и переключением самих тяговых двигателей в различные группы соединений. В последнее время выполнены работы по применению импульсного регулирования напряжения. Регулирование напряжения с помощью резисторов является неэкономичным из-за потерь электрической энергии в резисторах, а поэтому их включают обычно лишь кратковременно, в период разгона электровоза. При переключении электродвигателей они включаются *последовательно, последовательно-параллельно* и *параллельно* (рис. 12.17). Если напряже-

ние U в контактной сети составляет 3000 В, указанные три схемы включений дают на зажимах электродвигателей для шестиосных электровозов соответственно напряжение 500, 1000 и 1500 В.

При импульсном регулировании напряжения используются управляемые полупроводниковые вентили-тиристоры.

Изменение соотношения токов якоря и возбуждения в тяговых электродвигателях достигается включением параллельно обмотке возбуждения шунтирующего сопротивления. Изменяя значение этого сопротивления, можно получить несколько ступеней скорости движения электровоза.

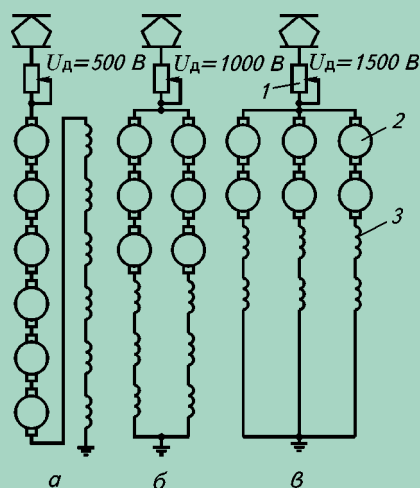


Рис. 12.17. Схемы включения тяговых двигателей шестиосного электровоза: *а* — последовательное; *б* — последовательно-параллельное; *в* — параллельное; 1 — пусковой резистор; 2 — якорь тягового двигателя; 3 — обмотка возбуждения

Основным аппаратом, с помощью которого управляют электровозом, является *кран машиниста*, установленный в каждой кабине управления. Главная рукоятка контроллера служит для переключения тяговых электродвигателей с одной схемы соединения на другую и изменения пусковых сопротивлений.

С помощью реверсивной рукоятки изменяется направление движения электровоза (ток в обмотках возбуждения тяговых электродвигателей изменяет направление).

Включение и выключение вспомогательных машин, получающих ток от контактной сети, производится кнопками, установленными в кабине машиниста.

12.4. Токоприемники

Условиям работы магистрального электроподвижного состава удовлетворяют токоприемники, обеспечивающие надежный токосъем при больших скоростях движения и значительных токовых нагрузках.

Электровозы, как правило, имеют два токоприемника. Однако в работе находится один, а другой является запасным — его поднимают в тех случаях, когда необходимо уменьшить или прекратить искрение во время гололеда. Моторный вагон электропоезда (секции) имеет только один токоприемник.

Токоприемники снабжают пневматическим приводом, что позволяет осуществлять дистанционное управление ими. Обычно установлен ручной насос или электрокомпрессор, питающийся от аккумуляторной батареи, а также небольшой резервуар, в котором сжатый воздух для подъема токоприемника можно сохранить длительное время.

Чтобы токосъем был хорошим (скольжение полоза по контактному проводу без искрения), сила нажатия полоза на провод не должна быть меньше определенного значения, обеспечивающего необходимое контактное нажатие. Но она не должна быть и излишне большой, так как это может привести к отжатию контактного провода, а также повышенному механическому износу его и накладок полоза. Качество токоприемника в этом отношении определяется статической характеристикой — зависимостью нажатия от высоты подъема при медленном вертикальном перемещении полоза. Существенно влияет на качество токосъемника материал сменных контактных накладок (вставок) полоза токоприемника. Применяют медные накладки, изготовленные

методом порошковой металлургии. На ЭПС переменного тока и частично на ЭПС постоянного тока используют угольные вставки и металло-керамические пластины.

Отечественные токоприемники выполняют в основном двух типов: четырехрычажные (типа Л-23У-01, П-3 и др.) и двухрычажные (типа ТЛ-13У, ТЛ-14М). На подвижном составе высокоскоростных магистралей используются токоприемники ТП-250 (электропоезд «Сокол»).

Наиболее распространенный тип токоприемника представлен на рис. 12.18. В основании 2 укреплены валы 1 и 5 нижних подвижных рам 10, которые шарнирно соединены с верхними подвижными рамами 9, образуя замкнутую рычажно-шарнирную конструкцию. Управление токоприемником электропневматическое. Для подъема его необходимо подать сжатый воздух в цилиндр пневматического привода 8. При этом привод сжимает опускающую пружину 6 и освобождает валы 1, 5. При выпуске сжатого воздуха из цилиндра пружи-

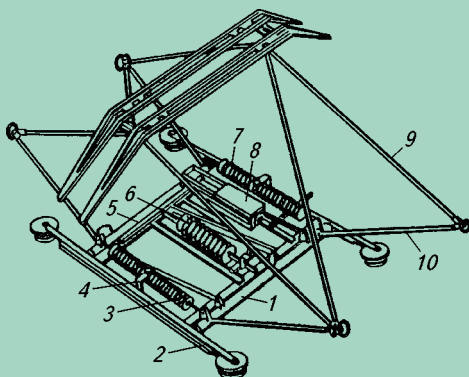


Рис. 12.18. Токоприемник П-3 электровоза постоянного тока

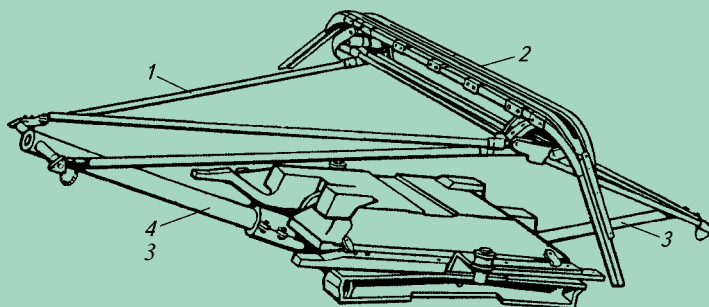


Рис. 12.19. Двухрычажный токоприемник ТЛ-13У6:
1 — рама; 2 — полоз; 3 — рычаги

на 6, преодолевая сопротивление пружин 3 и 7, поворачивает вал 1 и опускает токоприемник. Амортизаторы 4 смягчают удар верхних рам об основание.

Схема двухрычажного токоприемника показана на рис. 12.19. Цепи тяговых двигателей от коротких замыканий и перегрузок защищают быстродействующий выключатель, дифференциальные реле и реле перегрузки.

12.5. Особенности устройства электровозов переменного тока

От контактной сети переменного тока электровоз получает однофазный ток промышленной частоты 50 Гц, номинального напряжения 25000 В. Электрическое оборудование такого электровоза отличается от оборудования электровоза постоянного тока главным образом наличием понижающего трансформатора (рис. 12.20, а) и выпрямительной установки.

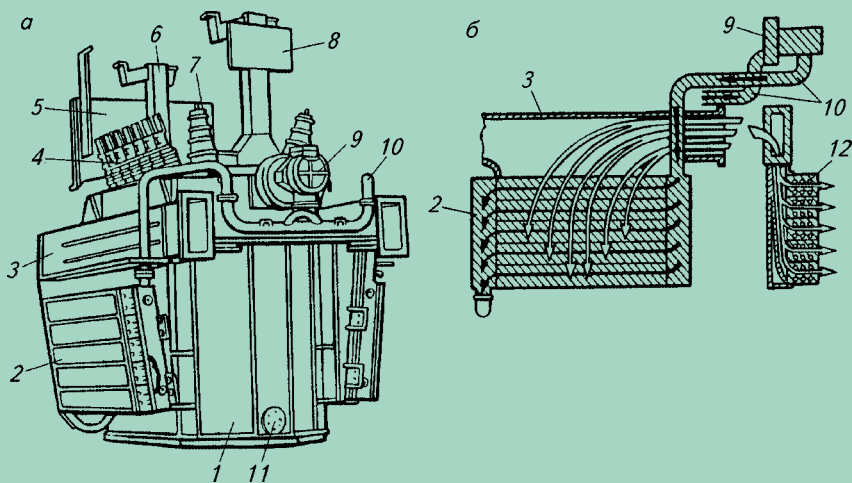


Рис. 12.20. Общий вид трансформатора электровоза (а) и схема его охлаждения (б): 1 — бак; 2 — маслоохладитель; 3 — воздухопровод; 4 — выводы вторичной обмотки; 5 — расширитель для масла; 6, 8 — кронштейны установки контроллера; 7 — ввод первичной обмотки; 9 — электронасос прокачки масла; 10 — маслопроводы; 11 — пробка; 12 — трубки охладителя

Трансформаторы выполняют с интенсивным циркуляционным масло-воздушным охлаждением. Принцип работы такого охлаждения показан на рис. 12.20, б.

В качестве выпрямителей обычно применяют **кремниевые полупроводниковые вентили** — диоды, а в последнее время также силовые кремниевые вентили — тиристоры, которые позволяют управлять процессом токопрохождения.

Выпрямленное напряжение на зажимах тяговых электродвигателей не является постоянным во времени, а пульсирует; пульсация напряжения вызывает пульсацию выпрямленного тока. Значительная пульсация неблагоприятно влияет на работу тяговых электродвигателей, поэтому в их цепь включают дополнительные индуктивности — так называемые сглаживающие реакторы.

На электровозах ВЛ80^К и ВЛ80^Т применяется электродвигатель с двусторонней передачей и независимой вентиляцией.

Скорость электровоза переменного тока регулируется изменением напряжения, подводимого к тяговым электродвигателям, путем подключения их к различным выводам вторичной обмотки трансформатора или выводам автотрансформаторной обмотки. При таком способе регулирования отпадает надобность в пусковых реостатах и в переключениях двигателей. На электровозах переменного тока тяговые электродвигатели все время соединены между собой параллельно. Это улучшает тяговые свойства электровоза и упрощает электрическую схему. Расположение оборудования в кузове электровоза переменного тока показано на рис. 12.21.

Применение переменного тока при электрификации железных дорог вызвало необходимость организации пунктов стыкования двух родов тока: однофазного напряжением 25000 В и постоянного напряжением 3000 В. При этом станции стыкования оборудуются специальными устройствами для переключения напряжения в отдельных секциях контактной сети. Хотя при таком стыковании локомотивы сменяются быстро, однако, усложняется и удорожается устройство контактной сети, кроме того, затрудняется работа станции.

В ряде случаев целесообразно применение электровозов двойного питания, у которых возможны необходимые переключения электрического оборудования для работы на участках постоянного и переменного тока. К электровозам двойного питания относят-

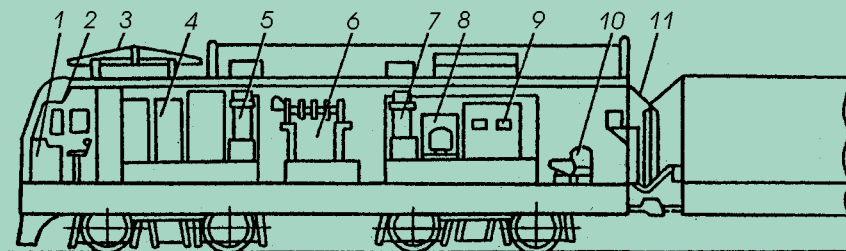


Рис. 12.21. Расположение основного оборудования на кузове электровоза переменного тока:

1 — пульт управления; 2 — кабина машиниста; 3 — токоприемник; 4 — аппараты управления; 5, 7 — выпрямительные установки; 6 — трансформатор с переключателем ступеней; 8 — блок системы охлаждения; 9 — распределительный щит; 10 — мотор-компрессор; 11 — межсекционное соединение

ся электровозы ВЛ82 и ВЛ82^М соответственно мощностью 5600 и 6040 кВт с конструкционной скоростью 110 км/ч.

12.6. Вспомогательные машины электровоза

Вспомогательные машины электровоза (мотор-вентилятор, мотор-компрессор, мотор-генератор и генератор тока управления) приводятся в действие электродвигателями постоянного тока, работающими от контактной сети.

Мотор-вентилятор служит для воздушного охлаждения пусковых резисторов, тяговых электродвигателей, выпрямительных установок, трансформаторов и другого оборудования, что способствует более полному использованию их мощности.

Мотор-компрессор питает тормозную систему поезда и пневматические устройства электровоза сжатым воздухом.

Мотор-генератор (машинные преобразователи) применяют на электровозах с рекуперативным торможением для питания обмоток возбуждения тяговых электродвигателей при работе их в рекуперативном режиме.

Генератор тока управления предназначен для питания цепей управления (наружного и внутреннего), освещения и заряда аккумуляторной батареи, являющейся резервным источником питания тех же цепей.

На электровозах переменного тока помимо вспомогательного оборудования, применяемого на электровозах постоянного тока, есть еще

и *мотор-насосы*, обеспечивающие циркуляцию масла, охлаждающего трансформатор и *мотор-вентилятор* охлаждения трансформатора и выпрямителя. В качестве привода вспомогательных машин применяют *трехфазные асинхронные двигатели*, принципиально не отличающиеся от двигателей общепромышленного назначения, и двигатели постоянного тока, получающие питание от специальных выпрямительных установок. Трехфазный ток преобразовывается из однофазного с помощью специальных вращающихся или статических преобразователей, называемых *расщепителями фаз* (на электровозах и электропоездах переменного тока).

В моторных вагонах электропоезда *делители напряжения* обеспечивают питание мотор-компрессора пониженным напряжением.

Каждая вспомогательная машина представляет собой агрегат, состоящий из вспомогательного механизма и электрического двигателя, который приводит его в действие. Исключение составляет генератор управления, который размещается на валу мотор-вентилятора или расщепителя фаз.

Электрические двигатели вспомогательных машин на ЭПС постоянного тока питаются непосредственно от контактной сети, а на ЭПС переменного тока — от вспомогательной обмотки трансформатора.

12.7. Системы управления ЭПС

Все переключения в цепях тяговых двигателей, необходимые для пуска, регулирования скорости, изменения направления вращения (движения) и электрического торможения, выполняют с помощью электрических аппаратов. Машинист может приводить их в действие либо непосредственно, либо используя промежуточные механизмы. В первом случае система называется *системой непосредственного управления*, которая на магистральном ЭПС не применяется, а во втором — *системой косвенного* (дистанционного) *управления*.

Аппараты системы косвенного управления имеют приводы, которыми машинист управляет из кабины. В электрические цепи управления подается напряжение 24—110 В. При косвенном управлении удобно управлять несколькими электровозами и моторными вагонами из одной кабины машиниста по так называемой системе многих единиц.

По конструкции аппаратов системы косвенного управления делятся на три вида: с индивидуальными и групповыми контакторами, а также смешанные.

В системах *с индивидуальными контакторами* аппараты управления состоят из комплекта конструктивно самостоятельных выключателей — так называемых индивидуальных контакторов, снабженных приводом и электромагнитным дугогашением. Каждый контактор производит замыкание или размыкание двух точек электрической цепи. Применяют электромагнитные и электропневматические контакторы. В силовых цепях электровозов и моторных вагонов преимущественно используют электропневматические контакторы, обеспечивающие большее нажатие контакторов и быстрое гашение дуги, возникающей при разрыве больших токов и высоком напряжении. Электромагнитные контакторы устанавливают обычно во вспомогательных цепях высокого напряжения.

В групповых системах выключатели контакторного типа конструктивно объединены в один аппарат и имеют общий кулачковый вал. Групповые контакторы (контроллеры) имеют привод и поворачивающий вал. Распространение получили электропневматические и электродвигательные приводы.

Индивидуально-групповые (смешанные) системы управления, в которых использованы индивидуальные контакторы и групповые контроллеры, часто применяют на электровозах постоянного тока, в частности, на большинстве отечественных электровозов.

На электроподвижном составе в системах управления используют и *бесконтактные* элементы: полупроводниковые элементы (управляемые и неуправляемые) и магнитные усилители.

По способу воздействия на аппараты управления различают системы неавтоматического и автоматического управления.

При неавтоматической системе управления каждое из переключений в цепях выполняет машинист. При этом каждой позиции контроллера управления должно соответствовать лишь одно заданное положение аппаратов силовой цепи. Должна также соблюдаться установленная очередность замыкания и размыкания выключателей (контакторов) в цепи тяговых двигателей независимо от скорости передвижения рукоятки контроллера управления и скорости действия аппаратов.

При автоматическом управлении пуск или торможение начинает и прекращает машинист, ставя рукоятку контроллера в определенные фиксированные позиции. Остальные необходимые переключения в цепях, изменение параметров выполняются без участия машиниста.

Управление локомотивом и моторвагонным поездом — очень сложный процесс. Основная задача управления сводится к выполнению графика движения поездов. При этом должны быть обеспечены наиболее полное использование мощностей тяговых электродвигателей и сцепного веса локомотива, минимальный расход энергии, выполнение ограничений скорости (там, где это необходимо) и ряд других требований. Чтобы обеспечить безопасность движения, машинист обязан непрерывно наблюдать за состоянием пути, контактной сети и подвижного состава, за показанием сигналов, т.е. сохранять в памяти большое количество информации. Кроме того, машинисту приходится непрерывно наблюдать (т.е. воспринимать информацию) за работой многочисленных элементов оборудования локомотива и поезда, производить операции управления.

Очевидно, что выполнение всех этих функций требует чрезвычайного нервного и физического напряжения человека, поэтому процессы управления электроподвижным составом автоматизируют. Степень автоматизации может быть различной. Многие операции автоматизированы даже в неавтоматических системах управления, например, введены устройства защиты от токов короткого замыкания, перегрузок, повышенного напряжения и т.п. Это **простейшая автоматизация**.

Очень важно автоматизировать операции управления, связанные с выполнением графика движения. Это осуществляют системы автоматического управления (САУ) пассажирскими электровозами и электропоездами, в том числе системы автоматического управления торможения (САУТ).

Совершенствование устройств управления открывает новые возможности для более полного использования мощностей электроподвижного состава и для облегчения труда локомотивных бригад. Большие возможности для автоматизации открывает плавное (неступенчатое) регулирование напряжения, примененное на электровозах ВЛ80^Р и ВЛ85; оно позволяет в эксплуатации быстро и точно изменять режимы движения.

Повышение скорости движения поездов до 200 км/ч и более возможно только на основе высокой степени автоматизации процессов управления как ЭПС, так и поездом. Например, на электровозе ЭП1, предназначенном для вождения пассажирских поездов, применяются: микропроцессорная система обеспечения безопасности движения тягового подвижного состава (АСУБ «Локомотив»); микропроцессорная система управления и диагностики (МСУД); комплексное локомотивное устройство безопасности (КЛУБ); система управления торможением (САУТ).

Для подвижного состава высокоскоростных магистралей (электропоезд «Сокол») разрабатывается комплексная бортовая система управления (КБСУ), включающая:

- БКСУ ТС — бортовые комплексные системы управления техническими средствами, предназначенные для контроля, диагностики и управления, которые включают: СУВО — система управления вагонным оборудованием; СУТТ — система управления тягой-торможением;

- БАСУ — бортовые автоматические системы управления движением и безопасности, которые включают: ИУСДП — информационно-управляющая система движения поезда;

- ТСКБМ — телеметрическая система контроля бодрствования машиниста;

- а также КЛУБ и САУТ-Ц;

- КСРОИ — комплекс средств сбора, преобразования, регистрации, хранения и обработки информации.

Работа по системе многих единиц. Два электровоза (или большее их число) и все моторные вагоны электропоезда соединяют автосцепкой и межэлектровозными (междувагонными) электрическими соединениями.

Схемы управления на каждой единице ЭПС выполняют так, чтобы при параллельной работе процессы в цепях управления на одном электровозе или вагоне не влияли на работу других. Замедленное действие аппаратов на одном электровозе (вагоне) не должно нарушать правильную очередность включения или выключения аппаратов на другом. Возможна также работа по системе многих единиц электровоза или вагона, на котором отключен неисправный тяговый электродвигатель. В этом случае порядок действия аппаратов осуществляется автоматически блокировкой отключателей тяговых двигателей.

При групповых системах управления на электровозах предусматривается синхронная работа групповых контроллеров и переключателей ступеней, исключающая возможность их остановки на различных позициях, работу электровозов с различными напряжением и нагрузкой тяговых двигателей. На электропоездах синхронизация не предусматривается, переключение ступеней контролируется на каждом моторном вагоне своим реле ускорения.

Для контроля за работой электровозов и вагонов, соединенных по системе многих единиц, в кабинах машиниста установлена сигнализация.

12.8. Электрические аппараты и приборы

На электроподвижном составе применяют аппаратуру как в тяговом исполнении, так и общепромышленного назначения, способную надежно работать в условиях вибрации, ударов и ускорений, при изменении температуры в широком диапазоне — от -50 до $+60$ °С.

Тяговые аппараты по назначению подразделяют на следующие группы: **аппараты токосъема** — токоприемники и заземляющие устройства (устройства для отвода тока), осуществляющие подвижное соединение цепей ЭПС с контактной сетью и колесными парами; коммутационные аппараты, предназначенные для переключений в цепях тяговых двигателей, вспомогательных машин и электрического отопления; пуско-тормозные резисторы и резисторы другого назначения; аппараты защиты электрооборудования от коротких замыканий, перегрузок и перенапряжений; регуляторы и датчики сигналов управления коммутационными, защитными аппаратами и вспомогательным оборудованием; контроллеры управления и др.

Заземляющие токоотводящие устройства. Их устанавливают для того, чтобы обеспечить прохождение тока силовых цепей тяговых двигателей, вспомогательных машин и отопления кабин машиниста к рельсам непосредственно через колесные пары и тем самым исключить повреждение и уменьшить износ отдельных деталей механической части, в частности роликовых подшипников и подшипников скольжения. Размещают заземляющие устройства на средней части оси колесной пары (чаще у моторных вагонов) или монтируют в буксе для отвода тока через торец оси. Число точек отвода тока к колесной паре определяют расчетом.

Защитная аппаратура. К аппаратам защиты на электроподвижном составе относятся быстродействующие выключатели и контакторы, высоковольтные воздушные выключатели, автоматические выключатели, разрядники, плавкие предохранители, реле, устройство защиты от радиопомех. Связанные определенным образом друг с другом и с коммутирующими аппаратами аппараты защиты образуют устройства защиты.

Устройства защиты подразделяют на две группы. К *первой* относят те из них, которые предотвращают появление аварийного режима — это защита от перенапряжения, земляная защита, защита от пробоя полупроводниковых приборов, от замедленного поворота вала переключателей ступеней, от нарушения режимов охлаждения (обогрева) и др. Ко *второй* группе относят защиты от коротких замыканий, перегрузки тяговых двигателей и вспомогательных машин, дифференциальную защиту. Все они начинают действовать после возникновения аварийного режима, представляющего опасность для основного оборудования электровоза (вагона). Защиты воздействуют на быстродействующий выключатель ЭПС постоянного тока или главный выключатель ЭПС переменного тока, после отключения которых прекращается питание электроэнергией электровоза (моторного вагона).

Аппараты цепей управления. К таким аппаратам относятся контроллеры машиниста и т.д. **Контроллеры** — кнопочные выключатели для дистанционного управления силовыми аппаратами, реле для автоматизации процессов управления, электромагнитные вентили машиниста (**контроллеры управления**) служат для дистанционного управления работой тяговых двигателей при пуске, электрическом торможении и реверсировании ЭПС. Каждая рукоятка контроллера предназначена для выполнения определенных операций управления и имеет ряд фиксированных позиций. Одну из рукояток, обычно реверсивную, выполняют съемной. Она служит ключом, которым запирают остальные рукоятки в выключенном положении. Контроллеры снабжают системой механических блокировок между валами, которые позволяют снять реверсивную рукоятку только тогда, когда она находится в нулевом положении, и поставить ее в это положение только после того, как остальные рукоятки будут возвращены в нулевое положение.

Кроме переключения реверсоров с помощью реверсивной рукоятки иногда управляют контакторами или переключателем ступеней ослабления возбуждения, а на электровозах постоянного тока выбира-

ют группировку тяговых двигателей при рекуперативном торможении. В этих случаях предусматривают дополнительные позиции.

Каждый контроллер имеет главную рукоятку, которой производят управление при пуске и регулировании скорости в тяговом режиме.

При автоматическом управлении контроллеры снабжают устройством безопасности. Рукоятка удерживается в нормальном положении весом руки машиниста. При снятии руки рукоятка под действием пружины поднимается вверх, что вызывает выключение цепей управления и открытие клапана экстренного торможения

Пульт машиниста электровоза ВЛ80^Р (рис. 12.22) заметно отличается от пультов других электровозов, хотя расположение приборов, выключателей и сигнальных ламп на нем традиционное. Контроллер машиниста имеет главный штурвал 13 с указателем зон и положений 12, тормозную рукоятку 6 с указателем положений 9. Реверсивная рукоятка вставляется в вырез 10. К плите контроллера прикреплен указатель положения реверсора и ослабления возбуждения 11, лампа подсветки указателей положений 8 и кнопка бдительности 7. Груша сигнальных ламп 1, тумблеры выключения освещения 3 и дистанционного переключения аппаратуры управления 2, контрольно-измерительные приборы 4 расположены на передней панели. Справа от контроллера машиниста установлены кнопочные выключатели управления 5.

Реле в цепях электроподвижного состава служат для автоматизации процессов управления, защиты электрооборудования, используются в качестве промежуточных для размножения и передачи сигналов из одной цепи управления в другую.

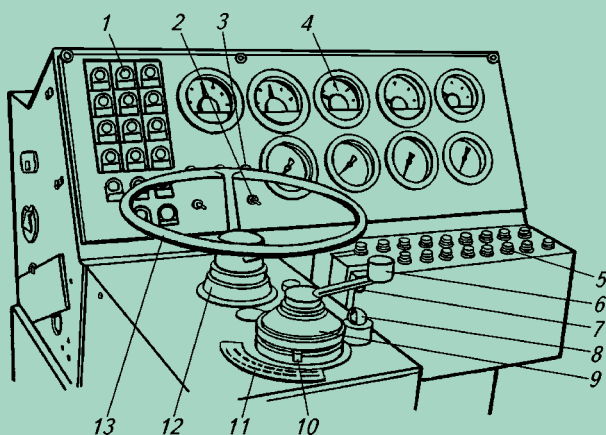


Рис. 12.22. Пульт машиниста электровоза ВЛ80^Р

Наибольшее изменение получили электрические реле, а также тепловые, пневматические и воздушно-струйные.

В цепях высокого напряжения применяют реле повышенного и низкого напряжения, контроля защиты, рекуперации, боксования, максимальной токовой защиты, дифференциальные реле, тепловые, заземления, ускорения (минимального тока). В цепях управления применяют промежуточные реле, реле обратного тока, регуляторы напряжения, реле частоты вращения, тепловые, времени и реле давления. Питание катушки реле цепей управления получают от генератора управления низкого напряжения.

Реле максимальной токовой защиты применяют для предотвращения выхода из строя аппаратов и машин при перегрузках и коротких замыканиях, так как в ряде случаев опасными для электрооборудования могут быть токи, значительно меньшие тока вставки быстродействующего или главного выключателя.

Реле перегрузки тяговых двигателей типа РТ своими блок-контактами разрывает цепь быстродействующего (главного) выключателя или снимает нагрузку с тяговых двигателей, отключая выпрямительную установку или снимая ослабление возбуждения. По такому принципу работают и реле перегрузки других типов.

Дифференциальное реле используют для обнаружения замыканий на землю в цепях тяговых двигателей и вспомогательных машин ЭПС постоянного тока.

Реле ускорения и торможения предназначены для автоматического управления работой групповых контроллеров электропоездов в зависимости от значения тягового или тормозного тока двигателя.

Реле боксования РБ-4М служит для сигнализации о боксовании колесных пар электровоза и для автоматического включения устройств, прекращающих боксование (подача песка, введение в цепь тяговых двигателей резисторов для ограничения тока и т.д.).

Электромагнитные вентили широко применяют на ЭПС для управления контакторами, быстродействующими выключателями и приводами других аппаратов.

Измерительные приборы. Они предназначены для контроля за работой оборудования электровозов и электропоездов. К ним относятся: амперметры для измерения тока в цепи тяговых двигателей, а также зарядного и разрядного токов аккумуляторной бата-

реи; вольтметры для контроля за напряжением в контактном проводе, в цепях тяговых двигателей, генератора управления и зарядного агрегата; счетчик электроэнергии для учета электроэнергии.

Измерительные и контрольные приборы размещают на пульте в кабинах машиниста, в доступном месте машинного отделения или в высоковольтной камере.

Электрические схемы отображают связи между тяговыми двигателями и аппаратами, обеспечивающими выполнение операций, необходимых для управления электроподвижным составом, питания цепей собственных нужд и защиты электрооборудования. Электрические схемы, используемые на ЭПС, подразделяют на схемы цепей силовых, управления, вспомогательных и цепей защиты.

Резисторы. На ЭПС резисторы применяют в силовых цепях для пуска тяговых двигателей, нагрузки при реостатном торможении, шунтирования обмоток возбуждения тяговых двигателей при ослаблении возбуждения. Во вспомогательных цепях их применяют для ограничения пускового тока вспомогательных машин, а также в качестве дополнительных у различных аппаратов и реле. Резисторы собирают из элементов, которые объединяют в ящики или монтируют на панелях и каркасах, отдельных или общих с аппаратами.

Для малых нагрузок на ЭПС применяют трубчатые эмалированные проволочные резисторы различных типов.

Переключатели. *Переключателями* называют групповые контакторы, изменяющие направление тока или режим работы. К ним относятся реверсоры и тормозные переключатели, переключатели режимов при работе электровозов по системе многих единиц постоянного и переменного тока на ЭПС двойного питания и т.п.

Эти аппараты обычно имеют электропневматический двухпозиционный привод с дистанционным управлением и контактную систему без дугогашения, чем и объясняется требование о переключении этих аппаратов только при отсутствии тока в их силовой цепи.

На электровозах ВЛ60^к и ВЛ80 ступени напряжения трансформатора переключают главным контроллером (переключателем ступеней) ЭКГ-8. Контроллер имеет четыре кулачковых контактора с дугогашением, 30 кулачковых контакторов без дугогашения, кулачковые валы, электрический привод, управляемый с помощью электромагнитных вентилях, и блокировоч-

ные устройства с контакторными элементами. Контактный элемент без дугогашения отличается от элемента с дугогашением тем, что не имеет разрывных контактов и дугогасительной системы.

12.9. Электропоезда

Для пригородного пассажирского сообщения на электрифицированных линиях используются электропоезда, состоящие из моторных и прицепных электровагонов. Мощность моторного вагона рассчитана на передвижение совместно с одним или двумя прицепными вагонами. В зависимости от размера пассажиропотоков поезда формируются из 4, 6, 8, 10 и 12 вагонов. На пригородных линиях, электрифицированных на постоянном токе, используют электропоезда серий ЭР1, ЭР2, ЭР22М, а для линий, работающих на переменном токе, — серий ЭР9П и ЭР9М.

Посадка и высадка пассажиров из вагонов электропоездов обычно производятся с высоких платформ. *Электропоезда ЭР2 и ЭР9* имеют подножки и могут эксплуатироваться также на участках с низкими платформами. Все современные электропоезда имеют широкие раздвижные входные двери, управляемые машинистом с помощью сжатого воздуха.

Механическая часть вагонов состоит из кузова, тележек, сцепных приборов и тормозного оборудования. Сцепные приборы установлены на раме кузова. Для обеспечения большей плавности движения тележки имеют двойное рессорное подвешивание с особыми устройствами для смягчения толчков. На моторных вагонах электропоездов серий ЭР1, ЭР2, ЭР22 и ЭР9 установлено по четыре тяговых электродвигателя, имеющих опорно-рамную подвеску. В отличие от электровозных они имеют одностороннюю зубчатую передачу и вентилятор, расположенный на валу якоря.

В основном электрическое оборудование электропоездов аналогично оборудованию электровозов; для увеличения площади пассажирского помещения оно размещается под кузовом и частично на крыше вагона. Управляется электропоезд с помощью контроллера из кабины машиниста. Принципы управления тяговыми электродвигателями те же, что и на электровозе, однако в электропоезде



Рис. 12.23. Электропоезд ЭР200

дах предусматривается устройство автоматического пуска, где специальное реле ускорения обеспечивает постепенное выключение пусковых резисторов, или переключение выводов вторичной обмотки трансформатора с поддержанием заданного пускового тока.

14-вагонный *электропоезд постоянного тока ЭР200*, выпущенный Рижским вагоностроительным заводом в 1989 г. и имеющий конструкционную скорость 200 км/ч, (рис. 12.23), предназначен для пассажирского сообщения на линиях с высокоскоростным движением.

Для пополнения и обновления эксплуатационного парка электропоездов к их выпуску приступили ОАО «Торжокский вагоностроительный завод» и ОАО «Демиховский машиностроительный завод». Электропоезда Торжокского завода получили обозначение ЭТ, а Демиховского — ЭД.

Новые скоростные электропоезда ЭД4МК, курсирующие на нескольких направлениях столичной магистрали, быстро завоевали признание пассажиров повышенной комфортностью, удобством, уровнем сервиса, технической оснащённостью. В состав поезда входят три вагона 1 класса с двухместными мягкими креслами, три 2 класса с двухместными и трехместными сиденьями и четыре вагона 3 класса с шестиместными мягкими диванами. Вагоны оборудованы биотуалетами, видеоаппаратурой, люминесцентным освещением, в составе — два буфета. На электропоездах применяется

унифицированная система автоведения поезда САВПЭ–М. В бортовой компьютер заложены график движения, предупреждения об ограничении скорости, необходимая информация для пассажиров по громкоговорящей связи и для «бегущей строки» в вагоне. Конструкционная скорость электропоезда, обращающегося на участках с напряжением в контактной сети 3000 В, составляет 130 км/ч.

На базе серийных составов постоянного тока ЭТ2 на Торжокском вагоностроительном заводе разработан *электропоезд ЭТ2Л*. Он имеет конструкционную скорость 130 км/ч. Поезд формируется из вагонов обычной и улучшенной планировки. В поезде имеется вагон-бар, экологически чистые туалеты, люминесцентные светильники. Данные электропоезда могут эксплуатироваться на направлениях в 200—250 км при наличии в расписании обычных электричек с остановками на всех промежуточных пунктах.

Электропоезд «Сокол» — качественно новое транспортное средство, предназначенное для эксплуатации на высокоскоростных магистралях. Поезд предназначен для эксплуатации на электрифицированных линиях переменного тока напряжением 25 кВ и постоянного — напряжением 3 кВ. Моторный состав поезда (базовый 12-вагонный вариант) формируется из четырех секций — по три вагона каждая. Трехвагонная секция имеет полный комплект тягового, тормозного и контрольного оборудования. Кузова вагонов изготовлены из алюминиевых сплавов. Все вагоны, кроме головных, имеют одинаковые внутренние размеры пассажирских салонов. Кузов вагона (цельносварной, цельнонесущий) разделен пополам на две части: пассажирский салон и подвагонный отсек для оборудования. Конструкционная скорость электропоезда «Сокол» составляет 250 км/ч.

Электропоезд переменного тока ЭНЗ с асинхронными тяговыми двигателями и рекуперативным тормозом разработан на предприятии ОАО НПО «Новочеркасский электровозостроительный завод». Поезд предназначен для перевозки пассажиров на пригородных участках, электрифицированных на переменном токе с напряжением в контактной сети 25 кВ, 50 Гц.

Десятивагонный поезд (основная составность) имеет четыре моторных, четыре головных и два прицепных вагона, сформированных из двух пятивагонных сцепов по схеме (Г + М + П + М + Г) + (Г + М + П + М + Г). Возможно формирование поезда из девяти, восьми, семи и шести вагонов с двумя головными.

Асинхронный тяговый привод с электронной системой управления и рекуперативным тормозом позволяет сократить затраты на изготовление и эксплуатацию поезда. Вагоны электропоезда имеют 1004 места для сидения. Номинальная населенность с учетом мест для сидения и поездок стоя (из расчета пять человек на один кв. м свободной площади) составляет 2314 пассажиров. Система шумо- и теплоизоляции салонов выполнена с применением трудногорючих пеноуретанов, имеющих низкий коэффициент теплопередачи. Боковые стены облицованы панелями, которые в авиастроении используются для пассажирских салонов самолетов. Мягкие диваны имеют форму, соответствующую современным эргономическим требованиям. Салоны освещаются светильниками дневного света, образующими две линии по потолку над проходом.

Электропоезд рассчитан на конструкционную скорость 130 км/ч. Общая номинальная мощность 16 асинхронных тяговых электродвигателей типа НТА 350 — 5600 кВт. Масса тары поезда равна 528 т.

Прицепные вагоны могут выпускаться в двух вариантах: с обыкновенными салонами и с салонами люкс. В последних устанавливаются мягкие кресла и имеется бар. Экологически чистые туалеты, расположенные в головных вагонах, оборудованы умывальником, унитазом и зеркалом.

Сварной цельнонесущий кузов вагонов выполнен из продольных и поперечных элементов, на которые крепится стальная обшивка. Конструкция рамы кузова позволяет заменять автосцепку и поглощающий аппарат без выкатки тележек. В двухосных моторных тележках применены опорно-рамное подвешивание тяговых двигателей и опорно-осевой редуктор, соединенный с тяговым двигателем упругой муфтой.

Пульт управления блочного типа, его форма и конструкция позволяют одновременно наблюдать за средствами информации и впереди лежащим путем.

Глава 13. Тепловозы

13.1. Общие понятия об устройстве тепловоза

По роду службы тепловозы подразделяются на *грузовые, маневровые, пассажирские* (рис. 13.1). Тепловоз состоит из четырех основных частей: дизеля, вспомогательного оборудования, передачи

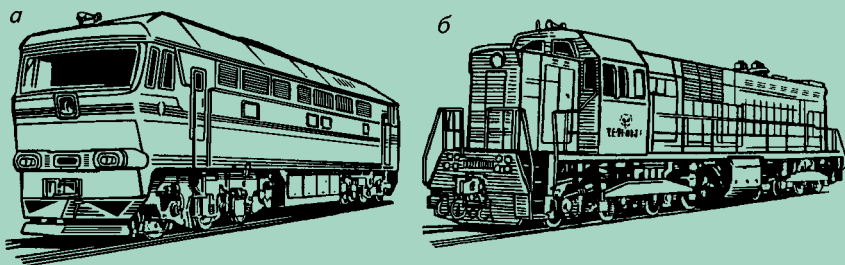


Рис. 13.1. Тепловозы ТЭП75 (а) и ТЭМ7 (б)

и экипажа. Дизель 1 (рис. 13.2) превращает химическую энергию топлива в механическую и отдает ее тяговому электрическому генератору 2, вращая его якорь. Тяговый генератор превращает механическую энергию в электрическую и по кабелям передает ее тяговым электродвигателям 3. В свою очередь тяговые двигатели превращают электрическую энергию в механическую и вращают колесные пары 4 тепловоза.

Большинство грузовых тепловозов состоит из двух секций, соединенных автосцепкой. Каждая секция представляет собой самостоятельный локомотив, имеющий кабину управления, и в случае необходимости может эксплуатироваться отдельно. Из отдельных секций можно сформировать тепловоз практически любой необходимой мощности; им управляют с одного поста, при этом используется полная сила тяги каждой секции.

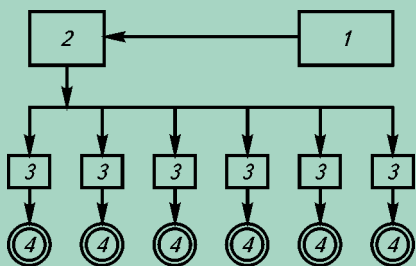


Рис. 13.2. Схема передачи энергии от дизеля к колесным парам на тепловозе с электрической передачей

Оборудование на тепловозах разных серий располагают различно в зависимости от размещения и конструкции холодильника (вдоль стен кузова, в крыше или в лобовой части), вида привода вспомогательных агрегатов (механический, гидравлический, электрический), расположения кабины машиниста (впереди, сзади, в середине), устройства экипаж-

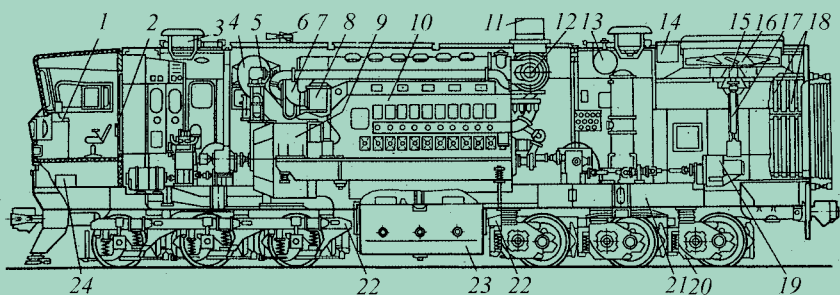


Рис. 13.3. Расположение оборудования на тепловозе 2ТЭ10:

1 — пульт управления; 2 — ручной тормоз; 3 — вентилятор кузова; 4 — вентилятор охлаждения тягового генератора; 5 — редуктор генератора; 6 — сифон; 7 — центробежный нагнетатель воздуха; 8 — холодильник поддувочного воздуха; 9 — тяговый генератор; 10 — дизель; 11 — выпускная труба; 12 — турбокомпрессор; 13 — резервуар противопожарного агрегата; 14 — водяной бак; 15 — подпятник вентилятора; 16 — колеса вентилятора; 17 — карданный вал; 18 — секции холодильника; 19 — гидропривод вентилятора; 20 — тяговые двигатели; 21 — главная рама тепловоза; 22 — тележки; 23 — топливный бак; 24 — ящик дешифратора

ной части и т.п. Расположение оборудования на дизельном локомотиве с электрической передачей постоянного тока показано на рис. 13.3.

Кузов, рама тепловоза и все оборудование опираются на две трехосные бесчелостные тележки с эластичной тяговой передачей. Нагрузка от рамы тепловоза на каждую тележку передается через четыре резиноголиковые опоры.

Центральный шкворень воспринимает только горизонтальные усилия от силы тяги и торможения и служит центром поворота тележки относительно кузова.

Тепловозы с гидравлической передачей имеют несколько иное оборудование. У них вращающий момент от дизеля к колесным парам передается через специальные гидроаппараты. В тележках установлены осевые редукторы, которые приводит во вращение дизель с помощью карданных валов. Гидропередача может быть либо чисто гидравлической, либо гидромеханической. При гидравлической передаче вращающий момент от коленчатого вала дизеля к дви-

жущим колесным парам передается только через гидравлические аппараты, в гидромеханической же передаче — через гидравлический агрегат, зубчатые редукторы и карданные валы.

13.2. Основные технические характеристики тепловозов

Серии тепловозов, т.е. группы тепловозов, построенных по одним и тем же чертежам, принято обозначать сочетанием заглавных букв и цифр. У всех тепловозов последней постройки наименование серии начинается с буквы Т, что означает тепловоз. Вторая буква указывает на тип передачи (Э — электрическая, Г — гидравлическая), третья буква определяет род службы тепловоза (П — пассажирский, М — маневровый; у грузовых тепловозов третья буква не ставится). Цифры после букв указывают номер серии тепловоза.

По ним можно определить также и завод-изготовитель. Цифра перед буквенным обозначением указывает на число секций многосекционного тепловоза. Буква после номера серии указывает либо на модернизированный вариант (2ТЭ10М, 3ТЭ10М), либо на завод-изготовитель (2ТЭ10Л — Луганск). Однако есть отклонения от этой системы. Например, ТУ2 — тепловоз, узкоколейный (У), второй вариант (2), т.е. вторая буква (У) не означает тип передачи. В обозначении серии тепловозов, импортированных из других стран, введена буква, указывающая страну-изготовитель (тепловозы ЧМЭЗ и ВМЭ1 изготовлены соответственно в Чехии и Венгрии).

Тип экипажа, число, расположение колесных пар определяют осевую характеристику тепловоза, аналогичную осевой характеристике электровоза. Характеристики и основные параметры тепловозов приведены в *Приложении*, пассажирских — табл. 12, грузовых — табл. 13, маневровых — табл. 14, опытных — табл. 15.

13.3. Основы устройства дизеля, принцип его работы

Основные определения. Дизелем называют поршневой двигатель с самовоспламенением топлива от сжатия, у которого процесс сжигания топлива и превращение выделенного тепла в механическую работу происходят в цилиндрах. При сжигании топлива в цилиндре (замкнутом объеме) образуются продукты сгорания — газы с большим давлением и высокой температурой. Сила давления газов

перемещает поршень, прямолинейное движение которого в цилиндре передается через шатун и кривошип на коленчатый вал, поворачивая его. И, наоборот, если вращать коленчатый вал, то поршень будет совершать возвратно-поступательное движение.

В зависимости от рабочего цикла дизели могут быть *четырёх- и двухтактные*, а *по расположению цилиндров* — *однорядные, двухрядные, с V-образным расположением* (рис. 13.4).

Рабочий цикл — это совокупность периодически повторяющихся процессов, происходящих в цилиндрах в определенной последовательности при преобразовании теплоты в механическую работу. Периодичность рабочих циклов характеризуется числом ходов поршня (тактов). **Тактом** называют часть рабочего цикла, совершающегося в цилиндре при перемещении поршня из одного крайнего положения в другое (т.е. за один ход поршня). Крайние положения поршней называют **мертвыми точками**, потому что в них ось шатуна совпадает с осью кривошипа и давление рабочего тела на поршень не вызывает его перемещения.

Четырёхтактный дизель. Дизель, в котором рабочий цикл совершается за четыре такта, называется четырёхтактным. Принцип работы четырёхтактного двигателя показан на рис. 13.5. При движении поршня 2 от верхней мертвой точки вниз (1 такт — наполнение) воздух подается в цилиндр через открытый впускной клапан 5. При обратном движении поршня (2 такт — сжатие), когда клапаны 5 и 6 закрыты, происходит сжатие воздуха, сопровождающееся сильным его нагреванием. В конце этого такта в цилиндр впрыскивается дизельное топливо, которое самовоспламеняется. В цилиндре повышаются давление и температура; продукты сгорания топлива давят на поршень, перемещают его вниз и совершают при этом полезную работу (3 такт — расширение). При следующем ходе поршня вверх

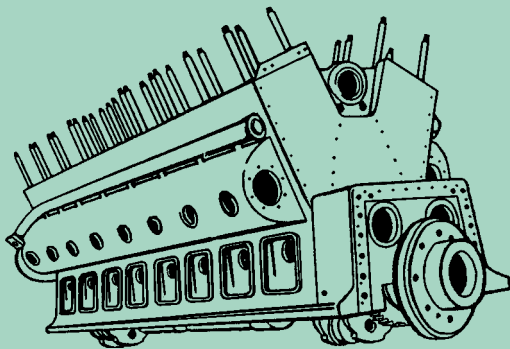


Рис. 13.4. Внешний вид блока V-образного тепловозного дизеля

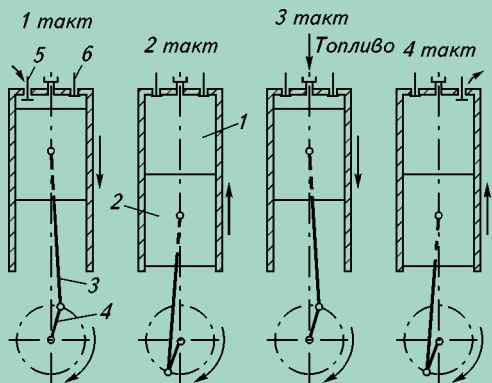


Рис. 13.5. Схема работы четырехтактного двигателя:
1 — цилиндр; 2 — поршень; 3 — шатун; 4 — кривошип; 5 — выпускной клапан; 6 — выпускной клапан

(один оборот коленчатого вала), причем основные такты (сжатие и рабочий ход) остаются, а вспомогательные (наполнение и выпуск)

образуют, сокращая, часть основных тактов, т.е. такт сжатия начинается с запаздыванием, а такт рабочего хода заканчивается с опережением.

Схема работы простейшего двухтактного двигателя показана на рис. 13.6. При движении поршня вверх (1 такт — наполнение, сжатие) вначале закрываются выпускные окна 6, а затем и продувочные 2, после чего происходит сжатие воздуха. В конце этого такта в цилиндр впрыскивается дизельное

Рис. 13.6. Схема работы двухтактного двигателя:
1 — цилиндр; 2 — продувочные окна; 3 — шатун; 4 — кривошип; 5 — поршень; 6 — выпускные окна

(4 такт — выпуск газов) происходит выпуск отработавших газов из цилиндра. Таким образом, рассмотренные процессы, составляющие рабочий цикл двигателя, протекают за четыре хода поршня, т.е. за два оборота коленчатого вала. Рабочим ходом поршня, совершающим полезную работу (вращение вала), является только третий.

Двухтактный дизель.

Рабочий цикл в нем совершается за два хода поршня

Рабочий цикл в нем совершается за два хода поршня

топливо, которое самовоспламеняется. Продукты сгорания топлива давят на поршень и, перемещая его, совершают полезную работу (2 такт — рабочий ход, выпуск). В конце 2 такта открываются вначале выпускные окна, через которые выходят отработавшие газы (предварение выпуска), а затем продувочные окна, через которые поступает сжатый воздух для продувки и наполнения цилиндра. Таким образом, работа двухтактного двигателя происходит за два хода поршня, т.е. за один оборот коленчатого вала.

Мощность двигателя пропорциональна количеству сжигаемого в цилиндре топлива, однако чем больше сжигается топлива, тем больше нужно подать воздуха. В связи с этим в двигателях современных тепловозов воздух в цилиндры нагнетается под давлением $(1,35—2,4) \cdot 10^5$ Па, что существенно увеличивает мощность двигателя.

Продувка и наддув дизелей. Для улучшения очистки цилиндров от отработавших газов, а следовательно, повышения мощности, КПД в дизелях осуществляется **продувка** и **наддув**. Часть такта, когда открыты впускные и выпускные окна, называется **продувкой**.

Процесс, когда выпускные органы дизеля закрыты, а через впускные продолжает поступать свежий заряд в цилиндр, называется **наддувом**. Для осуществления продувки и наддува в тепловозных дизелях используют различного рода нагнетатели: роторные, центробежные, турбокомпрессоры. Наибольшее распространение получили турбокомпрессоры.

На современных тепловозах распространены двухтактные двигатели 10Д100 и четырехтактные 5Д49. Особенность конструкции двигателя 10Д100 состоит в том, что поршни встречно движущиеся, а продувка прямоточная.

13.4. Вспомогательное оборудование тепловоза

На тепловозе имеются специальные системы, обеспечивающие бесперебойную подачу топлива и воздуха в дизель, смазывание трущихся частей, охлаждение нагреваемых узлов. Эти системы и относят к вспомогательному оборудованию дизеля.

Топливная система обеспечивает подачу в дизель топлива. Топливные системы (рис. 13.7) на всех отечественных тепловозах имеют почти одинаковое взаимное размещение основных частей, к которым относятся топливные баки, топливоподкачивающие насосы, фильтры и трубопроводы. Запасы топлива хранятся в баках, емкость

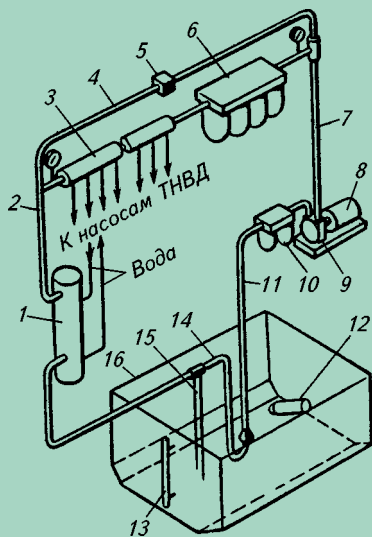


Рис. 13.7. Схема топливной системы тепловозного дизеля: 1 — корпус теплообменника (топливоподогревателя); 2, 4, 14, 15 — трубопроводы; 3 — топливный коллектор; 5 — перепускной клапан; 6 — фильтр тонкой очистки; 7 — нагнетательная труба; 8 — электродвигатель; 9 — вспомогательный топливоподкачивающий насос; 10 — сетчатый фильтр грубой очистки; 11 — заборная труба; 12 — предохранительные сетки; 13 — топливомерные стекла; 16 — топливный бак

чивается в 3—4 раза больше топлива, чем потребляется дизелем при максимальной мощности. Избыток топлива, нагреваясь от деталей дизеля, по трубопроводам и через корпус теплообменника (топливоподогревателя) возвращается в бак к месту забора трубой. В летнее время во избежание ненужного перегрева топлива его сливают по трубопроводу непосредственно в бак.

которых зависит от серии тепловоза. Топливный бак и весь топливный трубопровод должны быть герметичными, чтобы в топливо не могли попасть пыль, вода, а во всасывающий трубопровод не мог проникнуть воздух. Вместимость топливных баков современных магистральных тепловозов выше 8 тыс. л, что обеспечивает их пробег не менее 1000 км без экипировки. Они предотвращают попадание в топливную систему посторонних механических примесей. Расход топлива на тепловозах контролируют с помощью топливомерных ресек, расположенных с обеих сторон бака. Баки на локомотивах последних выпусков также с двух сторон имеют топливомерные стекла.

Для устойчивой работы дизеля температура топлива в баке в любое время года должна быть не менее 30—40 °С. При более низких температурах вязкость топлива возрастает, а при минусовой содержащийся в нем парафин выпадает в осадок, забивая сетки фильтров и трубопроводы. Это может привести к прекращению подачи топлива в коллектор. Для поддержания необходимой температуры топлива через коллектор насосом прокачивается

Предусмотрен вспомогательный топливopодкачивающий насос шестеренного типа, установленный на одном основании с электродвигателем. Чтобы повысить надежность работы топливной системы, на тепловозах 2ТЭ116 устанавливают два топливopодкачивающих насоса. Один из них с электроприводом используют при пуске дизеля, а при работе дизеля он становится резервным. Другой насос обеспечивает питание дизеля при его работе и приводится в действие от коленчатого вала.

Как видно из схемы, топливо на своем пути многократно очищается, проходя через фильтры. Обычно в системе применяют фильтры не менее чем трех типов: предохранительные сетки заливочных горловин, фильтры грубой и тонкой очистки. Давление топлива в системе контролируют дистанционные манометры.

Система воздухообеспечения дизеля предназначена для забора воздуха из атмосферы, его очистки, охлаждения и подачи в дизель в количестве и под давлением, достаточными для полного сгорания топлива и продувки цилиндров. В систему воздухообеспечения входят маслобензочные или сетчатые непрерывного действия воздухоочистители, агрегаты наддува и продувки (нагнетатели) и воздухоохладители.

Масляная система предназначена для непрерывной подачи масла к трущимся деталям дизеля и охлаждения отдельных его деталей (например, поршней). В масляную систему входят масляные насосы, фильтры, трубопроводы, клапаны, контрольные приборы.

Резервуаром для хранения запасов масла служит картер дизеля. Схема масляной системы дизеля 2Д100 тепловоза ТЭЗ показана на рис. 13.8. Фильтрующим элементом в нем служат пакеты из картона, оклеенного фильтровальной бумагой. Масляную систему заполняют маслом через горловину, сваренную в картер. Сливают масло из картера по трубе с вентилем.

Водяная система служит для охлаждения сильно нагревающихся узлов дизеля. Самым эффективным способом отвода теплоты от неподвижных деталей (цилиндры втулки, крышки цилиндров и др.) признано охлаждение их циркулирующей водой. На тепловозах применяются замкнутая принудительная открытого типа система охлаждения с одним или двумя контурами циркуляции. Принципиально устройство водяных систем с одним кругом циркуляции (рис. 13.9) одинаково у тепловозов различных типов. Вода, отбирая теплоту у нагретых деталей, сама нагревается. Для поддержания ее температуры в допустимых пределах применяют специальное охлаждающее ус-

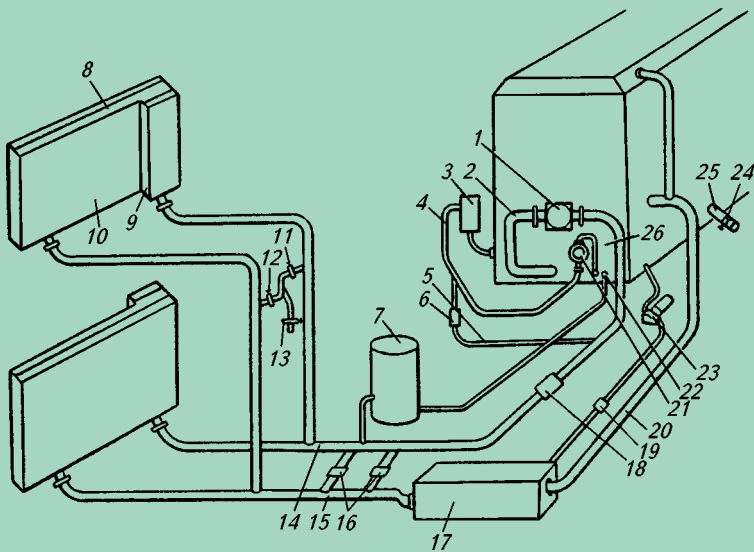


Рис. 13.8. Схема масляной системы тепловоза ТЭЗ:

1 — масляный насос дизеля; 2 — всасывающая труба; 4, 15, 20, 22, 25 — трубы; 3 — центробежный фильтр; 5 — патрубок; 6 — невозвратный клапан; 7 — фильтр тонкой очистки; 8 — общие верхние коллекторы; 9 — холодильник; 10 — задние коллекторы; 11, 12, 13 — вентили; 14 — трубопровод; 16 — байпасные клапаны; 17 — фильтр грубой очистки; 18 — невозвратный клапан; 19 — масло-прокачивающий невозвратный клапан; 21 — насос высокого давления; 23 — маслопрокачивающий насос; 24 — вентиль; 26 — картер

тройство — холодильник. Водяные секции и холодильника устроены аналогично масляным. Главное их отличие в том, что они имеют шахматное расположение трубок, в то время как в масляных секциях трубки размещены в коридорном порядке. Принудительная циркуляция воды осуществляется центробежным насосом открытого типа. Водяной насос приводится во вращение от коленчатого вала дизеля. Для измерения температуры воды применяют электротермометр. Вода в трубках секций холодильника охлаждается атмосферным воздухом, омывающим эти трубки снаружи; загрязненная вода из холодильника сливается через трубку. Атмосферный воздух перегоняется через секции холодильника вентилятором. В результате вода выходит из нижних коллекторов секций холодильника уже охлажденной и снова засасывается насосом. Так замыкается круг циркуляции.

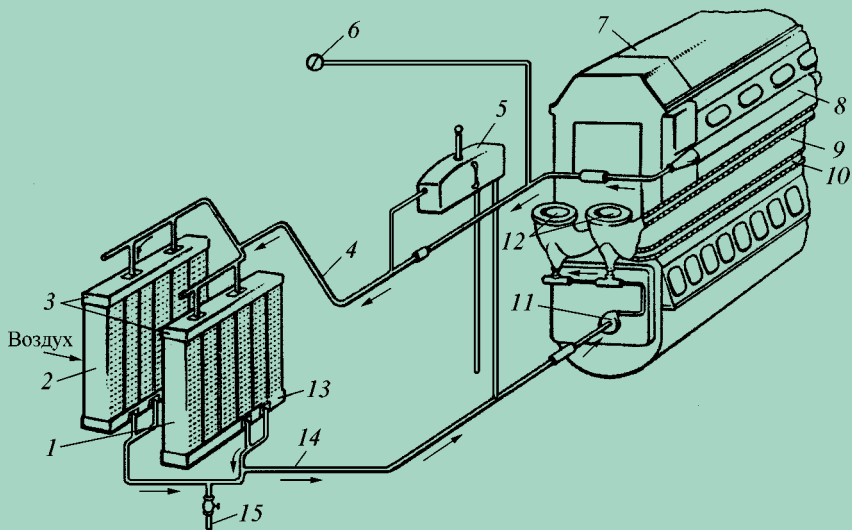


Рис. 13.9. Схема системы охлаждения дизеля:

1, 2 — водяные секции холодильника; 3 — верхние коллекторы; 4 — трубопровод; 5 — водяной (расширительный) бак; 6 — электро-термометр; 7 — дизель; 8 — коллектор горячей воды; 9 — выпускные коллекторы; 10 — пространство между двойными стенками двух выхлопных патрубков; 11 — водяной насос; 12 — выхлопные патрубки; 13 — нижние коллекторы; 14, 15 — трубы

Горячую воду на тепловозах используют для обогрева кабины машиниста. Она поступает в калорифер, установленный в кабине. В зимнее время воду используют также для подогрева топлива с помощью топливоподогревателей.

На некоторых тепловозах применен и второй круг циркуляции для охлаждения наддувочного воздуха. В каждом круге циркуляции имеется отдельный водяной насос.

13.5. Передачи тепловозов

Любой дизель работает более экономично при постоянном режиме. Это значит, что при всех скоростях движения тепловоза мощность двигателя должна оставаться неизменной. Для этого на тепловозах устанавливают специальную передачу между коленчатым валом дизеля и колесами локомотива, которая соответствующим образом транс-

формирует вращающий момент дизеля. Применяются передачи трех видов: электрическая, гидравлическая, механическая.

При механической передаче коленчатый вал дизеля соединен с колесными парами муфтами сцепления и зубчатой передачей (коробочной передачей), позволяющей получать три или четыре ступени скоростей. Муфта сцепления, фрикционная или магнитная, позволяет плавно включать ступени скорости. Механическая передача проста по устройству, легкая, дешевая в изготовлении, имеет высокий коэффициент полезного действия. Однако при переключении скоростей возникает резкое падение и последующее возрастание силы тяги, что вызывает сильные рывки в составе. Поэтому механическая передача применяется лишь в мотовозах, автомотрисах и дизельных поездах сравнительно небольшой мощности.

Гидравлическая передача не имеет недостатков, присущих механической передаче, она дешевле и проще электрической. Гидравлическая передача (гидропередача) состоит из гидротрансформаторов, гидромуфт, коробки скоростей, реверсивного механизма, осевых редукторов и карданного привода к ним. Силовыми элементами гидравлических передач являются гидротрансформаторы и гидромуфты. Оба эти агрегата представляют собой сочетание центробежного насоса, соединенного с валом двигателя и гидравлической турбины, работающей за счет энергии струи жидкости, нагнетаемой насосом. Принцип работы гидравлической передачи основан на использовании кинетической энергии жидкости, т.е. передача энергии осуществляется за счет динамического напора рабочей жидкости.

Гидротрансформатор осуществляет преобразование вращающего момента, т.е. может изменять вращающий момент ведущего вала по отношению к моменту ведомого. Изменяя момент, он изменяет и силу тяги тепловоза в зависимости от скорости его движения.

В некоторых гидропередачах нашли применение комплексные гидротрансформаторы, у которых направляющие аппараты укреплены с помощью муфт свободного хода (автологи). При таком креплении гидротрансформатор при определенных моментах может работать как гидромуфта.

Гидромуфтами называют устройства, передающие энергию от ведущего вала к ведомому через жидкость, заключенную в замкну-

том объеме, без изменения вращающего момента. Принцип действия гидромuffты заключается в следующем. Рабочая жидкость (масло), поступившая от насосного колеса, действует на лопатки турбинного колеса и приводит его и ведомый вал во вращение, причем значение вращающего момента не изменяется.

Гидромuffты, следовательно, используют в гидропередачах только для соединения ведущего и ведомого валов. На современных тепловозах применяются гидравлические передачи различных типов, рассчитанные на передачу как малых, так и больших мощностей. Однако широкого применения в тепловозостроении гидропередача пока еще не нашла.

Электрическая передача получила самое широкое распространение в тепловозостроении. Она удовлетворяет эксплуатационным требованиям, предъявляемым к локомотивам, и сохраняет постоянство мощности при изменении силы тяги и скорости движения. Это достигается путем изменения режима работы входящих в нее электрических машин. Электрическая передача дает возможность сочленять несколько тепловозов (секций) для управления с одного пульта, т.е. обеспечивает работу по системе многих единиц.

На тепловозах применяют электрические передачи трех видов.

Передача постоянного тока (рис. 13.10), в которой и тяговый генератор Г и тяговые электродвигатели М выполнены в виде машин постоянного тока, наиболее проста, не имеет промежуточных звеньев, обладает высоким КПД и хорошими регулировочными качествами. Однако в связи с увеличением секционной мощности тепловозов генераторы постоянного тока (более 3000 кВт) не всегда обеспечивают нормальную работу узла щетка-коллектор, т.е. нормальную коммутацию. Поэтому в последнее время получила широкое распространение **передача переменного-постоянного тока** (рис. 13.11), в которой применен тяговый синхронный генератор Г

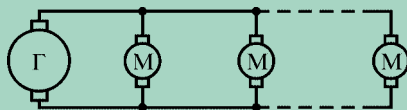


Рис. 13.10. Схема передачи постоянного тока

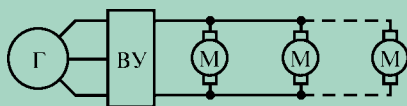


Рис. 13.11. Схема передачи переменного-постоянного тока

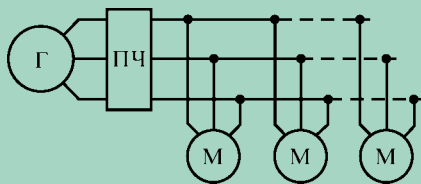


Рис. 13.12. Схема передачи переменного тока

переменного тока и тяговые двигатели М постоянного тока. Для преобразования переменного тока в постоянный между генератором и двигателями включена выпрямительная установка ВУ. При дальнейшем увеличении мощности лимитирующим становится тяговый двига-

тель. Поэтому в перспективе намечается применение передач переменного тока (рис. 13.12), в которых и тяговые двигатели выполнены в виде машин переменного тока. Для нормальной работы таких двигателей требуется одновременно регулировать напряжение и частоту переменного тока. Поэтому в цепь включается преобразователь частоты ПЧ.

13.6. Электрические машины тепловоза

На тепловозах применяют электрические машины различных видов: тяговые (главные) генераторы, вспомогательные и стартеры-генераторы для питания вспомогательных агрегатов, тяговые электродвигатели, возбuditели и подвозбудители, электродвигатели привода различных механизмов (насосов, вентиляторов и т.п.). Тяговые генераторы и тяговые электродвигатели относятся к основным электрическим машинам тепловозов с электропередачей, а остальные машины — к вспомогательным.

Тяговый генератор. Он превращает механическую энергию дизеля в электрическую для питания тяговых электродвигателей. При запуске дизеля тяговый генератор выполняет роль стартера, т.е. раскручивает коленчатый вал до наименьшей частоты вращения, при которой обеспечивается самовоспламенение поданного в цилиндры дизеля топлива.

На тепловозах применяют генераторы самовентилирующиеся и с принудительной вентиляцией. В первом случае вентилятор крепят к валу или корпусу якоря генератора, а во втором привод вентилятора осуществляется от коленчатого вала дизеля или от электродвигателя. Генераторы сравнительно малой мощности (до 1300 кВт) имеют самовентиляцию, воздух для охлаждения всасывается из-под капота

или дизельного помещения. Тяговые генераторы большой мощности имеют принудительную вентиляцию. Охлаждающий воздух засасывается через люки в боковых стенках кузова тепловоза и проходит через специальные фильтры.

Устройство тяговых генераторов различных типов имеет свои особенности. Наиболее типичными являются генераторы ГП311Б постоянного тока и ГС501А переменного тока.

Тяговый генератор типа ГП-311Б постоянного тока установлен на тепловозах серии ТЭ10. Основные части генератора — станина и якорь. В станине размещены главные и добавочные полюсы. Якорь включает вал, корпус якоря, сердечник, обмотку, коллектор и детали крепления. Генератор имеет один подшипниковый щит со стороны коллектора, в котором смонтирован роликовый подшипник и установлены щеткодержатели. Современные тяговые генераторы тепловозов имеют якоря с укороченным валом.

Тяговый синхронный генератор типа ГС501А является двенадцатиполосной машиной с активной мощностью 2190 кВт. Он имеет принудительную осевую вентиляцию с забором воздуха извне и очисткой его специальными фильтрами. Вход воздуха — со стороны привода, выброс — со стороны токосъемных колец через боковые патрубки щита.

Для перспективных магистральных тепловозов и газотурбовозов, чтобы уменьшить общие габаритные размеры и массу, упростить привод и улучшить компоновку оборудования, тяговые и вспомогательные синхронные генераторы выполняют в виде единого электрогенераторного агрегата.

Тяговые электродвигатели. Все тяговые электродвигатели по конструкции принципиально одинаковы. Различия их в основном заключаются в способе закрепления (подвески) на тележке, размещении и способе подачи смазки в моторно-осевые подшипники. Наиболее типичными из выпускаемых и осваиваемых на перспективу являются электродвигатели ЭД-118Б и ЭД-125Б. Они представляют собой четырехполосные реверсивные электрические машины постоянного тока последовательного возбуждения с независимой принудительной вентиляцией, работают с номинальной мощностью в широком диапазоне частоты вращения якоря. По конструкции тепловозные электродвигатели аналогичны электровозным (см. рис. 12.16).

Некоторые принципиальные отличия свойственны шестиполосным тяговым электродвигателям ЭД126 тепловозов 2ТЭ121: они имеют рамное подвешивание; вал их якоря полый.

Существенные отличия по конструкции и принципу работы имеет создаваемый для опытных тепловозов с электропередачей переменного тока тяговый асинхронный электродвигатель ЭД900. Он проще по конструкции.

Возбудители и вспомогательные генераторы. Возбудители предназначены для питания постоянным током обмотки независимого возбуждения тягового генератора непосредственно или через выпрямительную установку (синхронные), а вспомогательные генераторы — для питания различных нагрузок собственных нужд теплового (заряд аккумуляторной батареи, питание цепей управления и освещения, электродвигателей привода насосов, вентиляторов и др.). На тепловозах применяют возбудители постоянного тока с продольно-расщепленными (ТЭ1, ТЭ2, ТЭМ1, ТЭМ2) или с поперечно-расщепленными полюсами (ТЭ3), синхронные высокочастотные возбудители трехфазного тока (ТЭ10 первых выпусков) и генераторы постоянного тока нормального исполнения, имеющие две обмотки возбуждения (ТЭ10, 2ТЭ10Л, ТЭП60, ТЭ40). На тепловозах с передачей переменного-постоянного тока в качестве возбудителя используют синхронные генераторы однофазного тока повышенной частоты с независимым возбуждением. Вспомогательные генераторы являются машинами постоянного тока с параллельным возбуждением. Часто возбудитель и вспомогательный генератор объединяют в одну электрическую машину, имеющую общий вал якорей, — это двухмашинный агрегат. Он имеет разъемную станину, шесть главных и пять добавочных полюсов.

Якоря возбудителя и вспомогательного генератора различаются только длиной. В средней части вала якорей установлено вентиляторное колесо, прогоняющее воздух для охлаждения машины.

Синхронный подвозбудитель ВС 652. Он предназначен для питания через амплистат и выпрямитель обмотки независимого возбуждения, представляет собой четырехполосную синхронную машину.

Стартер-генератор ПСГ. В режиме двигателя его используют для пуска дизеля на некоторых тепловозах при питании от аккумуляторной батареи, затем — в качестве вспомогательного генерато-

ра для питания различных потребителей собственных нужд тепловоза. Он представляет собой машину постоянного тока, аналогичную по устройству генератору.

Аккумуляторная батарея. Питание тягового генератора при пуске дизеля и цепей управления и освещения при неработающем дизеле осуществляется от аккумуляторной батареи емкостью 450 А·ч. На тепловозах применяют кислотные (свинцовые) и щелочные (железоникелевые) аккумуляторные батареи, которые состоят из последовательно соединенных элементов. Щелочные аккумуляторные батареи саморазряжаются медленнее, чем свинцовые, и имеют большой срок службы. Однако они обладают меньшими коэффициентами отдачи и энергии, большим весом и стоимостью.

13.7. Электрические аппараты тепловоза

Электрические аппараты классифицируют по назначению: аппараты управления, автоматического регулирования, защиты, измерительные приборы и др. В зависимости от напряжения аппараты разделяются на высоковольтные, работающие в силовой цепи при напряжении до 900 В, и низковольтные, работающие в цепях управления, освещения и вспомогательных приборов при напряжении 75 и 110 В. Основные электрические аппараты размещены в высоковольтной камере.

Аппараты управления. К ним относятся: контроллер, реверсор, кнопочные выключатели, контакторы, реле управления, реле перехода и др.

Контроллеры машиниста служат для регулирования мощности дизеля. Они имеют по 8, 15 или 16 рабочих позиций. При повороте рукоятки контроллера на ту или иную позицию при помощи электропневматических клапанов и регулятора частоты вращения задается определенная весовая подача топлива на рабочий ход поршня и тем самым устанавливается соответствующая частота вращения коленчатого вала. Контроллер имеет две рукоятки: главную и реверсивную. **Главная** рукоятка регулирует режимы работы тепловоза, **реверсивная** — изменяет направление движения. Обе рукоятки заблокированы между собой.

Направление движения тепловоза изменяется **реверсором**, который изменяет направление тока в обмотках возбуждения тяговых электродвигателей. **Кнопочные выключатели и тумблеры** предназначены для включения и выключения цепей управления, освещения и вспо-

могательных машин. **Контакторы электронневматические и электромагнитные** служат для замыкания и размыкания (под током) цепей, по которым протекают большие токи или которые обладают значительными индуктивностями. **Реле управления** служит для включения и выключения цепей управления. **Реле перехода** предназначено для автоматического переключения тяговых электродвигателей с одной схемы соединения на другую или включения и выключения контакторов возбуждения тяговых двигателей.

Аппараты автоматического регулирования. К ним относятся регуляторы напряжения, амплистат. **Регуляторы напряжения** служат для поддержания постоянного напряжения вспомогательного генератора. **Амплистат** представляет собой магнитный усилитель с внутренней обратной связью. Он применяется для регулирования величины тока возбуждения тягового генератора или возбuditеля.

Аппараты защиты. К этим аппаратам относятся: блокировочный или тяговый магнит сервомотора регулятора частоты вращения, реле давления масла, реле заземления, реле боксования, реле ограничения тока, температурное реле и др. **Блокировочный магнит** управляет клапаном, перекрывающим перепускной канал под силовым поршнем сервомотора регулятора частоты вращения вала дизеля, он вводит в работу дизель или останавливает его.

Реле давления масла предназначено для снятия нагрузки с дизеля или остановки его при снижении давления масла в системе дизеля ниже допустимой величины. **Реле давления** воздуха служит для автоматического включения и выключения полупроводникового блока пуска компрессора в зависимости от давления сжатого воздуха в магистрали.

Реле заземления снимает нагрузку с тягового генератора при пробое изоляции на корпус. **Реле боксования** служит для снижения нагрузки тяговых электродвигателей при боксовании колес и для подачи сигнала машинисту о боксовании колес тепловоза.

13.8. Экипажная часть тепловоза

Экипажная часть тепловоза состоит из следующих основных узлов: главной рамы, кузова и ходовых частей, к которым относятся тележки с колесными парами, буксами, рессорным подвешиванием, тормозной рычажной передачей.

Главная рама тепловоза. Она представляет собой сварную конструкцию, на которую опираются кузов, силовая установка и вспомогательное оборудование. Рама, кроме того, передает тяговые и тормозные силы к составу. Основными элементами рамы, например тепловоза типа ТЭ10М, являются двутавровые балки, соединенные поперечными перегородками из листа толщиной 10—12 мм, а по концам — литыми стяжными ящиками, в которых размещены автосцепки. Хребтовые балки усилены по верхним и нижним полкам накладными поясами. Хребтовые балки, поперечные перегородки, продольные полосы и настильные листы образуют жесткую коробчатую конструкцию рамы, обладающую необходимой прочностью в продольном и поперечном направлениях как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях. С помощью поперечных скреплений к хребтовым балкам крепят обносной швеллер. Со стороны кабины машиниста он изогнут дугой, что придает тепловозу обтекаемую форму. В двух местах на продольной оси рамы снизу приварены шкворни, через которые передаются тяговые усилия от тележек. Рама опирается на тележки четырьмя сферическими опорами.

Автосцепное устройство. Это устройство размещено в главной раме и предназначено для сцепления секций тепловозов, тепловоза с составом, передачи продольных растягивающих и сжимающих сил, смягчения ударных нагрузок при сцеплении и в процессе движения.

Кузов тепловоза. По форме кузов может быть капотного или вагонного типа, по воспринимаемым нагрузкам — несущей и несущей конструкций. Все маневровые тепловозы имеют кузова капотного типа, магистральные — вагонного. Кузов несущей конструкции имеют грузовые тепловозы ТЭЗ, 2ТЭ10В, 3ТЭ10М, 2ТЭ116 и др. Его сварной каркас из швеллеров и уголков с наружной стороны обшит листовой сталью толщиной до 3 мм. С внутренней стороны к швеллерам и уголкам крепят деревянные бруски, а к ним — обшивку (съёмные стальные листы толщиной 1 мм). На всей длине кузова по бокам имеются оконные проемы, на крыше — люки, предназначенные для снятия и установки различных узлов и агрегатов при ремонте.

У кузова несущей конструкции (тепловозы ТЭП60, ТЭП70, 2ТЭ121) крышу, боковые стенки, каркас кабины машиниста и аппаратную камеру сваривают в единую цельную конструкцию. При

этом для снижения массы применяют профили из низколегированных сталей и алюминиевых сплавов.

Тележки. Главная рама тепловоза опирается на тележки. По числу осей тележки бывают двух- или трехосные. Тепловозы с электрической передачей в большинстве своем имеют трехосные тележки, а с гидropередачей — двухосные. Трехосные тележки выполняют сварными. Они имеют раму, опоры, буксы, колесные пары, рессорное подвешивание и тормозное оборудование (рис. 13.13).

Для уменьшения сил, действующих вдоль осей колесных пар при входе в кривые участки пути и движении в них с высокими скоростями, ставят упругие упоры в буксах, а на пассажирских тепловозах ТЭП60, ТЭП70 применяют маятниковое подвешивание кузова. Кузов этих тепловозов опирается на каждую тележку через опоры: две центральные маятниковые и четыре боковые (рис. 13.14). Такая конструкция опоры обеспечивает возможность поперечного перемещения кузова относительно тележек, облегчая прохождение кривых участков пути с повышенными скоростями.

У тепловозов с гидравлической передачей конструкция рамы тележки определяется системой передачи от гидроагрегатов к раздаточному редуктору.

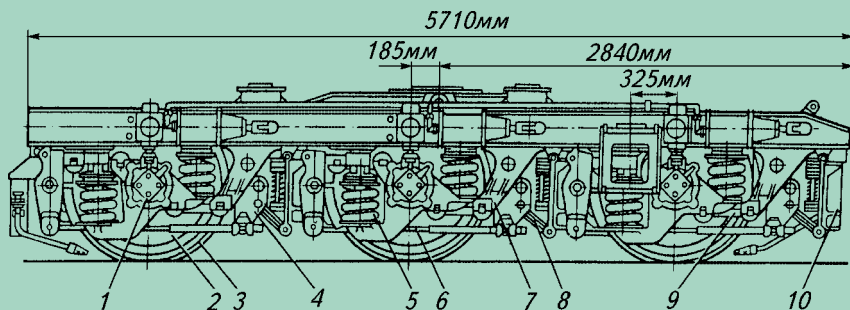


Рис. 13.13. Тележка тепловоза 2ТЭ10В:

1 — буксовый узел; 2 — колесный центр; 3 — бандаж; 4 — подвеска; 5 — комплект пружин; 6 — тяга; 7 — кронштейн; 8 — рычажная передача тормоза; 9 — буксовый поводок; 10 — кронштейн подвески тяговых электродвигателей

Колесные пары и буксы тепловозов. Колесные пары и буксы грузовых тепловозов выполнены так же, как у электровоза, только зубчатое колесо на оси одно.

Применение рамного подвешивания тяговых двигателей на тепловозах ТЭП60, ТЭП70, 2ТЭ121 внесло ряд особенностей в конструкцию колесной пары (рис. 13.15). Для уменьшения массы ось имеет сквозное по длине отверстие диаметром 70 мм. В колесном центре предусмотрены два прилива с отверстиями, в которые запрессовывают ведущие пальцы. Каждый центр имеет еще по два отверстия большого диаметра: через них проходят пальцы привода эластичной муфты. Полый вал передает вращающий момент от тягового двигателя к колесной паре через две эластичные муфты (по одной с каждой стороны).

В процессе движения тепловоза пальцы привода полого вала перемещаются относительно пальцев колесной пары; перемещения компенсируются специаль-

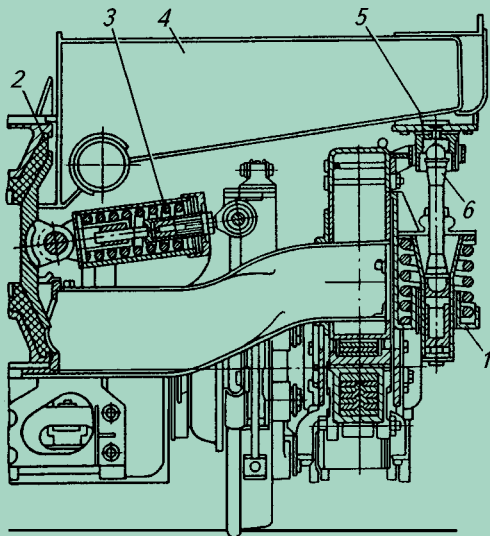


Рис. 13.14. Маятниковое подвешивание кузова тепловоза:

1 — боковые опоры; 2 — центральные маятниковые опоры; 3 — возвращающие аппараты; 4 — кузов тепловоза; 5 — стакан; 6 — стойки

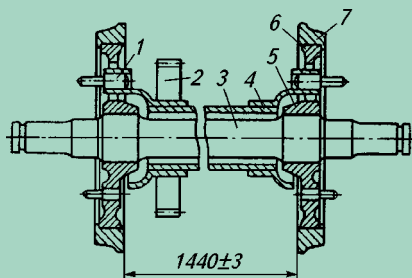


Рис. 13.15. Колесная пара тепловоза:

1 — пальцы эластичной муфты; 2 — зубчатое колесо; 3 — ось колесной пары; 4 — полый вал; 5 — колесный центр; 6 — бандажные колеса; 7 — бандажи

ными резиновыми амортизаторами. Буксовый узел этих тепловозов, как и тепловозов ТЭ10М, бесчелюстного типа.

13.9. Газотурбовозы, турбопоезда, дизель-поезда, автомотрисы, дрезины, мотовозы

Газотурбовоз. По сравнению с поршневыми газотурбинные двигателями имеют ряд преимуществ: газовая турбина может работать на низкокалорийном жидком топливе (мазуте); в одном силовом агрегате концентрируется большая мощность при небольших габаритных размерах; число деталей в турбине значительно меньше, чем в поршневом двигателе, следовательно, сокращаются ремонтные расходы и стоимость; отсутствие поверхностей трения, иной принцип охлаждения деталей позволяют уменьшить расход смазки по сравнению с поршневым двигателем.

Газовая турбина представляет собой тепловой лопаточный двигатель, который состоит из двух основных элементов: соплового аппарата с направляющими лопатками и вращающегося рабочего колеса (ротора) с рабочими лопатками.

В газотурбовозах применяют силовые газотурбинные локомотивные установки двух видов: простейшую газотурбинную установку и свободнопоршневой генератор газа (СППГ). Однако, как показала опытная эксплуатация, газотурбовоз с простейшей газотурбинной установкой обладает низким КПД — 10—12%. Созданные опытные газотурбинные установки с СППГ имеют более высокий КПД, но по своим размерам и массе уступают дизелям.

Турбопоезд. Внимание к внедрению турбопоездов для скоростного сообщения объясняется тем, что при возрастании скорости движения особое значение приобретает снижение массы как самого подвижного состава, так и его силового оборудования, в качестве которого используют турбореактивные двигатели.

Дизель-поезда. Их применяют для обслуживания пригородного пассажирского движения на неэлектрифицированных участках железных дорог; состоят они из вагонов (три, четыре, шесть), часть которых (обычно крайние) имеют силовые установки — это моторные (М) вагоны, остальные вагоны прицепные (П).

Дизель-поезд серии ДР1 имеет цельнонесущие с легкими металлическими каркасами кузова моторных и прицепных вагонов. Снару-

жи кузова обшиты металлическими гофрированными листами толщиной 1,4—2,5 мм. В пассажирском отделении применены люминесцентное освещение, принудительная вентиляция. Отопление вагона в холодное время года осуществляется за счет теплоты воды, охлаждающей дизель.

Кузов моторного вагона опирается на две двухосные бесчелостные тележки с мягким пружинным рессорным подвешиванием и гидравлическими гасителями колебаний. Рама тележки сварная H-образной формы. Обе колесные пары ведущие, имеют двухступенчатые осевые редукторы. Поддерживающие тележки аналогичны моторным, только не имеют осевых редукторов. Передняя часть моторного вагона сделана обтекаемой формы. Здесь расположена кабина машиниста, в которой размещен пульт управления. Из кабины машиниста имеется выход в машинное отделение, где находятся главный дизель, дизель-электростанция, гидropередача, от которой приводится во вращение зарядный генератор и воздушный компрессор. Между машинным отделением и пассажирским помещением расположены тамбур и служебное отделение с двумя диванами, которое может использоваться как почтово-багажное или для других целей. В пассажирском помещении установлены двусторонние полумягкие диваны. Входные двери для пассажиров двустворчатые раздвижные с пневматическим приводом, управляемые из кабины машиниста.

Дизель-поездом управляют из кабины машиниста с помощью контроллера и электропневматической аппаратуры. Пуск дизеля осуществляется пусковым стартером от щелочной аккумуляторной батареи. Для зарядки аккумуляторной батареи, питания цепей освещения и управления имеется генератор постоянного тока. Зарядный генератор, генератор для питания двигателя вентилятора, компрессор размещены под полом моторного вагона на специальной раме, подвешенной на болтах с резиновыми амортизаторами к главной раме вагона. Привод этих агрегатов осуществляется от коробки перемены передач. Дизель-поезд оборудован воздушной вентиляционно-отопительной системой, использующей тепло охлаждающей воды дизеля для отопления вагонов.

В качестве силовой установки применен четырехтактный V-образный дизель. Гидropередача ГДП-100 смонтирована на одной раме с дизелем и состоит из механического редуктора, двух гидро-

трансформаторов и реверсивного механизма. От вала реверса вращающий момент передается через карданные валы на осевые редукторы колесных пар ведущей тележки. Основные технические данные дизель-поездов приведены в *Приложении*, табл. 16. Дисковые тормоза обеспечивают дизель-поезду тормозной путь 900 м при торможении со скорости 120 км/ч.

Автомотрисы. Их применяют для перевозки пассажиров на линиях с небольшими пассажиропотоками и для служебных целей. Широко распространена двухосная служебная автомотриса АС-1А с карбюраторным бензиновым двигателем внутреннего сгорания ГАЗ-51. Его коленчатый вал через коробку передач, карданный вал и осевой редуктор связан с движущей колесной парой. На сети дорог РФ используются автомотрисы АЧ-2, приобретенные в Чехословакии, мощностью 736 кВт, скоростью 120 км/ч и числом мест 70.

Автодрезины. Грузовые автодрезины нашли большое применение в путевом хозяйстве железных дорог. Они выполнены на платформах с бортами, на которые можно укладывать элементы верхнего строения пути (рельсы, шпалы, стрелочные переводы, рельсовые скрепления) и другие материалы, необходимые для доставки к месту производства работ. Грузовые автодрезины оборудованы грузоподъемными устройствами (кранами). Получили широкое распространение автодрезины АГМ, АГМУ, ДГКУ-5 и др. Наряду с грузовыми автодрезинами, особенно на электрифицированных участках железных дорог, для текущего содержания и аварийно-восстановительных работ на контактной сети используют монтажно-восстановительные автодрезины ДМ.

Мотодрезины. Они представляют собой самодвижущиеся повозки с двигателем мотоциклетного типа, механической передачей и стальными штампованными колесами. Мотодрезина ИД-1 (инспекторская дрезина) предназначена только для перевозки пассажиров, мотодрезина ТД-5 (транспортная дрезина) — для перевозки пассажиров, а также грузов на специальных прицепах.

Мотовозы. Их используют для маневровой работы на подъездных путях промышленных предприятий, подвоза материалов при ремонте пути на перегонах и для других работ в линейных хозяйствах железнодорожного и промышленного транспорта. Широко применяют мотовозы МЭС, ТГК-1, ТГК-2 и др. На мотовозах первых выпусков в каче-

стве силовой установки применяли бензиновые двигатели автомобильного типа, а в последнее время — дизели мощностью до 220 кВт. На мотовозах используется, как правило, механическая или гидромеханическая передача. При механической передаче применяют коробки перемены передач, как правило, с четырьмя-пятью ступенями. Связь между двигателем и ведущими осями осуществляется с помощью либо карданного вала, либо цепной передачи. Применение гидромеханической передачи с автоматическим переключением ступеней скорости, наличие двух режимов работы (маневрового и поездного) обеспечивают высокую эффективность мотовоза.

Мотовоз-электростанция (МЭС). Он представляет собой тепловоз с электрической передачей, оборудованный электростанцией переменного трехфазного тока промышленной частоты мощностью 200 кВт. Дизель 1Д12 мощностью 220 кВт приводит в действие генератор постоянного тока МПТ 49/25, который питает тяговые электродвигатели. От МЭС получают электрическую энергию электроприводы путевых машин.

Рельсовый автобус РА1. Рельсовый автобус предназначен для перевозки пассажиров на малоделятельных участках железных дорог пригородного и межобластного сообщения. На его базе могут быть созданы: командно-штабной вагон, автономный передвижной медицинский пункт, лаборатория, мастерская, вагон для инспекционных поездок.

Рельсовый автобус (рис. 13.16) представляет собой самоходную транспортную единицу с двумя кабинами управления. Силовая установка, обслуживающие системы, тяговый привод расположены



Рис. 13.16. Рельсовый автобус РА1

под полом вагона между тележками. Крутящий момент передается на две оси одной тележки.

Оборудование пассажирского вагона и кабины машиниста системой отопления, системой принудительной вентиляции, двойными оконными стеклопакетами и надежной тепло-звукоизоляцией обеспечивает необходимые удобства для пассажиров, а наличие автоматической локомотивной сигнализации, устройства контроля бдительности, контрольно-диагностической системы управления, устройства блокировки управления при переходе машиниста из одной кабины в другую, автоматически открывающихся дверей, надежной тормозной системы делают поездку максимально безопасной. Рельсовый автобус РА1 имеет конструкционную скорость 100 км/ч, мощность 310 кВт.

Паровозы. Паровоз (рис. 13.17) — простой и надежный локомотив, работающий на недорогом топливе, для ремонта его не требуется сложное оборудование. Однако паровоз имеет низкий коэффициент полезного действия, ограничения по мощности котла не позволяют создать локомотивы, способные справиться с растущими грузопотоками. Применение же электрической и тепловозной тяги позволило в короткий срок значительно повысить пропускную и провозную способности линий.

Физическая основа названных достоинств и недостатков паровоза заключается в простом, но неэффективном способе превращения химической энергии топлива в механическую работу движущих колес.

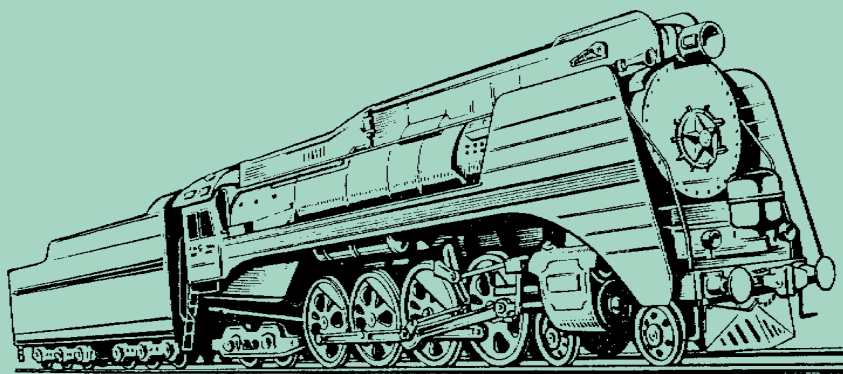


Рис. 13.17. Паровоз П36

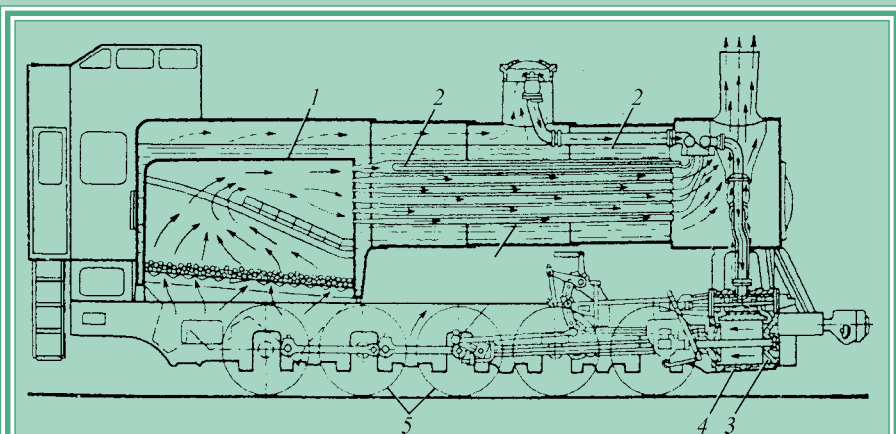


Рис. 13.18. Схема паровоза

Паровоз состоит из трех основных частей: парового котла, паровой машины и экипажа. Котел служит для превращения воды в пар высокого давления, способный совершать механическую работу.

В машине пар отдает имеющийся в нем запас энергии и заставляет вращаться колеса паровоза. Экипаж объединяет отдельные части паровоза и передает силу тяги от колесных пар паровоза поезду. Каждый паровоз везет на себе или на прицепляемом к нему тендере запас воды и топлива, необходимый для получения пара.

Котел — наиболее объемная часть паровоза (рис. 13.18). В части котла, примыкающей к кабине машиниста и называемой топкой 1, сжигается топливо, как правило, каменный уголь. Воздух, необходимый для горения, поступает в топку снизу (сплошные стрелки), а выходит из нее через трубы 2, проходящие через воду, заполняющую котел. Вода, нагреваясь, испаряется (штриховые стрелки). Пар сжимается и подается в цилиндр 4 паровой машины, где в результате расширения совершает механическую работу, передвигая поршень 3 и вращая соединенные с ним кривошипно-шатунным механизмом движущиеся колеса 5.

Наибольшая сила тяги паровоза определяется силой сцепления движущих колес с рельсами. Чем больше число движущих или сцепных колес и значительнее масса, приходящаяся на каждое из них, тем больше будет сила тяги. Сцепная масса наряду с размерами кот-

ла и машины — один из самых важных параметров для определения скорости и массы состава, который может везти паровоз.

Паровая машина может потреблять столько пара, сколько его вырабатывает котел, производительность которого вполне определена и характеризуется *форсировкой котла* — количеством пара в килограммах, которое дает котел в течение 1 ч с 1 м² поверхности нагрева.

При трогании с места наличие достаточной мощности позволяет паровозу развивать большую силу тяги, ограничиваемую только сцеплением с рельсами. При небольших скоростях движения паровоза цилиндры машины не могут полностью использовать весь пар, получаемый от котла, т. е. они ограничивают способность паровоза совершать определенную работу. С увеличением скорости возрастает расход пара и может наступить такой момент, когда котел паровоза будет не в состоянии обеспечить паром цилиндры. Необходимо использовать пар в цилиндрах более экономично. Для этого укорачивают ход поршня, на протяжении которого пар поступает в цилиндр, уменьшают так называемую отсечку. Но при этом снижается полезная сила тяги. Таким образом, для паровоза существует три вида ограничения силы тяги: по сцеплению, котлу и машине.

Мощность паровозов, которые серийно выпускали в СССР, достигала у грузовых 15000 кВт, у пассажирских — 2000 кВт, нагрузка от движущих осей на рельсы не превышала 210 кН, конструкционная скорость составляла у грузовых 85 км/ч, а у пассажирских — 125 км/ч.

Глава 14. Локомотивное хозяйство

14.1. Технические средства локомотивного хозяйства

В составе каждого отделения дороги могут быть одно или несколько основных и оборотных локомотивных депо в зависимости от протяженности его участков и объема работы.

Локомотивное депо — это основное производственное подразделение локомотивного хозяйства. Их сооружают на участках, сортировочных и пассажирских станциях, выбираемых на основе технико-экономического сравнения различных вариантов. Депо, имеющие приписной парк локомотивов для обслуживания грузовых или пассажирских поездов, локомотивные здания, мастерские и другие технические средства для производства текущего ремонта, технического обслуживания

и экипировки, называют *основными*. *Оборотным* называют депо, находящееся в конце тягового плеча, где оборачиваются локомотивы для обратного следования в основное депо. В оборотном депо размещают пункты технического обслуживания и экипировки локомотивов, экипировочные устройства и дома отдыха локомотивных бригад.

Наряду с ними в целях совершенствования организации ремонта и лучшего использования производственных мощностей на дорогах создают и ремонтные базы — депо, специализированные по видам ремонта и типам локомотива.

По виду тяги различают тепловозные, электровозные, моторвагонные, дизельные и смешанные депо. В крупных железнодорожных узлах предусматривают отдельные локомотивные депо для грузовых и пассажирских локомотивов.

Размещение и техническое оснащение локомотивных депо должны обеспечивать установленные размеры движения поездов, эффективное использование локомотивов, высокое качество их технического обслуживания и ремонта, высокую производительность труда. Наряду с оснащением локомотивных депо устройствами и оборудованием для ремонта и технического обслуживания локомотивов, большое внимание уделяется гигиеническим условиям и технике безопасности труда рабочих. При депо имеются санитарно-бытовые помещения с гардеробными, душевыми, столовыми, техническими кабинетами и комнатами для занятий, другие помещения. Цехи депо оборудованы отоплением, приточно-вытяжной вентиляцией, имеют рациональное естественное и искусственное освещение.

Руководит работой локомотивного депо начальник. Примерная организационная структура такого депо показана на рис. 14.1.

В комплекс сооружений и технических устройств локомотивного хозяйства входят следующие объекты: депо основные электровозные, тепловозные, паровозные и моторвагонные с цехами, мастерскими, служебными и бытовыми помещениями; пункты технического обслуживания, совмещенные с экипировкой локомотивов; устройства для наружной очистки, обмывки и продувки локомотивов на открытой площадке или в закрытом стойле с производственными и служебно-бытовыми помещениями; установки для реостатных испытаний тепловозов с электрической передачей на открытой площадке; устройства для экипировки локомотивов на открытой площадке или в закрытых стой-

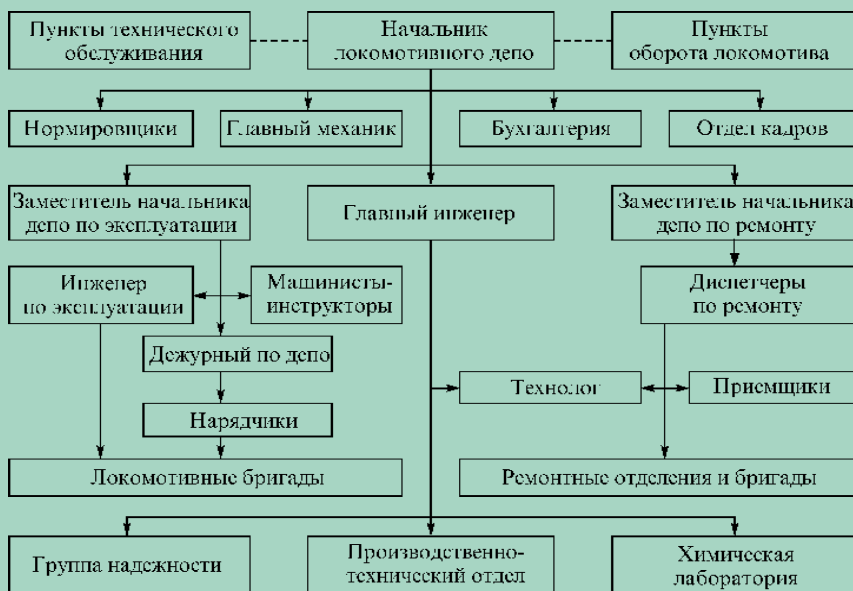


Рис. 14.1. Примерная организационная структура основного локомотивного депо

лах с производственными и служебно-бытовыми помещениями; устройства для экипировки локомотивов на приемо-отправочных путях станции с производственными и служебно-бытовыми помещениями; склады топлива и смазки; дома отдыха локомотивных бригад; пути для стоянки локомотивов, готовых к работе и запасных; пути ходовые, обгонные, экипировочные и служебные; устройства для поворота локомотивов. При реорганизации работы железнодорожного транспорта предусматривается разделение локомотивных депо на *эксплуатационные* и *ремонтные*.

По форме периметра здания депо бывают прямоугольные (рис. 14.2, а), ступенчатые (рис. 14.2, в) и всерные (рис. 14.2, б, г). В локомотивных депо предусмотрены специализированные стойла следующего назначения: для технического обслуживания (ТО-2 и ТО-3) и текущего ремонта (ТР-1, ТР-2, ТР-3), обточки колесных пар без выкатки, одиночной выкатки колесно-моторных блоков, реостатных испытаний тепловозов и окраски. В зависимости от объема работы в депо может быть

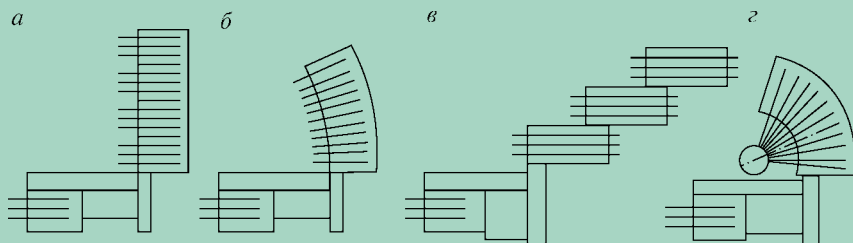


Рис. 14.2. Схемы зданий локомотивных депо прямоугольного (а), всерного без круга (б), ступенчатого (в) и всерного с кругом (г)

полная или только частичная номенклатура стоек. Число стоек определяют расчетом исходя из необходимости выполнения всех видов обслуживания локомотивов.

Современные депо насыщены подъемно-транспортным оборудованием: мостовыми кранами, кран-балками, электропогрузчиками, электрокарами; различными моечными и очистными машинами, позволяющими производить обмывание полного комплекта узлов и деталей локомотива, поступившего в текущий ремонт.

Надежная работа современных локомотивов с электрической передачей во многом зависит от состояния электрических машин и особенно тяговых двигателей и генераторов. Поэтому содержанию, ремонту и испытаниям электрических машин уделяют большое внимание. В электромашинных цехах депо, где выполняется текущий ремонт, предусмотрено специальное оборудование: станки для обработки коллекторов, балансировки роторов, бандажировки якорей, различные прессы, сушильные печи, оборудование для пропитки и стенды для испытания машин, оборудования и испытательные стенды для ремонта и испытания электроаппаратов электровозов, тепловозов, электропоездов и дизель-поездов.

Тепловозные депо, кроме того, оснащены стендами для испытаний топливной аппаратуры дизелей, секций холодильников, компрессоров и другого оборудования. Испытание и регулирование дизель-генераторов производят на жидкостных нагрузочных реостатах трех типов: для дизелей мощностью 736, 1470 и 2200 кВт. Нашли применение установки для испытания дизель-генераторов тепловозов с отдачей элект-

рической энергии в сеть. В локомотивных депо в аккумуляторных отделениях производят осмотры и ремонты аккумуляторов, тренировочные заряды-разряды и окончательный заряд. Предусмотрена возможность подзарядки батарей без снятия их с локомотивов.

Уделяется внимание оформлению как депо в целом, так и отдельных цехов, рабочих мест.

14.2. Обслуживание локомотивов и организация их работы

Законченным технологическим циклом работы поездного локомотива принято считать полный оборот — время в часах, затрачиваемое локомотивом на обслуживание одной пары поездов на участке железнодорожной линии установленной протяженности. Поэтому способы обслуживания поездов локомотивами классифицируются в зависимости от установленного порядка обращения — езды локомотива с поездами за период полного оборота.

Основным способом обслуживания поездов локомотивами на участках обращения является обслуживание локомотивов сменными (неприкрепленными) бригадами.

Участком обращения локомотивов называют железнодорожную линию в границах между оборотными пунктами, на протяжении которой имеется не менее одного промежуточного пункта смены локомотивных бригад. Оборотным пунктом называют станцию, на которой прибывшие локомотивы отправляются с поездами только во встречном направлении.

Ездой на участке обращения называют такой порядок обслуживания поездов локомотивами, при котором локомотивы следуют без отцепки от составов на протяжении всей длины участка обращения, а локомотивные бригады сменяются на промежуточных станциях — пунктах смены. Различают езду на коротких, удлинненных и разветвленных участках обращения.

Электровозы и тепловозы грузового и пассажирского движения обслуживаются, как правило, сменными бригадами. На протяжении всего участка обращения локомотива через 7—8 ч непрерывной работы в заранее установленных пунктах происходит смена бригад. При обслуживании локомотивов сменными бригадами возможно максимально использовать подвижной состав.

На моторвагонном подвижном составе и на маневровых локомотивах применяют, как правило, прикрепленную езду, т.е. к локомотиву прикрепляют постоянные локомотивные бригады.

Прикрепленная езда применяется с разрешения МПС на электровозах и тепловозах грузового и пассажирского движения, где она экономически целесообразна.

Способы обслуживания поездов локомотивами устанавливают, исходя из местных условий и наименьшей потребности в локомотивах на заданные размеры движения.

Участки, в пределах которых обращаются локомотивы, называют тяговыми плечами. Длину тяговых плеч устанавливают для локомотива каждого типа в зависимости от способа обслуживания их локомотивными бригадами и возможностей локомотива для следования с поездами без отцепки по техническим нуждам.

Исходя из условий эксплуатационной работы, размещения депо, пунктов смены локомотивных бригад, пунктов экипировки и наилучшего использования локомотивного парка применяют три способа обслуживания тяговых плеч локомотивами: *кольцевой, плечевой и петлевой*. *При кольцевом способе* (рис. 14.3, а) локомотивы, работая по кольцу, заходят в основное депо только для ремонта. *При петлевом способе* (рис. 14.3, б) локомотив, проведя поезд по двум тяговым плечам, возвращается на станцию, где находится основное депо, отцепляется от поезда и заходит на территорию депо. *При плечевом способе* обслуживания (рис. 14.3, в) локомотив по возвращении из оборотного депо каждый раз заходит на территорию основного депо.

Высокие эксплуатационные свойства электровозов и тепловозов, в том числе возможность совершать большие пробеги между экипировками и ремонтами, позволяют организовать эксплуатацию локомотивов на участках большой протяженности. Появились участки обращения и зоны обслуживания поездов локомотивами.

Участок обращения Б—В (рис. 14.3, г) обслуживается локомотивами одного или нескольких депо и состоит из нескольких участков работы бригад. Обязательным признаком участка обращения является наличие между станциями основного и оборотного депо хотя бы одного пункта смены бригад. *Зона обслуживания* (рис. 14.3, д) — это два или более направлений с примыкающими

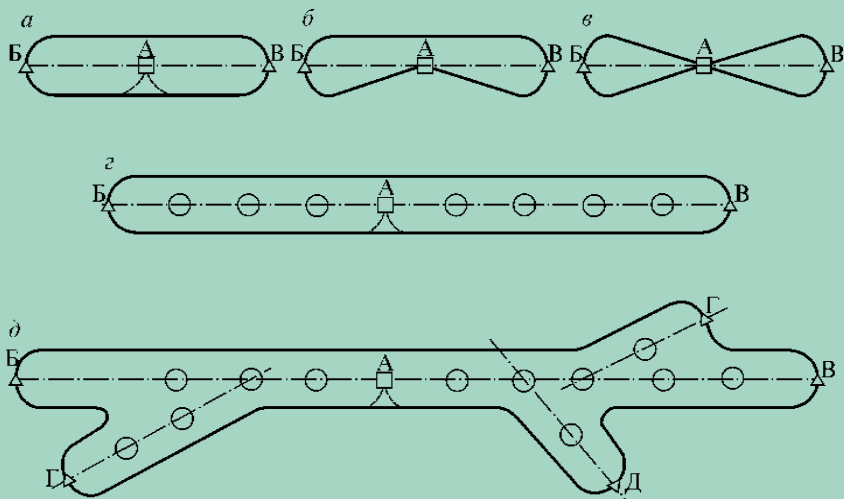


Рис. 14.3. Схемы обслуживания локомотивами тяговых плеч:
 А — основное депо; Б, В, Г, Д — оборотные депо

к ним железнодорожными ответвлениями, обслуживаемыми локомотивами одного или нескольких депо и включающими в себя несколько участков смены локомотивных бригад.

Участки и зоны обращения могут находиться в пределах нескольких отделений дороги, дороги в целом и нескольких дорог. При эксплуатации локомотивов на участках и зонах обращения значительно возрастает роль отделений дорог и служб движения управления в организации наиболее эффективного использования локомотивного парка.

14.3. Экипировка локомотивов

Экипировка локомотивов — это снабжение их песком, смазкой, обтирочным материалом, а тепловозов, кроме того, — топливом и водой.

Экипировочные устройства, как правило, располагают в пункте оборота, на территории основных локомотивных депо, приемо-отправочных путях участковых станций. Для грузовых и пассажирс-

ких локомотивов, работающих на участках обращения большой протяженности, где смена локомотивных бригад производится в нескольких линейных пунктах, экипировочные устройства размещают на тяговой территории основного депо и станциях оборота, а в необходимых случаях — на приемо-отправочных путях станций смены локомотивных бригад.

Техническое обслуживание ТО-2 локомотивов на станциях оборота, как правило, совмещают с экипировкой и производят в закрытых стойлах. В тех же случаях, когда для технического обслуживания могут быть использованы существующие здания депо, расположенные на значительном расстоянии от экипировочных устройств, допускается раздельное выполнение операций по техническому обслуживанию и экипировке.

Расположение экипировочных устройств должно удовлетворять наиболее быстрой подготовке локомотивов. При электрической тяге предусматривают помещения для сушки и хранения песка, устройства для его механизированной подачи на электровозы; устройства для слива, хранения, подогрева и выдачи смазки; для приготовления воды, используемой в аккумуляторных батареях; помещения для хранения и выдачи обтирочных материалов. Имеются смотровые канавы для осмотра ходовых частей локомотивов, площадки для выхода на крышу экипируемых электровозов, электрическая аппаратура, обеспечивающая ввод в депо и вывод из него электровозов под пониженным напряжением, а на открытых площадках — снятие напряжения с контактного провода, устройства по обмывке и продувке электровозов.

При тепловозной тяге не строят площадки для осмотра крышевого оборудования, но кроме перечисленных устройств, необходимых для экипировки электровозов, предусматривают склады топлива для слива, хранения, подогрева и подачи дизельного топлива на тепловоз.

При экипировке моторвагонного подвижного состава и дизель-поездов, кроме того, используют установки для внутренней уборки.

Для снабжения локомотивов, а также моторвагонного подвижного состава песком необходимо иметь установки для сушки и приготовления сухого песка, склад сухого песка, раздаточные бункера, оборудованные

приспособлениями для пневматической подачи сухого песка от пескосушильной установки на склад и со склада в раздаточные бункера. Склад сырого песка размещают на открытой площадке, вместимость его должна быть не менее 500 м³ (для районов с суровыми климатическими условиями строят закрытые склады топлива и сырого песка).

Механизированную очистку от пыли и грязи и обдув локомотивов и моторвагонного подвижного состава выполняют в открытых или закрытых стойлах, оборудованных машинами для обмывки и натирки специальной пастой кузовов, а также ходовых частей. Закрытые стойла сооружают при крупных депо, главным образом в депо, выполняющих текущий ремонт ТР-3.

Все экипировочные устройства и служебно-технические здания должны удовлетворять требованиям Правил техники безопасности и производственной санитарии.

Территории, на которых размещены экипировочные устройства, резервный парк и склады топлива, необходимо содержать в состоянии, обеспечивающем условия их нормальной эксплуатации. Дороги и проходы должны отвечать технологическим требованиям и противопожарным нормам.

Механическое и электрическое оборудование, работающие под давлением агрегаты, котельные и компрессорные установки содержат в полном соответствии с установленными для них действующими техническими правилами.

Участок контактного провода над экипировочной позицией, где персонал выходит на крышу электровоза, должен быть отделен от остальной контактной сети, т.е. секционирован, и оборудован необходимой блокировкой и двухцветовой сигнализацией о снятии и подаче напряжения.

14.4. Система технического обслуживания и ремонта ЛОКОМОТИВОВ

Основой стратегии управления техническим состоянием локомотивного парка на сети дорог является планово-предупредительная система технического обслуживания и ремонта. Система эксплуатации, технического обслуживания, текущего и капитального ремонтов тягового подвижного состава (СТОР) введена на дорогах

для обеспечения устойчивой и бесперебойной работы ТПС, предотвращения повреждений узлов и агрегатов локомотивов МВПС, выполнения графика движения поездов, соблюдения безопасности движения, эффективного использования локомотивов и снижения эксплуатационных расходов.

Техническое обслуживание предназначено для снижения интенсивности изнашивания деталей и узлов, своевременного выявления неисправностей и предупреждения отказов путем диагностики без разборки, а также для поддержания локомотивов в работоспособном состоянии в соответствии с требованиями ПТЭ в течение межремонтных плановых пробегов. Техническое обслуживание является профилактическим плановым мероприятием, регламентированным правилами и нормативами МПС России.

Техническое обслуживание производится в процессе эксплуатации локомотивов бригадами слесарей пунктов технического обслуживания (ПТО) и локомотивными бригадами.

Техническое обслуживание ТО-1, ТО-2, ТО-3 служит для предупреждения появления неисправностей тягового подвижного состава в эксплуатации, поддержания его в работоспособном и надлежащем санитарно-гигиеническом состоянии, обеспечения пожарной безопасности и безаварийной работы, а также заданного уровня комфорта пассажиров пассажирских перевозок, осуществляемых электропоездами, дизель-поездами и автомотрисами.

Техническое обслуживание ТО-4 выполняется для обточки бандажей колесных пар (без выкатки их из-под локомотива и моторвагонного подвижного состава) с целью поддержания оптимальной величины проката, толщины и крутизны гребней. Разрешается совмещать обточку бандажей с производством ТО-3 и текущих ремонтов ТР-1, ТР-2.

Техническое обслуживание ТО-5 выполняется для подготовки ТПС в запас МПС или резерв управления железной дороги (с консервацией для длительного хранения), к эксплуатации после изъятия из запаса МПС или резерва управления дороги или прибывшего в недействующем состоянии после постройки, ремонта или дислокации, к отправлению на капитальный или текущий ремонт. ТО-5 учитывается по нормативам трудоемкости и продолжительности, утвержденным железной дорогой, дифференцированным по видам назначения и типам тягового подвижного состава.

Текущий ремонт всех видов производится в локомотивных депо: ТР-1 (малый периодический) — в основном депо приписки локомотива; ТР-2 (большой периодический) и ТР-3 (подъемочный ремонт) — в депо приписки, если имеются соответствующие ремонтные цеха, либо в ремонтных депо, если в депо приписки таких цехов нет. Текущий ремонт ТР-1, ТР-2 и ТР-3 выполняется для поддержания работоспособности ТПС, восстановления основных эксплуатационных характеристик и обеспечения их стабильности в межремонтный период между выполнением ревизий, ремонта, регулировки, испытаний и замены групп деталей, узлов и агрегатов.

Капитальный ремонт КР-1 выполняется для восстановления эксплуатационных характеристик, частичного восстановления ресурса заменой и ремонтом изношенных, неисправных агрегатов ТПС.

Капитальный ремонт КР-2 выполняется для восстановления исправности ТПС, его эксплуатационных характеристик, ремонта агрегатов, узлов и деталей, полной замены проводов, кабелей и оборудования с выработанным ресурсом на новые.

Капитальный ремонт КРП выполняется (по технической документации МПС или перечню, согласованному с заводом) для восстановления исправности ТПС, его эксплуатационных характеристик и продления срока службы за счет ремонта агрегатов, узлов и деталей, полной замены проводов, кабелей и оборудования с выработанным ресурсом на новые.

Объем работ при техническом обслуживании, текущем и капитальном ремонте регламентируется Правилами, Инструкциями и другой нормативно-технической документацией, утвержденной МПС России, ЦТ МПС, управлением дороги и службой локомотивного хозяйства.

Техническое обслуживание и ремонт автоматической локомотивной сигнализации (АЛСН) и устройств контроля бдительности машиниста осуществляется в соответствии с требованиями инструкций ЦШ-ЦТ/302, ЦШ-ЦТООЗ и Указания МПС России от 06 июля 1995 г. № Н-549у.

Техническое обслуживание ТО-1 выполняется силами локомотивных бригад в соответствии с перечнем работ, разработанным депо приписки ТПС. При ТО-1 проводится экипировка и уборка локомотивов и моторвагонного подвижного состава.

ТО-2 производится в пунктах технического обслуживания, укомплектованных штатом слесарей, оснащенных необходимым оборудованием, приспособлениями и инструментом, обеспеченных технологическим запасом деталей и материалов. ТО-2 маневровых, вывозных, передаточных и хозяйственных локомотивов выполняется ремонтными бригадами или слесарями с участием локомотивных бригад. ТО-2 маневровых, вывозных, передаточных и хозяйственных локомотивов на станциях, удаленных от депо и ПТОЛ, производится силами локомотивных бригад или с привлечением ремонтного персонала. Осмотр механического оборудования на смотровой канаве должен производиться не реже одного раза в декаду.

ТО-2 электропоездов выполняется ремонтными бригадами, локомотивными бригадами с участием слесарей или силами локомотивных бригад.

ТО-3, ТО-4 и ТО-5, ТР-1, ТР-2 и ТР-3 выполняется в депо приписки комплексными и специализированными бригадами. При необходимости допускается их выполнение в других депо дороги.

Капитальные ремонты КР-1, КР-2, КРП производят на ремонтных заводах, а при необходимости допускается их выполнение на собственных дорожных базах.

Перечни работ по ТО и ТР утверждаются начальником службы локомотивного хозяйства дороги. Ремонт по устранению последствий отказов тягового подвижного состава в межремонтный период (неплановый ремонт) выполняется специально выделенными для этой цели бригадами слесарей.

При ремонте локомотивов и моторвагонного подвижного состава неисправные, изношенные детали, узлы и оборудование заменяют. В депо и на заводах широко применяют крупноагрегатный метод ремонта. С этой целью установлен необходимый технологический запас оборудования и узлов.

Средние нормы пробега между ремонтами и осмотрами локомотивов устанавливаются приказом Министра путей сообщения. По мере совершенствования методов ремонта, повышения надежности работы локомотивов межремонтные пробеги могут быть увеличены.

Раздел III. ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Глава 15. Общие сведения об электроснабжении электрифицированных железных дорог

15.1. Электрифицированные дороги России

Электрификация железных дорог России (СССР) ведет отсчет с 1926 г., с открытия движения пригородных электропоездов на участке Баку—Сабунчи—Сураханы протяженностью 19 км. В России первый электрифицированный участок Москва—Мытищи протяженностью 17,7 км введен в эксплуатацию в 1929 г. Первоначально на электрическую тягу поездов преимущественно переводились пригородные участки с интенсивным движением и горные линии, где паровозная тяга лимитировала провозную способность. В 1933 г. на электротягу был переведен первый магистральный участок Кизел—Чусовская Свердловской дороги (112,5 км).

Интенсивная электрификация стальных магистралей страны началась в 1956 г., когда был принят Генеральный план электрификации железных дорог, рассчитанный на 15 лет. В этот период в отдельные годы было электрифицировано более 2 тыс. км. В настоящее время удельный вес перевозок на электрической тяге в России составляет 74,9 % при протяженности электрифицированных магистралей 45,6 % общей сети железных дорог. Сегодня сеть железных дорог России близка к оптимальным показателям электрификации, которые специалисты оценивают как 50 % по протяженности и 80—82 % по объему перевозок.

С развитием науки и техники совершенствовалась и система электроснабжения. Если в период 1926—1959 гг. электрификация железнодорожных магистралей страны осуществлялась только на постоянном токе, то начиная с 1959 г. началось широкое внедрение системы переменного тока. В результате на 1 января 1998 г. в России протяженность железных дорог, электрифицированных на переменном токе, была на 5,2 % больше, чем на постоянном токе. Общая протяженность электрифицированных железнодорожных линий на постоянном и переменном токе составляет более 40 тыс. км.

Применение более экономичной по капитальным вложениям системы переменного тока при электрификации новых участков, примыкающих к эксплуатируемым линиям постоянного тока, станет возможным при освоении производства электровозов двойного питания.

Общие сведения об электроснабжении. Железнодорожный транспорт потребляет более 7 % энергии, вырабатываемой электростанциями Российской Федерации. В основном ее расходуют на тягу поездов и частично на питание нетяговых потребителей (депо, станций, мастерских, а также районных потребителей).

Устройства электроснабжения железных дорог должны обеспечивать бесперебойное движение поездов (при требуемых размерах движения); надежное электропитание различных устройств железнодорожного транспорта; электроснабжение всех потребителей железнодорожного транспорта.

Подвижной состав электрифицированных железных дорог и система электроснабжения составляют единую электрическую цепь. В систему электроснабжения электрифицированных дорог (рис. 15.1) входят устройства, составляющие ее внешнюю и тяговую части.

Первая представляет собой мощную энергетическую систему с крупными электрическими станциями, районными трансформаторными подстанциями, сетями и линиями электропередачи. Электроэнергия, вырабатываемая на электростанциях, передается по линиям электропередачи к трансформаторным подстанциям энергосистемы трехфазного тока, от которых получают питание потребители промышленности, сельского хозяйства, железных дорог и др.

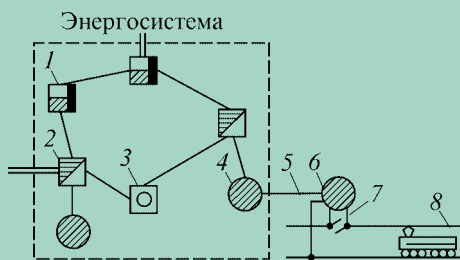


Рис. 15.1. Принципиальная схема электроснабжения электрифицированной железной дороги:

1 — тепловая электростанция; 2 — гидроэлектростанция; 3 — атомная электростанция; 4 — районная трансформаторная подстанция; 5 — районная линия высокого напряжения; 6 — питающая подстанция; 7 — тяговая подстанция; 8 — контактная сеть; 9 — линия, связывающая энергосистему

Система тягового электроснабжения состоит из тяговых подстанций и электротяговой сети, устройство которых определяется применяемой системой электрической тяги. Тяговое электроснабжение должно обеспечивать бесперебойное питание электроподвижного состава. Чтобы в случае прекращения подачи электроэнергии не останавливались электровозы и электропоезда на перегоне, не нарушался график движения, предусматривается резервирование отдельных элементов системы. Качество подаваемой системой электроснабжения электрической энергии оценивают уровнем напряжения, а на участках переменного тока, кроме того, — синусоидальностью напряжения, тока и частотой. Низкое качество энергии приводит к нарушению нормальной работы ЭПС: снижаются скорость движения и масса поезда, возникают боксование, броски тока, перегрев и пробой изоляции электрических машин и др.

Крупные электрические станции — тепловые, гидравлические и атомные — вырабатывают электрическую энергию трехфазного переменного тока напряжением 6—21 кВ. Этот род тока удобен в отношении производства и распределения электрической энергии и питания асинхронных двигателей, получивших наибольшее распространение в промышленности. Для передачи электрической энергии в энергосистеме напряжение на подстанциях повышают до 35—750 кВ в зависимости от длины линии электропередачи.

Вблизи мест потребления электроэнергии напряжение на трансформаторных подстанциях понижают до 110—220 кВ и ток подают в районные сети высокого напряжения. К этим сетям наряду с другими потребителями подключены также тяговые подстанции электрифицированных железных дорог и трансформаторные подстанции дорог с тепловозной тягой. Чтобы обеспечить надежное питание электрической тяги и районных потребителей, как правило, стремятся иметь двустороннее питание тяговых потребителей от двух независимых источников — электростанций или районных подстанций.

В отдельных случаях тяговые подстанции питают от одного источника по двум параллельным линиям электропередачи или по одной двухцепной линии. Участки контактной сети присоединяют к соседним тяговым подстанциям так, что бы они тоже получали двустороннее питание. При этом подстанции и контактная сеть загружены равномернее и меньше, что способствует снижению потерь электроэнергии в контактной сети и мощности тяговых подстанций.

Конструкции контактной подвески и токоприемников с учетом взаимодействия ЭПС и пути должны обеспечивать надежную работу электрифицированных участков в любых климатических условиях.

15.2. Системы тока и напряжения контактной сети

Железные дороги могут быть электрифицированы по системе постоянного или переменного тока. Однако в обоих случаях на электроподвижном составе используются тяговые двигатели постоянного тока. Система тяги на трехфазном переменном токе не получила распространения из-за того, что очень сложно изолировать близкорасположенные провода двух фаз контактной сети (третья фаза — рельсы). Это приводит к ограничению напряжения в сети и скоростей движения из-за особенностей конструкции контактной подвески. Как правило, применяют систему питания электроподвижного состава однофазным переменным током, который непосредственно на локомотивах преобразуют в постоянный ток. Применение однофазных тяговых двигателей на локомотивах переменного тока возможно только при снижении частоты напряжения в 2-3 раза по сравнению с промышленной частотой 50 Гц.

В России протяженность электрифицированных железных дорог по обеим системам тока превышает 40 тыс. км. Установлен номинальный уровень напряжения на токоприемниках ЭПС: 3 кВ при постоянном и 25 кВ при переменном токе.

Основными параметрами системы электроснабжения электрифицированных железных дорог являются мощности тяговых подстанций, расстояние между ними и площадь сечения контактной подвески. Нагрузочная способность важнейших элементов электроснабжения (трансформаторов, выпрямителей, контактной сети) зависит от допустимой температуры их нагрева, определяемой значением и длительностью протекающего тока.

Система постоянного тока получила распространение во многих странах мира. Основным достоинством ее является использование на ЭПС тяговых двигателей постоянного тока с последовательным возбуждением, свойства которых в большой мере отвечают требованиям тяги.

Тяговые подстанции на электрифицированных дорогах постоянного тока выполняют две основные функции: понижают на-

пряжение подводимого трехфазного тока и преобразуют его в постоянный ток. Для этой цели используют трансформаторы, выпрямители и другое оборудование. Широко применяют полупроводниковые выпрямители, которые обладают высокой надежностью, простотой устройства, обслуживания и управления, компактностью. Все оборудование переменного тока размещают на открытых площадках тяговых подстанций, а выпрямители и вспомогательные агрегаты — в закрытых помещениях. От тяговых подстанций электроэнергию по питающим линиям подают в контактную сеть. Относительно низкое напряжение (3 кВ) является основным недостатком системы постоянного тока, которое лимитируется максимальным допустимым напряжением, подаваемым непосредственно из сети на тяговые двигатели без промежуточного преобразования его на локомотиве. Кроме того, при этой системе возникают значительные блуждающие токи, под действием которых происходит электрокоррозия подземных металлических сооружений. Для снижения ее требуются специальные защитные устройства. Для поддержания нужного уровня напряжения на токоприемниках локомотивов тяговые подстанции размещают близко друг от друга (10—20 км), а для передачи больших токов приходится увеличивать площадь сечения проводов контактной подвески.

При росте грузооборота строят дополнительные тяговые подстанции, увеличивают площадь сечения контактной сети (подвешивают усиливающие провода и др.), чтобы повышение числа и массы поездов не вызывало резкого падения напряжения и, следовательно, скоростей движения поездов. Радикальным способом устранения недостатков электроснабжения постоянного тока является создание системы регулирования напряжения в контактной сети.

Система однофазного тока промышленной частоты 50 Гц (напряжением 25 кВ) значительно проще и экономичней. Более высокое напряжение в контактной сети и соответственно меньшие токи в ней позволяют в 2,5-3 раза уменьшить площадь сечения проводов контактной сети на один путь, увеличить расстояние между тяговыми подстанциями. Установленные на ЭПС тяговые трансформаторы позволяют снизить напряжение на тяговых электродвигателях (по сравнению с системой постоянного тока), в результате чего можно уменьшить толщину изоляции обмотки двигателей и увеличить их мощность на 25—30 % (при тех же габарит-

ных размерах) и включить тяговые двигатели параллельно. Такое соединение улучшает тяговые свойства электровоза и снижает склонность колесных пар к боксованию. Тяговые подстанции в этой системе превращаются в обычные трансформаторные, вследствие чего упрощается автоматизация управления ими.

Однако питание однофазным током промышленной частоты от системы внешнего электроснабжения трехфазного тока приводит к неравномерной нагрузке (несимметрии) ее фаз. Это ведет к недоиспользованию мощности генераторов электростанций, ограниченной высоким нагревом более нагруженных фаз. Ухудшается качество энергии, отпускаемой потребителям, что снижает допустимые нагрузки различных асинхронных двигателей.

К тому же возникают мешающее электромагнитное влияние на линии связи и другие, идущие вдоль полотна железной дороги металлические коммуникации: в них наводятся значительные ЭДС, опасные для изоляции устройств и обслуживающего персонала. Помехи, создаваемые в линиях связи, мешают нормальной работе, что вызывает необходимость каблировать линии связи.

Система переменного тока 2×25 кВ позволяет повысить напряжение в контактной сети, т. е. снимает ограничения пропускной способности по устройствам электроснабжения грузонапряженных линий. При этом не изменяется конструкция электровозов, так как между рельсами и контактным проводом сохраняется напряжение 25 кВ. Контактный провод подключен через линейный автотрансформатор к питающему проводу, расположенному на опорах контактной сети, напряжение в котором по отношению к контактному составляет 50 кВ.

На участке, электрифицированном по системе 2×25 кВ, линейные автотрансформаторы установлены на межподстанционной зоне через 8—15 км. Число их определяется расстоянием между тяговыми подстанциями, заданными тяговыми нагрузками и номинальной мощностью автотрансформаторов. Сторона низкого напряжения каждого автотрансформатора присоединена к контактной подвеске и рельсам, а вывод обмотки высшего напряжения — к питающему проводу. Коэффициент трансформации автотрансформаторов системы 2×25 кВ можно принять равным 2.

Система 2×25 кВ имеет ряд преимуществ по сравнению с системой 25 кВ. Сопротивление тяговой сети снижается примерно в 2 раза, потери напряжения, электроэнергии в тяговой сети — в 2-2,5 раза, уменьшается индуктивное влияние на линии связи. Регулирование коэффициентов трансформации линейных автотрансформаторов позволяет поддерживать заданный уровень напряжения в контактной сети. Это дает возможность устойчиво реализовать на электровозах необходимую мощность и поднять скорость движения поездов. В свою очередь уменьшение потерь напряжения в тяговой сети способствует удлинению межподстанционных зон, а значит, снижению капитальных затрат на электрификацию железных дорог.

Схемы электроснабжения электрифицированных железных дорог. Электрифицированные дороги относятся к самым ответственным потребителям электроэнергии (первой категории); поэтому они, как правило, должны иметь питание не менее чем от двух независимых источников. Если невозможно выполнить это требование, допускается осуществлять питание по двум одноцепным линиям передачи на разных опорах от одного источника питания, что также повышает надежность системы тягового электроснабжения. Схемы питания тяговых подстанций выбирают с таким расчетом, чтобы при выходе из строя одной из электростанций (трансформаторной подстанции) или линии электропередачи на участке длиной 150—200 км прерывалась подача электроэнергии не более чем на одну тяговую подстанцию. Тяговые подстанции подразделяются на подстанции постоянного и переменного тока.

Подстанции постоянного тока размещают на расстоянии 15—20 км одна от другой, а переменного — на расстоянии 40—50 км, располагая их обычно в районе железнодорожной станции. На тяговых подстанциях постоянного тока устанавливают понижающие трансформаторы, полупроводниковые выпрямители для преобразования переменного тока в постоянный, а также аппаратуру и устройства, необходимые для включения и выключения различных цепей и защиты оборудования от токов короткого замыкания, перегрузок и перенапряжений. Напряжение, поступающее от первичной системы электроснабжения, например 110 кВ, понижающие силовые трансформаторы снижают до 10—11 кВ. Затем через распределительное устройство переменного тока это напряжение подается к тяговым трансформаторам, понижается ими до 3,3 кВ и по-

стует на преобразователь. От преобразователей в контактную сеть идет постоянный ток при напряжении 3,3 кВ.

На подстанциях переменного тока для питания тяговых и нетяговых потребителей используют трехфазные двух- и трехобмоточные (или однофазные) понижающие трансформаторы.

По конструктивному исполнению подстанции бывают *стационарные* и *передвижные*. Последние применяют для замены отдельных преобразователей, выводимых в длительный ремонт, или целиком стационарной подстанции в случае выхода ее из строя.

По способу управления подстанции делят на: *автотелеуправляемые*, когда контроль и регулирование их работы осуществляются специальной аппаратурой телеуправления с диспетчерского пункта; *автоматические*, когда на подстанции нет дежурного персонала, но управляет ею оператор дистанционно с пункта, расположенного вблизи подстанции; *полуавтоматические*, когда имеется частичная режимная автоматика, а на подстанции находится дежурный персонал, выполняющий операции по переключению оборудования вручную или дистанционно с пульта управления.

В настоящий период времени на сети дорог применяется автоматизированная система управления тягового электроснабжения с применением ЭВМ (АСУЭ).

Напряжение контактной сети. Согласно ПТЭ уровень напряжения на токоприемнике электроподвижного состава должен быть не менее 21 кВ при переменном токе, 2,7 кВ при постоянном токе и не более 29 кВ при переменном токе и 4 кВ при постоянном токе. На отдельных участках с разрешения МПС России допускается уровень напряжения не менее 19 кВ при переменном токе и 2,4 кВ при постоянном токе.

Номинальное напряжение переменного тока на устройствах СЦБ должно быть 110, 220 или 380 В. Отклонения от указанных величин номинального напряжения допускаются в сторону уменьшения не более 10 %, а в сторону увеличения — не более 5 %.

15.3. Тяговая сеть

Тяговая сеть состоит из контактной и рельсовой сетей, питающих и отсасывающих линий.

Контактная сеть. На магистральных железных дорогах электроэнергию к токоприемникам электровозов и электропоездов подводят по воздушной контактной сети. Контактная сеть представляет собой совокупность проводов, конструкций и оборудования, обеспечивающих передачу электрической энергии от тяговых подстанций к токоприемникам электроподвижного состава. К основным элементам контактной сети относятся несущие, контактные и усиливающие провода, детали крепления этих проводов и изоляторы, поддерживающие устройства и опоры. Контактная сеть устроена таким образом, что обеспечивает бесперебойный токосъем локомотивами при наибольших скоростях движения в любых атмосферных условиях. Она должна быть долговечной и простой в конструктивном исполнении. В связи с тем, что контактная сеть не имеет резерва, к ее устройствам предъявляют высокие требования по надежности. Надежность контактной сети обеспечивается высокой механической прочностью ее конструктивных элементов, износостойкостью контактного провода, разделением (секционированием) на отдельные несвязанные участки на перегонах и станциях (группы путей и т.д.).

Наиболее распространены медные фасонные (МФ) контактные провода из твердотянутой электролитической меди сечением 85, 100 и 150 мм². Их заменяют через 6-7 лет и более. Износ контактных проводов снижает сухая графитовая смазка полозов токоприемников, применение угольных полозов и износостойких медно-кадмиевых и медно-магниевого контактных проводов.

Несущие тросы биметаллические имеют сечение до 95 мм², медные — до 120 мм². С помощью изоляторов их подвешивают к консолям, укрепленным на опорах, или к жестким и гибким поперечинам, перекрывающим железнодорожные пути. Струны из сталемедной проволоки выполнены так, что они не мешают подъему контактного провода токоприемниками. Фиксаторы делают легкими и подвижными, чтобы при прохождении токоприемника не возникали удары. Опоры применяют металлические (до 15 м и более) и железобетонные (до 15,6 м).

Расстояние от оси крайнего пути до внутреннего края опор контактной сети на перегонах и станциях должно быть не менее 3100 мм. Опоры в выемках должны устанавливаться вне пределов кюветов.

В особо сильно снегозаносимых выемках (кроме скальных) и на выходах из них (на длине 100 м) расстояние от оси крайнего

пути до внутреннего края опор контактной сети должно быть не менее 5700 мм. Перечень таких мест определяется начальником железной дороги.

На существующих линиях до их реконструкции, а также в особо трудных условиях на вновь электрифицируемых линиях расстояние от оси пути до внутреннего края опор допускается не менее 2450 мм — на станциях, 2750 мм — на перегонах.

Все указанные размеры установлены для прямых участков пути. На кривых участках эти расстояния должны увеличиваться в соответствии с габаритным уширением, установленным для опор контактной сети.

Контактную сеть выполняют в виде воздушных подвесок. При движении локомотива токоприемник не должен отрываться от контактного провода, иначе нарушается токосъем и возможен пережог провода. Надежная работа контактной сети в значительной мере зависит от стрел провеса провода и нажатия токоприемника на провод.

На железных дорогах поезда движутся с большими скоростями, поэтому провесы контактного провода должны быть минимальными.

Виды контактных подвесок. На железных дорогах применяют в основном цепные контактные подвески: одинарные, двойные и одинарные с рессорными тросами (рис. 15.2).

По способу натяжения проводов различают *некомпенсированные*, *полукомпенсированные* и *компенсированные* цепные подвески. В цепных подвесках (рис. 15.3) контактный провод в пролетах между опорами подвешен не свободно, как в простых (трамвайных) контактных подвесках, а на часто расположен-

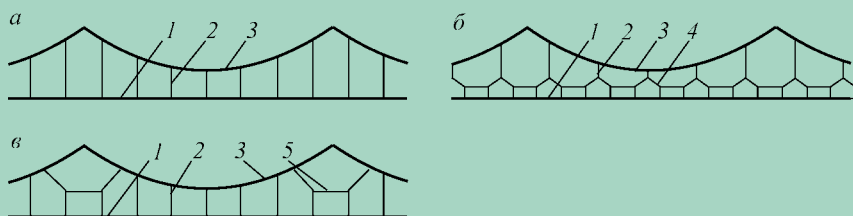


Рис. 15.2. Цепные контактные подвески — одинарная (а), двойная (б) и одинарная с рессорными тросами (в):

1 — контактный провод; 2 — струна; 3 — несущий трос; 4 — вспомогательный провод; 5 — рессорный трос

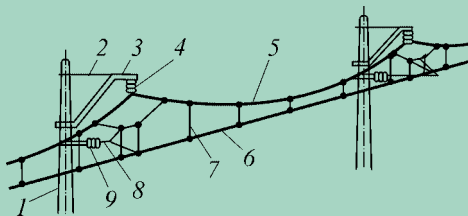


Рис. 15.3. Цепная подвеска:
 1 — опора; 2 — тяга; 3 — консоль; 4 — изолятор; 5 — несущий трос; 6 — контактный провод; 7 — струны; 8 — фиксатор; 9 — изолятор

ных струнах, прикрепленных к несущему тросу. Благодаря этому требуется меньше опор, чем в простых подвесках, расстояние между ними достигает 70—75 м. Для возможности регулирования натяжения проводов контактную сеть делят на механически независимые друг от друга участки. На концах этих участков, называемых анкерными, провода закрепляют (анкеруют) на опорных устройствах. Для уменьшения стрел провеса при сезонном изменении температуры оба конца контактного провода (иногда и несущего троса) оттягивают к анкерным опорам и через систему блоков и изоляторов к ним подвешивают грузовые компенсаторы (рис. 15.4). Наибольшая длина участков между анкерными опорами устанавливается с учетом допустимого натяжения изношенного контактного провода и на прямых участках пути достигает 800 м и более.

В *некомпенсированной цепной подвеске* провода жестко закрепляют на анкерных опорах. Натяжение в них и стрела их провеса меняются в зависимости от температуры, ветровой нагрузки и гололеда.

В *полукомпенсированной цепной подвеске* с помощью грузовых компенсаторов автоматически поддерживается натяжение контактного провода при изменении метеорологических условий, а несущий трос жестко закреплен на опорах. При такой подвеске расстояние между опорами обычно равно 60—70 м. Применение рессорного троса в полукомпенсированной подвеске позволяет обеспечить надежный токосъем при скоростях движения до 120 км/ч.

При *компенсированной подвеске* в контактном проводе и несущем тросе автоматически поддерживается практически постоянное натяжение. Компенсированная подвеска обеспечивает нормальный токосъем при скоростях движения до 160 км/ч и выше.

В целях более равномерного износа пластин токоприемника контактный провод на прямых участках располагают зигзагообразно, сменяя его на 300 мм у каждой опоры в ту или другую сторону от оси

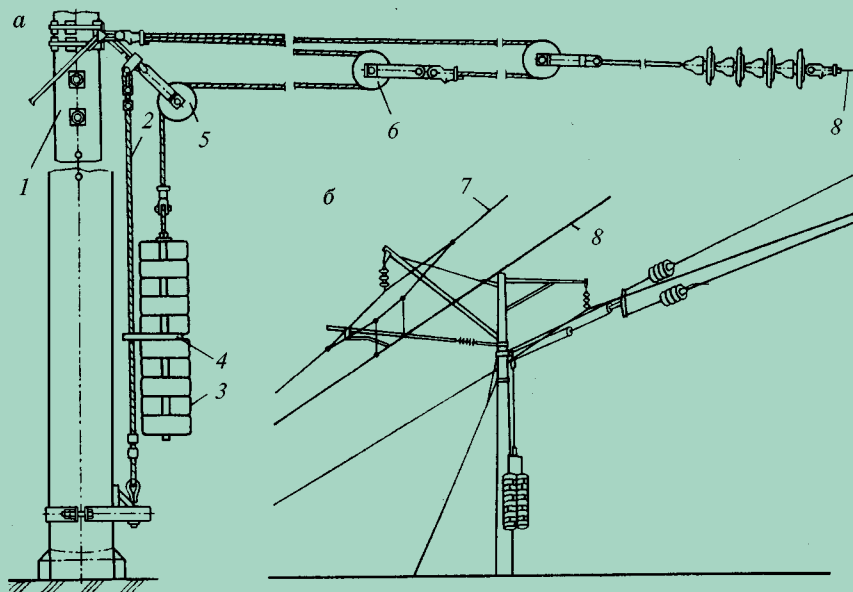


Рис. 15.4. Схема анкеровки контактного провода (а) и общий вид анкеровки компенсированной цепной подвески (б):
 1 — опора; 2 — натяжной трос; 3 — грузы компенсатора; 4 — ограничитель; 5 — неподвижный блок; 6 — подвижной блок; 7 — несущий трос; 8 — контактный провод

пути. В кривых участках пути зигзаг не должен превышать 400 мм. Чем больше радиус кривой, тем меньше зигзаг контактного провода.

Высота подвески контактного провода над уровнем верха головки рельса должна быть на перегонах и станциях не ниже 5750 мм, а на переездах не ниже 6000 мм. В исключительных случаях на существующих линиях это расстояние в пределах искусственных сооружений, расположенных на путях станций, на которых не предусматривается стоянка подвижного состава, а также на перегонах с разрешения МПС России может быть уменьшено до 5675 мм при электрификации линии на переменном токе и до 5550 мм — на постоянном токе. Высота подвески контактного провода не должна превышать 6800 мм.

Устройства секционирования контактной сети. В местах при-
 мыкания перегонов к станции и в отдельных случаях на перего-

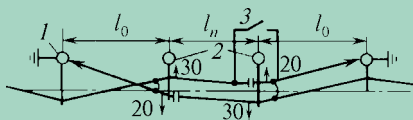


Рис. 15.5. Схема изолирующего сопряжения анкерных участков в трех пролетах на прямом участке пути (ось пути показана штрихпунктирной линией)

этом пролете создается воздушный промежуток между контактными подвесками соседних анкерных участков.

При такой конструкции изолирующего сопряжения токоприемник в переходном пролете на воздушном промежутке вначале в пролете l_0 идет по одному рабочему контактному проводу, затем в пролете l_{II} — по двум, соединяя электрически на это время соседние анкерные участки контактной сети, и далее переходит на другой рабочий провод (в пролете l_0). На одной из переходных опор сопряжения с воздушным промежутком устанавливают продольный секционный разъединитель 3 (с ручным или моторным приводом) для соединения или разъединения секций контактной сети. Так, станционную контактную сеть соединяют с контактной сетью перегона, когда возникает необходимость подать в нее питание при повреждении станционной питающей линии (фидера), или отключают контактную сеть станции, если повреждена контактная сеть на перегоне и необходимо снять напряжение на участке, не прекращая движения по станционным путям.

При питании отдельных участков от разных фаз переменного тока применяют *сопряжение анкерных участков с нейтральной вставкой* (рис. 15.6). Конструктивно оно состоит из двух воздушных промежутков, расположенных последовательно. Нейтральную вставку 1 проектируют так, чтобы при любых сочетаниях поднятых токоприемников электровозов и электропоездов исключалась возможность одновременного замыкания обоих воздушных промежутков, т.е. соединения различных секций контактной сети.

Для разделения контактной сети станций на электрически независимые участки применяют секционные изоляторы. Электрическое со-

нах применяют изолирующие сопряжения анкерных участков (рис. 15.5), которые обеспечивают так называемое продольное секционирование контактной сети. Между анкерными опорами 1 устанавливают две переходные опоры 2, образующие переходный пролет. В

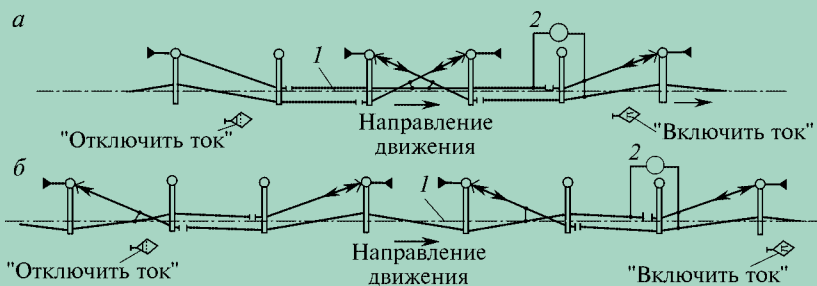


Рис. 15.6. Схемы сопряжения анкеровых участков с нейтральной вставкой при электрической (а) и моторвагонной (б) тяге для одного пути двухпутного участка линии переменного тока

единение или разъединение отдельных секций контактной подвески, а также фидеров тяговых подстанций с участками контактной сети осуществляют продольными секционными разъединителями 2.

Стыкование участков переменного и постоянного тока. Стыкование таких участков осуществляют на наших железных дорогах одним из двух способов. **Первый способ** — это секционирование контактной сети станции стыкования с переключением отдельных секций на питание от фидеров постоянного или переменного тока, **второй** — применение электроподвижного состава двойного питания, т.е. на электровозе происходит переключение с постоянного тока на переменный и наоборот.

Контактная сеть станций стыкования имеет группы изолированных секций: **постоянного тока, переменного тока и переключаемые**. В переключаемые секции подается электроэнергия через так называемые пункты группировки. Контактную сеть с одного рода тока на другой переключают специальными переключателями с моторными приводами, устанавливаемыми на пунктах группировки. К каждому пункту подведены две питающие линии переменного тока и две — постоянного от тяговой подстанции постоянно-переменного тока. Фидеры соответствующего рода тока этой подстанции подключают также к контактной сети горловин станции стыкования и прилегающих перегонов.

Для исключения возможности подачи на отдельные секции контактной сети тока, не соответствующего находящемуся там подвиж-

ному составу, а также выезда ЭПС на секции контактной сети с другой системой тока переключатели блокируют друг с другом и с устройствами централизованного управления стрелками и сигналами станции стыкования. Управление переключателями включают в единую систему маршрутно-релейной централизации управления стрелками и сигналами станции. Дежурный по посту, собирая какой-либо маршрут, одновременно с установкой стрелок и сигналов в требуемое положение производит соответствующие переключения в контактной сети.

Маршрутная централизация на станциях стыкования имеет систему счета заезда и выезда электроподвижного состава на участки пути переключаемых секций контактной сети, что предотвращает попадание его под напряжение другого рода тока. Для защиты оборудования устройств электроснабжения и электроподвижного состава постоянного тока при попадании на них в результате каких-либо нарушений напряжения переменного тока имеется специальная аппаратура. На ЭПС постоянного тока, имеющем заезды на станции стыкования, круглый год должны быть включены грозовые разрядники.

Электровозы двойного питания ВЛ82 и ВЛ82^М эксплуатируются пока не на всей сети железных дорог России. Целесообразность применения электровозов двойного питания или станций стыкований определяется технико-экономическими расчетами.

Снятие напряжения с контактной сети. Напряжение с контактной сети снимают, отключая соответствующие разъединители. Все переключения, за исключением переключений разъединителей депо и экипировочных устройств на станционных путях, где осматривают крышное оборудование ЭПС, производят по приказу энергодиспетчера. Только в аварийных случаях при отказе всех видов связи разъединители отключают без приказа энергодиспетчера, но с последующим его уведомлением.

Работник, производящий переключение разъединителей с дистанционным или ручным управлением, получив приказ энергодиспетчера, повторяет его. Энергодиспетчер, убедившись, что приказ принят правильно, утверждает его, указывает время и сообщает свою фамилию. Работник, который переключает разъединитель, обязан:

- проверить исправность заземления пульта дистанционного управления;

– убедиться в наличии питания цепей управления и в исправности сигнальных ламп;

– проверить соответствие номера разъединителя и его исходного положения названным в приказе.

После переключения по загоранию сигнальной лампы необходимо убедиться в том, что переключение состоялось, и уведомить об этом энергодиспетчера.

При переключении разъединителей с ручным приводом соответствие номера разъединителя указанному в приказе устанавливаются по надписи на приборе. До переключения осматривают разъединитель и заземление привода, чтобы убедиться в их исправности и соответствии исходного положения разъединителя названному в приказе. Убедившись в правильности переключения (по положению контактов разъединителя), закрывают замок привода и уведомляют энергодиспетчера.

Переключают разъединители электромонтеры контактной сети, имеющие квалификационную группу не ниже II, или работники других служб, прошедшие специальный инструктаж и испытания в комиссии района контактной сети по практическому знанию основных требований Правил техники безопасности при переключении. При телеуправлении энергодиспетчер переключает все устройства со щита управления.

Разъединители контактной сети в депо и на других путях осмотра и экипировки ЭПС переключают работники депо. Порядок переключений устанавливает начальник отделения дороги.

Контактная сеть для скоростного движения. Питание контактной сети переменного тока от тяговых подстанций на Российских и ряде зарубежных железных дорог предусматривается от трехфазных трансформаторов. При этом одна фаза присоединяется к рельсовой цепи и контуру заземления подстанции, а две другие фазы присоединяются к контактной подвеске слева и справа от подстанции. Между этими фазами располагается нейтральная вставка — участок контактной подвески, отделенный от каждой из фаз воздушным изолирующим сопряжением. Нейтральная вставка — беспотенциальный участок, и электроподвижной состав проходит ее по инерции.

По условиям эксплуатации железных дорог переменного тока недопустимо прохождение нейтральной вставки и изолирующих сопряжений электроподвижным составом при включенной токовой нагрузке. Несоблюдение этих условий приводит к воз-

никновению открытой электрической дуги на изолирующих сопряжениях и короткому замыканию между фазами тягового трансформатора, пережогу контактной подвески открытой дугой и в конечном счете к падению ее на рельсы. Поэтому длина нейтральной вставки должна быть больше, чем расстояние между крайними токоприемниками ЭПС при любом сочетании включенных токоприемников. Такое исполнение контактной сети является вынужденной мерой, но принято на многих железных дорогах мира.

В последнее время в ряде стран организовано движение поездов со скоростью 200—300 км/ч. С точки зрения ведения скоростных поездов, существование нейтральных вставок приводит к тому, что машинист через каждые 13—18 мин следования поезда вынужден отключать и через 1—2 мин вновь включать выключатели ЭПС. Недостатки такого способа соединения контактной сети достаточно очевидны.

Рассмотрим описание одного из вариантов решения проблемы, в котором не требуется отключать ЭПС при переходе с одной питающей фазы на другую (рис. 15.7). Контактная подвеска 1, питающаяся от фазы А, и контактная подвеска 2, питающаяся от фазы В подстанции, соединяются между собой через автотрансформатор 3 и параллельно подключенный к нему контактный провод высокого сопротивления 4. Провод присоединяется отпайками 5 к обмотке автотрансформатора. Число отпайек определяется допустимым уровнем напряжения на токоприемнике электровоза. Поскольку контактный провод высокого сопротивления и параллельно подключенный к нему авто-

трансформатор включены между фазами А и В, напряжение между концами этого провода равно 27500 В.

При движении ЭПС слева направо до места подключения автотрансформатора на него подается напряжение от фазы А по контактной подвеске и фазы С по рельсовой сети 6, т.е. питание осуществляется ли-

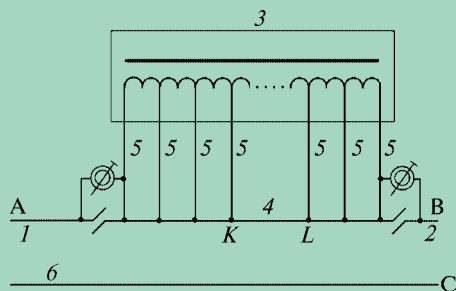


Рис. 15.7. Соединение контактной сети без нейтральной вставки

нейным напряжением. По мере передвижения локомотива по проводу высокого сопротивления напряжение на его токоприемнике будет плавно изменяться от одного линейного напряжения к другому, что позволяет питать тяговые двигатели без перерыва. Минимальное значение напряжения, при котором обеспечивается работа тяговых двигателей не будет ниже 21 кВ — допустимой величины по условиям движения ЭПС.

15.4. Эксплуатация устройств электроснабжения

Требования к устройствам электроснабжения. Устройства электроснабжения должны обеспечивать надежное электроснабжение:

- электроподвижного состава для движения поездов с установленными весовыми нормами, скоростями и интервалами между ними при требуемых размерах движения;

- устройств СЦБ, связи и вычислительной техники как потребителей электрической энергии 1 категории. С разрешения МПС России до завершения переустройства допускается электроснабжение этих устройств по II категории;

- всех остальных потребителей железнодорожного транспорта в соответствии с установленной МПС России категорией.

При наличии аккумуляторного резерва источника электроснабжения автоматической и полуавтоматической блокировки он должен быть в постоянной готовности и обеспечивать бесперебойную работу устройств СЦБ и переездной сигнализации в течение не менее 8 ч при условии, что питание не отключалось в предыдущие 36 ч. Время перехода с основной системы электроснабжения автоматической и полуавтоматической блокировки на резервную или наоборот не должно превышать 1,3 с.

Для обеспечения надежного электроснабжения должны проводиться периодический контроль состояния сооружений и устройств электроснабжения, измерение их параметров вагонами-лабораториями, приборами диагностики и осуществляться плановые ремонтные работы.

Устройства электроснабжения должны защищаться от токов короткого замыкания, перенапряжений и перегрузок сверх установленных норм.

Металлические подземные сооружения (трубопроводы, кабели и т.п.), а также металлические и железобетонные мосты, путепроводы, опоры контактной сети, светофоры, гидроколонки и т.п., нахо-

дящиеся в районе линий, электрифицированных на постоянном токе, должны быть защищены от электрической коррозии.

Тяговые подстанции линий, электрифицированных на постоянном токе, а также электроподвижной состав должны иметь защиту от проникновения в контактную сеть токов, нарушающих нормальное действие устройств СЦБ и связи.

В пределах искусственных сооружений расстояние от токонесущих элементов токоприемника и частей контактной сети, находящихся под напряжением, до заземленных частей сооружений и подвижного состава должно быть не менее 200 мм на линиях, электрифицированных на постоянном токе, и не менее 350 мм — на переменном токе.

В особых случаях на существующих искусственных сооружениях с разрешения МПС России может допускаться уменьшение указанных расстояний.

Взаимное расположение опор контактной сети, воздушных линий и светофоров, а также сигнальных знаков должно обеспечить хорошую видимость сигналов и знаков.

На крупных станциях контактные провода подвешены только на путях, предназначенных для приема и отправления поездов на перегоны с электротягой, а также на путях электровозных и моторвагонных депо. На промежуточных станциях, где маневры выполняются электровозами, контактной сетью оборудованы все пути. Над стрелочными переводами контактная сеть имеет воздушные стрелки, образуемые пересечением двух контактных подвесок.

С целью безопасности обслуживающего персонала и других лиц, а также для улучшения защиты от токов короткого замыкания заземляют или оборудуют устройствами защитного отключения металлические опоры и элементы, к которым подвешена контактная сеть, а также все металлические конструкции, расположенные ближе 5 м от частей контактной сети, находящихся под напряжением.

Для снабжения электроэнергией линейных железнодорожных и районных потребителей на опорах контактной сети дорог постоянного тока подвешивают специальную трехфазную линию электропередачи напряжением 10 кВ. Кроме того, в необходимых случаях на этих опорах размещают провода телеуправления тяговыми подстанциями и постами секционирования, низковольтных осветительных и силовых линий и др.

Безопасность обслуживающего персонала и других лиц и увеличение надежности защиты контактной сети от токов короткого за-

мыкания обеспечивается заземлением устройств, которые могут оказаться под напряжением вследствие нарушения изоляции или соприкосновения их с оборванными проводами. Заземляют все металлические опоры и конструкции, расположенные на расстоянии не менее 5 м от контактной сети. В зоне влияния контактной сети переменного тока заземляют также все металлические сооружения, на которых могут возникнуть опасные наведенные напряжения.

Особенности верхнего строения пути на электрифицированных линиях. На электрифицированных дорогах рельсы используют для пропуска тяговых токов, поэтому верхнее строение пути на таких дорогах имеет следующие особенности:

- к головкам рельсов с наружной стороны колес прикреплены (приварены) стыковые соединители из медного троса, вследствие чего уменьшается электрическое сопротивление рельсовых стыков;
- применяют щебеночный балласт, обладающий хорошими диэлектрическими свойствами. Зазор между подошвой рельса и балластом делают не менее 3 см;
- деревянные шпалы пропитывают креозотом, а железобетонные надежно изолируют от рельсов резиновыми прокладками;
- рельсовые нити через определенные расстояния электрически соединяют между собой, что позволяет уменьшить сопротивление току;
- линии, оборудованные автоблокировкой и электрической централизацией, имеют изолирующие стыки, с помощью которых образованы отдельные блок-участки. Чтобы пропустить тяговые токи в обход изолирующих стыков, устанавливают дроссель-трансформаторы или частотные фильтры.

Питающие и отсасывающие линии (сети) выполняют воздушными или кабельными. Для предохранения подземных металлических сооружений от повреждения блуждающими токами уменьшают сопротивление рельсовых цепей, улучшают их изоляцию от земли, а также устраивают специальную защиту.

Требования к эксплуатации устройств электроснабжения. Тяговые подстанции, контактная сеть, мастерские, ремонтно-ревизионный участок, складское хозяйство и др. находятся в ведении участков энергоснабжения (дистанции электроснабжения), которые обслуживают 150—250 км линий при постоянном токе или 200—300 км при переменном. Тяговые подстанции бывают с ручным и телемеханичес-

ким управлением. В первом случае, управление и контроль за работой оборудования осуществляет эксплуатационный персонал, находящийся на подстанциях. Применение телемеханики для дистанционного управления с поста энергодиспетчера основными объектами электроснабжения привело к повышению производительности труда и сокращению штатов. Широкое распространение получили метод обслуживания подстанций оперативными бригадами и дежурство на дому. Наиболее совершенными системами телеуправления устройствами электроснабжения является комплекс «Лисна» и МСТ-95, разрабатывается АСУЭ на интегральных схемах, микропроцессорах и других новейших элементах.

Эксплуатацию контактной сети, а также проводов линий продольного электроснабжения, высоковольтных линий СЦБ и линий напряжением до 400 В на перегонах осуществляют районы контактной сети. В составе дистанции имеется несколько таких районов протяженностью 30—50 км эксплуатационной длины. На дежурных пунктах районов расположены помещения для персонала, мастерские, гаражи для автомотрис (автодрезин) и автолетучек, склады. Дежурный пункт располагают таким образом, чтобы был обеспечен быстрый выезд восстановительной автомотрисы (автодрезины) на линию. Для оперативных переговоров с энергодиспетчером и работниками других служб дежурные пункты оборудованы селекторной диспетчерской и другой связью. Переговоры с местами производства работ ведутся с использованием переносных телефонов, включаемых в провода линий связи, или телефонов, установленных у сигналов автоблокировки, или радиосвязи автомотрис.

Энергодиспетчерская группа руководит бесперебойным питанием электрической энергией контактной сети. В подчинении дежурного энергодиспетчера находятся работники тяговых подстанций, районов контактной сети и персонал, обслуживающий линии электропередачи.

Работники районов контактной сети проверяют состояние контактной сети, обеспечивают ее текущее содержание, ремонтируют и восстанавливают. Ряд работ по обслуживанию и ремонту сети выполняется без снятия напряжения и прерыва движения поездов. При производстве таких работ особое внимание уделяют соблюдению правил техники безопасности.

Раздел IV. СКЛАДЫ И КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ГРУЗОВ

Глава 16. Транспортно-складские комплексы

16.1. Назначение и техническое оснащение транспортно-складских комплексов

Транспортно-складские комплексы (ТСК) устраивают на станциях со значительным объемом грузовых операций, выполняемых на местах общего пользования.

Транспортно-складской комплекс (грузовой район) представляет собой часть станционной территории, на которой находится комплекс сооружений и устройств и путевое развитие, предназначенные для приема, погрузки, выгрузки, выдачи, сортировки и временного хранения грузов, а также для непосредственной их передачи с одного вида транспорта на другой.

В зависимости от характера работы различают транспортно-складские комплексы **специализированные и общего типа**. К первым относятся крупные контейнерные терминалы, специализированные базы для выгрузки навалочных, лесных, тяжеловесных грузов. На транспортно-складских комплексах общего типа перерабатывается широкая номенклатура грузов (тарно-штучные, тяжеловесные, контейнеры, навалочные и др.).

На транспортно-складском комплексе общего типа располагаются все основные пункты и устройства грузового хозяйства для переработки грузов: закрытые и крытые склады, платформы, контейнерные площадки, сортировочные платформы, площадки для тяжеловесных и навалочных грузов, повышенные пути, эстакады, весы, габаритные ворота. Транспортно-складской комплекс оснащен подъемно-транспортными машинами и устройствами для механизации погрузочно-разгрузочных и складских работ, соответствующим путевым развитием (погрузочно-разгрузочными и выставочными путями), подъездами и проездами для автотранспорта, техническими средствами пожарно-охранной сигнализации, осветительной сетью, водопроводом, канализацией и др.

На транспортно-складском комплексе размещают различные вспомогательные и служебные помещения (конторы, пункты для обслуживания и ремонта погрузочно-разгрузочных машин, санитарно-бытовые помещения и др.).

Большое внимание уделяется благоустройству транспортно-складского комплекса. Его территория должна быть ограждена и оборудована противопожарными средствами и связью. У ворот транспортно-складского комплекса оборудуется контрольно-пропускной пункт для обеспечения пропускного режима.

На железнодорожных станциях, выполняющих операции по погрузке и выгрузке вагонов, строят механизированные транспортно-складские комплексы (грузовые дворы), где предусматривается полная механизация переработки грузов и многих вспомогательных операций (открытие и закрытие люков полувагонов, передвижение вагонов у складов и др.).

На транспортно-складском комплексе осуществляется специализация погрузочно-разгрузочных фронтов (складские пути, предназначенные непосредственно для погрузки или выгрузки) и складов по родам грузов (тарно-штучные, навалочные, контейнерные, тяжеловесные, лесоматериалы и др.).

Взаимное расположение мест погрузки, выгрузки и сортировки должно обеспечивать возможность перемещения погрузочно-разгрузочных машин с одного склада на другой.

В зависимости от схем путевого развития транспортно-складские комплексы разделяют на *тупиковые, сквозные и комбинированные*. Вновь строящиеся крупные транспортно-складские комплексы проектируются тупикового типа с последовательным расположением выставочных путей (рис. 16.1), а в стесненных условиях — тупикового типа с параллельным расположением выставочных путей. Выбор той или другой схемы зависит от местных условий и обосновывается технико-экономическими расчетами. На территории транспортно-складского комплекса должна быть предусмотрена поточность движения автомобильного транспорта. При этом ширина полосы движения автомобилей с прицепами на прямых участках принимается не менее 4 м. При одностороннем расположении крытых складов и платформ расстояние от последних до забора должно быть не менее 16 м при кольцевом движении транспорта и 19 м при тупиковом; при двустороннем распо-

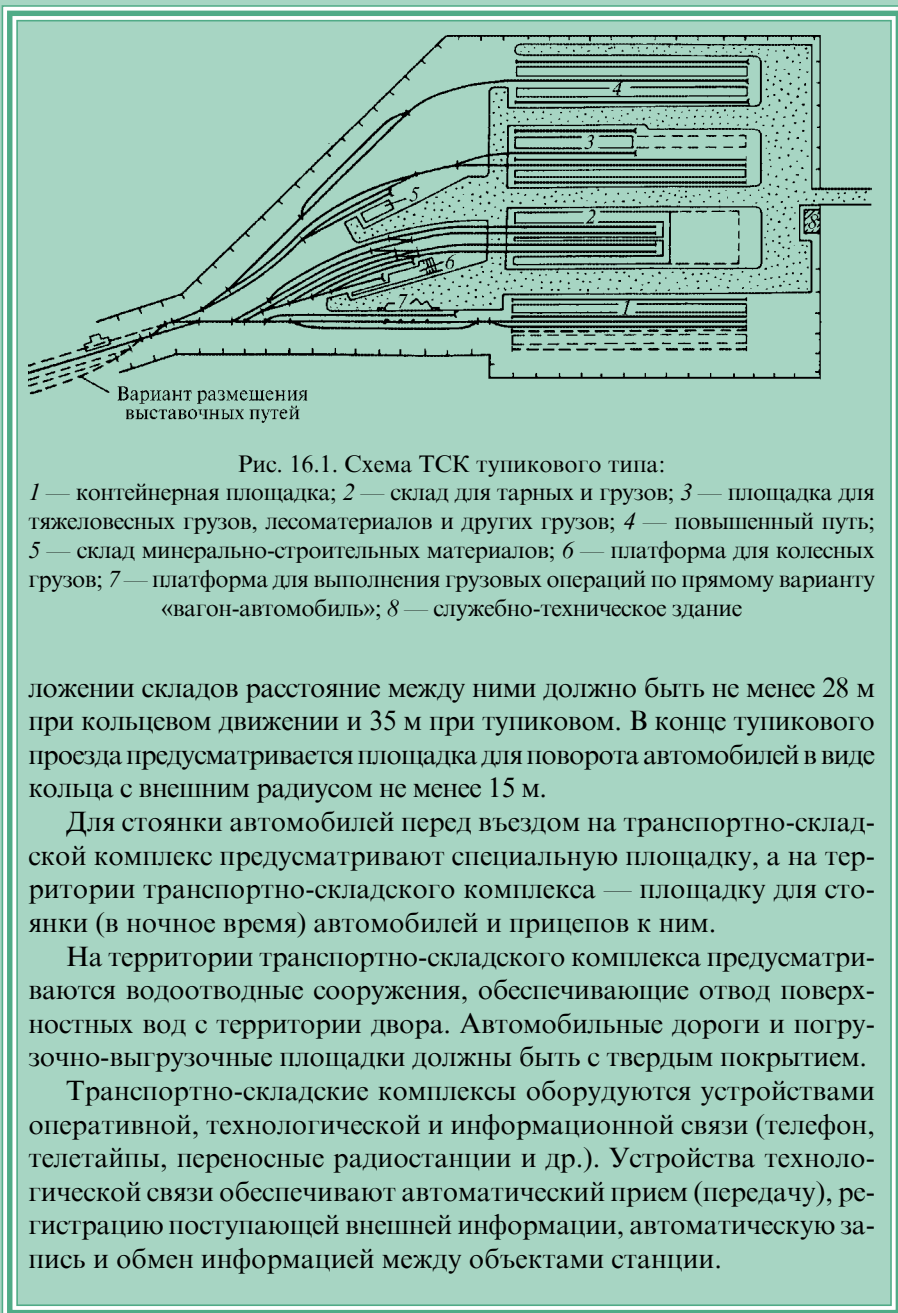


Рис. 16.1. Схема ТСК туикового типа:

1 — контейнерная площадка; 2 — склад для тарных и грузов; 3 — площадка для тяжеловесных грузов, лесоматериалов и других грузов; 4 — повышенный путь; 5 — склад минерально-строительных материалов; 6 — платформа для колесных грузов; 7 — платформа для выполнения грузовых операций по прямому варианту «вагон-автомобиль»; 8 — служебно-техническое здание

ложении складов расстояние между ними должно быть не менее 28 м при кольцевом движении и 35 м при туиковом. В конце туикового проезда предусматривается площадка для поворота автомобилей в виде кольца с внешним радиусом не менее 15 м.

Для стоянки автомобилей перед въездом на транспортно-складской комплекс предусматривают специальную площадку, а на территории транспортно-складского комплекса — площадку для стоянки (в ночное время) автомобилей и прицепов к ним.

На территории транспортно-складского комплекса предусматриваются водоотводные сооружения, обеспечивающие отвод поверхностных вод с территории двора. Автомобильные дороги и погрузочно-выгрузочные площадки должны быть с твердым покрытием.

Транспортно-складские комплексы оборудуются устройствами оперативной, технологической и информационной связи (телефон, телетайпы, переносные радиостанции и др.). Устройства технологической связи обеспечивают автоматический прием (передачу), регистрацию поступающей внешней информации, автоматическую запись и обмен информацией между объектами станции.

Характеристика погрузочно-разгрузочных работ и складских операций. *Погрузочно-разгрузочными работами* называются операции по загрузке подвижного состава (вагонов, автомобилей, судов), его разгрузке, перегрузке из одного подвижного состава в другой, сортировке, укладке и перемещению грузов на складах. В зависимости от места производства, вида подвижного состава и направления перемещения груза при его перегрузке погрузочно-разгрузочные работы на железнодорожном транспорте подразделяются на вагонные, автотранспортные и складские.

К вагонным погрузочно-разгрузочным работам относятся работы, связанные с погрузкой грузов в вагоны и выгрузкой их из вагонов, за исключением непосредственной перегрузки грузов из вагонов в суда и из судов в вагоны в портах.

К автотранспортным относятся работы по погрузке грузов в автомобили и разгрузке их из автомобилей, за исключением непосредственной перегрузки грузов с автомобилей в суда и из судов в автомобили (судовые работы), с автомобилей в вагоны и из вагонов в автомобили (вагонные работы).

К складским относятся операции по перемещению грузов внутри склада или между складами, сортировка, укладка, не связанные с вагонными или автотранспортными погрузочно-разгрузочными работами.

16.2. Назначение и классификация железнодорожных складов

Железнодорожные станционные склады предназначены для кратковременного хранения грузов в периоды между приемом их к перевозке и погрузкой в вагоны, а также выгрузкой из вагонов и вывозом на склады грузополучателей. Кроме того, в складах выполняются операции по приему и выдаче грузов, сортировке по направлениям, подборке повагонных партий и др.

Железнодорожные склады должны обеспечивать выполнение заданного объема перевозок, сохранность грузов, своевременную обработку подвижного состава, применение механизации и автоматизации погрузочно-разгрузочных работ, переработку грузов, перевозимых пакетами, удобное расположение по отношению к автомобильным и железнодорожным путям, возможность применения прямого варианта, наименьшие расходы, связанные с переработкой грузов.

Все прирельсовые склады, через которые проходит значительная часть грузов, можно подразделить на две группы:

- *склады общего пользования*, принадлежащие железным дорогам;
- *склады необщего пользования*, принадлежащие отдельным предприятиям или организациям, хранящим в них свои грузы. Эти склады чаще всего находятся вне территории станции — на подъездных путях.

В зависимости от рода груза, подлежащего хранению, склады разделяются на *специальные и универсальные* (общие). В специальных складах хранятся грузы только одного наименования, требующие особых условий хранения, например склады для хранения минерально-строительных материалов. Универсальные склады предназначены для грузов самых различных наименований, не оказывающих вредного воздействия друг на друга.

По конструкции и условиям хранения грузов склады разделяются на крытые и открытые платформы или площадки.

В крытых складах (рис. 16.2) хранятся наиболее ценные грузы, качество которых зависит от воздействия окружающей среды. Их строят на станциях обычно в комплексе с крытой и открытой платформами, а также отдельно. Крытые склады бывают ангарного типа с вводом внутрь склада от одного до шести погрузочно-выгрузочных путей (рис. 16.3) и склады с наружным расположением путей.

При большом объеме переработки тарных и штучных грузов строительство складов ангарного типа обходится дешевле. Кроме того, в них обеспечивается полная механизация погрузочно-разгрузочных и складских работ, улучшаются условия труда и сохранность грузов.

Склады ангарного типа строят однопролетными шириной 24 и 30 м, двухпролетными (30 + 30 м) и трехпролетными (24 + 30 + 24 м). Эти склады проектируют с учетом объединения в одном здании операций приема, выдачи и сортировки мелких отправок, с использованием средней (островной) платформы в качестве сортировочной.

В связи с расширением пакетных перевозок и применением штабелирующих средств с большой высотой подъема получили применение одноэтажные склады увеличенной высоты, в том числе со стеллажным хранением грузов.

Крытые платформы (рис. 16.4) используются для хранения грузов, требующих защиты от атмосферных осадков, но не боящихся воздействия ветра, влажного воздуха (торговая сталь, ог-

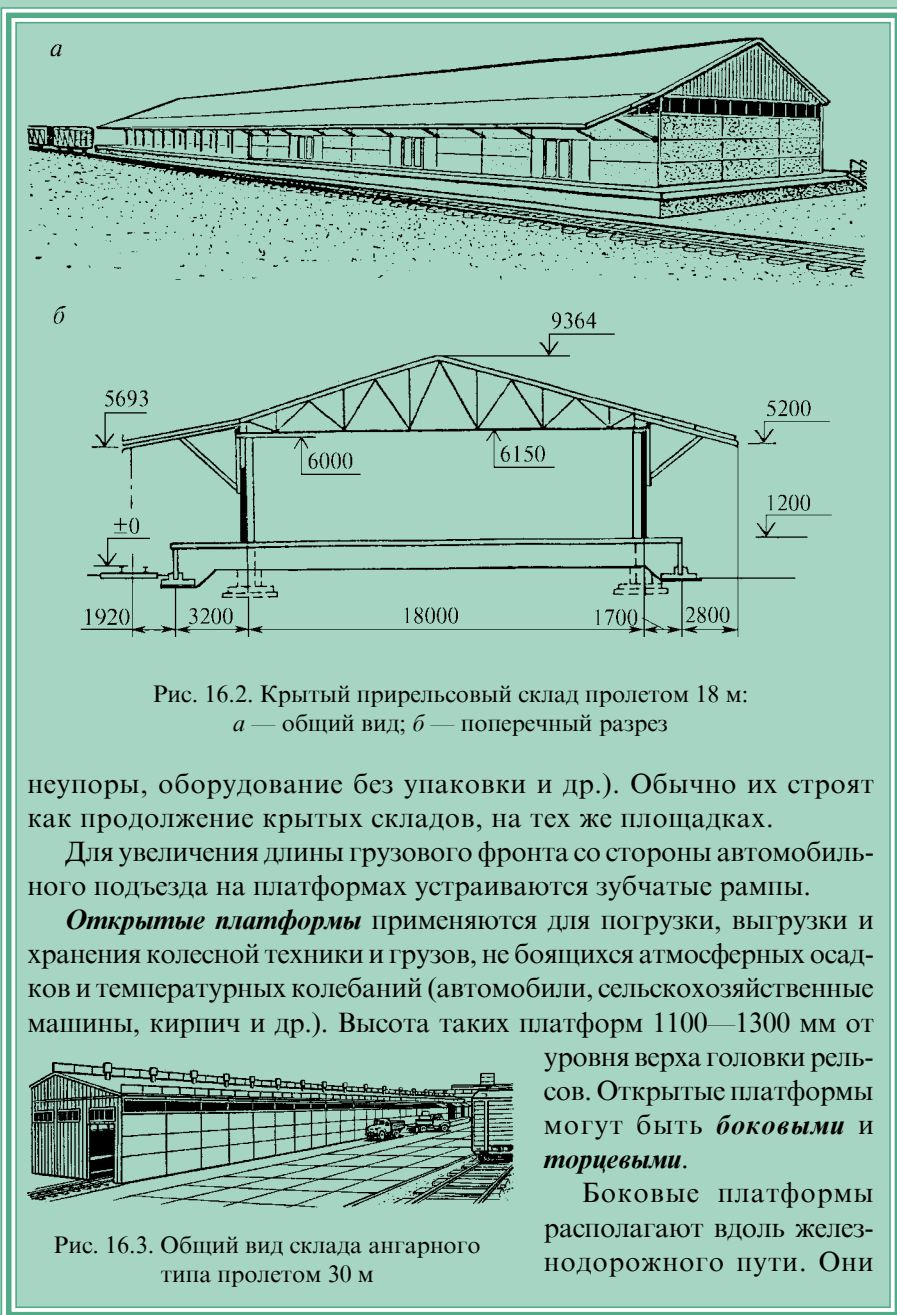


Рис. 16.2. Крытый прирельсовый склад пролетом 18 м:
a — общий вид; *б* — поперечный разрез

неупоры, оборудование без упаковки и др.). Обычно их строят как продолжение крытых складов, на тех же площадках.

Для увеличения длины грузового фронта со стороны автомобильного подъезда на платформах устраиваются зубчатые ramпы.

Открытые платформы применяются для погрузки, выгрузки и хранения колесной техники и грузов, не боящихся атмосферных осадков и температурных колебаний (автомобили, сельскохозяйственные машины, кирпич и др.). Высота таких платформ 1100—1300 мм от

уровня верха головки рельсов. Открытые платформы могут быть **боковыми** и **торцевыми**.

Боковые платформы располагают вдоль железнодорожного пути. Они

Рис. 16.3. Общий вид склада ангарного типа пролетом 30 м

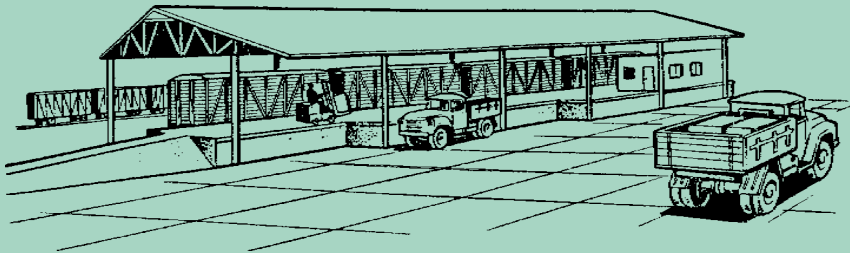


Рис. 16.4. Крытая платформа (общий вид)

имеют с одной или обеих сторон подпорные стенки, а также съезды в сторону автопроезда. Торцевые платформы размещают перпендикулярно железнодорожному пути и также ограничивают подпорными стенками. Эти платформы более удобны для погрузки и выгрузки автомобилей, тракторов и других колесных самоходных машин.

При строительстве современных транспортно-складских комплексов сооружают высокие платформы для перегрузки тарных и штучных грузов по прямому варианту с применением погрузочно-выгрузочных машин.

Открытые площадки предназначены для погрузки, выгрузки, хранения контейнеров, тяжелых, длинномерных, лесных и других навалочных грузов. Они могут быть одно- и двусторонними с бетонным, асфальтным, щебеночным или брусчатым покрытиями. Площадки должны иметь уклон для стока воды в дренажные каналы или канализационные колодцы.

При устройстве и организации работы складов должны быть соблюдены требования противопожарной безопасности, охраны труда и техники безопасности, а также охраны окружающей среды.

16.3. Устройство крытых складов

Прирельсовые склады строят по типовым проектам промышленными методами, основанными на заводском изготовлении конструктивных элементов и их механизированном монтаже. **К конструктивным элементам** складов относятся фундаменты, стены, опоры (колонны), полы, рампы, покрытия, двери и ворота, окна и световые фонари, перегородки, лестницы и т.п.

Складские здания должны обладать прочным и устойчивым фундаментом, который сооружают из бетона, железобетона, бутового камня, кирпича и других материалов, разрушающихся в условиях заглубления. Стены складов возводят из кирпичных и бетонных блоков, железобетонных панелей или в виде сплошной кладки из кирпича, искусственных и природных камней. Дверные проемы устраивают в продольных стенах, а если к складу примыкает крытая или открытая платформа, — в торцевой стене. Двери — раздвижные высотой 3,6 м, шириной 2,5 м. Расстояние между осями дверей кратно шагу колонн (12 м).

В типовых проектах ангарных складов со стороны подъезда автотранспорта через каждые 18 м устраиваются раздвижные двери (шириной 4 м и высотой 3 м). В складах через каждые 36 м должны быть сооружены пожарные выходы.

Обязательным элементом крытого склада являются *рампы*, представляющие собой наружное продолжение пола в виде платформы, расположенной у боковых продольных стен, иногда по всему периметру склада. Рампы предназначены для быстрого и удобного перемещения груза и механизации погрузочно-разгрузочных работ, поэтому ширина ramпы у крытых складов должна быть не менее 3 м со стороны железнодорожного пути и не менее 1,5 м со стороны подъезда автомобильного транспорта. Высота ramпы совпадает с уровнем пола склада и уровнем пола вагона и составляет со стороны железнодорожного транспорта 1100 мм от уровня верха головки рельсов при расстоянии от оси пути 1920 мм, а со стороны автомобильного транспорта не менее 1200 мм над уровнем проезжей части. На путях, где не производится погрузка и выгрузка негабаритных грузов, а также пропуск вагонов с такими грузами, высоту ramпы можно проектировать до 1300 мм. Рампы для обслуживания железнодорожного транспорта строят прямыми, а для автомобилей — прямыми, зубчатыми (под углом 30—45°) и «карманными» (установка автомобилей под углом 90°). Зубчатые и «карманные» ramпы дают возможность увеличить фронт погрузки—выгрузки грузов без удлинения складов. Для обеспечения возможности въезда механизмов ramпы имеют наклонные плоскости — *пандусы*; а для удобства работы обслуживающего персонала — *лестницы*. Верхняя часть склада, называемая покрытием, состоит из несущих элементов и кровли.

Для предохранения грузов от атмосферных осадков, обеспечения безопасности и удобства погрузочно-разгрузочных работ над рампами устраивают навесы кровли (козырьки), закрывающие промежутки между складом и вагоном и прикрывающие автотранспорт. Со стороны железнодорожного транспорта навесы кровли устраивают сплошные, прикрывающие всю рампу и половину крыши вагона, со стороны автомобильного транспорта — прерывистые.

Для освещения склада с обеих сторон над дверными проемами и в промежутках между ними устраиваются небольшие окна, а в складах большой ширины — световые фонари (застекленные проемы в крыше), покрытия из стеклоблоков или прозрачной кровли из стеклопластика. Проемы для ввода путей в торце склада закрываются специальными дверьми.

16.4. Повышенные пути, эстакады и другие сооружения и устройства грузового хозяйства

Для выгрузки топливных, минерально-строительных и других сыпучих грузов, прибывающих в полувагонах, на транспортно-складском комплексе строятся *повышенные пути* (рис. 16.5) и *эстакады* балочного или блочного типа.

Для прохода обслуживающего персонала по эстакаде высотой свыше 2,5 м предусмотрены мостки, уложенные вдоль пути на шпальных брусках.

Для отсыпки груза в сторону от эстакады под ней устраиваются наклонные плоскости из бетонированной цементно-грунтовой или грунтовой отсыпки.

Выгруженный груз из отвалов повышенного пути и эстакады с помощью кранов или погрузчиков отсыпают в штабеля, размещаемые вдоль фронта разгрузочного пути. При разгрузке полувагонов на повышенных путях и эстакадах обеспечивается высокая производительность труда.

Для хранения сыпучих и кусковых грузов и быстрой погрузки их в подвижной состав или автомобили, а также на другие машины общей схемы механизации применяются *бункерные склады*. Загрузка вагонов из бункеров происходит самотеком под действием силы тяжести. У каждого бункера сверху находится загрузочное отверстие, а внизу — разгрузочное, перекрытое бункерным затвором. Для регулирования выдачи груза затворы оборудуют механическими питателями.

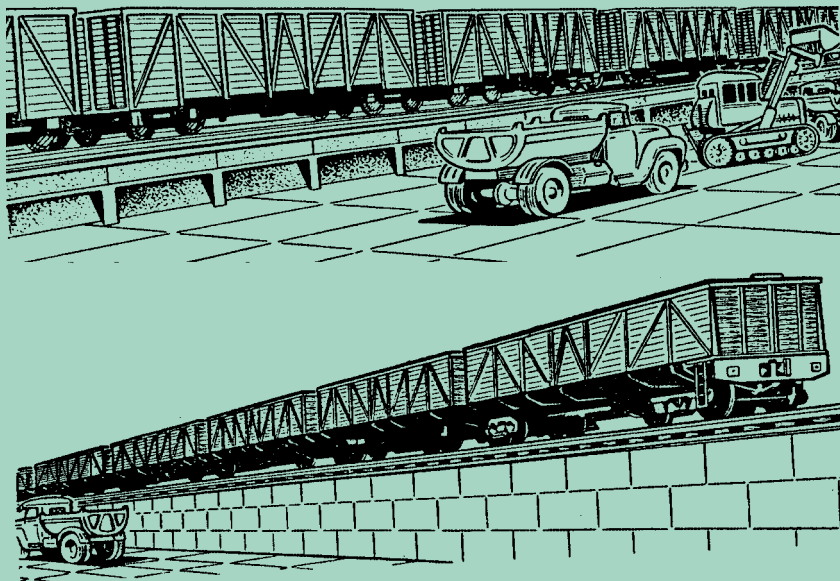


Рис. 16.5. Повышенный путь (для выгрузки полувагонов):
 а — балочного типа; б — блочного типа

По форме поперечного сечения бункера бывают *прямоугольные*, с наклонными стенками, *конические* (воронкообразные) и *призматические*. Глубокие бункера, у которых высота значительно превышает горизонтальное сечение, называются *силосами*. Силосы с высотой до 30 м и большими размерами в поперечном сечении называются *резервуарами*.

Ряд бункеров, объединенный в одном сооружении, носит название *бункерной эстакады*, а объединение силосов образует *силосный корпус*.

Бункера устанавливают на опорах так, чтобы разгрузочное отверстие располагалось выше загружаемых вагонов или автомобилей. Если разгрузочное отверстие с затвором расположено на уровне земли или ниже него и груз выдается через траншейный конвейер, такое устройство называется *полубункером*.

При строительстве современных бункерных складов предусматривают оборудование их автоматическим управлением поступления и выдачи груза из бункера (при помощи датчиков).

16.5. Санитарно-технические устройства складов, их освещение и средства связи

К санитарно-техническим устройствам складов относятся отопление, вентиляция, водоснабжение и канализация. Достаточное количество данного оборудования и правильное его размещение в складах при проектировании и постройке регламентируется Санитарными нормами проектирования промышленных предприятий (СН 245-71).

Отопление складских помещений необходимо предусматривать, когда по условиям хранения грузов требуется создание в них температурного режима. В холодное время года необходимо также отапливать служебные и бытовые помещения, гаражи, мастерские.

Вентиляцию применяют для поддержания в складах оптимального тепловлажностного режима, а также для удаления из помещения дыма и газов, выделяемых при работе машин с двигателями внутреннего сгорания, а также некоторыми грузами (ядохимикаты, минеральные удобрения, резинотехнические изделия, сжатые газы и др.). Вентиляция может быть *естественной и искусственной* (механической).

Водоснабжение в складах и вспомогательных помещениях устраивают для питьевых, хозяйственных, санитарно-бытовых и противопожарных нужд. Сеть водоснабжения на территории складов делается замкнутой (кольцевой) с таким расчетом, чтобы в случае отключения какого-либо участка вся остальная сеть действовала бесперебойно. Устройство тупиковых линий длиной более 200 м не допускается.

Канализация на складах состоит из внутренней и внешней сети и служит для отвода бытовых стоков в магистральную канализационную сеть. Внутренней канализационной сетью оборудуют служебные помещения, гаражи, мастерские. Внешняя канализационная сеть должна обеспечить быстрый отвод всех сточных вод к месту очистки или обезвреживания.

Склады оборудуются *средствами связи*. В основном применяется телефонная связь, подключаемая к железнодорожной автоматической телефонной станции. Для оперативного руководства складскими и погрузочно-разгрузочными работами может применяться местная радиотрансляционная связь. Для дистанционного контроля за ходом выполнения складских и погрузочно-разгрузочных операций на отдельных складах применяют промышленное телевидение.

Освещение складов может быть естественным и искусственным: *естественное* — боковым (окна в стенах) и верхним (световые фонари на крыше); *искусственное освещение* складов должно быть достаточным и равномерным, экономичным и безопасным, не давать резких теней. В качестве источников освещения применяют электрические лампы накаливания и люминесцентные лампы, заключаемые в соответствующую арматуру. В складских помещениях, где выделяется много пыли и газов, применяют пыленепроницаемую или взрывобезопасную арматуру, на открытых складах — влагозащитную. Освещению на складах подлежат места складирования грузов, фронт погрузочно-выгрузочных работ, служебные, производственные и бытовые помещения, железнодорожные пути у складов, автомобильные проезды, а также территория склада. Открытые платформы и площадки освещают при помощи светильников, монтируемых на опорах, и прожекторов, устанавливаемых на мачтах высотой 15—21 м.

Рампы открытых складов оборудуют низковольтной электролинией (12—14 В), розетки которой размещают в гнездах подпорной стенки на расстоянии 8 м одна от другой. К розетке подключают светильники, которыми пользуются во внутреннем помещении вагонов.

Расчет естественного и искусственного освещения. Расчет естественного освещения сводится к определению площади оконных проемов, выбору типа и размеров окон, определению их количества и размещения. Потребная суммарная площадь оконных проемов в м² равна

$$F_{\text{ок}} = F_{\text{п}} \cdot k_{\text{о}}, \quad (16.1)$$

где $F_{\text{п}}$ — площадь пола освещаемого помещения, м²; $k_{\text{о}}$ — отношение площади светового проема к площади пола (принимается в расчетах от 0,085 до 0,125).

Стандартная ширина оконных проемов 1,5; 3; 4,5 и 6 м. В одноэтажных помещениях складов окна рекомендуется устраивать в стенах выше уровня штабелей груза и над дверными проемами. Для окон промышленных зданий и складов выпускаются стандартные деревянные блоки, в маркировке которых приняты следующие обозначения: Н — наружный; В — внутренний открывающийся створ; С — спаренный перешлет. Например, в марке оконного блока НС1-94 первое число (1) — это его номер, а второе (94) — ширина брусков коробки в мм. Стекла для оконных блоков также стандартные (табл. 16.1).

Размеры стекол для оконных блоков

Марка блока	Высота, мм	Ширина, мм	Количество	Марка блока	Высота, мм	Ширина, мм	Количество
П1-94	975	625	2	ПС9-174	975	750	4
ПС1-94	975	625	4			1175	4
П2-94	1575	625	2	П10-174	1575	750	2
ПС2-94	1575	625	4			1175	2
Н3-94	975	650	2			575	2
	975	1175	1	ПС10-174	1575	1175	2
	1575	650	2			ВС1-94	1000
Н4-94	1575	1175	1	ВС2-94	1600	625	4
	975	750	2	ВС3-94	1000	525	4
Н5-124	975	1175	2			1000	2
	975	750	4			1600	4
НС5-124	975	1175	4	ВС4-94	1600	1200	2
	975	750	2			1000	4
Н6-124	1575	750	2	ВС5-94	1000	1200	2
	1575	1175	2			1600	4
НС6-124	1575	750	4	ВС6-94	1600	1200	2
	1575	1175	4			ВС7-124	1000
Н7-124	975	650	2	1000	2		
	1975	1175	2	1600	4		
ПС7-124	975	650	4	ВС8-124	1600	1200	2
	975	1175	2			1000	4
Н8-124	1575	650	2	ВС9-174	1000	1200	2
	1575	1175	1			1600	4
ПС8-124	1575	650	4	ВС10-174	1600	1200	2
	1575	1175	2				
П9-174	975	750	2				
	975	1175	2				

Необходимое количество окон в складе находят по формуле

$$Z_{\text{ок}} = \frac{F_{\text{ок}}}{F_{\text{ст}}}, \quad (16.2)$$

где $F_{\text{ок}}$ — площадь стекол оконного блока, м^2 , $F_{\text{ст}}$ — площадь стекол оконного блока, м^2 .

Искусственное освещение складских устройств должно быть достаточным и равномерным, экономичным и безопасным, не давать резких теней. Наиболее распространен в проектной практике расчет искусственного освещения методом коэффициента использования светового потока, необходимого для нормированной освещенности горизонтальной поверхности (табл. 16.2).

Таблица 16.2

Нормы искусственного освещения объектов грузового хозяйства

Территории и участки	Освещение, лк, не менее	Горизонтальная плоскость, на которой нормируется освещенность
Места выполнения погрузочно-разгрузочных работ	20	На высоте груза
Грузовые двory, навалочные площадки	10	На основании площадки
Платформы для погрузки—выгрузки и водопоя живности		
Эстакады для выгрузки сыпучих грузов из полувагонов, льдосоле-снабжения, налива и слива жидких грузов	20	На отметке настила эстакады
Открытые склады тяжеловесных грузов, лесоматериалов, контейнерные площадки	10	На уровне земли и на высоте погрузки—выгрузки со стороны крановщика
Тупиковые пути для подачи подвижного состава к кранам козловым, железнодорожным и др.	5	На уровне головки рельсов
Площадки с повышенными путями	5	На основании площадки с обеих сторон пути
Внутри крытых вагонов, полувагонов при очистке и разгрузке	10	На полу вагона
Автоподъезды	5	На основании дороги, подъезда
Площадки для стоянки погрузочно-разгрузочных машин и механизмов в складах	5	На основании площадки
Места механизированного рыхления и выгрузки смерзшихся грузов	20	На уровне 2—3 м от поверхности земли

Территории и участки	Освещение, лк, не менее	Горизонтальная плоскость, на которой нормируется освещенность
Закрытые склады, крытые и открытые платформы, грузосортировочные платформы, льдопункты	20	На основании настила
Гаражи, ремонтно-механические мастерские	20	На основании площадки
Дезопромстанции (пункты), площадки для промывки вагонов	20	На основании площадки, платформы

Расчетное уравнение для светового потока, лм, имеет вид:

$$F_0 = \frac{EkF_{\text{скл}}z}{\eta}, \quad (16.3)$$

где E — минимальная нормируемая освещенность, лк; k — коэффициент запаса, учитывающий ослабление свечения ламп и загрязнение арматуры ($k = 1,2—1,5$); $F_{\text{скл}}$ — площадь склада (объекта), м²; z — отношение средней освещенности к минимальной ($z = 1,1—1,2$); η — коэффициент использования светового потока (в долях единицы), показывающий отношение потока, падающего на расчетную поверхность, к суммарному потоку всех ламп.

Зависит η от коэффициентов отражения потолка и стен и так называемого индекса i помещения:

$$i = \frac{F_{\text{скл}}}{h(A+B)}, \quad (16.4)$$

где h — расчетная высота подвески светильника над рабочей поверхностью, м; A (B) — длина (ширина) помещения, м.

Индекс i учитывается в точных расчетах. Ориентировочно можно принимать $\eta = 0,25—0,5$ (меньшие значения для темной окраски стен, большие — для светлой). По величине светового потока рассчитывают необходимое количество ламп

$$N = \frac{F_0}{F_{\text{л}}}, \quad (16.5)$$

где $F_{л}$ — номинальный световой поток электролампы, зависящий от ее мощности, типа светильника и напряжения осветительной сети (табл. 16.3).

Таблица 16.3

**Основные характеристики осветительных ламп
напряжением 220 В для складов**

Тип лампы	Условное обозначение	Мощность, Вт	Световой поток, лм
Накаливания общего назначения	Г220-200	200	2800
	Г220-300	300	4600
	Г220-500	500	8300
	Г220-1000	1000	18600
Зеркальные (светильники)	ЗК220-300-1	300	3600
	ЗК220-500-1	500	6400
Кварцевые галогенные (с йодным циклом)	КГ220-1000-5	1000	22000
	КГ220-1500	1000	33000
Люминесцентные ртутные	ЛБ20-4	20	1180
	ЛХБ30-4	30	1720
	ЛБ40-4	40	3000
Ртутные дуговые высокого давления с исправленной цветностью	ДРЛ80	80	3200
	ДРЛ125	125	5600
	ДРЛ250	250	11000
	ДРЛ400	400	19000

16.6. Охранная и пожарная сигнализация и противопожарное оборудование

В целях обеспечения дистанционного наблюдения за охраняемыми объектами склады оборудуют охранной и пожарной сигнализацией. Для этого на дверях, окнах и других конструкциях складских помещений устанавливают электрические датчики, подключаемые к приемным устройствам, принимающим сигналы.

Световое табло и приемные пункты устанавливают на контрольных пунктах, где дежурные работники охраны ведут круглосуточное наблюдение.

Оборудование пожарной сигнализации состоит из автоматических пожарных извещателей, устанавливаемых внутри складского помещения, как правило, под потолком, сети электрической пожарной сигнализации, приемного устройства, источника питания и выносных сигналов (сирены или звонка).

Противопожарное оборудование предназначено для локализации возникшего пожара, его размещают на всей территории складов.

На транспортно-складских комплексах с небольшим грузооборотом строят пожарные сараи, в которых хранятся бочки, насосы, лестницы, багры, топоры, ведра и прочий противопожарный инвентарь. На крупных станциях сооружают пожарное депо.

В легкодоступных местах склада устраивают противопожарные уголки с набором необходимого противопожарного инвентаря (пожарные ведра, багры, топоры, запас песка). Вдоль склада на расстоянии не более 80 м один от другого и не ближе 5 м от стен зданий или штабелей груза устанавливают наружные пожарные водоразборные краны (*гидранты*). Внутри складов устанавливают внутренние гидранты, иногда вместо них используют баки (бочки) с водой. Места складов, не имеющих водопроводной сети или не оборудованных гидрантами, оснащают гидропультами. Если на станции нет водопровода, то от складов к естественным или искусственным водоемам прокладывают широкие проезды.

В разных местах склада располагают огнетушители (в соответствии с установленными нормами).

На складах необходимо постоянно осуществлять контроль за исправностью электропроводки, не реже одного раза в месяц проверять электрозащиты и предохранители. Проводка должна быть защищена от механических повреждений, не допускается оставлять оголенными провода, временные электрические линии разрешается прокладывать в исключительных случаях.

16.7. Элементная и комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ

Механизация и автоматизация при погрузочно-разгрузочных работах — важнейшее условие повышения производительности труда.

Физический труд человека заменяется работой машин и приспособлений поэтапно. *При элементной механизации* машины выполняют наи-

более трудоемкие и тяжелые работы, а вспомогательные подсобные операции остаются ручными (например, укладывают пакеты на поддоны и снимают с них ручную, а перегружают их погрузчиками). Такие работы называют просто *механизированными*. При комплексной механизации машины и установки выполняют не только основные трудоемкие и тяжелые работы, но и ряд вспомогательных операций, а ручную — только те из них, которые не требуют больших физических усилий; обычно это — управление машиной. *К комплексно-механизированным погрузочно-разгрузочным работам* на грузовых дворах станций, в пунктах перегрузки и сортировки грузов относятся:

- выгрузка из железнодорожного подвижного состава и автомобилей грузов в универсальных и специальных контейнерах, в пакетах, на поддонах, различного тяжеловесного оборудования в ящиках и без упаковки, лесоматериалов, металлов с последующей погрузкой в вагоны и автомобили при помощи кранов, автопогрузчиков и электропогрузчиков;

- погрузка или выгрузка из вагонов и автомобилей насыпных и навалочных грузов грейферными кранами, тракторными ковшовыми погрузчиками, автопогрузчиками с ковшами, экскаваторами, а также выгрузка из саморазгружающихся полувагонов, думпкаров, хопперов на эстакадах и повышенных путях с последующей погрузкой грузоподъемными машинами на автомобиль;

- выгрузка или перегрузка навалочных и насыпных грузов вагоноопрокидывателями;

- погрузка и выгрузка насыпных грузов пневматическими установками;

- погрузка и выгрузка металлов электромагнитными плитами;

- выгрузка грузов самотеком (под действием силы тяжести) из автомобилей, бункеров и других аналогичных устройств, а также при помощи самозахватывающих машин (скребковых конвейеров, механических лопат и других машин без подкладки или подноски грузов вручную).

При автоматизации погрузочно-разгрузочных работ производственный процесс осуществляется без участия человека. Роль его сводится к наладке, пуску машин и контролю за их работой. Если автоматизированы лишь отдельные процессы контроля, управления и действия машин, то автоматизация называется *частичной*. В дальнейшем может быть предусмотрена ее замена комплексной.

16.8. Определение основных параметров складов

При проектировании или выборе типовых проектов склада необходимо определить его основные параметры: вместимость, потребную площадь, длину, ширину, высоту, размеры погрузочно-разгрузочных фронтов.

Параметры склада определяют исходя из объема грузопереработки склада и режима работы грузового двора.

Режим работы транспортно-складского комплекса может быть достоверным (детерминированным) или случайным (недетерминированным).

При детерминированном режиме вагоны, автомобили и другие транспортные средства поступают под грузовые операции примерно через одинаковые интервалы времени; количество вагонов в подаче и время выполнения грузовых операций практически не отклоняются от среднего значения.

При случайном характере работы время поступления и количество транспортных средств в подаче иногда значительно отклоняются от среднего значения. В этом случае для расчета используют методы теории массового обслуживания.

Рассмотрим методику расчета параметров склада при детерминированном режиме работы.

Среднесуточный грузооборот Q_c , т, определяется исходя из годового грузооборота Q_r :

$$Q_c = \frac{Q_r k_n}{365}, \quad (16.6)$$

где k_n — коэффициент неравномерности прибытия или отправления грузов, характеризующий отношение максимального суточного объема грузопереработки к среднесуточному

Вместимость склада, т, — количество грузов, размещаемых в нем, определяется по формуле

$$E_{\text{скл}} = Q_c T_{\text{хр}} k_{\text{ск}}, \quad (16.7)$$

где $k_{\text{ск}}$ — коэффициент складочности, учитывающий перегрузку с одного вида транспорта на другой; $T_{\text{хр}}$ — продолжительность хранения грузов на складе, сут (табл. 16.4).

Таблица 16.4

Род груза	Продолжительность хранения, сут.	
	до отправления	по прибытии
Тарные и штучные грузы в крытых складах:		
повагонные отправки	1,5	2,0
мелкие отправки	2,098	2,5
Тарные и штучные грузы в контейнерах	1,0	2,0
Тяжеловесные грузы	1,0	2,5
Колесные грузы и сельхозтехника	1,0	2,5
Грузы, перевозимые навалом	2,5	3,0
Цемент, известь, алебастр, мел	—	2,5
Минеральные удобрения	—	2,5

Потребную площадь склада $F_{ск}$, m^2 , можно определить методами средних нагрузок и элементарных площадок.

Метод средних нагрузок обычно используют при ориентировочном расчете.

$$F_{ск} = k_{пр} \frac{k_{ск} Q_c T_{хр}}{q}, \quad (16.8)$$

где q — средняя нагрузка на пол склада, t/m (табл. 16.5); $k_{пр}$ — коэффициент, учитывающий дополнительную площадь для проходов, проездов погрузочно-выгрузочных машин и автомобилей, мест для установки весов, помещений приемосдатчиков; эта величина устанавливается проектом и принимается по табл. 16.6.

В тех случаях, когда преобладают легковесные грузы или применяется стеллажное хранение грузов, площадь склада следует определять с учетом нагрузок на $1 m^2$, установленных проектом.

Нагрузку на пол склада, t/m^2 , можно определить по формуле

$$q = h \gamma, \quad (16.9)$$

где h — допустимая высота укладки груза в штабеля, m ; γ — объемная масса груза, t/m^3 (см. Приложение, табл. 24).

Таблица 16.5

Род груза	Грузовые устройства	Средняя нагрузка на пол склада, т/м ²
Тарные и штучные грузы при повагонных отправлениях: в общих складах	Крытые склады и платформы	0,85
в специализированных складах: промышленные товары широкого потребления (трикотаж, обувь, одежда и т.д.)	То же	0,25
мебель	— " —	0,25
бумага	— " —	1,1
Тарные и штучные грузы при мелких отправлениях	То же	0,4
Тарные и штучные грузы в контейнерах	Площадки для контейнеров: среднетоннажных	0,5
	крупнотоннажных	1,025
Тяжеловесные грузы	Площадка для тяжеловесов	0,9
Грузы, перевозимые навалом	Площадка для грузов, перевозимых навалом	1,1

Таблица 16.6

Род груза	Грузовые устройства	Коэффициент, учитывающий дополнительную площадь
Тарные и штучные грузы: повагонные отправки	Крытые склады и платформы	1,7
мелкие отправки	То же	2,0
Контейнеры	Контейнерная площадка	1,9

Род груза	Грузовые устройства	Коэффициент, учитывающий дополнительную площадь
Тяжеловесные грузы	Площадка для тяжеловесных грузов	1,6
Лесоматериалы	Площадка для лесоматериалов	1,6
Уголь и нерудные материалы (минерально-строительные)	Склад угля и нерудных материалов	1,5

При штабельном и стеллажном хранении груза для более точного расчета потребной площади склада применяется метод элементарных площадок. За основу берутся размеры штабелей, стеллажей, пакетов и проходы между ними, определяемые условиями штабелирования в зависимости от применяемых средств механизации.

Площадь элементарной площадки, m^2 , которая многократно повторяется в складе, с учетом проходов и проездов составляет

$$\Delta F = (L_{III} + a_{III})(B_{III} + b_{III}), \quad (16.10)$$

где L_{III} и B_{III} — длина и ширина штабеля, м; a_{III} и b_{III} — ширина продольного и поперечного проездов (проходов), 0,9—1 м для пешеходного движения, 4 м для погрузчиков, не менее 0,7 м между краном и подвижным составом.

Общая площадь склада, m^2 , равняется

$$F_{скл} = n_{III} \Delta F, \quad (16.11)$$

где n_{III} — число элементарных площадок (штабелей, стеллажей), равно отношению общей вместимости склада $E_{скл}$ к вместимости штабеля (стеллажа) ΔE :

$$n_{III} = E_{скл} / \Delta E. \quad (16.12)$$

Размеры общей площади в дальнейшем уточняют с учетом соответствующей планировки, размеров грузовых мест, способов их укладки и типов погрузочно-разгрузочных машин и оборудования, используемых в складе.

Ширина крытых складов, крытых и открытых платформ должна устанавливаться проектом в зависимости от количества и рода перерабатываемого груза, характера производимых с ним операций и применяемых средств механизации и автоматизации и должна быть не менее 18 м. В эксплуатации имеются склады шириной 12 и 15 м. Длина склада определяется в зависимости от требуемой вместимости с учетом необходимой длины погрузочно-выгрузочного фронта и числа путей с помощью набора секций.

Длина склада с внутренним или наружным расположением путей должна быть не более 300 м. Типовые проекты механизированных складов ангарного типа устанавливают длину 72, 144, 216 и 288 м.

Длина склада $L_{\text{скл}}$, м, для данного рода груза определяется делением площади на ширину склада:

$$L_{\text{скл}} = F_{\text{скл}} / B_{\text{скл}} \cdot \quad (16.13)$$

Полученную по этому расчету длину складов следует сопоставить с необходимой длиной погрузочно-выгрузочного фронта со стороны железнодорожных путей и со стороны подъезда автомобилей и принять большие значения.

16.9. Определение длины погрузочно-выгрузочных фронтов

Фронтом погрузочно-выгрузочных работ называют часть складских путей, предназначенных непосредственно для погрузки (выгрузки). Размеры фронта определяются числом вагонов, устанавливаемых на полезной длине складского пути, которая может быть использована для одновременной погрузки (выгрузки) однородных грузов.

Фронт погрузки (выгрузки) следует отличать от фронта подачи, под которой понимается часть складского пути, используемая для постановки группы вагонов до начала выполнения грузовых операций.

На фронте подачи может быть размещено более вагонов, чем одновременно перерабатываться на фронте погрузки (выгрузки). Длину фронта подачи вагонов $L_{\text{фп}}$, м, находят по формуле

$$L_{\text{фп}} = \frac{n_{\text{в}} l_{\text{в}}}{z_{\text{п}}} + a_{\text{м}}, \quad (16.14)$$

а длину погрузочно-выгрузочного фронта, м,

$$L_{\text{фп}} = \frac{n_{\text{в}} l_{\text{в}}}{z_{\text{п}} z_{\text{с}}} + a_{\text{м}}, \quad (16.15)$$

где $n_{\text{в}}$ — среднесуточное число вагонов, поступающих на грузовой фронт:

$$n_{\text{в}} = Q_{\text{с}}/q_{\text{в}}, \quad (16.16)$$

$q_{\text{в}}$ — средняя загрузка вагона, т; $l_{\text{в}}$ — длина вагона данного типа по осям сцепления автосцепок, м; $z_{\text{п}}$ — число подач вагонов; $z_{\text{с}}$ — число смен (перестановок) на грузовом фронте; $a_{\text{м}}$ — удлинение грузового фронта, необходимое для маневрирования локомотивными или другими средствами (ориентировочно 15—25 м).

Рассчитав длину погрузочно-разгрузочного фронта, окончательно принимают размеры склада. Длина его $L_{\text{скл}} \geq L_{\text{гр}}$ должна быть кратна 12 м (для открытых платформ — кратна 3 м), что связано с размерами типовых строительных конструкций; ширина принимается равной 12, 15, 18 или 24 м. Затем устанавливают необходимую высоту склада, которая зависит от высоты штабеля груза, подлежащего хранению, и некоторого пространства, обеспечивающего свободную работу людей, средств механизации. Обычно высота железнодорожных складов равна 5,5—6,5 м.

Длину фронта погрузочно-выгрузочных работ со стороны подъезда автомобилей рассчитывают по формуле

$$L_{\text{а}} = \frac{Q_{\text{а}} l_{\text{ф}} t_{\text{а}}}{q_{\text{а}} T}, \quad (16.17)$$

где $l_{\text{ф}}$ — фронт, требующийся для одного автомобиля в зависимости от способа ее постановки (вдоль склада, перпендикулярно скла-

ду, под углом $30\text{—}45^\circ$); t_a — средняя продолжительность операций с одним автомобилем (включая время на подъезд к складу и отъезд), ч; Q_a — средняя загрузка нетто одного автомобиля, т; T — продолжительность работы грузового двора, ч.

Длину фронта для одного автомобиля определяют по формулам: при установке машин вдоль склада

$$l_{\text{ф}} = l_a + C'; \quad (16.18)$$

при установке машин перпендикулярно складу

$$l_{\text{ф}} = b_a + C'', \quad (16.19)$$

где l_a — длина автомобиля без прицепа или с прицепом (4,5—7 м); C' — расстояние между последовательно стоящими машинами (4,2—4,4 м); b_a — ширина автомобиля (2,0—2,6 м); C'' — среднее расстояние между рядом стоящими машинами 1,5 м.

Глава 17. Тарно-упаковочные и штучные грузы

17.1. Характеристика тарно-упаковочных и штучных грузов

Тарно-упаковочные и штучные грузы отличаются большим разнообразием тары, массы, размеров, конфигурации отдельных мест. Они подвергаются большому числу грузовых операций на пути транспортирования от отправителя до получателя, что требует больших трудовых затрат. Тара, в которую упаковывают эти грузы, может быть *жесткой, полужесткой или мягкой*. Для сыпучих и других грузов, не подвергающихся деформациям, применяют *мягкую* тару (мешки, кули, сетки, тюки). Сетки, сплетенные из нескольких проволок или металлических лент, а также из другого, подходящего для этой цели увязочного материала, используют для упаковки грузов большого объема. Мягкая тара — наиболее дешевая и легкая. *Полужесткой* тарой считают коробки, решетки, корзины и др. *Жесткая* тара предохраняет груз от давления извне. К ней относятся: ящики, бочки, бидоны и др., способные воспринимать давление на груз со всех сторон; открытые ящики, ящики со стеклом, воспринимающие давление только в одном направлении.

Тарно-упаковочные и штучные грузы перевозят повагонными и мелкими отправлениями.

Правильное размещение их в вагонах и складах улучшает использование подвижного состава, сокращает его простой под гру-

зовыми операциями, снижает потребность в складской площади, создает условия для рационального применения погрузочно-разгрузочных машин и повышения производительности труда. Грузы в складах размещают по указанию приемосдатчика груза и багажа, который, выбирая им место, учитывает их свойства (особенности) и специализацию складских помещений. Так, легкогорючие грузы (ткань, хлопок и др.) укладывают отдельно: при хранении на платформах их укрывают брезентом.

Грузовые места обычно укладывают в *ряды, стопы и штабеля*. *Стопа* представляет собой правильной формы вертикальную укладку отдельных тарно-упаковочных мест, в которой каждое верхнее место совпадает с лежащим ниже. *Рядом* называют несколько стоп, уложенных одна к другой. Ширину ряда ограничивает размер одного места. *Штабель* — несколько рядов по ширине. Упакованные грузовые места, находящиеся в одном горизонтальном слое штабеля, называют ярусом. Грузы укладывают в штабеля непосредственно на полу складского помещения, на поддонах или стеллажах. В штабелях хранят, как правило, все тарные грузы (кипы, мешки, ящики, бочки и др.).

Мешки иногда укладывают в штабель так называемой *обратной кладкой* (рис. 17.1, а). Наиболее распространена укладка в *перевязку* (рис. 17.1, б), а также в *клетку* (рис. 17.1, в). Чем больше мешков входит в клетку, тем устойчивее штабель. Иногда мешки укладывают *колодцем* (рис. 17.1, г). Укладывая мешок, необходимо обращать внимание на то, чтобы его швы или завязки были обращены внутрь штабеля, а не наружу. Это предупреждает потери груза при разрыве швов или развязывании узлов.

Ящики устанавливают в штабель преимущественно прямой кладкой с небольшим уклоном к его центру. При правильной форме ящиков и их достаточной прочности это обеспечивает устойчивость штабеля высотой до 10—15 ярусов. Бочки хранят в штабелях лежа или в вертикальном положении. В последнем случае устойчивость штабелю придают доски или брусья в нижних ярусах. Небольшие бочки укладывают в три-пять ярусов.

Для хранения кип (хлопок, шерсть, ткани и др.) требуются складские помещения с умеренной влажностью и температурой.

Хлопок укладывают в штабеля высотой четыре-пять ярусов, а тюки шерсти до семи ярусов. Между штабелями оставляют свободные проходы (проезды), необходимые для осмотра гру-

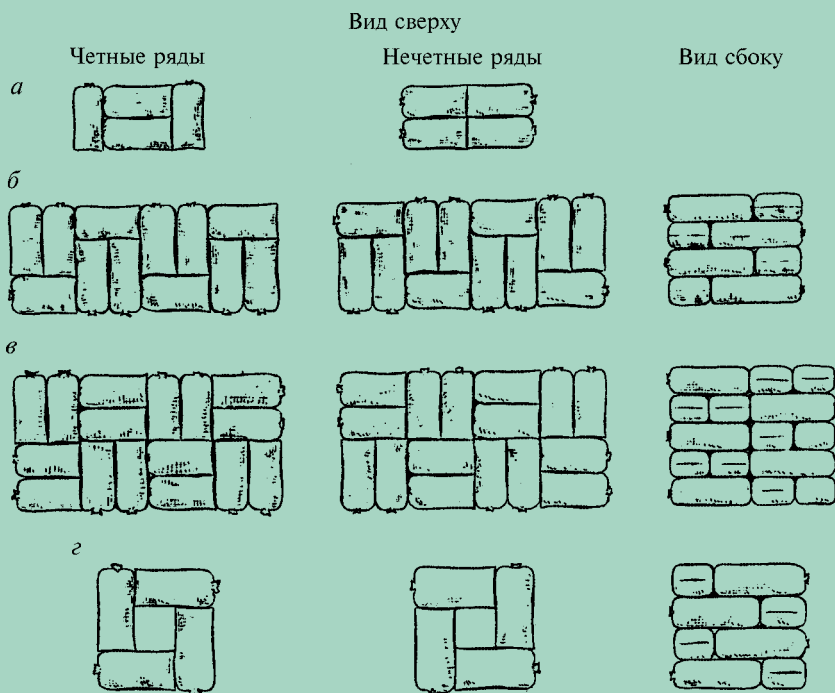


Рис. 17.1. Укладка грузов в мешках

зов, подсчета и нахождения мест и беспрепятственного подъезда средств механизации.

Правильная укладка пакетов в штабеля и рациональное размещение штабелей в складе значительно ускоряют погрузочно-разгрузочные работы.

17.2. Общие понятия о транспортных пакетах

Транспортный пакет — это укрупненное грузовое место, сформированное из тарных и штучных грузов (ящиков, мешков, бочек, бревен, досок, кирпичей, труб, слитков и т. д.) с использованием различных пакетирующих средств, обеспечивающих в процессе перевозки сохранность грузов, возможность погрузки и выгрузки их с помощью механизмов, максимальное использование грузоподъемности и вместимости вагонов, безопасность движения поездов.

Пакетирование осуществляется силами и средствами отправителя до предъявления груза к перевозке. В пакет укладывают, как правило, однородные грузы в одинаковой упаковке или без нее, следующие в адрес одного получателя. Размеры пакетов должны применяться согласно требованиям стандартов.

Масса транспортного пакета, предъявляемого к перевозке в крытых и изотермических вагонах и в контейнерах, не должна превышать 1 т. При перевозке на открытом подвижном составе масса пакета должна соответствовать грузоподъемности погрузочно-разгрузочных машин, имеющихся на станциях при выгрузке на местах общего пользования. Пакетированию подлежат все тарно-упаковочные грузы (в ящиках, мешках, бочках, кулях, рулонах и др.), большая часть лесных материалов (круглый лес, короткомерные лесоматериалы, доски, шпалы, тарная дощечка, паркет и др.), строительные материалы (кирпич, шифер, асбестоцементные и керамические трубы, стекло, керамическая плитка и др.), подавляющая часть черных и цветных металлов в чушках (чугун, цинк, свинец, бронза, алюминий и др.), различные запасные части, оборудование, механизмы, картофель и овощи, бутылки и другие массовые грузы.

17.3. Средства и способы пакетирования

Для формирования транспортных пакетов применяются поддоны, средства скрепления пакетов, пакетоформирующие машины и устройства.

Поддоны — средства пакетирования с площадью для груза, со стойками или без них, приспособленные для механизированного перемещения при погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских операциях. Предназначены для пакетирования тарно-штучных грузов, сыпучих материалов и изделий, сельскохозяйственной продукции и других грузов.

Стандартами установлены типы, основные параметры и размеры поддонов: плоских, ящичных и стоечных. Предусмотренные ГОСТ размеры поддонов составляют в плане 800 × 1200, 1000 × 1200, 1200 × 1600 мм и 1200 × 1800 мм.

Наибольшее распространение получили плоские поддоны 2ПО4 двухнастильный, четырехзаходный с окнами в нижнем настиле, грузоподъемностью 1 т, размером 800 × 1200 мм (ГОСТ 9557-87). Пос-

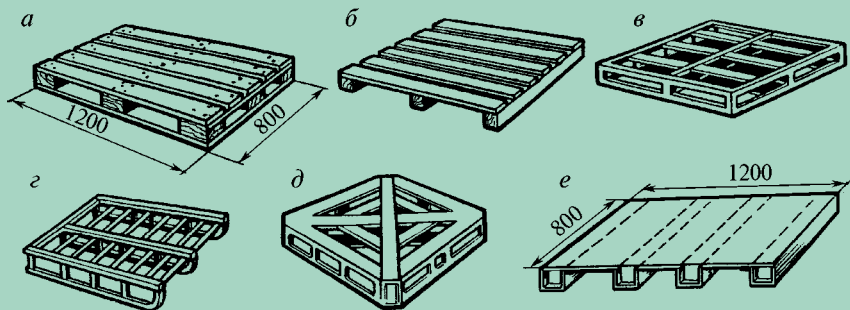


Рис. 17.2. Поддоны плоские:

a, б — деревянные одно- и двухнастильные; *в, г* — металлические; *д* — пластмассовые; *е* — из гофрированного картона

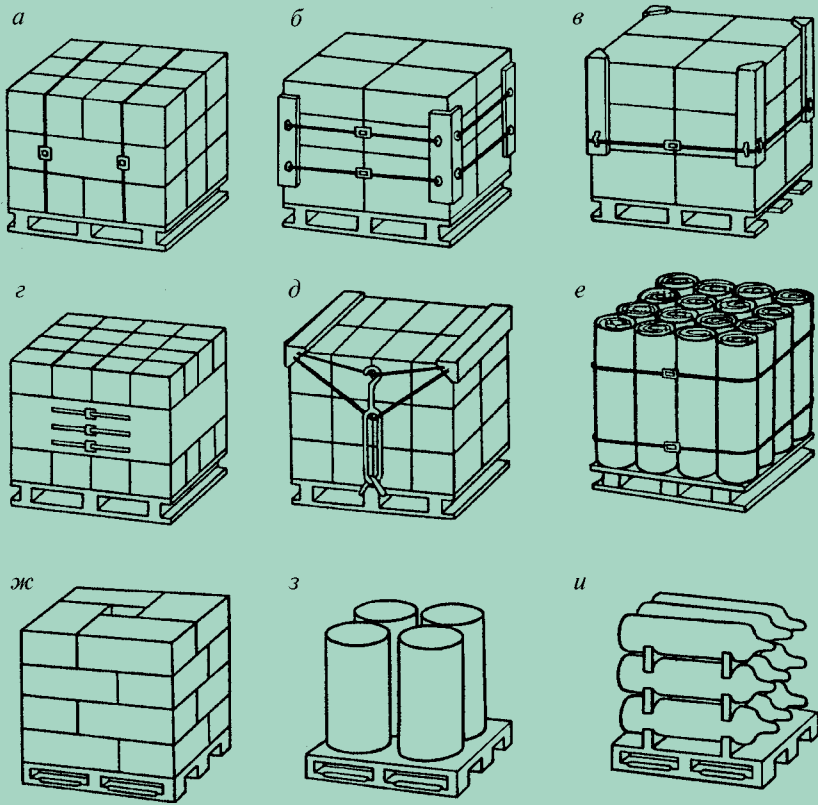
ледный предназначен для обращения в пределах государств СНГ на всех видах транспорта.

Плоские поддоны могут быть деревянными, металлическими, из гофрированного картона, пластмассовыми. Плоский деревянный поддон (рис. 17.2) состоит из двух настилов и шашек. Верхний настил служит основанием для укладки груза, нижний выполняет функцию опоры. Шашки образуют зазоры, которые дают возможность поднимать поддон. Поддоны бывают двух-, четырех- и многозаходными.

Грузы в пакетах можно укладывать блоками в виде стопок (рис. 17.3, *a—д*) или в перевязку с поворотом на 90° (рис. 17.3, *ж*). В последнем случае обеспечивается большая устойчивость пакета при транспортировании и перегрузке. Грузы цилиндрической формы располагают на поддонах либо вертикально (рис. 17.3, *е, з*), либо горизонтально со специальными прокладками между рядами (рис. 17.3, *и*).

Максимальная высота пакетов (включая высоту поддона) при одноярусной укладке пакетов в вагоне 1800 мм, при двухъярусной 1150 мм, при трехъярусной 770 мм.

Сточные и ящичные поддоны (рис. 17.4 и 17.5) отличаются от плоских наличием стоек и стенок. Их основанием служит стандартный плоский поддон или настил на ножках. Верхние части стоечных и ящичных поддонов оборудованы фиксирующими устройствами, которые позволяют устанавливать поддоны друг на друга в несколько ярусов в виде штабеля. Нагрузка от верхних ярусов поддонов передается на конструктивные элементы под-



320

донов нижних ярусов, минуя уложенные в них грузы. Стойки и стенки придают устойчивость уложенным в них грузам и обеспечивают их сохранность. Ящичные поддоны можно применять для

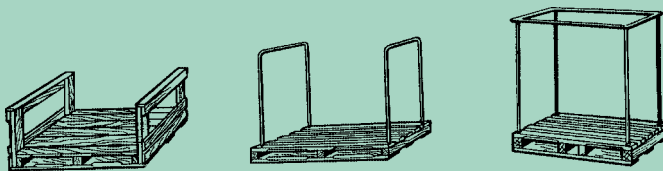


Рис. 17.4. Стоечные поддоны

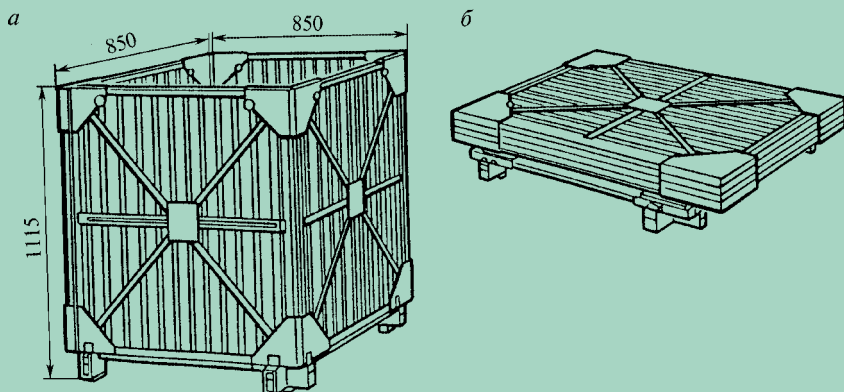


Рис. 17.5. Решетчатый ящичный поддон:
a — в сборном виде; *б* — сложенный

сыпучих, мелконавалочных материалов, картофеля, овощей, плодов и других грузов.

Все более широкое распространение получают специализированные поддоны, предназначенные для строительного кирпича, огнеупорных материалов, рулонных, кровельных, длинномерных грузов и др.

Укрупненная грузовая единица, сформированная из длинномерных грузов с применением поддонов, кассет, производственной тары, строп, обвязок, стяжек, сохраняющая форму в процессе обращения и обеспечивающая возможность комплексной механизации погрузочно-разгрузочных работ и складских операций, называется **пакетом длинномерных грузов**. Укрупненная грузовая единица, состоящая из пакетов длинномерных грузов, скрепленных обвязочными средствами, называется **блок-пакетами длинномерных грузов**.

В качестве средств скрепления пакетов применяются многооборотные средства пакетирования, применяемые для формирования пакетов, лесоматериалов, металлов, труб, строительных материалов и др. Большинство из них предназначено также для подъема и перемещения пакетов (несущие средства) и погрузки их на открытый подвижной состав. В качестве одноразовых средств широко распространены обвязочные ленты, изготовленные из металлов, тканей и синтетических материалов, склеивающие ленты, клей, проволока, пакетирующая (усадочная) пленка. Усадочная пленка, обыч-

но полиэтиленовая, охватывает не только пакетированный груз, но и сам поддон и имеет достаточную прочность. Сжимающее усилие пленки, равномерно распределенное по всем граням пакетированного груза, хорошо удерживает от смещения груз, а прозрачность пленки позволяет наблюдать за его состоянием во время перегрузки, хранения и перевозки. Эта упаковка даст оптимальную защиту против дождя, грязи, пыли, позволяет хранить пакетированный груз на открытых площадках.

Машины для формирования и расформирования пакетов. Пакетирование грузов — это завершающий технологический процесс предприятий-отправителей груза, которые для формирования пакетов применяют пакетирующие машины. Предприятия-грузополучатели используют пакеторасформовывающие машины.

Пакетоформирующие машины применяют двух типов: вертикального пакетирования и горизонтального. **В машинах вертикального пакетирования** грузовые места подаются через специальные кассеты, которые образуют вертикальные стопки мест. При подаче стопок на поддон формируется пакет стандартных размеров. **В машинах горизонтального пакетирования** пакет формируется послойно горизонтальными рядами. В одну из таких машин

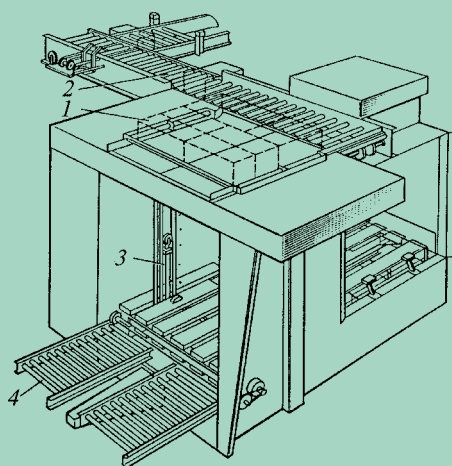


Рис. 17.6. Автоматизированная пакетоформирующая машина

(рис. 17.6) ящики 1 поступают по гравитационному роликовому конвейеру 2, снабженному устройством, ограничивающим их подачу на поддон. Порожний поддон устанавливается на подъемный стол 3. При укладке каждого ряда он автоматически опускается, поэтому верхний ряд ящиков находится на определенном уровне. Полностью загруженный поддон автоматически выдвигается из машины на конвейер 4, с которого его снимают вилочным погрузчи-

ком или другим подъемно-транспортным устройством. Затем на стол из штабеля подается другой порожний поддон, и цикл загрузки повторяется. Данные машины применяются на мукомольных предприятиях при формировании пакетов с грузом в тканевых мешках, а также на других предприятиях для комплектования пакетов из бумажных мешков с цементом, угольным порошком и другими сыпучими грузами.

Работа автоматической линии с машиной для горизонтального пакетирования мешков с сахаром и последующим обволакиванием пакета усадочной пленкой показана на рис. 17.7. Мешки поступают из цеха по двум ленточным конвейерам 1 в отсек формирующей машины, где установлены специальные захватные приспособления 2, укладывающие мешки вперевязку в пять ярусов. Затем пакеты по гравитационным роликовым конвейерам 3 и 4 проходят через отделение, где их упаковывают в усадочную пленку, и, подхваченные боковыми захватами 5, поступают в камеру 6, где под действием

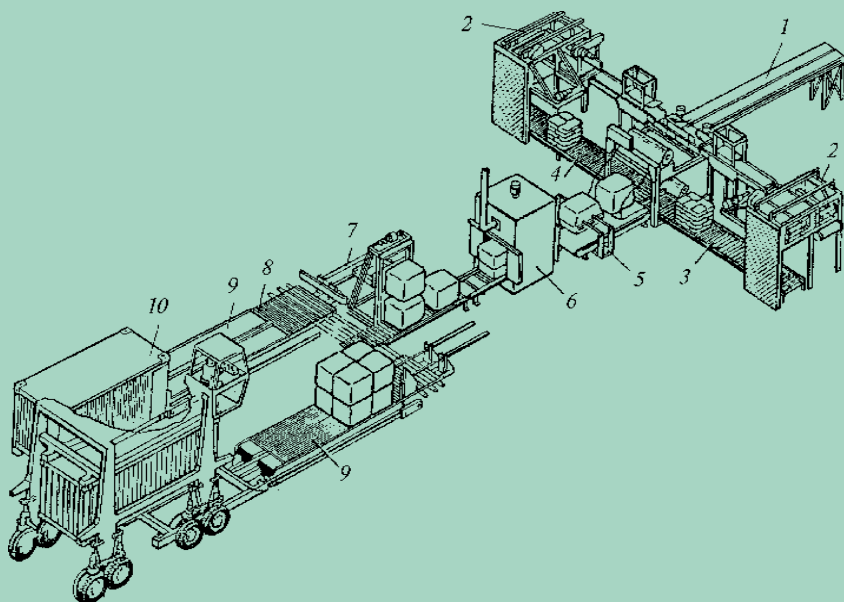


Рис. 17.7. Схема автоматизированной пакетформирующей линии

высокой температуры (до 200 °С) пленка садится и плотно скрепляет пакет. По ленточному конвейеру пакет из камеры поступает на машину 7, которая формирует более крупные грузовые единицы и по двум конвейерам 8 подает на площадки-эскалаторы 9 и далее в крупнотоннажные контейнеры 10, находящиеся в торце конвейерных линий. Эскалаторы оборудованы специальными цепными конвейерами, которые вдвигаются в контейнер через открытую торцевую дверь. Все это осуществляется автоматически по заданной программе. Производительность линии до 200 т/ч.

При вертикальном пакетировании ящики предварительно подбирают в вертикальные колонки. Очередной ящик подхватывают боковые захваты машины и поднимают на высоту, необходимую для размещения под ним следующего ящика. Далее аналогично поднимаются вверх уже два ящика и так продолжается до комплектования полной вертикальной колонки. Привод механизмов пакетирующих машин бывает гидро- (ГМ), электро- (ЭМ) и пневмомеханический (ПМ), управление автоматическое или полуавтоматическое. В зависимости от технологических требований пакетирующие машины могут быть стационарными или передвижными.

Специальные поддоны. Для пакетирования тарно-штучных грузов сложной конфигурации с неровными малоустойчивыми опорными поверхностями используют специальные поддоны. Штучные грузы в таре и без тары, прочность или форма которых не допускает многоярусной укладки, перевозят пакетами, сформированными на стоечных поддонах. В ящичных поддонах перевозят главным образом штучные грузы без тары, крепление которых на плоских поддонах не обеспечивает сохранность формы пакета. В зависимости от рода груза и условий перевозки ящичные поддоны могут быть сплошными или решетчатыми, с крышкой или без нее. В стоечных и ящичных поддонах дополнительное крепление грузов не требуется.

Ящичные поддоны изготавливают цельными, разборными или складными, закрытыми или открытыми. Боковые ограждения их выполняют съемными или несъемными; для удобства работы одну из боковых стенок делают съемной или отодвигающейся. Иногда поддоны снабжают роликами, обеспечивающими передвижение вручную или при помощи простейших средств механизации.

17.4. Комплексная механизация погрузочно-разгрузочных работ с тарно-упаковочными и штучными грузами

ВНИИЖТом разработаны типовые схемы комплексной механизации переработки тарно-упаковочных и штучных грузов на опорных станциях (рис. 17.8), которые позволяют:

- сократить сроки погрузки и выгрузки;
- уменьшить численность рабочих; повысить их производительность труда;
- устранить ручные операции не только основные, но и вспомогательные;
- обеспечить сохранность груза и подвижного состава;
- повысить безопасность условий труда.

Вариант I предусматривает выгрузку из вагона, промежуточное складирование, а затем погрузку в автомобили электропогрузчиками. **В варианте II** выгрузка из вагона, складирование, подача грузов со склада на рампу производится электропогрузчиками, а погрузка в автомобиль — краном-штабелером. Эти варианты переработки по схеме вагон—склад—автомобиль предусматривают как

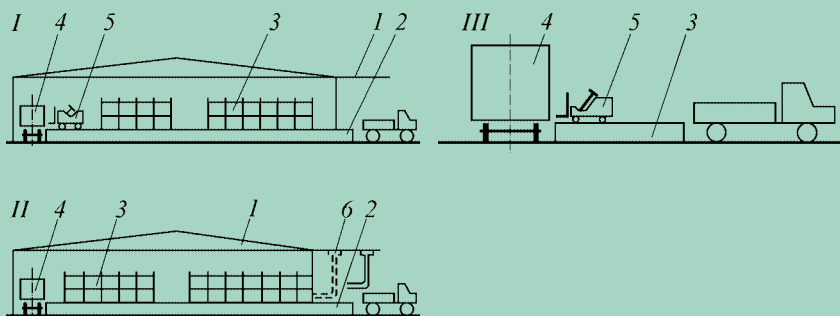


Рис. 17.8. Схема комплексной механизации переработки тарно-штучных грузов, перевозимых в крытых вагонах:

1 — склад; 2 — рампа; 3 — стеллаж; 4 — вагон; 5 — электропогрузчик; 6 — кран-штабелер

напольное, так и стеллажное хранение груза в складе, а также применение электропогрузчиков с кабельным питанием. **В варианте III** тарно-штучные грузы из вагона перегружает электропогрузчик непосредственно в автомобиль по прямому варианту.

Рассмотрим некоторые наиболее эффективные схемы комплексной механизации погрузочно-разгрузочных работ с тарно-упаковочными и штучными грузами на складах промышленных предприятий. На рис. 17.9 показана схема погрузки в вагон пакетированного груза без поддонов, согласно которой чушки из фигурного алюминия поступают из цеха на склад к пакетирующей машине 1 по роликовому гравитационному конвейеру 2. Сформированный пакет подается на стол (или площадку), забирается погрузчиком 3 и укладывается в штабель. Из штабеля пакеты снимает тот же погрузчик и подает к погрузочной платформе. Если пол склада расположен на уровне рельсов железнодорожного пути, применяют платформы 4 высотой 1,2 м. Одновременно на погрузке в вагон работают два погрузчика: один из них подает пакеты на платформу, а другой 5 — с платформы в вагон 6. Когда пол склада находится в одном уровне с полом вагона, погрузчик 3 въезжает в вагон — процесс погрузки упрощается. Данная схема обеспечивает комплексную механизацию всех операций с тарно-упаковочными грузами.

В схеме комплексной механизации переработки тарно-упаковочных грузов на складе отправителя (рис. 17.10) порожние поддоны подают в цех и устанавливают в конце линии конвейеров. Сформиро-

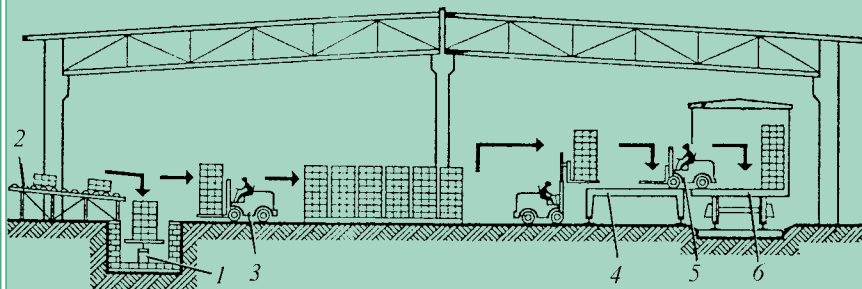


Рис. 17.9. Схема погрузки в вагон пакетированных грузов без поддонов

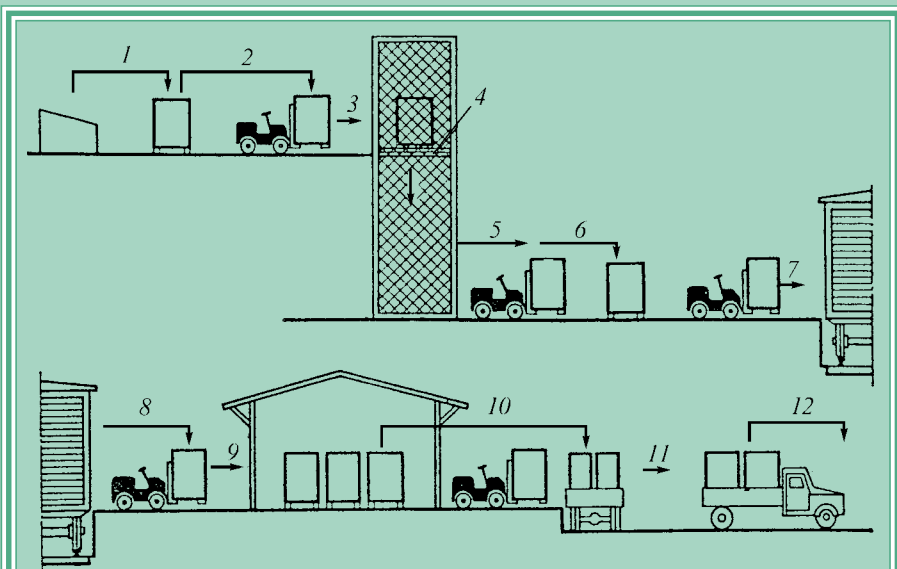


Рис. 17.10. Схема комплексной механизации переработки тарно-упаковочных грузов от склада отправителя до склада получателя:

1 — загрузка поддона; 2 — штабелирование; 3 — погрузка пакета в лифт; 4 — спуск пакета; 5 — выгрузка из лифта; 6 — штабелирование в складе; 7 — погрузка в вагон; 8 — выгрузка из вагона; 9 — укладка в штабель на станции назначения; 10 — погрузка пакета на автомобиль; 11 — доставка получателю; 12 — выгрузка на складе получателя

ванный и закрепленный на поддоне пакет электропогрузчик представляет в лифт, который подает его в склад готовой продукции. Вагоны загружают пакетами на поддонах в два яруса также при помощи электропогрузчиков. На всех операциях заняты три электропогрузчика. Время загрузки одного четырехосного крытого вагона (60 пакетов) составляет 45—50 мин. Перевозка пакетов, выгрузка и хранение на станции назначения, погрузка в автомобили и разгрузка их на складе грузополучателя полностью механизированы.

17.5. Автоматизированные склады и их оборудование

Полностью автоматизированными считаются склады, где все процессы переработки тарно-упаковочных и штучных грузов осуществляются автоматическими устройствами без участия челове-

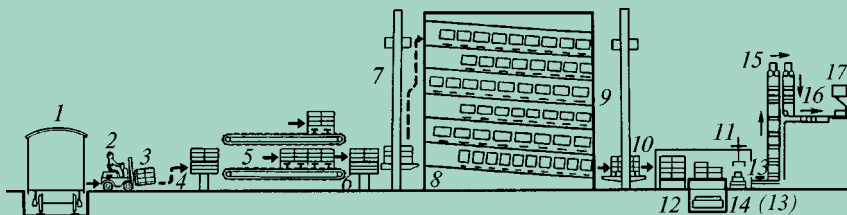


Рис. 17.11. Автоматизированная секция стеллажного склада

ка. Последний лишь наблюдает за автоматическими устройствами, контролирует и регулирует их. Автоматизированные склады бывают следующих типов: *подвесные* — со средствами непрерывного транспорта, *стеллажные, бункерные* — с бункерами и наклонными лотками, *комбинированные*.

На рис. 17.11 показана автоматизированная секция стеллажного склада, оборудованная кранами-штабелерами, с хранением грузов на полках гравитационных стеллажей. Из вагона 1 вилочным погрузчиком 2 пакетированные грузы 3 подают на подъемный стол 4. Далее пакеты поступают на один из накопительных конвейеров 5, а с них — на приемный стол 6. Кран-штабелер 7 устанавливает пакет на одну из полок гравитационных стеллажей 8. С противоположной стороны кран-штабелер 9 снимает пакеты и передает их на распаковочную машину 10, оборудованную манипуляторами 11. Штучные грузы из пакета поступают на ленточный конвейер 12, в контейнер (ящик) 13 или на роликовый конвейер 14.

Контейнеры через накопитель 15 поступают на подвесной конвейер 16 толкающего типа. Ленточный и роликовый конвейеры передают грузы в секцию отправки. Все это делается автоматически в соответствии с маршрутом, заданным оператором на пульте управления 17.

Управление кранами-штабелерами также автоматизировано. По заданной программе груз нацеливают на определенную ячейку стеллажа.

Для автоматизированных складов рекомендованы трехъярусные многопролетные стеллажи с датчиками автоматизированного контроля свободности ячеек.

17.6. Пункты сортировки мелких отправок

Для сортировки грузов, перевозимых мелкими отправлениями в сборных вагонах, на станциях устраивают *пункты сортировки мелких отправок*. В зависимости от характера работы они подразделяются на *сетевые и местные*. *Сетевые* сортируют преимущественно транзитные мелкие отправки (в междорожных корреспонденциях), а *местные* — соответственно прибывшие со станции своей дороги, со станций сети железных дорог назначением на станции данной дороги.

Для сортировки грузов, перевозимых в крытых вагонах, применяются грузосортировочные платформы ангарного типа с вводом путей внутрь здания и обычные грузосортировочные платформы с навесом.

В зависимости от расположения на станции грузосортировочные платформы бывают *тупиковые и островные*. *Тупиковые* платформы обычно располагаются на грузовых дворах, а *островные* — в сортировочных парках станций. В зависимости от фронта работ (с одной или с двух сторон) платформы могут быть *одно- и двухсторонние*. Ширина платформы должна быть не менее 18 м, длина — не более 300 м.

Современные механизированные склады ангарного типа строятся с учетом объединения в одном здании операций приема, выдачи и сортировки мелких отправок. Применяется четыре типа механизированных грузовых складов ангарного типа с вводом внутрь складов от одного до четырех путей.

Длина типовых складов принята 72, 144, 216 и 288 м. Типы I и II — однопролетные склады с пролетами 24 (тип I) и 30 м (тип II), тип III — двухпролетный (30 + 30 м) и тип IV — трехпролетный (24 + 30 + 24 м).

В типах I и II даны варианты с вводом одного и двух путей. Второй путь в большинстве вариантов вводится на часть длины склада и тогда склад состоит из двух частей, из которых одна (с одним путем) предназначена для приема и выдачи мелких отправок, а другая (с двумя путями) — для сортировки мелких отправок. В типе III на всю длину склада вводятся три пути: между двумя из них размещается сортировочная платформа. В типе IV вводятся четыре пути, в средней части размещена сортировочная платформа.

Глава 18. Контейнеры

18.1. Контейнерная транспортная система, ее технические средства

Контейнерная транспортная система предусматривает доставку грузов в контейнерах железнодорожным, автомобильным, водным и воздушным транспортом.

Отличительная особенность контейнерной транспортной системы (КТС) — комплексный подход к созданию материально-технической базы, параметры и производительность всех элементов которой взаимосвязаны.

Контейнерная транспортная система позволяет: снизить себестоимость грузовых операций; повысить производительность труда; обеспечить условия для комплексной механизации и автоматизации; сократить простои подвижного состава под грузовыми операциями; снизить затраты на внешнюю тару и упаковку грузов; ликвидировать потери и порчу грузов в процессе транспортирования, полностью обеспечивая сохранность перевозимых грузов; повысить пропускную способность погрузочно-разгрузочных фронтов; увеличить степень использования складских помещений; упростить транспортно-экспедиционные, передаточные и другие коммерческие операции; повысить культуру перевозки (груз доставляется по принципу «от двери до двери»); доставлять грузы различными видами транспорта в населенные пункты, удаленные от железных дорог на сотни и тысячи километров.

Важнейшей частью КТС является ее *материальная основа* — технические средства, объединяющиеся в комплекс, представляющий совокупность взаимосвязанных и влияющих друг на друга элементов.

Технический комплекс КТС целесообразно развивать на всех видах транспорта на основании взаимной увязки размеров грузовых единиц (пакетов) и упаковок, параметров контейнеров, погрузочно-разгрузочного оборудования, перевозочных средств, контейнерных пунктов и складов, обеспечивающих совместимость всех этих средств в единой транспортной цепи. Стыковка и взаимодействие технических средств КТС обеспечиваются государ-

ственной стандартизацией. В настоящее время уже действуют основополагающие стандарты по всем основным элементам КТС.

Контейнеры являются главным элементом технических средств КТС. *Контейнеры общего назначения* по классификации ИСО и принятой терминологии *универсальные* служат для доставки грузов широкой номенклатуры, а *специализированные* (групповые и индивидуального назначения) соответственно для продукции, родственной по физико-химическим свойствам, и для строго определенных разновидностей продукции, имеющей специфические свойства.

По сфере применения контейнеры могут быть ограниченного или широкого обращения. К первым принадлежат контейнеры, допущенные к использованию только на одном виде транспорта, например на автомобильном, и именуемые вследствие этого «автомобильные», или на двух и более видах транспорта, в том числе и в смешанном сообщении, но только на определенных направлениях. Ко вторым относятся контейнеры, применение которых допущено на двух и более видах транспорта без ограничения районов обращения.

К *средствам транспортирования контейнеров* относятся железнодорожные платформы и полувагоны, автопоезда-контейнеровозы, включая самопогрузчики, специализированные суда-контейнеровозы, комбинированные сухогрузные суда, грузовые самолеты. Они подразделяются на универсальные и специализированные. *Специализированные* оборудованы дополнительными устройствами для крепления контейнеров, а на водном транспорте — также и для их многоярусного штабелирования (на морском — до девяти ярусов в трюме и пяти на палубе судна). Кроме того, конструкция, параметры и размеры специализированного подвижного состава и контейнеров взаимоувязаны между собой.

Подъемно-транспортное оборудование включает:

– средства механизации погрузки-выгрузки контейнеров на железнодорожных станциях, промышленных предприятиях, снабженческо-сбытовых базах, грузовых автомобильных станциях, контейнерных терминалах морских и речных портов — краны, напольные погрузчики с фронтальным и боковым расположением грузоподъемника, порталные автоконтейнеровозы, специализированные контейнерные перегружатели и т. п.;

– машины для погрузки грузов в контейнеры и выгрузки из них — вилочные погрузчики, конвейерные установки, устройства на воздушной подушке, а также пневматические, вакуумные и гравитационные перегружатели сыпучих грузов.

Все *технические средства механизации перегрузки контейнеров* по установившейся классификации относятся к машинам периодического действия: универсальным или специализированным. *Универсальные* не предназначены для перегрузки контейнеров, но при соответствующей грузоподъемности пригодны для этой цели. *Специализированные* (главным образом краны) предназначены для перегрузки, штабелирования и перемещения контейнеров внутри территории портов, станций и предприятий, но в отдельных случаях для повышения интенсивности их использования могут также применяться и для перегрузки тяжелых, громоздких и длинномерных грузов при условии замены контейнерных захватов на другие соответствующего назначения.

Контейнеры и средства механизации погрузочно-разгрузочных работ тесно связаны со способом подготовки груза к перевозке.

В состав контейнерной транспортной системы входят *контейнерные пункты* железных дорог, промышленных предприятий, снабженческих, сбытовых и торговых организаций, портовые терминалы и др., а также *средства и устройства связи и управления* — автоматизированные с применением ЭВМ и без ЭВМ, используемые для оптимизации технологических процессов и совершенствования оперативной деятельности, и неавтоматизированные.

18.2. Техническое оснащение контейнерных пунктов, комплексная механизация и автоматизация переработки контейнеров

Для переработки контейнеров на железных дорогах организуются контейнерные пункты, где выполняются погрузка, выгрузка, сортировка, хранение, завоз, вывоз, технический осмотр и текущий ремонт контейнеров, оформление перевозочных и транспортно-экспедиционных документов, информация грузополучателей и др.

Комплекс устройств, входящих в контейнерный пункт: площадка для краткосрочного хранения контейнеров, автопроезды, железнодорожные

погрузочно-выгрузочные пути, грузоподъемные механизмы, стоянки для полуприцепов и прицепов, служебные и бытовые помещения.

Контейнерные пункты размещаются либо непосредственно на железнодорожных станциях, либо на подъездных путях предприятий. В зависимости от характера выполняемых операций они бывают:

- *грузовые*, предназначенные для погрузки и выгрузки контейнеров, принятых к отправлению или подлежащих выдаче на данной станции;

- *грузосортировочные*, где кроме операций, выполняемых на грузовых пунктах, сортируют транзитный поток контейнеров;

- *сортировочные*, выполняющие только сортировку транзитных контейнеров.

Контейнерные пункты со значительным объемом работы, обеспечивающие прием контейнеров от грузоотправителей, выдачу их грузополучателям, а также передачу контейнеров с одного вида транспорта на другой, называют *контейнерными терминалами*.

На контейнерном пункте может быть одна или несколько площадок. В последнем случае их специализируют, предназначая каждую для переработки контейнеров, следующих на станции одной дороги или нескольких дорог одного направления.

При специализации контейнерной площадки выделяют отдельные участки для размещения контейнеров по отправлению и прибытию, причем участок, расположенный ближе к железнодорожному пути, выделяется для контейнеров по отправлению, а находящийся со стороны подъезда автомобильного транспорта — для прибывающих контейнеров.

Участок по отправлению, в свою очередь, делят на секции по дорогам назначения и по назначениям плана формирования.

Участок по прибытию на крупных контейнерных пунктах специализируется по районам города или по отдельным грузополучателям или группам. На площадках контейнерных пунктов, где это возможно, выделяются специальные секции для отдельного размещения поврежденных и неисправных контейнеров, подлежащих ремонту.

Специализация участков секций может быть постоянной и скользящей. Скользящая специализация применяется при недостаточной вместимости площадки.

Контейнеры размещают длинной стороной вдоль площадки дверями друг к другу с зазором между контейнерами 0,15—0,20 м. Два ряда кон-

тейнеров, расположенных поперек площадки, образуют сектор. Между секторами оставляют проходы 0,6 м, через каждые 100 м длины фронта предусматривается противопожарный разрыв. На площадке предусматривают поперечные проезды для автомобилей, через каждый 19 м при работе с мостовыми кранами и 44 м при работе с кранами на железнодорожном ходу. Ширина проездов и разрывов 4—5 м. Покрытие площадок может быть асфальтовым, наиболее эффективно асфальтобетонное. Продольный уклон допускается не менее 0,4 ‰ и не более 6 ‰. По бокам площадки устраивают дренажные каналы для отвода дождевых и талых вод и придают ей уклон от середины к краям при асфальтобетонном покрытии 2 ‰. Железнодорожные пути располагают по одну сторону площадки, в отдельных случаях — по обе стороны.

Каждое контейнеро-место на площадке имеет свой номер. Под *контейнеро-местом* понимается площадь, занимаемая одним контейнером массой брутто 3 т. В зависимости от применяемых погрузочно-разгрузочных машин и покрытия площадки контейнеры размещают в один-два яруса.

Схемы расстановки среднетоннажных контейнеров на площадках при различных видах кранов и погрузчиках приведены в Типовом технологическом процессе работы грузовой станции. На рис. 18.1 представлена одна из типовых схем размещения контейнеров на площадке, обслуживаемой двухконсольным козловым краном с пролетом 16 м.

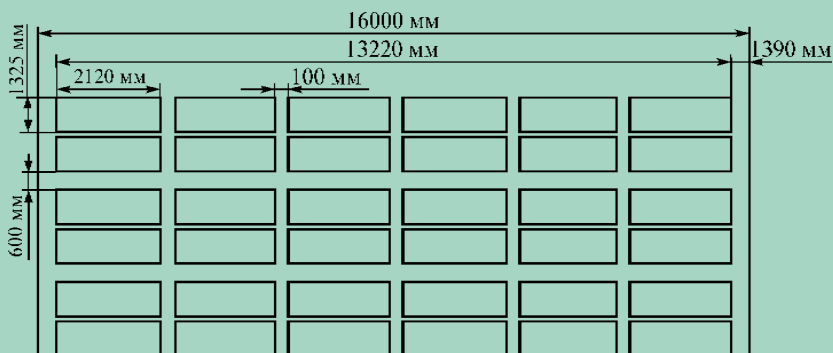


Рис. 18.1. Схема размещения контейнеров на площадке, обслуживаемой краном пролетом 16 м

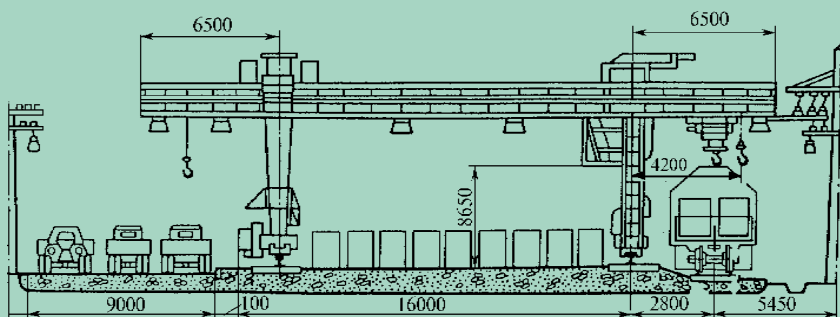


Рис. 18.2. Перегрузка контейнеров козловым краном КДКК-10

Для перегрузки контейнеров в основном применяют козловые краны, при большом объеме переработки — мостовые, реже используются другие виды кранов и автопогрузчики. На рис. 18.2 показана схема применения двухконсольного козлового крана КДКК-10 при перегрузке среднетоннажных контейнеров. Для сокращения холостых пробегов крана выгрузка с платформ и автомобилей чередуется с погрузкой на платформы и автомобили.

Автоматизация переработки контейнеров. Автоматизацию застропки и отстропки среднетоннажных контейнеров обеспечивают автостропы ВНИИЖТ, а крупнотоннажных контейнеров — автоматические спредеры.

Применение дистанционного управления погрузочно-разгрузочными машинами при переработке контейнеров позволяет повысить производительность труда и сократить обслуживающий персонал. *Дистанционное управление* может быть косвенным, телемеханическим или по радио.

При *косвенном* управлении команды передаются на кран с переносного пульта по многопроводному кабелю. Для включения и выключения электродвигателей его механизмов служат реле слабого тока, которые связаны с переносным пультом. Для каждой команды, реализуемой машиной, требуется отдельный привод. Поэтому кабели управления получают многожильными и тяжелыми, перемещение их во время работы затруднительно.

При *телемеханическом дистанционном* управлении команды передаются кодами по ограниченному числу проводов. Коды от-

личаются частотой и фазой. В приемном устройстве они расшифровываются и преобразовываются в управляющие сигналы исполнительным механизмам. По сравнению с косвенным управлением в этом случае требуются кабели с меньшим числом жил, меньшие габариты и масса командоаппаратов, выше их надежность работы. Однако, если число команд большое, резко усложняется приемопередающая аппаратура и замедляется процесс управления краном.

При *радиоуправлении* команды на кран, где установлена приемная радиостанция, передает оператор при помощи переносного радиопередатчика (применяется система радиоуправления кранами с передачей импульсов через приемник на двух частотах с разностью в 60 Гц). На выходе приемника импульсы проходят через каналные разделители и поступают на промежуточные реле бесконтактной циклической системы управления краном. Радиус действия радиопередатчика 60 м.

В зависимости от воздействия на исполнительные органы механизмов кранов системы управления бывают *ручные, полуавтоматические и автоматические*.

При *ручном* управлении отдельные движения механизмов крана выполняются командоконтроллером. Одновременно с перемещением контейнера координаты его положения непрерывно фиксируются в памяти электронно-вычислительной машины. Параллельно в машину посылают данные о контейнере (масса, размеры и тип) при помощи клавишного набора на пульте управления.

При *полуавтоматическом* управлении программа движения механизмов крана набирается на клавишном пульте. Пуск механизмов подъема, передвижения тележки и крана осуществляется отдельными кнопками на пульте управления. Работа приводов заканчивается автоматически, когда контейнер достигает заданной позиции.

Система *автоматического* управления бывает разомкнутой, с обратной связью и самонастраивающейся. В *разомкнутой системе* процесс управления осуществляется по заданной программе и контролируется крановщиком. В *системах с обратной связью* на пульт управления подается информация о регулируемых величинах и пос-

ледующие операции самокорректируются. *Самонастраивающиеся автоматические системы* работают длительное время по заданной программе, причем самокорректировка их зависит от состояния системы и внешних условий.

18.3. Определение вместимости и основных размеров контейнерной площадки

Вместимость контейнерной площадки E_K (конт.-мест) при переработке среднетоннажных контейнеров составляет

$$E_K = a[\varphi_0 n_{II} t_{II} + \varphi_B n_B t_B + 0,03(n_{II} + n_B) t_P], \quad (18.1)$$

где a — коэффициент сгущения подачи вагонов под погрузку (сортировку) с учетом неравномерности работы при заданном грузообороте (при среднесуточной погрузке до 10 вагонов $a = 2$, свыше 10 вагонов $a = 1,3$); φ_0 — коэффициент, учитывающий уменьшение вместимости площадки при непосредственной перегрузке контейнеров с автомобилями в вагоны (примерно 0,9); φ_B — коэффициент, учитывающий уменьшение вместимости площадки при непосредственной перегрузке контейнеров из вагона на автомобиле (примерно 0,85); n_{II} , n_B — соответственно среднесуточная погрузка и выгрузка местных контейнеров (в 3-тонном исчислении); t_{II} , t_B — расчетные сроки хранения контейнеров соответственно до погрузки (1 сутки) и после выгрузки (1,5 суток); t_P — расчетный срок нахождения неисправных контейнеров в ремонте (1 сутки); 0,03 — коэффициент, учитывающий дополнительную вместимость площадки для установки неисправных контейнеров, требующих ремонта.

Подставив в формулу (18.1) значения входящих в нее величин, получим E_K для контейнерных площадок, где $n_{II} = n_B$:
при среднесуточной погрузке до 10 вагонов

$$E_K = 5,3 n_B; \quad (18.2)$$

при среднесуточной погрузке свыше 10 вагонов

$$E_K = 3,45 n_B. \quad (18.3)$$

Среднесуточная погрузка $n_{\text{П}}$ и выгрузка $n_{\text{В}}$ контейнеров будет равна:

$$n_{\text{П}} = \frac{Q_{\Gamma}^{\text{О}} k_{\Gamma}^{\text{О}}}{365 q_{\text{К}}}; \quad (18.4)$$

$$n_{\text{В}} = \frac{Q_{\Gamma}^{\text{П}} k_{\Gamma}^{\text{П}}}{365 q_{\text{К}}}, \quad (18.5)$$

где $Q_{\Gamma}^{\text{О}}$ — годовой объем отправления грузов, т/год; $Q_{\Gamma}^{\text{П}}$ — годовой объем поступления грузов, т/год; $k_{\Gamma}^{\text{О}}$, $k_{\Gamma}^{\text{П}}$ — коэффициенты неравномерности отправления (прибытия) контейнеров; $q_{\text{К}}$ — средняя загрузка одного контейнера, т.

Среднесуточная потребность в подвижном составе составит:

$$N_{\text{П}} = \frac{n_{\text{П}}}{n_{\text{КВ}}}; \quad (18.6)$$

$$N_{\text{В}} = \frac{n_{\text{В}}}{n_{\text{КВ}}}, \quad (18.7)$$

где $n_{\text{КВ}}$ — количество контейнеров, размещаемое в вагоне (табл.).

Таблица

Количество контейнеров, размещаемое в вагоне

Тип подвижного состава	Число контейнеров в комплекте					
	3С	3А	1D	1С	1А	1А, 1С (совместно)
Платформа четырехосная	12	6	4	2	1	—
Полувагон четырехосный	10	5	—	—	—	—
Переоборудованная четырёхосная платформа	—	—	4	2	1	—
Длиннобазная специализированная платформа	—	—	6	3	1	2

Ширина контейнерной площадки определяется в зависимости от средств механизации. При переработке контейнеров двухконсольным козловым краном ширина контейнерной площадки B_k , м, рассчитывается как

$$B_k = l_{кр} - 2b_\Gamma, \quad (18.8)$$

где $l_{кр}$ — длина пролета крана, м; b_Γ — габарит приближения контейнера к оси подкранового пути, м.

Длина контейнерной площадки L_k , м, будет составлять

$$L_k = \frac{E_k}{e_{эл.пл}} \Delta l, \quad (18.9)$$

где $e_{эл.пл}$ — емкость элементарной контейнерной площадки, контейнеро-мест; Δl — длина элементарной контейнерной площадки, м.

Емкость элементарной контейнерной площадки (вместимость сектора) определяется в зависимости от количества контейнеров, размещаемых по ширине площадки в соответствии с выбранной схемой механизации и расположения контейнеров.

Длина элементарной контейнерной площадки определяется в зависимости от длины или ширины контейнеров, размещаемых по длине площадки с учетом зазоров и проходов между контейнерами и в соответствии с выбранной схемой механизации.

Длина контейнерной площадки принимается кратной четырем.

Потребная площадь для размещения контейнеров F_k , м², устанавливается согласно формуле как

$$F_k = L_k \cdot B_k \quad (18.10)$$

18.4. Пункты переработки крупнотоннажных контейнеров

Для переработки крупнотоннажных контейнеров организованы специализированные контейнерные пункты или площадки (ППКК). Иногда их называют контейнерными терминалами. При совместной переработке крупно- и среднетоннажных контейнеров организуются объединенные ППКК.

Для погрузки, выгрузки, кратковременного хранения, завоза, вывоза, технического осмотра и текущего ремонта контейнеров, офор-

мления грузовых, перевозочных и транспортно-экспедиционных документов, информации грузополучателей и др. ППКК должен иметь комплекс технических средств — площадку для хранения контейнеров, автопроезды, железнодорожные погрузочно-разгрузочные пути, грузоподъемные машины, стоянки для полуприцепов, служебные и бытовые помещения.

ППКК могут быть сквозного и тупикового типов. В первом случае погрузочно-разгрузочные пути располагают параллельно или последовательно с основными станционными путями, а во втором, как правило, — параллельно им.

На площадках специализированного ППКК крупнотоннажные контейнеры размещают рядами (рис. 18.3), дверьми друг к другу, между двумя контейнерами по длине должен быть зазор не менее 0,1 м, а по ширине площадки — 0,15—0,16 м. Через каждый 12,2 м устраивают поперечный проход шириной 0,6 м, а через каждые 100 м — пожарный разрыв, равный 4 м. Наружные радиусы закруглений автопроездов 16 м. Прокладывают их без пересечений с железнодорожными и подкрановыми путями. Это обеспечивает безопасность движения автомобилей, сокращает их простой. Въезд и выезд предусматривают в одном месте, а на противоположном конце площадки делают полукольцевой поворот.

Места установки контейнеров и полосы движения на автопроездах размечают несмываемой масляной краской. Покрытие площадки и автопроездов должно быть цементно-бетонным, поверхность площадки ровной, чтобы при установке контейнеров уровни угловых фитингов не отличались более чем на ± 20 мм, что необходимо для безотказной работы автоматических захватов спредеров.

На специализированных ППКК со среднесуточной погрузкой от 20 четырехосных платформ и выше рекомендуется использовать козловые краны КДКК-30,5 и КДКК-32, а от 10 до 20 платформ — козловые краны КДКК-32 и КДКК-20. При погрузке менее 10 платформ эффективны боковые автопогрузчики модели 7806 грузоподъемностью 20 т, автомобили-самопогрузчики, а также облегченные краны КДКК-20/5. Схема размещения и переработки крупнотоннажных контейнеров показана на рис. 18.4.

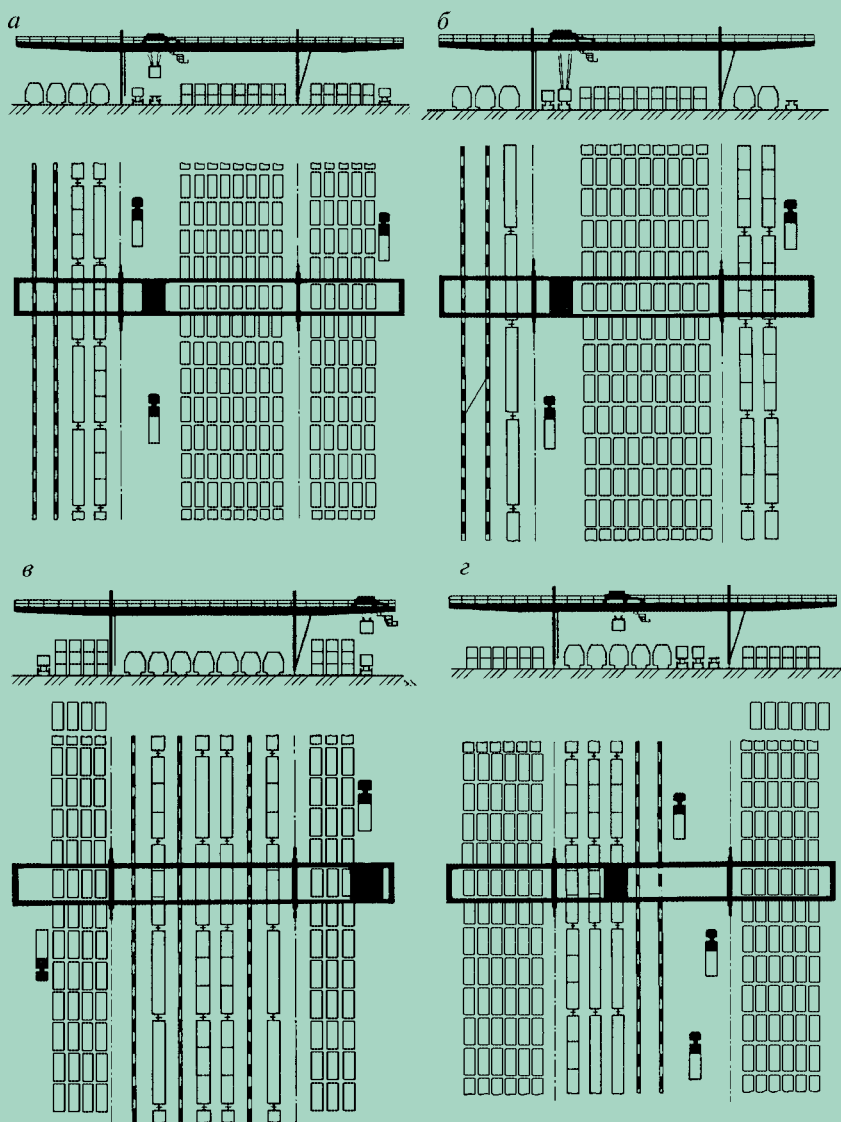


Рис. 18.3. Схема размещения контейнеров на специализированном ППКК с расположением в пролете крана:
a, б — автопроездов; *в* — железнодорожных путей; *г* — железнодорожных путей и автопроездов

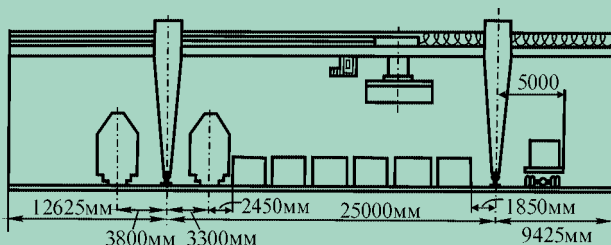


Рис. 18.4. Схема размещения и переработки крупнотоннажных контейнеров козловыми кранами КК-20 пролетом 25 м

Вместимость специализированного контейнерного пункта E (конт.-мест)

$$E = k_n k_c n_k (t_{\text{пр}} + t_{\text{от}}), \quad (18.11)$$

где k_n — коэффициент, учитывающий неравномерность завоза и вывоза контейнеров автомобильным транспортом и прибытия и отправления по железной дороге; k_c — коэффициент, учитывающий резерв конт.-мест, необходимый для специализации перегрузочной площадки по назначениям плана формирования и районам города ($\approx 1,25$); n_k — среднесуточное количество контейнеров, прибывающих на контейнерный пункт; $t_{\text{пр}}$, $t_{\text{от}}$ — установленные сроки хранения крупнотоннажных контейнеров по прибытии (1,5 суток) и отправлению (1 сутки).

Потребная площадь для размещения контейнеров F , м^2 , составит

$$F = \frac{E}{n_{\text{шт}}} l_k b. \quad (18.12)$$

Глава 19. Лесоматериалы

19.1. Характеристика и способы хранения лесных грузов

Лесоматериалы подразделяются на круглый лес, пиломатериалы, шпалы, заготовки и изделия из дерева.

Номенклатура лесных грузов определена ГОСТ. Круглый лес (бревна, кряжи, столбы, рудстойка и крепежный лес) получают в результате отрезки стволов деревьев, правильной обработки торцов и очистки от сучьев. В зависимости от длины и диаметра круглый лес

делят на три группы: *длинномерный* (свыше 6,5 м), *средних размеров* (4—6,5 м), *короткомерный* (1,5—2,5 м). В зависимости от влажности лесные грузы подразделяются на *воздушно-сухие* (10—18 %), *полусухие* (18—25 %), *сырые* (свыше 25 %). Масса 1 м³ древесины в зависимости от влажности изменяется для хвойных пород от 0,45 до 0,86 т (свежесрубленной). Отрезки стволов хвойных деревьев длиной до 9 м и толщиной в верхнем отрубе (торце) от 80 до 150 мм называется *подтоварником*. Такие же отрезки толщиной от 3 до 70 мм называются *жердями*.

Пиломатериалы разделяются на доски и брусья. У досок соотношение ширины к толщине более чем в 3 раза, а у брусков не превышает двух. Пиломатериалы могут быть обрезными и необрезными. К пиломатериалам также относят клепку, драпку, тарную дощечку и др.

Длина круглого и пиленого лесоматериала увеличивается или уменьшается с градацией соответственно 0,5 и 0,25 м.

Заготовки и детали погонажные (наличники, плинтусы, поручни, доски для настила пола и т.п.) должны поступать в пакетах длиной, соответствующей размерам помещений. Оконные и дверные блоки должны поступать на склад в собранном виде и подготовленными под покраску.

При складировании лесоматериалов должны обеспечиваться их сохранность, качество и комплексная механизация перегрузочных операций. Лесные материалы хранят на складах рассортированными по сортиментам, породам дерева и размерам.

Круглый лес хранят штабелями на открытых спланированных площадках, очищенных от мусора, травы (зимой от снега). Поверхность их покрывают тонким слоем негашеной извести. По краям площадок устраивают водоотводные кюветы и дренажи. Основания штабелей делают из брусьев, бревен или сборного железобетона. В штабелях круглые лесоматериалы укладывают в клетку, рядами без прокладок, рядами с прокладками и пакетами. В клеточном штабеле бревна укладывают перпендикулярными рядами без прокладок. Такие штабеля обычно ставят по концам рядовых и пакетных (рис. 19.1). В рядовых штабелях бревна располагают параллельными рядами, а в пакетных — пачками с поворотом каждого ряда их на 90°. Прокладки между рядами (пачками) изготавливают толщиной 5—8 см и пропитывают антисептиком.

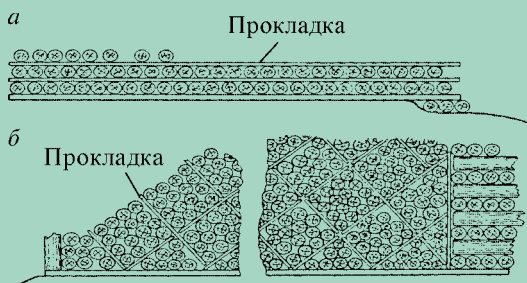


Рис. 19.1. Способы укладки круглого леса в штабеля:
 а — прямая кладка; б — пачками

Размеры штабелей (длина, высота) зависят в основном от размеров леса, принятой на складе технологии работы, средств механизации и способа хранения лесоматериалов. Штабеля размещают на складе правильными рядами шириной рабочих проездов 20 м, остальных — 5 м и пожарных — 25 м.

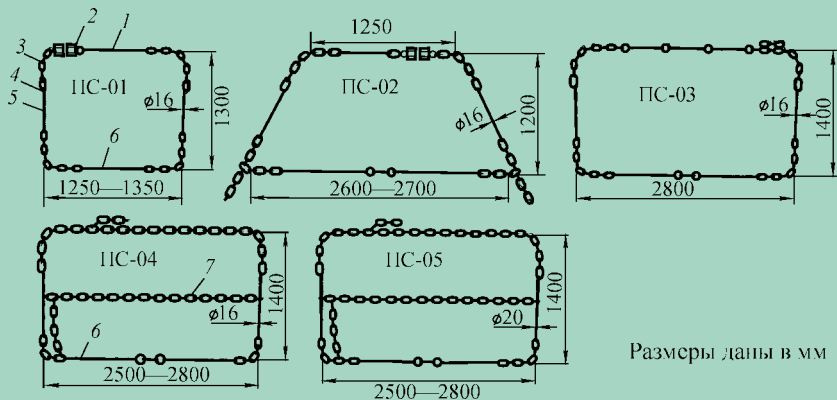
Пиломатериалы укладывают на ленточный фундамент в стопы пакетами с разделением пакетов сухими прокладками. Пиломатериалы влажностью более 25 % следует хранить в штабелях с разреженной или клеточной укладкой. Поверх опорных клеток укладывают брусья сечением: ширина не менее 0,15 м и высота 0,2 м. Доски укладывают в штабель правильными рядами перпендикулярно брусьям. Между рядами досок ставят прокладки из тех же досок или реек. Сверху штабель прикрывают односкатной крышей из двух рядов досок с уклоном $\frac{1}{8}$ и $\frac{1}{12}$ и свесом крыши 0,5 м. Сухие пиломатериалы ценных пород иногда хранят в хорошо вентилируемых закрытых складах.

При хранении лесоматериалов должны приниматься меры, предохраняющие их от механических повреждений и растрескивания, заражения грибками и насекомыми, излишнего увлажнения атмосферными осадками.

19.2. Перевозка лесоматериалов в пакетах

Пакетный способ складирования и перевозки лесоматериалов обеспечивает комплексную механизацию погрузочно-разгрузочных работ и складских операций, снижает простой транспортных средств, затраты на грузовые операции, повышает статическую нагрузку подвижного состава на 15 %, повышает производительность перегрузочных работ в 2-3 раза.

Пакетная перевозка обеспечивает сохранность лесоматериалов и предупреждает их «пересортировку» при транспортиро-



Размеры даны в мм

Рис. 19.2. Многооборотные полужесткие стропы:

1 — верхняя стяжка; 2 — верхний брусок; 3 — проволочные хомуты; 4 — нижний брусок с проушиной; 5 — боковая тяга; 6 — нижняя стяжка; 7 — средняя стяжка

вании в прямых смешанных железнодорожно-водных сообщениях и выгрузке на местах общего пользования.

Для пакетирования лесоматериалов серийно (ГОСТ 14110-97) изготавливаются многооборотные полужесткие стропы (рис. 19.2) ПС-01, ПС-02, ПС-03, ПС-04 (со средней стяжкой), ПС-05 (со средней стяжкой), а также модернизированные стропы ПС-04М и ПС-05М, у которых снята средняя стяжка.

Пакеты формируют в накопительных карманах (шаблонах), размеры внутреннего сечения которых соответствуют поперечному сечению пакетов. Каждый пакет обвязывают не менее чем двумя стропами. Стропы размещают на 0,3—0,5 м от конца пакета на равном расстоянии от его центра. Пакет пиломатериалов разделяют по высоте двумя парами поперечных прокладок (рис. 19.3). При формировании из пиломатериалов пакета «шапки» трапециевидной формы (рис. 19.4) вниз укладывают 2—4 ряда досок и поверх них размещают две поперечные прокладки

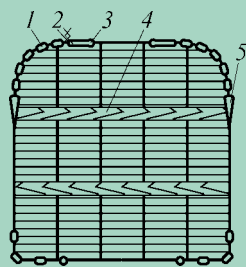


Рис. 19.3. Пакет пиломатериалов (стропы ПС-01): 1 — цепь; 2 — проволочная закрутка; 3 — кольцо; 4 — поперечная прокладка; 5 — проушина для подъема

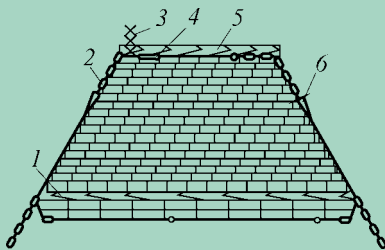


Рис. 19.4. Пакет пиломатериалов трапециевидной формы (стропы ПС-02): 1 — поперечная прокладка; 2 — цепь; 3 — проволочная закрутка; 4 — кольцо; 5 — доска скрепления; 6 — проушина для подъема

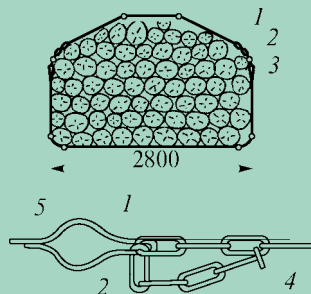


Рис. 19.5. Пакет круглого леса для укладки в верхний ярус вагона (стропы ПС-04): 1 — кольцо; 2 — цепь; 3 — проушина для подъема; 4 — проволочная закрутка; 5 — замок с переменным зевом

длиной 2,7 м и сечением 75 × 150 мм (100 × 100 мм) и затем выкладывают весь пакет. Верх «шапки» возле стропов скрепляют двумя досками, прибиваемыми к верхнему ярусу гвоздями.

Пакеты круглого леса, предназначенные для укладки в верхний ярус вагона, должны иметь сверху закругленную форму с повышением к середине в пределах габарита погрузки (рис. 19.5).

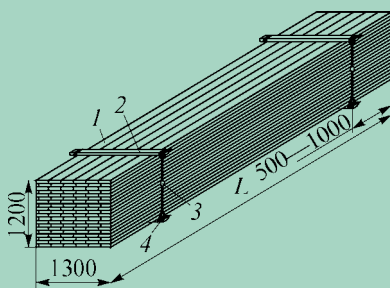


Рис. 19.6. Схема пакета пиломатериалов с брусково-проволочной обвязкой: 1 — пиломатериалы; 2 — верхний брусок; 3 — проволочные хомуты; 4 — нижний брусок

Для полного использования габарита погрузки замыкающую цепь стропа допускается наращивать вставкой из проволоки диаметром 6 мм в четыре нити. Замыкание стропа осуществляется пропуском свободного цепного конца в петлевой замок с последующей фиксацией конца цепи закруткой из проволоки (см. рис. 19.5).

Пакеты из короткомерных лесоматериалов длиной менее 1 м формируют путем стыкования (по периметру размещают более длинные сортаменты, кратные коротким, укладываемым внутрь).

Для формирования пакетов пиломатериалов длиной от 4 до 6,5 м (досок, брусев), шпал, обапола применяют брусково-волочную обвязку (рис. 19.6). Пакеты скрепляют двумя-тремя обвязками.

19.3. Комплексная механизация погрузочно-разгрузочных работ и складских операций с лесными грузами

В местах заготовки леса организуют верхние склады, на которые деревья с лесосеки доставляют трелевочными тракторами и лесовозами для раскряжевки, сортировки, штабелирования и дальнейшей погрузки в подвижной состав железной дороги или на автотранспорт для доставки на нижний склад. Нижние склады прилегают к железнодорожным путям магистрального транспорта. Современные нижние склады — это высокомеханизированные, а часто и автоматизированные лесообрабатывающие предприятия.

На нижних складах леспромхозов и лесоперевалочных баз на разделке, пакетировании и погрузке лесоматериалов используются козловые и башенные краны (рис. 19.7).

На крупных складах применяют кабельные краны пролетами от 100 до 600 м и грузоподъемностью 7,5 т; 20 и 30 т; мостовые

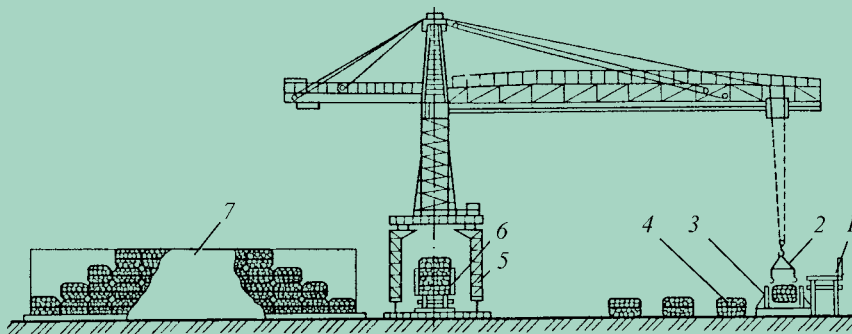


Рис. 19.7. Схема работы башенного крана на штабелевке и погрузке пакетов в вагоны:

- 1 — сортировочный конвейер; 2 — рамная подвеска для подъема пакетов; 3 — карман-накопитель; 4 — пакеты для отгрузки; 5 — башенный кран; 6 — полувагон; 7 — штабель пакетов

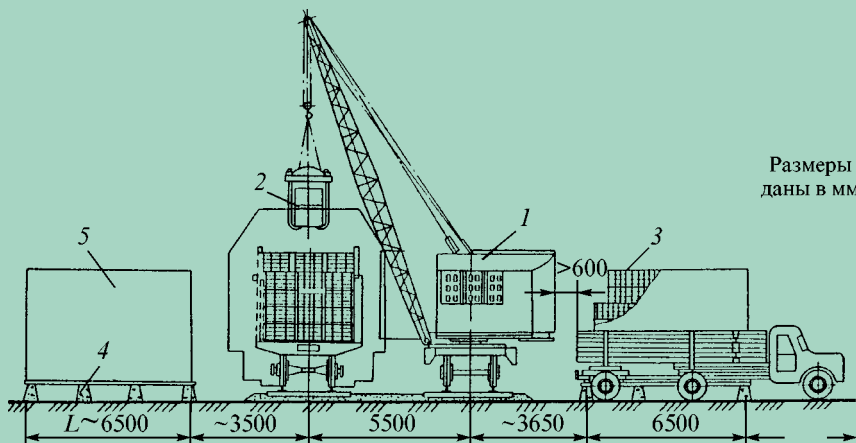


Рис. 19.8. Схема перегрузки пакетов пиломатериалов стреловым краном по прямому варианту «вагон—автомобиль»:

1 — стреловой кран; 2 — автоматический захват; 3 — пакет пиломатериалов; 4 — штабельное основание; 5 — штабель

кабельные краны грузоподъемностью 10 т. На станциях с небольшим объемом погрузки-выгрузки лесоматериалов применяют стреловые краны на железнодорожном ходу (рис. 19.8), автомобильные краны, автопогрузчики грузоподъемностью 3,2; 5 и 10 т.

В качестве захватных приспособлений для пакетированных лесоматериалов применяют автоматические крановые захваты, полуавтоматические захваты для пакетов круглого леса, рамные четырехкрюковые захваты. Для погрузки и выгрузки непакетированных лесоматериалов широко используются трехпалые грейферные захваты, специальные стропы (с цепным звеном и саморасцепляющиеся). При погрузке и выгрузке шпал и бревен среднего и большого диаметров применяются клещи.

Схема комплексной механизации выгрузки круглого леса козловым краном с грейферным захватом, параметры которого в соответствии с ГОСТ 22235-76 должны обеспечивать сохранность вагонов, показана на рис. 19.9.

Для выгрузки бревен и крепежного леса из полувагонов применяются канатно-петлевые установки. Канатно-петлевые установки для выгрузки бревен и крепежного леса из полувагонов

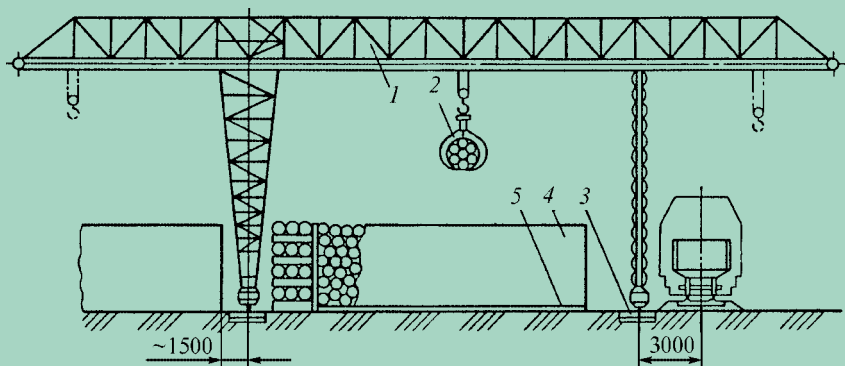


Рис. 19.9. Схема комплексной механизации выгрузки круглого леса козловым краном:

1 — козловой кран; 2 — грейфер для леса; 3 — подкрановый путь; 4 — штабель; 5 — подштабельное основание

бывают стационарные — в сторону лебедки (рис. 19.10, *а*), через борт в противоположную сторону (рис. 19.10, *б*) и передвижные при помощи автопогрузчика (рис. 19.10, *в*) и разгрузчика КВ-3, смонтированного на платформе (рис. 19.10, *г*).

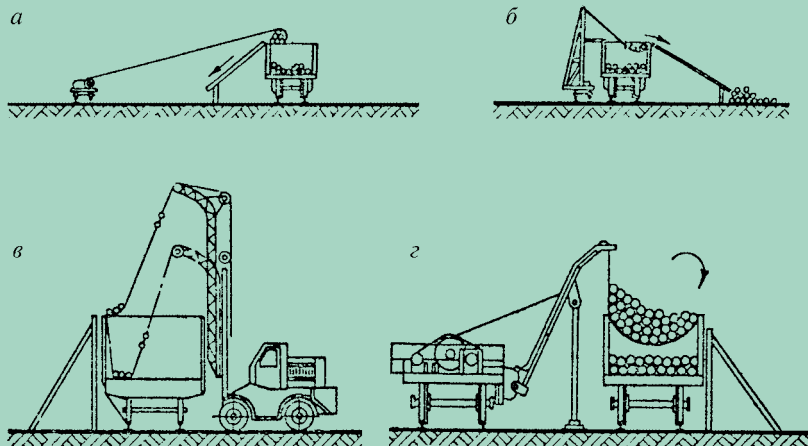


Рис. 19.10. Схема выгрузки круглого леса из полувагонов канатно-петлевыми устройствами

На транспортно-складских комплексах станций площадки для выгрузки лесоматериалов располагают в районе переработки тяжёловесных грузов, что позволяет использовать одни и те же средства механизации, но оборудованные специальными захватами.

19.4. Требования техники безопасности и противопожарные мероприятия

Застропку круглого леса следует выполнять так, чтобы стропы не соскальзывали, поэтому их располагают не ближе чем 0,5 м от конца бревна. Для предохранения штабелей от развала их укладывают на горизонтальных площадках, обязательно устанавливают предохранительные столбики. Прежде чем начать погрузку лесоматериалов в подвижной состав, мастер производственного участка обязан лично осмотреть каждый штабель. Если при осмотре будет обнаружен перекос штабеля, излом стоек и др., мастер должен определить безопасный способ погрузки.

При формировании пакетов лесоматериалов необходима плотная затяжка полужестких строп. Пакеты с неплотно затянутыми стропами необходимо перетянуть. Особо тщательно проверяют плотность пакетов, укладываемых во второй ярус, а также «шапок». Крепление последних к стропам нижележащих пакетов должно быть надёжным. Для крепления пользуются переносными лестницами длиной 3,75—4 м с крючками вверху для зацепления за борт полувагона. Не разрешается обвязывать пакеты стропами с дефектами (трещинами, нарушениями сварки, значительными деформациями и др.).

При выгрузке лесоматериалов необходимо следить, чтобы вылет стрелы соответствовал массе поднимаемого груза, застропку бревен «шапки» производить только с лестниц, в полувагонах и на платформах установить и закрепить предохранительные стойки.

Запрещается при подъёме и опускании груза стропальщикам и другим лицам находиться в полувагонах и на автомашинах. При открывании бортов платформ, срезке увязочной проволоки, снятии стоек не допускается нахождение рабочих в зоне возможного падения груза.

Между соседними штабелями на складе необходимо оставлять пожарные разрывы не менее 1 м, между их группами (4—6 штабе-

лей) — пожарные проезды шириной не менее 10 м. Через каждые 150 м по длине и ширине склада делают дополнительные пожарные разрывы шириной 25—30 м. Лесные склады оборудуются противопожарным водопроводом и инвентарем в соответствии с действующими нормативами.

Глава 20. Металлы и металлопродукция

20.1. Условия хранения металлов и металлоизделий

Металлы и металлоизделия. Металлы и металлоизделия подразделяют на черные (чугун, прокат, трубы, рельсы и др.) и цветные. Их хранят на открытых площадках и в крытых складах по сортам, маркам, размерам и профилям (в штабелях или на стеллажах).

На открытых площадках и платформах хранят прокат черных металлов крупных профилей и размеров, в частности балки и швеллеры, сталь сортовую и толстолистовую, рельсы, трубы стальные большого диаметра, трубы чугунные, чугун, некоторые ферросплавы. Под навесами хранят сталь сортовую, сталь тонколистовую, трубы стальные малого диаметра, канаты стальные, проволоку стальную и некоторые другие виды металлов и изделий из них.

Профильную сталь крупных сечений и рельсы укладывают на открытых площадках (на деревянных подкладках толщиной не менее 10 см) в штабеля высотой до 1 м (вручную) и до 3—4 м — при механизированной работе. В первом случае ширина штабеля 2—3 м, а во втором — 4—5 м.

Листовую сталь хранят в штабелях или на специальных стеллажах с опорными стойками. Установка на ребро в стеллажи с опорными стойками обеспечивает лучшее использование площади открытой площадки и облегчает грузовые операции. Сортовую мелкую профильную сталь и трубы малых диаметров хранят на крытых платформах в штабелях или на стеллажах. Кратковременно допускается хранить эти изделия и на открытых площадках. Среднюю и мелкосортовую сталь помещают в обычные стеллажи-ячейки как деревянные, так и металлические. Расстояние между полками стеллажей зависит от способа механизации работ. Арматурную сталь укладывают по сортаментам в штабеля высотой 1—1,2 м.

Чугунное фасонное литье и трубы больших диаметров располагают на открытых площадках по сортам, размерам и форме в штабелях высотой до 1,2 м. Чугунные трубы укладывают в три-четыре яруса прямыми рядами с деревянными прокладками между ярусами или в клетки с чередованием раструбов в разные стороны. Трубы газовые хранят на крытых платформах в стояках или на клеточных стеллажах.

Готовые металлические конструкции складывают на открытых площадках в штабеля, высота которых не должна превышать 2 м. Между штабелями оставляют проходы шириной не менее 1,2 м. При хранении конструкций в вертикальном положении против каждого штабеля устанавливают опорные столбы, закапывая их в землю через 2—3 м друг от друга. К ним прислоняют конструкции. Это позволяет избежать кантования последних, улучшать условия застройки, рационально использовать складскую площадь. Кроме того, на поверхности металлоконструкций не скапливается дождевая вода или снег. Чтобы избежать коррозии от соприкосновения металла с землей, все элементы конструкций устанавливают на подкладки из шпал или бревен. При длительном хранении рекомендуется обмазывать тавотом или солидолом соприкасающиеся с землей опорные плиты, катки, оси и др. На открытых площадках важно укладывать металлоконструкции так, чтобы плоскость, на которую нанесены маркировка и другие знаки, была доступна осмотру.

В крытых складах хранят сталь сортовую и листовую нержавеющей, инструментальную и другие высоколегированные качественные дорогостоящие стали, сталь кровельную, желье черную, сталь листовую оцинкованную, все виды металлических изделий, дорогостоящие ферросплавы, все виды проката, сырья и сплавов цветных металлов. При хранении и складской переработке металлов должна быть обеспечена качественная и количественная сохранность, в том числе предохранение их от коррозии.

Тяжеловесные грузы. К *тяжеловесным* относятся грузы массой в одном месте свыше 500 кг: станки, трансформаторы, автомобили, тракторы и другие изделия машиностроительной промышленности, элементы строительных конструкций и др. Их, как правило, перевозят на открытом подвижном составе — платформах и в полуваго-

нах. К тяжеловесным грузам можно отнести также *прокат черных и цветных металлов*, а также изделия из них, перевозимые пакетами, как на открытом подвижном составе, так и в крытых вагонах.

20.2. Схемы комплексной механизации

Тяжеловесные грузы. На грузовых станциях тяжеловесные грузы обычно хранят на открытых складах (площадках). Площадки специализируют по отправлению и прибытию, роду груза, а также по направлениям перевозок. Машины и другие изделия при выгрузке на них устанавливают на деревянные или металлические подкладки. Зимой площадки очищают от снега и льда и под подкладки насыпают песок слоем 2—3 см. Между тяжеловесными грузами оставляют свободными проходы шириной не менее 1 м для осмотра и застропки при перегрузке. При малом грузообороте площадку для тяжеловесных грузов совмещают с контейнерным пунктом. На ряде станций совмещают погрузочно-разгрузочные работы с тяжеловесными и длинномерными грузами и лесоматериалами.

При переработке тяжеловесных грузов кранами бригада, как правило, состоит из крановщика и двух-трех стропальщиков, которые также готовят место для укладки. Для ускорения застропки и отстропки краны оборудуют специальными грузозахватными приспособлениями. При организации погрузочно-разгрузочных работ с лесоматериалами, длинномерными и тяжеловесными грузами на совмещенных площадках наиболее рационально использовать козловые краны КДКК-10, ККС-10, КК-12,5 и др. (рис. 20.1). В комплексе с ними предусматривают сменные грузозахватные приспособления. Если на станцию поступает до пяти вагонов лесоматериалов, тяжеловесных и длинномерных грузов в сутки,

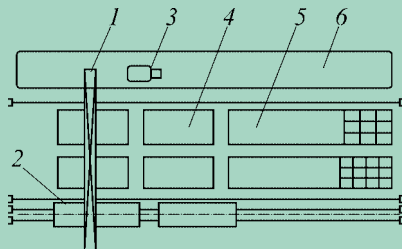


Рис. 20.1. Схема комплексной механизации погрузочно-разгрузочных работ с лесоматериалами, длинномерными и тяжеловесными грузами: 1 — козловой кран; 2 — вагоны; 3 — автомобиль; 4 — штабеля (контейнеры); 5 — площадка для складирования; 6 — автомобильная дорога

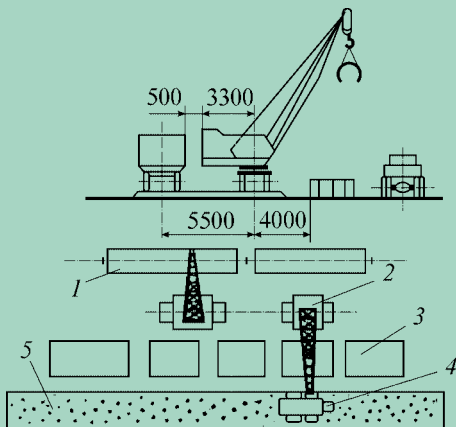


Рис. 20.2. Схема комплексной механизации погрузочно-разгрузочных работ с использованием стреловых кранов: 1 — вагон; 2 — стреловой кран; 3 — штабеля груза; 4 — автомобиль; 5 — автомобильная дорога

перерабатывать их целесообразно стреловыми кранами на железнодорожном ходу КДЭ-161, КДЭ-163, КДВ-15 и др. (рис. 20.2). Если грузов прибывает до трех вагонов в сутки, можно также использовать автокраны К-104 и автопогрузчики типа 4008, оснащенные сменными грузозахватными приспособлениями.

Металлы и металлоизделия. На грузовых дворах для металлопродукции выделяют специализированные площадки, которые оснащают козловыми кранами грузоподъемностью 10 т, дизель-

электрическими кранами на железнодорожном ходу грузоподъемностью 16 т, автокранами и автопогрузчиками.

На открытых складах работают мостовые и козловые краны. На рис. 20.3 показана открытая площадка для хранения металлов и металлопроката, оборудованная мостовым краном грузоподъемностью 15 т и пролетом 32 м с различными сменными грузозахватными приспособлениями.

Для металлопродукции, требующей закрытого хранения, разработаны два типа закрытых складов в зависимости от размеров и массы грузового пакета или места. Закрытый склад первого (кранового) типа (рис. 20.4) предназначен для приема, хранения и выдачи высококачественной стали, стальных труб, тонкого листа и троса, прибывающих в пакетах, пачках или барабанах массой до 8 т при длине отдельного места до 8 м. Разгрузка вагонов, выдача продукции, а также складирование в штабеля тонкого листа и троса выполняются здесь при помощи мостовых кранов. Закрытый склад второго (рампового) типа (рис. 20.5) принят для складирования крепежных изделий, сет-

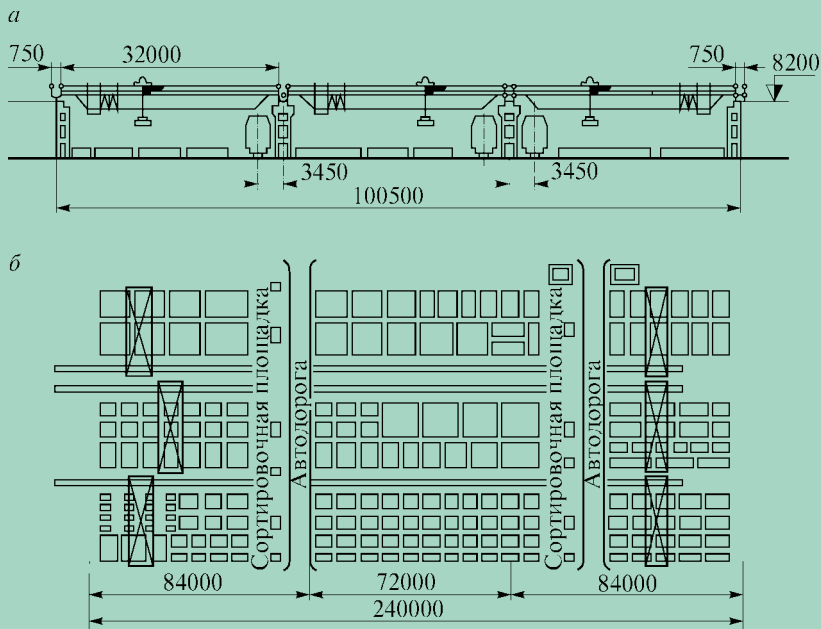


Рис. 20.3. Открытая площадка, оборудованная мостовыми кранами:
a — поперечный разрез; *б* — план

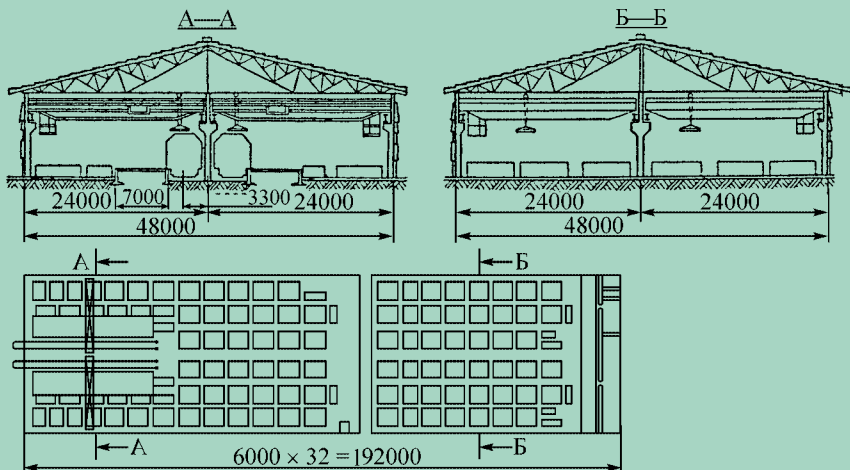


Рис. 20.4. Закрытый склад металла, оборудованный мостовыми кранами

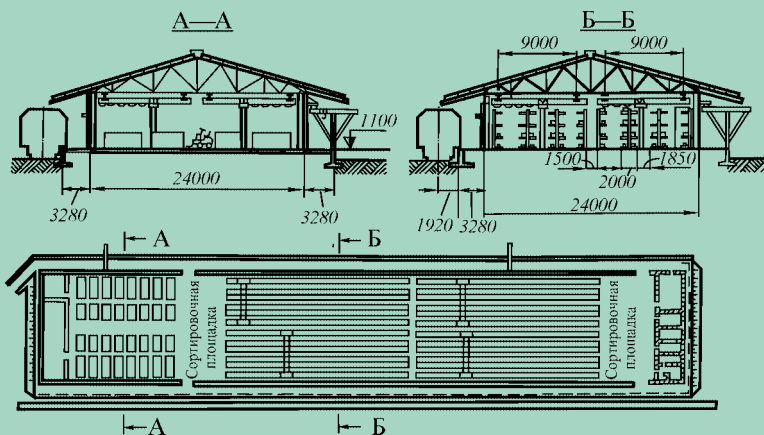


Рис. 20.5. Закрытый склад метизов, оборудованный кранами-штабелерами

ки, проволоки, ленты, электротермических ферросплавов и других метизов массой одного места не более 1 т, поступающих на базу в крытых вагонах. Разгружают их на наружную рампу и затем автопогрузчиками подают внутрь склада. В складе применяют: электропогрузчики и подвесные краны-балки грузоподъемностью 1 т; электропогрузчики и подвесные управляемые с пола краны-штабелеры грузоподъемностью 1 т.

В закрытом складе металлопродукция каждого вида хранится на специализированных площадках, оборудованных стеллажами или опорами для штабелирования. Размеры этих площадок определяются расчетом и зависят от установленной нормы запаса, высоты хранения и полезной складской нагрузки. Высота хранения при участии стропальщика в застропке и отстропке грузов принята 1,5—2,0 м, а при использовании кранов-штабелеров или автопогрузчиков 4,5—7,0 м. Стеллажи могут быть различных типов в зависимости от вида металлопродукции.

Торцы пакетов металлопроката выравнивают при помощи специальных торцевателей, в которые их укладывают краном. Один конец пакета поднимают и металлопрокат скользит по роликам до упора. К погрузке в подвижной состав металлопродукцию готовят на подсортировочной площадке, вместимость которой равна двухсуточному грузообороту склада.

Для перегрузки металлических слитков, стружки из магнитопроницаемых материалов используют подъемные электромагниты (магнитные шайбы), для слитков — автоматические клещевые захваты, рулонов листовой стали — полуавтоматические захваты, для труб применяются специальные захваты в виде поворотных крюков, смонтированных на траверсе, и др. Электромагнитные захваты оборудуются предохранительными подхватами, удерживающими груз от падения в случае перерыва в подаче электроэнергии. Не рекомендуется пользоваться электромагнитами для грузов с температурой выше 500—600 °С.

Для перегрузки немагнитных материалов применяют вакуумные захватные устройства.

Глава 21. Грузы, перевозимые насыпью и навалом

21.1. Характеристика грузов

Грузами, перевозимыми насыпью и навалом, называют массовые сыпучие грузы, принимаемые к перевозке без счета мест и, как правило, без упаковки: уголь, руда, торф, строительные материалы и др. Основные физико-механические свойства грузов, перевозимых насыпью и навалом, учитываемые при перевозке, хранении, перегрузке: размер и форма частиц, гранулометрический состав или кусковатость, насыпная плотность, влажность, угол естественного откоса, абразивность (истирающая способность), коррозионность, липкость, ядовитость, взрывоопасность, способность самовозгораться, слеживаться и смерзаться.

По крупности частиц (гранулометрическому составу) данные грузы разделяют на следующие группы:

	Размер частиц, мм
особо крупные (камни, валуны)	более 320
крупные (руда)	161—320
средние (уголь)	61—160
мелкие (щебень)	10—60
зернистые (гравий)	0,5—9
порошкообразные (цемент)	0,05—0,49
пылевидные (цемент)	до 0,05

Кусковатость рядовых (несортированных) грузов определяет наибольший размер частиц, а сортированных — средний размер кусков.

По насыпной плотности грузы делятся на легкие — до $0,6 \text{ т/м}^3$ (торф, древесные опилки), средние — $0,6—1,1 \text{ т/м}^3$ (каменный уголь, шлак), тяжелые — $1,1—2,0 \text{ т/м}^3$ (песок, гравий), очень тяжелые — более $2,0 \text{ т/м}^3$ (руда, камень).

Угол естественного откоса характеризует взаимную подвижность частиц груза, находящегося в покое φ и в движении φ_d . Первый можно определить при помощи полого цилиндра. В него засыпают груз и осторожно приподнимают над опорной горизонтальной поверхностью. Материал высыпается. Угол образующей конуса груза с опорной поверхностью — угол естественного откоса в покое. При движении этот угол меньше из-за колебаний опорной поверхности. Приближенно $\varphi_d = 0,7\varphi$.

Абразивность называется свойство частиц навалочного груза истирать (изнашивать) соприкасающиеся с ними во время движения рабочие поверхности лотков, лент, шарниров, цепей и др. В зависимости от абразивности навалочные грузы делят на четыре группы: *A* — неабразивные; *B* — малоабразивные; *C* — средней и *D* — высокой абразивности.

Под влажностью навалочного груза понимают содержание в нем внешней (химически не связанной с частицами) влаги. Для ее определения берут некоторое количество груза (пробу) и высушивают при температуре $+105 \text{ }^\circ\text{C}$. Затем находят разность масс влажной и сухой проб и относят ее к массе последней.

В зависимости от условий перевозок и хранения грузы, перевозимые насыпью и навалом, условно делят на две группы. **К первой** относят уголь, торф, сланцы, щебень, гравий, бутовый камень, песок, глину, сахарную свеклу и др., т.е. те грузы, которые преимущественно перевозят в полувагонах, на платформах и хранят на открытых складах в штабелях или отвалах. **Во вторую** группу входят зерно, цемент, негашеная известь, алебастр, мел, минеральные удобрения, картофель и другие грузы, которые перевозят насыпью в специальных вагонах, хранят в закрытых складах, элеваторах или под навесом. На открытом, подвижном составе принимают меры, предотвращающие выдувание мелких частиц груза при движении в поездах, а также осыпание «шапки»; поверхность груза после погрузки выравнивают и уплотняют.

21.2. Склады для хранения грузов, перевозимых насыпью и навалом

Для выгрузки и хранения навалочных грузов на железнодорожных станциях строят открытые и закрытые склады. На большинстве открытых складов навалочные грузы хранят в штабелях. Штабеля бывают *прямоугольные, круговые, секторные и конусные*.

Наибольшее распространение получили *прямоугольные* штабеля вытянутой формы (рис. 21.1, а). Поперечное сечение такого штабеля представляет собой трапецию. *Круговой штабель* показан на рис. 21.1, б. При относительно малом центральном угле охвата (90°) круговые штабеля известны под названием *секторных* (рис. 21.1, в).

Схема *конусного* или *конического* штабеля приведена на рис. 21.1, г. Для увеличения объема конических штабелей со стороны выгрузочного пути их ограждают подпорными стенками. На рис. 21.1 буквами обозначены основные размеры штабелей, которые необ-

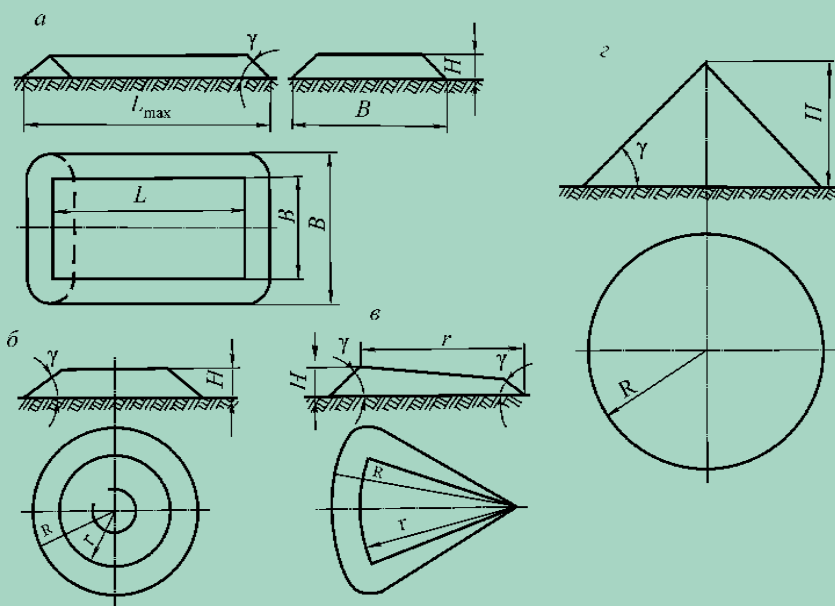


Рис. 21.1. Типы штабелей

ходимо знать для расчета их емкости (L — длина, B — ширина, H — высота, R — радиус штабеля).

Уголь и руду, добытые на шахтах, в рудниках или открытым способом, загружают непосредственно в полувагоны или с предварительным накоплением хранят в бункерах, полубункерах или в специальных складах.

Бункерные эстакады применяют для выгрузки из полувагонов угля, руды, минерально-строительных и других грузов и последующей погрузки их через бункера в автомобили. Все грузовые операции выполняются за счет действия силы тяжести.

Закрытые грузоприемные устройства бункерного типа (рис. 21.2, а) применяют, как правило, в тех случаях, когда после выгрузки из полувагонов уголь поступает непосредственно к месту его потребления. Эти сооружения чаще всего строятся на тепловых электростанциях. Полувагоны через нижние люки разгружают непосредственно на решетки приемных бункеров. Груз, просыпавшийся через ячейки решетки, подается питателями на ленточный конвейер. Решетки служат для задержки кусков угля, имеющих чрезмерно большие размеры. В ячейковых бункерах применяются лотковые качающиеся питатели; в продольных

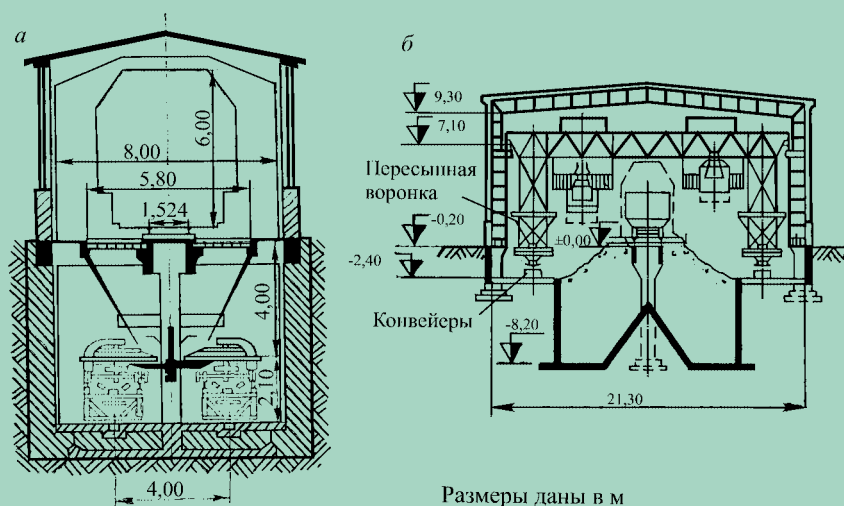
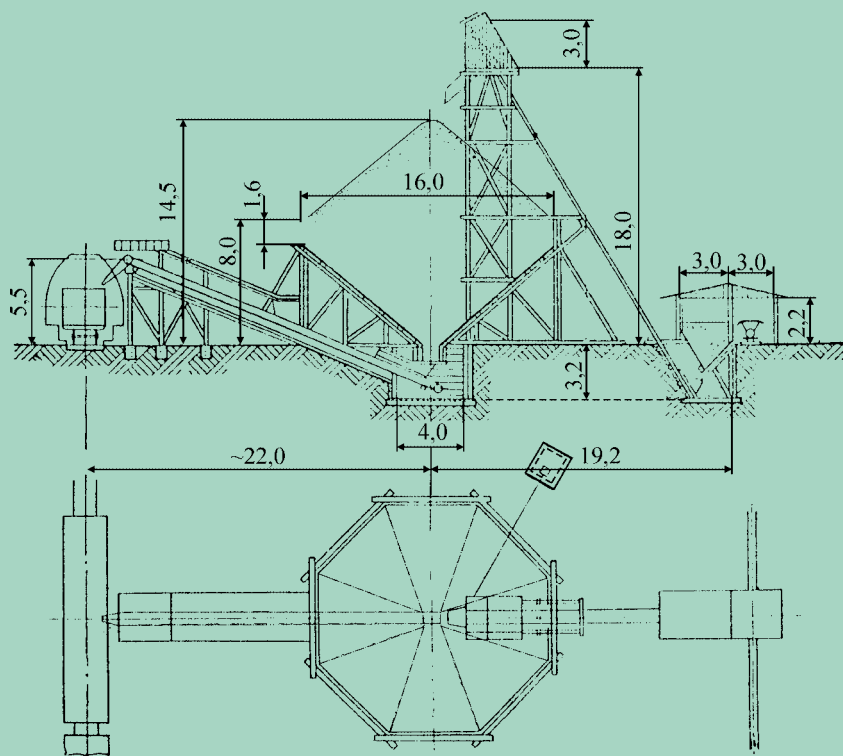


Рис. 21.2. Закрытые грузоприемные устройства бункерного типа

щелевидных бункерах используются лопастные или шпужковые питатели. Емкость бункеров закрытого приемного устройства составляет от 500 до 5000 т.

Наряду с бункерными в последнее время получили применение *безбункерные (траншейные) разгрузочные устройства* (рис. 21.2, б). Груз поступает в приемные траншеи, расположенные по обе стороны фронта выгрузки. Мостовыми кранами, оборудованными грейферами, уголь из траншеи подается в пересыпные воронки, из которых равномерным потоком ссыпается на конвейеры, расположенные вдоль стен склада.



Размеры даны в м

Рис. 21.3. Схема полубункерного склада

Полубункерные склады отличаются тем, что по обе стороны траншеи устраивают наклонные стенки под углом, обеспечивающим постоушение материалов самотеком в траншею. При этом отпадает необходимость подгребания груза бульдозерами, однако снижается емкость и увеличивается строительная стоимость склада.

На рис. 21.3 показана схема механизированного полубункерного склада емкостью 1100 м³ для минерально-строительных грузов. Заполнение полубункера обеспечивается скиповым подъемником. Груз подается к подъемнику из карьера вагонетками. Погрузка в железнодорожные вагоны осуществляется стационарным ленточным конвейером, на конце которого имеется телескопический лоток. Вагоны передвигаются по грузовому фронту при помощи лебедки.

21.3. Комплексная механизация погрузочно-разгрузочных работ с грузами, перевозимыми насыпью и навалом

Основными способами погрузки угля являются бункерный, непосредственная погрузка (безбункерная) и комбинированный.

Разработаны типовые проекты комплексно-механизированных складов угля (рис. 21.4). Конусная часть склада служит для кратковременного накопления и погрузки в полувагоны угля, который подают на пункт погрузки пластинчатым питателем и ленточным конвейером. Штабельная часть склада служит для длительного хранения при задержке отгрузки угля потребителям, а также заполнении конусной части, куда уголь поступает по спиральному желобу. В штабель длительного хранения уголь подают при помощи передвижного конвейерно-грейферного моста.

Управляет всеми механизмами оператор дистанционного пульта, расположенного на передвижном мосту. Для такого типа складов могут успешно использоваться реклаймеры с ленточными конвейерами. **Реклаймер** — погрузочная самоходная машина на рельсовом или гусеничном ходу, в котором имеется ленточный штабелирующий конвейер, позволяющий отсыпать уголь в штабеля значительной высоты.

При необходимости с помощью роторного колеса, расположенного на хоботе штабелирующего конвейера, реклаймер может забирать уголь из штабеля и подавать на транспортные конвейеры.

УкрНИИпроектотом разработаны автоматизированные погрузочные комплексные установки производительностью 2 тыс. и 4 тыс. т/ч (рис. 21.5).

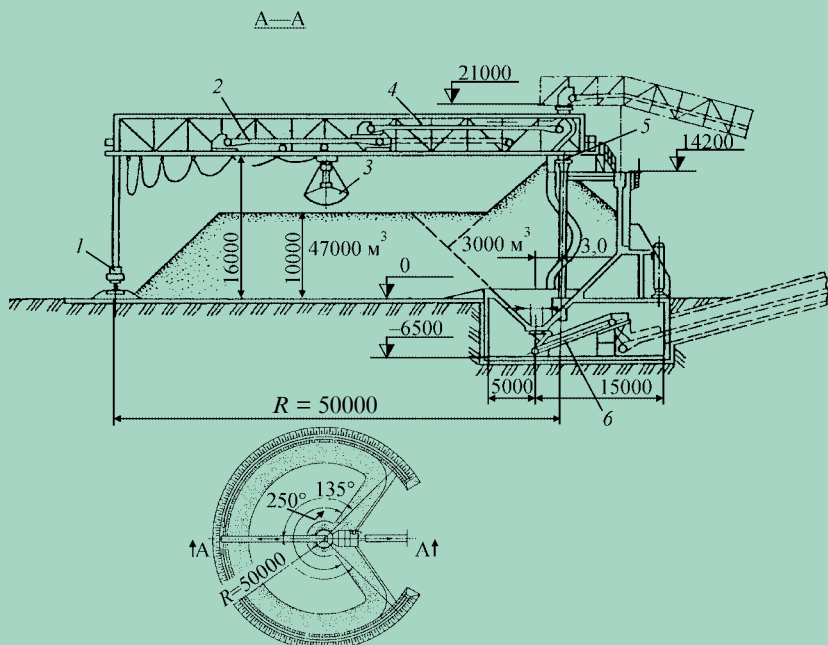


Рис. 21.4. Комплексно-механизированный склад угля:
 1 — приводные тележки моста; 2 — передвижной конвейер; 3 — грейфер; 4 — стационарный конвейер; 5 — спиральный желоб; 6 — пластинчатый питатель

Уголь в большом количестве поступает на теплоцентралю, уголь и руда — на обогатительные фабрики и металлургические заводы. Для выгрузки угля и руды широко используются вагонопрокидыватели.

На грузовых дворах массовые сыпучие грузы, перевозимые в полувагонах, перерабатывают на складах, оборудованных повышенными путями и эстакадами.

Вместимость повышенного пути и эстакады должна обеспечивать бесперебойную выгрузку всех полувагонов, подаваемых на них.

Вместимость разгрузочной эстакады или повышенного пути E , т,

$$E = kSL\gamma, \quad (21.1)$$

где S — площадь сечения груза в отвале, м^2 ; L — длина повышенного пути или эстакады, м; k — коэффициент, учитывающий не-

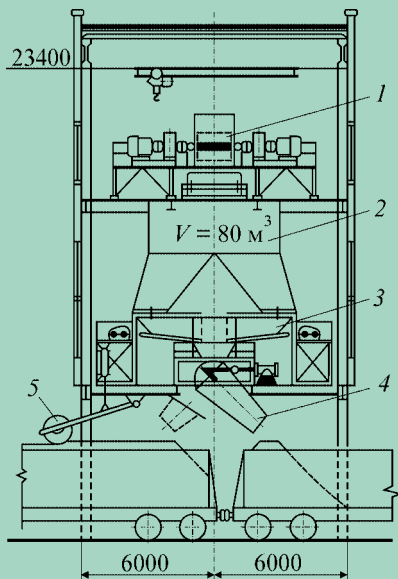


Рис. 21.5. Автоматизированный углепогрузочный пункт:

1 — конвейер; 2 — промежуточная емкость; 3 — качающийся питатель; 4 — перекидной желоб; 5 — каток

для равномерного заполнения отвала и наличие в нем стоек эстакады (0,8—0,85); γ — плотность груза, т/м^3 .
 Длина эстакады или повышенного пути

$$L = ln_B + a, \quad (21.2)$$

где l — длина вагона по осям автосцепок, м; n_B — максимальное число вагонов, одновременно выведенных на эстакаду или повышенный путь под разгрузку; a — величина, учитывающая неточность установки всей поданной группы вагонов на грузовом фронте (1—3 вагона).

Для погрузки на автотранспорт и уборки навалочных грузов из отвалов используются наиболее эффективно одноковшовые погрузчики, а также механические погрузчики непрерывного действия, экскаваторы, грейферные краны и автопогрузчики, оборудованные ковшами. Схема комплексной механизации перегрузки сыпучих грузов с использованием повышенного пути и тракторного погрузчика приведена на рис. 21.6.

Наиболее эффективной при поступлении под выгрузку 20 и более вагонов в сутки является комплексная унифицированная установка (рис. 21.7), состоящая из козлового крана, перекрывающего повышенный путь. Козловой кран соединяется с мостом-фермой, на котором расположены площадки для открывания и закрывания люков полувагонов, где устанавливаются люкоподъемники. Кран оснащен моторным грейфером и вибратором конструкции ВНИИЖТа.

На ряде станций применяются разгрузчики ТР-2А (С-492) с конусным штабелированием угля по маркам, а минерально-строительных материалов — по роду материала и гранулометрическому составу.

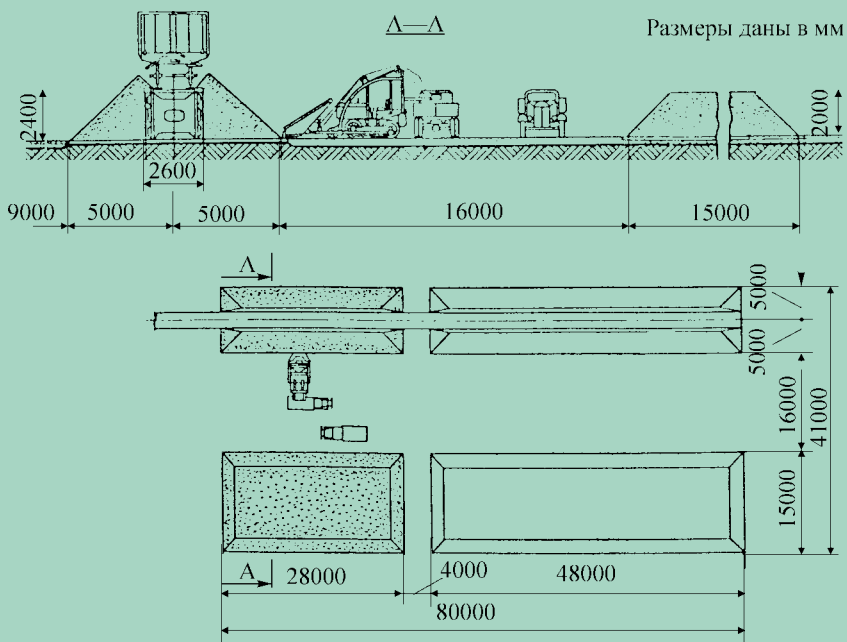


Рис. 21.6. Схема комплексной механизации перегрузки сыпучих грузов с использованием повышенного пути и тракторного погрузчика

Минеральные строительные материалы (гравий, щебень, песок, камень) хранят на открытых складах эстакадно-штабельно-тоннельных, штабельно-тоннельных и с радиальным штабелирующим конвейером. На эстакадно-штабельно-тоннельном складе (рис. 21.8) ленточные конвейеры, расположенные на эстакаде, отсыпают в отдельные штабеля разные фракции материала. Чтобы фракции не смешивались, между штабелями устанавливают стены высотой 2—4 м. Под штабелями расположен тоннельный конвейер, который подает материал на выдвижной конвейер, ведущий в бункер. Материал из штабеля на тоннельный конвейер поступает по лотковым питателям. Производительность конвейеров 400—500 т/ч. Вагоны загружаются из бункеров самотеком. У штабельно-тоннельных складов нет эстакады. Штабелируют груз консольно-поворотные конвейеры с переменной высотой сброса.

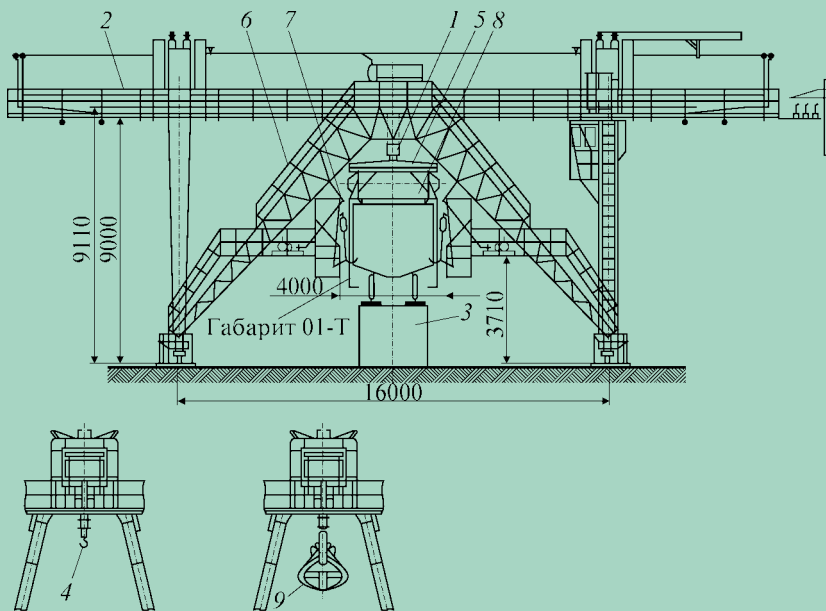


Рис. 21.7. Схема комплексной унифицированной установки:
 1 — поворотная головка; 2 — козловой кран; 3 — повышенный путь; 4 — крюк;
 5 — рама; 6 — мост-ферма; 7 — площадка с локоподъемником; 8 — вибратор;
 9 — грейфер

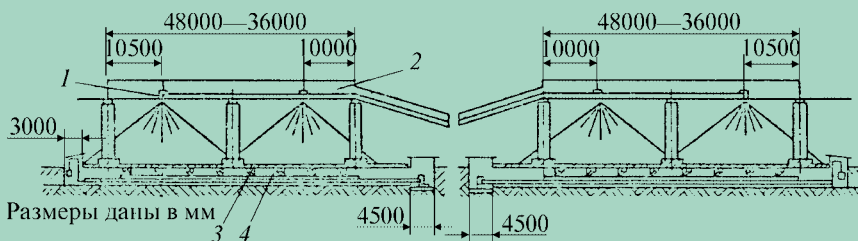


Рис. 21.8. Эстакадно-штабельно-тоннельный склад:
 1 — ленточный конвейер; 2 — надштабельная галерея; 3 — лотковый вибропитатель; 4 — подштабельный тоннель

21.4. Комплексная механизация погрузочно-разгрузочных работ и складских операций с цементом, минеральными удобрениями и другими пылевидными и химическими грузами

Для цемента, перевозимого насыпью, основным видом склада является силосный. Силосный корпус состоит из ряда силосов, каждый из которых предназначен для цемента определенной марки, а для перегрузки и перемещения применяются пневматические установки.

Грузят цемент в вагоны аэроционно-пневматическим способом через донные и боковые пневматические разгрузатели. Разработаны автоматические установки для загрузки цемента в цементовозы. В состав таких установок, кроме пневматических разгрузателей, входят циферблатные вагонные весы, унифицированная приставка к циферблатной весовой головке и пульт управления. Загрузка вагонов, взвешивание, закрытие затворов пневморазгрузателя, учет загруженных вагонов по их типам производятся автоматически.

Цемент разгружают также в силосные склады (рис. 21.9). Из железнодорожных цистерн с аэрирующим днищем груз поступает по цементопроводам непосредственно в силосы; из вагонов-хопперов его сначала выгружают в подрельсовый приемный бункер, а затем пневмоподъемником подают в силосы. Выдают цемент из силосов в автоцементовозы через донные пневморазгрузатели.

Днища силосов оборудованы аэрационными сводоразрушающими устройствами. Удаляемый из силосов и приемных бункеров воздух очищают в рукавных фильтрах. Силосы снабжены датчиками уровня, определяющими степень их заполнения.

Вязущие материалы (известь молотая, негашеная известь, гипс) по своим свойствам во многом аналогичны цементу, поэтому механизация погрузки, складирования и выгрузки их практически не отличается от тех же операций с цементом. При перевозке вязущих материалов в крытых вагонах используют для выгрузки из вагонов механические разгрузчики МВС-4, навесной скребковый конвейер ХИИТа и др., а также вилочные погрузчики, оборудованные ковшами.

Прирельсовые склады минеральных удобрений и химических средств защиты растений (ядохимикаты) имеют объемно-планировочное решение преимущественно в виде павильонных складов, си-

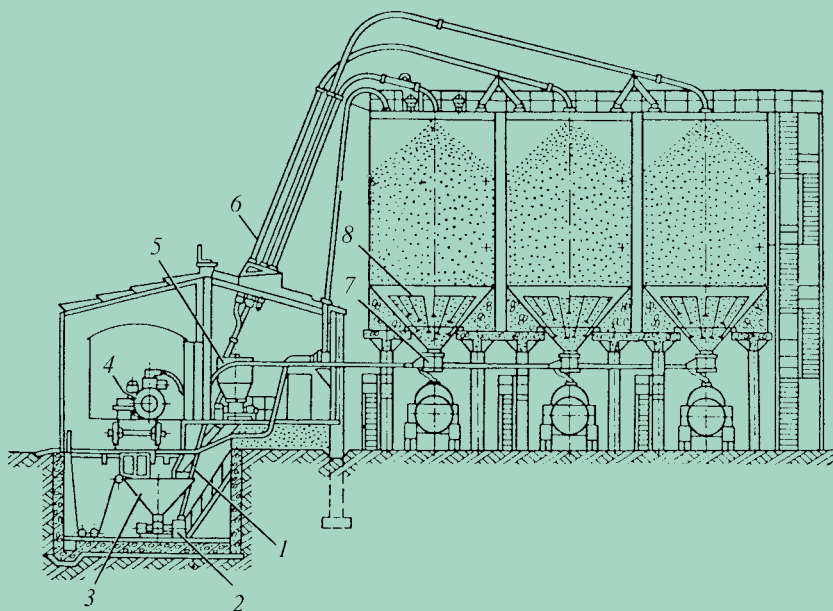


Рис. 21.9. Силосный склад цемента:

1 — цементопроводы; 2 — пневмоподъемник; 3 — бункер; 4 — заборное устройство; 5 — осадительная камера; 6 — донный пневморазгрузатель; 7 — аэрационный сводоразрушитель; 8 — мембранный датчик уровня

лосных, резервуарных и реже в виде купольных. Конструкции складских зданий и сооружений должны иметь антикоррозионную защиту от агрессивного воздействия минеральных удобрений и ядохимикатов. Полы склада должны быть химически стойкими.

Затаренные минеральные удобрения выгружают из вагонов вилочными погрузчиками или кранами-штабелерами.

Для пылевидных и порошкообразных минеральных удобрений более эффективны склады силосного типа.

21.5. Требования техники безопасности

При погрузке и выгрузке цемента, извести, суперфосфата, селитры, хлорной извести, минеральных удобрений и других едких и пылящих грузов необходимо принимать все меры против образова-

ния пыли. Выгружать едкие пылящие грузы и минеральные удобрения следует только механизированным способом. Рабочие, обслуживающие механизмы, обязаны работать в спецодежде, респираторах и противопыльных очках, выдаваемых в индивидуальное пользование. Фильтр респиратора меняют по мере загрязнения, но не реже одного раза в смену. Рекомендуется выносить пульта управления машинами и механизмами из запыленных зон.

При переработке химических грузов рабочие обязаны пользоваться противогазами, индивидуальными средствами защиты. Для защиты кожных покровов следует применять защитные мази, пасты, эмульсии. Не рекомендуется принимать пищу и курить на рабочих местах. Перед едой, курением необходимо тщательно мыть руки и полоскать рот. После работы спецодежду и спецобувь обеспыливают и обезвреживают, рабочие принимают горячий душ.

Штабеля сыпучих грузов с крутизной больше угла естественного откоса необходимо ограждать прочными подпорными стенками. Чтобы избежать обвала, не следует выбирать сыпучие грузы, слежавшиеся и смерзшиеся.

При выгрузке навалочных грузов должен соблюдаться габарит.

Глава 22. Наливные грузы

22.1. Характеристика наливных грузов

К наливным относятся жидкие грузы, перевозимые в специальных вагонах-цистернах и бункерных полувагонах. Основную массу (более 90%) наливных грузов составляют нефть, конденсат и нефтепродукты (бензин, керосин, дизельное топливо, мазут, масла, нефтебитумы и др.). К ним также относятся продукты химической промышленности (кислоты, щелочи, красители, лаки, сжиженные газы и др.) и продукты пищевой промышленности (растительные масла, спирты, жиры, патока, саломас и др.).

Нефтепродукты делятся на **светлые** (бензин, бензол, керосин, лигроин, легкие сорта моторных и дизельных топлив), **темные** (мазут, нефтебитумы, тяжелые сорта моторных топлив), **жидкие смазочные** масла, получаемые перегонкой нефти. В зависимости от температуры вспышки при нормальном атмосферном давлении ($\approx 0,1$ МПа) все нефтепродукты можно подразделить на классы: **первый** — ниже 28 °С (бензин, бензол, лигроин и др.); **второй** — 28—45 °С (керосин, газولين и др.); **третий** — 45—120 °С (мазут, моторное топливо и

др.); **четвертый** — свыше 120 °С (смазочные масла, парафин, нефтяной битум и др.). Легковоспламеняющиеся нефтепродукты первого и второго классов при наливке в цистерны и сливе из них, а также в процессе транспортирования требуют особой осторожности в противопожарном отношении. Возгорание нефтепродуктов может произойти как от открытого пламени, так и от электростатического разряда, накопленного на цистернах, трубах и др.

Плотность и вязкость нефтепродуктов существенно влияют на выбор способа их перевозки и перегрузки. Наливные грузы делятся на *невязкие, слабовязкие и высоковязкие*. Следует помнить, что с увеличением температуры плотность и вязкость нефтепродуктов снижаются. Снижение плотности и вязкости ускоряет процесс налива и слива цистерн.

Характерное свойство нефтепродуктов, особенно бензина, — высокая испаряемость. Значительные потери от испарения происходят при неполном использовании вместимости резервуара, в котором хранятся нефтепродукты. Один из способов уменьшения площади зеркала испарения — плавающая крышка в резервуаре, которая с изменением объема жидкости опускается или поднимается. Изменение температуры нефтепродукта в резервуаре в значительной степени зависит от окраски поверхности последнего и изоляционных покрытий.

Химические наливные грузы (кислоты, анилиновое масло, древесный и бутиловый спирты, углеводородно-бутановая смесь и др.) перевозят по железным дорогам в специальных цистернах. Эти грузы в зависимости от воздействия на металл разделяют на три группы: *сильно-* (азотная и хлорсульфиновая кислоты) и *слаборазъедающие* (каменноугольная смола, карболовая и серные кислоты) и *неразъедающие* (все остальные).

Наливные пищевые грузы (растительные масла, патока) также перевозят, как правило, в специализированных цистернах. При использовании универсальных цистерн необходима их тщательная подготовка и обработка перед наливом пищевых продуктов.

22.2. Склады нефтепродуктов

Для приема, хранения и отпуска нефтепродуктов служит комплекс сооружений, называемый *нефтебазой*.

Все нефтебазы в зависимости от их вместимости можно разделить на пять категорий: I — свыше 100 тыс. т; II — от 30 до 100 тыс. т; III — от 2,5 до 30 тыс. т; IV — от 0,5 до 2,5 тыс. т; V — менее 500 т.

Территория нефтебазы делится на зоны:

слива и налива нефтепродуктов — резервуары сливно-наливных эстакад, насосные установки, пеноаккумуляторные и пенореактивные станции (пена необходима для тушения пожаров);

оперативную, на территории которой выдают нефтепродукты мелкими партиями в автоцистерны, контейнеры, бочки, бидоны;

вспомогательные технические сооружения — электростанция или трансформаторная подстанция, котельная, насосная, механические мастерские, материальный склад и др.;

очистные сооружения — для очистки ливневых вод и сбора пролитых нефтепродуктов.

Нефтехранилища бывают **наземными, полуподземными и подземными; по форме** — цилиндрические (вертикальные и горизонтальные) и сфероидальные. У **наземных нефтехранилищ** днище находится на уровне земли или выше поверхности окружающей территории. Днище **полуподземных нефтехранилищ** заглублено не менее чем на половину высоты резервуара. При этом максимальный уровень нефтепродуктов в нем должен быть не выше 2 м над землей. **Подземными хранилищами** считают такие, у которых наивысшая точка покрытия резервуара находится на глубине 0,2 м и ниже.

Светлые нефтепродукты, как правило, хранят в железобетонных резервуарах, а масла — в металлических. Резервуары нефтехранилищ размещают поодиночке или группами, при этом общая вместимость группы не должна превышать 40 тыс. м³, расстояние между группами не менее 50 м, считая от стен крайних резервуаров. Расстояние между двумя рядом стоящими резервуарами должно быть не менее 10 м. Резервуар с нефтепродуктами ограждают земляным валом высотой не менее 1,2 м. Между внешними границами валов, ограждающих группы резервуаров, устраивают пожарный проезд шириной не менее 3,5 м.

Для хранения нефтепродуктов в таре строят склады из огнеупорных материалов, разделяя их на секции несгораемыми стенами. Для легковоспламеняющихся материалов вместимость каждой секции не должна быть более 200 м³, а для горючих нефтепродуктов — не более 1000 м³. Соответственно, общие вместимости складов не должны превышать 1200 и 6000 м³. Нефтепродукты в бочках емкостью от 75 до 500 л хранят в складе либо на стеллажах,

либо в штабелях. На стеллажах в каждом ярусе устанавливают по одному ряду бочек. В штабеля механизированным способом их устанавливают в пять ярусов (горючие нефтепродукты) и в три яруса (легковоспламеняющиеся). По ширине штабеля или стеллажа размещают не более двух бочек. Проезды между стеллажами и штабелями не менее 1,8 м, а проходы не менее 1 м. Ширина дверных проемов складов не менее 2,1 м, а высота — не менее 2,4 м; полы устроены с уклоном для стока жидкости в специальные приемники. Нефтепродукты в мелкой таре (бутылях, бидонах) хранят на плоских или ящичных поддонах из негорючих материалов.

Допускается хранить нефтепродукты в таре на открытых площадках и под навесами. На одной площадке размещают не более шести штабелей длиной 25 м и шириной 15 м. Площадку ограждают земляным валом и негорючей стеной высотой 0,5 м.

22.3. Налив и слив груза

Налив и слив грузов, перевозимых в цистернах и в бункерных полувагонах, происходят на местах необщего пользования (преимущественно на подъездных путях) и лишь в исключительных случаях, с разрешения начальника отделения дороги, на местах общего пользования; при этом место слива или налива согласовывается с пожарной охраной и Госгортехнадзором.

Налив и слив жидких грузов при перевозках в цистернах производится под давлением центробежных (поршневых) насосов или благодаря разности уровней расположения хранилищ и цистерн.

При наличии самого низкого уровня жидкости в резервуарах хранилища выше верхней отметки наливного устройства (наливных стояков, эстакады) налив в цистерны осуществляется самотеком (рис. 22.1, *а*). При расположении резервуаров ниже указанного уровня налив груза в цистерны производится принудительно при помощи насосов (рис. 22.1, *б*). Такой способ дает возможность иметь значительно меньшую производительность насосной установки и ускоряет процесс налива.

Жидкие грузы (нефтепродукты, кислоты и др.) сливают из цистерн через люки (колшаки) в том случае, если цистерны не имеют нижних сливных приборов. При наличии у цистерн слив-

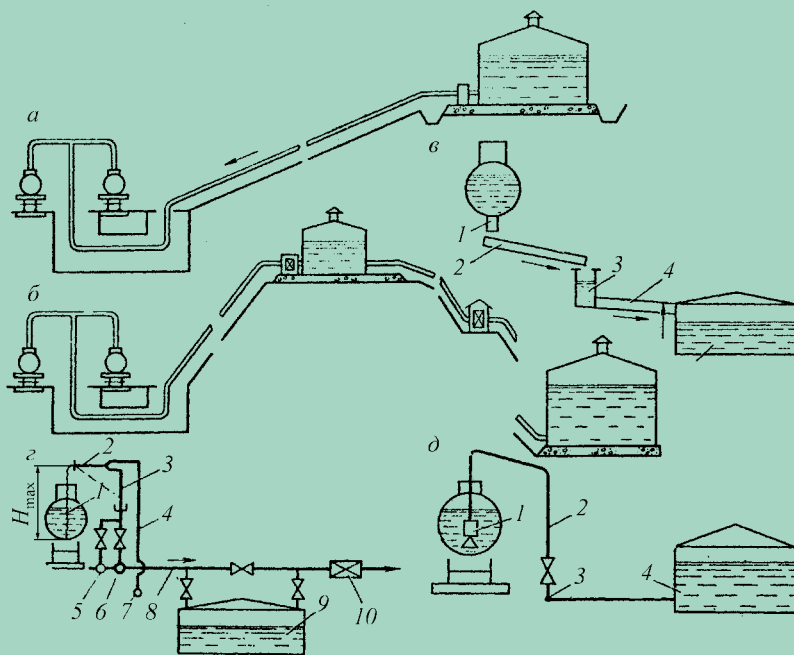


Рис. 22.1. Схемы налива и слива жидких грузов:

- а* — самотечный налив; *б* — принудительный налив с помощью насоса и буферного резервуара; *в* — открытый самотечный слив; *г* — слив с помощью сифона; *д* — с помощью погруженного насоса

ных приборов слив обеспечивается через верхний колпак и сливные приборы. Применяют слив *самотечный* и *принудительный* при помощи сифонов и насосов.

Открытый самотечный слив жидких грузов из цистерн (рис. 22.1, *в*) происходит через нижние сливные приборы 1, переносные лотки 2, желоб 3, проходящий вдоль всех цистерн, обычно между рельсами пути, на который подаются цистерны, отводную трубу 4. Жидкость самотеком поступает в сливной резервуар 5, из которого ее откачивают насосом в резервуарный парк хранилища. Самотечный открытый слив недопустим для масел, керосина и других грузов, которые нельзя подвер-

гать обводнению или загрязнению механическими примесями (пылью, песком и др.). Поэтому для таких грузов рекомендуется *закрытый самотечный слив*, когда к нижним сливным приборам цистерн присоединяют гибкие шланги или телескопические трубы, смонтированные на патрубках сливного коллектора. Сливные коллектор и желоб прокладывают в грунте с уклоном $1/200$ к отводной трубе, по которой нефтегрузы стекают в приемный резервуар. При закрытом самотечном сливе спускающихся жидких грузов возможно применение желобов и труб с так называемой паровой «рубашкой».

Слив из цистерн жидких грузов в использовании принципа сифона с вакуумом-насосом показан на рис. 22.1, *з*. Сливной шланг 1 направляется в цистерну и с помощью вакуум-насоса 7, через воздушный коллектор 4 в основном рабочем коллекторе 2, 3 создается разрежение, жидкий груз поступает в основной коллектор 6 и по отводной трубе 8 подается в сливной резервуар 9, из которого с помощью насоса 10 подается в резервуары. После заправки основного коллектора воздушный отключается. Диаметр второго коллектора 5, служащего для зачистки цистерн первоначальной зарядки сифона, принимают равным диаметру сливного стояка.

Применение промежуточного сливного резервуара делает работу перекаченного насоса независимой от режима слива цистерн и значительно уменьшает его потребную производительность и мощность привода. Для полного слива цистерн переключают основной коллектор на зачистной меньшего диаметра. Налив, слив и перекачка кислот осуществляются аналогично, но наливные и перекачные установки выполняются из кислотоупорных материалов и оборудованы устройствами для нейтрализации кислоты и промывки линий.

На рис. 22.1, *д* показан принудительный слив через люк колпака цистерны посредством погруженного насоса 1; к корпусу присоединяют напорный трубопровод 2. Внутри корпуса размещен электродвигатель в герметически закрытом кожухе. На нижнюю часть вала электродвигателя насажено колесо насоса. Нефтепродукт засасывается через отверстие в днище корпуса насоса и подается через кольцевой зазор между корпусом и электродвигателем в напорный трубопровод и далее в основной рабочий коллектор 3 и резервуар 4. Управление насосом — с пульта.

Для самотечного и принудительного налива и слива большого количества нефтепродуктов служат эстакады. Пункты налива оборудованы эстакадами галерейного и стоякового типов. Нефтепродукты подают в наливной коллектор эстакады самотеком или насосами. Для налива используют насосы центробежные производительностью 150—720 м³/ч и поршневые 100—350 м³/ч.

Заливают светлые и темные нефтепродукты через стояки как в одиночные цистерны, так и в группы в зависимости от вместимости фронта подачи. Стояк (рис. 22.2) гидромеханизированной эстакады для слива и налива светлых нефтепродуктов состоит из поворотной колонки с гидромотором 1, стрелы с гидравлическим цилиндром выдвижения 2, сливно-наливного гофрированного рукава 3 диаметром 76—100 мм, гидроцилиндра подъема стрелы 4, гидрораспределителя управления 5. Диаметр поршня цилиндра подъема стрелы 100 мм, ход 700 мм; диаметр поршня цилиндра выдвижения стрелы 85 мм, ход 800 мм. Угол поворота ротора 170°. Число стояков на эстакаде в зависимости от категории нефтебазы достигает 56. Давление масла в гидросистеме управления стояками 2,5—3,5 МПа.

Принципиальная схема налива нефтепродуктов с помощью эстакады и насосов приведена на рис. 22.3. Существуют эстакады с одним

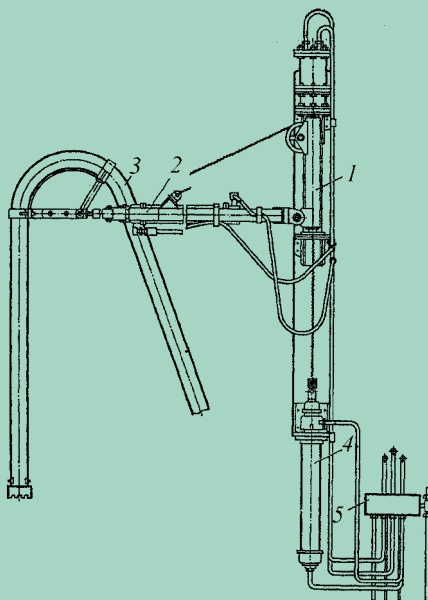


Рис. 22.2. Стояк сливно-наливной гидромеханизированной эстакады

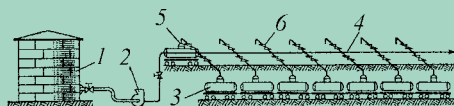


Рис. 22.3. Схема налива нефтепродуктов: 1 — резервуар; 2 — насос; 3 — цистерна; 4 — коллектор; 5 — наливные шланги; 6 — задвижка

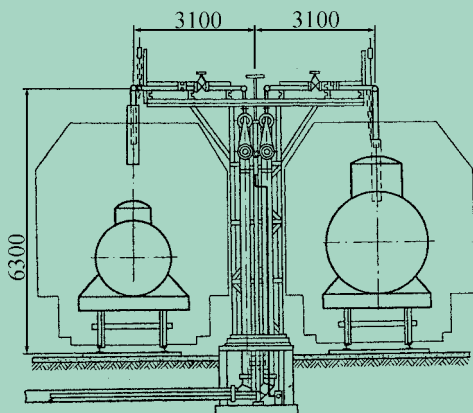


Рис. 22.4. Наливная эстакада галерейного типа

или несколькими коллекторами (распределительными трубопроводами). При наличии на эстакаде нескольких коллекторов можно одновременно наливать нефтепродукты нескольких видов. Большинство наливных эстакад на нефтебазах и нефтеперерабатывающих заводах двусторонние, т. е. обслуживают одновременно два пути.

Темные нефтепродукты чаще наливают на эстакадах галерейного типа (рис. 22.4)

дву- и односторонних. Темные нефтепродукты — высоковязкие и застывающие вещества, поэтому мазуты наливают подогретыми до $+40$, $+90$ °С, а масла до $+30$, $+80$ °С (в зависимости от вязкости).

Способы интенсификации процесса налива и слива нефтепродуктов различны: подогрев, слив под давлением, применение виброустройств и механизация подготовительных и заключительных операций. Для подогрева используют водяной пар, горячие нефтепродукты, эвтектические смеси и электрогрелки. Водяной пар обладает высоким теплосодержанием и большим коэффициентом теплоотдачи. Его подают в верхнюю полость цистерн под давлением до $0,7—0,8$ МПа. Электрические подогреватели опасны в пожарном отношении. Их используют только для подогрева нефтепродуктов с высокой температурой вспышки.

Глава 23. Зерновые (хлебные) грузы

23.1. Качественная характеристика грузов

К основным культурам *зерновых грузов* относятся: хлебные (пшеница, рожь, кукуруза, ячмень, овес, рис, просо, гречиха) и продукты их переработки; бобовые (горох, чечевица, фасоль, соя); масленичные (подсолнечное, льняное, конопляное, хлопковое, горчичное семя и др.).

Установлены стандарты на качество зерна каждой культуры и наименования, которые, в свою очередь, разделяются на виды в зависимости от ботанических и других признаков. (Например: пшеница — яровая и озимая, белозерная или краснозерная и др.; рожь — озимая северная, озимая южная и т.д.) По некоторым культурам виды разделяются еще на подвиды, классы и сорта в зависимости от их свойств и качественных показателей.

Качественными показателями зерна являются его натура, влажность и степень чистоты. **Натурой** зерна называется его вес известного объема. **Степень чистоты** зерна характеризует наличие в нем посторонних примесей. **Влажность** определяется высушиванием зерна в специальных шкафах. Смешивание зерна различных видов и сортов не допускается. Перевозки и хранение осуществляются отдельно.

Физиологические свойства зерна определяют особые условия его хранения. Зерно следует предохранять от атмосферных влияний, так как оно обладает **гигроскопичностью**. При повышенной влажности в зерновой массе возможен процесс самосогревания, который вызывает порчу зерна. Большие потери зерна создаются также при заражении его хлебными вредителями. В связи с указанными особенностями зерновых грузов к складам, а также хранению и перевозке зерна предъявляют особые требования.

При хранении необходимо систематически наблюдать за состоянием зерна и периодически очищать, подсушивать и сортировать его. Это увеличивает объем погрузочно-разгрузочных и складских работ.

Такие зерновые культуры, как кукуруза, большинство бобовых, рис и др., требуют особых условий хранения и перевозки. Для них нужны специально оборудованные складские помещения. Влажную кукурузу в початках хранят, как правило, в крытых складах, устраивают закрома со стенами реечной конструкции (просветы шириной 3 см) и устанавливают реечные вентиляционные трубы высотой 2 м. При засыпке в закрома на высоту 4 м устанавливают одну на другую две вентиляционные трубы. Пол склада делают решетчатым. Между слоем утрамбованной глины и полом предусмотрен воздушный промежуток. Все это необходимо для хорошей вентиляции склада.

23.2. Склады для хранения

По своему назначению зерновые склады подразделяют на *заготовительные, перевалочные, производственные и базисные*.

Часто зерновые склады имеют несколько из указанных назначений. Например, они могут быть одновременно перевалочными и базисными или перевалочными и производственными и т. д. Строят их в виде элеваторов или зданий павильонного типа.

Основным типом зерновых складов являются элеваторы. *Элеваторы* — полностью механизированные зернохранилища. Каждое из зернохранилищ (элеваторов) состоит из рабочей башни и силосных корпусов. В нижнем этаже башни расположены башмаки ковшовых конвейеров (норий). К ним подведены ленточные конвейеры от приземных ларей и подсилосного помещения. На следующих этажах башни находится оборудование для очистки и сушки зерна: на верхнем — расположены головки ковшовых конвейеров, а ниже их — весы с бункером. Разделяют элеваторы на заготовительные (линейные), которые служат для приема зерна непосредственно от производителей и отгрузки его потребителям; на мельничные (производственные) или перевалочные (портовые, базисные) элеваторы для перевалки с одного вида транспорта на другой или для длительного хранения.

После взвешивания зерно поступает в очистительные машины или надсилосными ленточными конвейерами доставляется в силосные корпуса.

Заготовительные линейные элеваторы служат для приема зерна от сельскохозяйственных предприятий и отгрузки на мельничные (производственные) или перевалочные (портовые, базисные) элеваторы для перевалки с одного вида транспорта на другой или для длительного хранения. *Мельничные* (производственные) элеваторы отличаются от заготовительных прежде всего большей вместимостью и высокой производительностью оборудования для приемки зерна из вагонов. *Портовые и перевалочные* элеваторы обеспечивают перевалку зерна с железной дороги на водный транспорт или наоборот; имеют мощные приемные и отгрузочные устройства. *Базисные* элеваторы служат для длительного хранения зерна. Они имеют необходимое оборудование для систематического контроля за его состоянием и высокопроизводительные устройства для приема и отгрузки.

Зерновые склады павильонного типа получили наибольшее распространение в качестве прирельсовых железнодорожных складов. Они снабжены стационарными и передвижными средствами механизации и специальными сушильно-очистными башнями с оборудованием для приемки, обработки и отгрузки зерна.

Элеваторы и зерновые склады, как правило, строят из негорючих материалов. Силосные корпуса круглой или квадратной формы в плане изготавливают из монолитного или сборного железобетона. Диаметр круглых силосов устанавливают до 6 м, толщину стен 20—25 см, высоту до 30 м. Вместимость типовых сдвоенных круглых силосных корпусов достигает 2 × 8 тыс. т; 2 × 16,7 тыс. т; 2 × 25 тыс. т, одного круглого силоса — около 600—650 т. Размеры (в плане) квадратных силосов составляют 3 × 3 и 4 × 4 м, а высота достигает 30 м. Их собирают из плит или объемных блоков толщиной 25 см. Вместимость силоса около 150 т. Стены зерновых складов возводят из железобетона, кирпича, крупных шлакобетонных и бетонных блоков и других стеновых материалов. Полы асфальтируют, укладывают на бетонном основании; кровля асбестоцементная. Вместимость зерновых складов из железобетонных конструкций достигает 5,5 тыс. т.

В проектах новых элеваторов предусматриваются: дистанционное управление оборудованием с диспетчерского пульта, блокировка электродвигателей, контрольно-световая производственная сигнализация, радиотелефонная связь, а также дистанционный контроль температуры зерна в силосах.

Зерновые элеваторы. Современные заготовительные зерновые элеваторы (рис. 23.1) сооружают четырех типов: Л-2Х100, Л-3Х100, Л-3Х175 и Л-4Х175. Зерно на элеватор доставляется автомобилями, которые после предварительного взвешивания разгружают в приемные бункеры, расположенные на уровне пола здания. Вместимость каждого бункера — 50 т зерна. Автомобиль устанавливают на платформу автомобилеподъемника и открывают его задний борт. Платформа наклоняется и зерно высыпается в приемные бункеры. Под ними установлены ленточные конвейеры, подающие зерно к элеваторной башне 2. Здесь его нориями (ковшовыми элеваторами) либо сразу подают в силосы 3 надсилосными конвейерами 4, либо предвари-

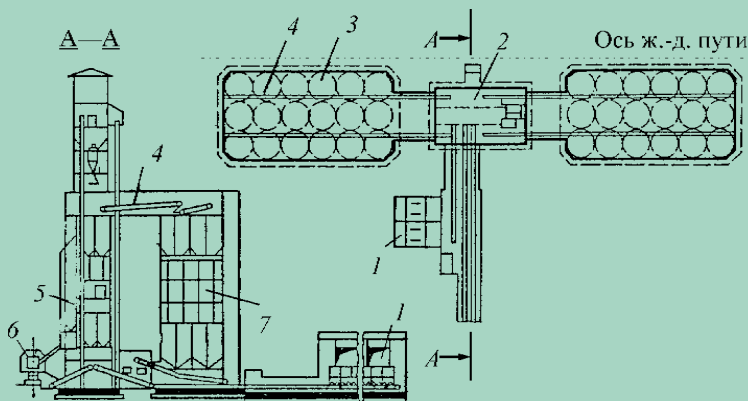


Рис. 23.1. Схема заготовительного элеватора

тельно очищают и подсушивают в зерносушилках 7. При складировании зерно автоматически взвешивается на специальных ковшовых весах. Из силосов оно ссыпается на подсилосные конвейеры, которые подают его к нориям. Зерно поднимается наверх, взвешивается и по отпускным трубам 5 подается в железнодорожный подвижной состав 6.

Заготовительный элеватор типа Л-2Х100 (линейный с двумя нориями производительностью по 100 т/ч каждая) состоит из рабочей башни и двух трехрядных силосных корпусов. Силосы квадратного сечения $3,2 \times 3,2$ м, высотой 25,4 м. Вместимость каждого 5500 т зерна. Высота рабочей башни 46,1 м. Зерно из автомобилей выгружают автомобилеподъемниками в четыре приемных бункера вместимостью по 25 т каждый. В эти бункера можно разгрузить 30—35 автомобилей без пуска механизмов элеватора. В вагоны зерно загружают из 14 отпускных бункеров, устроенных в силосах. Бункера расположены со стороны железнодорожного пути. Общая вместимость около 700 т. Зерносушилка производительностью 8 т/ч встроена в один из силосных корпусов.

Элеватор типа Л-3Х100 вместимостью 25 тыс. т зерна оборудован сушилкой производительностью 48 т/ч. Силосные корпуса его — круглые диаметром 6 м и высотой 30 м. Высота рабочей башни 57 м, вмес-

тимостью корпуса 12 тыс. т. Автомобили с зерном разгружают на авто-мобилеподъемниках. Предусмотрено шесть приемных бункеров вместимостью по 50 т каждый. Зерно можно подавать в вагоны одновременно тремя нориями из отпускных бункеров, устроенных в башне. Элеватор оборудован и для разгрузки вагонов.

Заготовительные элеваторы типов Л-3Х175 и Л-4Х175 вместимостью соответственно 25 и 50 тыс. т зерна оснащены зерносушилками производительностью по 32 т/ч. Высота рабочей башни элеватора 65,4 м. Размеры, форма и вместимость силосов такие же, как у элеватора типа Л-3Х100. Отгружают зерно в вагоны одновременно тремя или четырьмя нориями через отпускные бункера в башне.

Мельничные (производственные) элеваторы обычно строят на мельничных комбинатах. Их собирают из однотипных строительных конструкций. У них одинаковые ширина и высота зданий, шаг колонн, различна только длина. Башни элеваторов М-2Х100, М-3Х100, М-2Х175 и М-3Х175 оборудованы соответственно двумя или тремя нориями производительностью 100 или 175 т/ч каждая, одним или двумя сепараторами по 100 т/ч, сушилкой 12 т/ч и двумя или тремя ковшовыми весами, позволяющими взвешивать грузы массой до 20 т. Силосные корпуса элеваторов М-2Х100 и М-2Х175 вмещают соответственно 8 и 16 тыс. т зерна, а элеваторов М-3Х100 и М-3Х175 — 16 и 33,4 тыс. т.

Зерно на мельничные элеваторы, как правило, доставляют железнодорожными маршрутами. Вагоны разгружаются в приемные бункеры, которые расположены поперек или вдоль железнодорожных путей (при производительности норрии 100 т/ч два приемных бункера располагают поперек, а при 175 т/ч — четыре бункера вдоль железнодорожного пути). Под бункерами установлены ленточные конвейеры, подающие зерно к норриям. Разгружать вагоны необходимо так, чтобы они не простаивали в ожидании освобождения бункеров, а конвейеры и норрии не работали вхолостую. Для этого период освобождения приемных бункеров должен быть равен времени разгрузки и перестановки вагонов.

Портовые (перевалочные) элеваторы в отличие от заготовительных мельничных принимают зерно, уже прошедшее первичную обработку. В период кратковременного хранения здесь при перевал-

ке с одного вида транспорта на другой его дополнительно очищают и сушат. Силосные корпуса этих элеваторов состоят из силосов диаметром 6 и 7 м и высотой 30—40 м. Производительность их 350—500 т/ч, т.е. они рассчитаны на выгрузку нескольких маршрутов зерна в сутки или погрузку судна грузоподъемностью до 10 тыс. т за 8—10 ч. Для разгрузки речных барж причалы оборудуют пневматическими стационарными или передвижными перегружателями производительностью до 200 т/ч. Зерно грузят в вагоны при помощи норий через бункера и отпускные трубы с зерно-разбрасывателями. Для загрузки барж используют ленточные конвейеры и телескопические трубы больших размеров с моторным приводом и дистанционным управлением. Элеваторы оборудованы также устройствами для выгрузки зерна из автомобилей.

Разработаны типовые проекты зерновых механизированных складов, один из них (рис. 23.2, а) из сборного железобетона вместимостью 5,5 тыс. т. Крыша делается под углом 25° к горизонту, что соответствует углу естественного откоса зерна. Чтобы разгрузить стены от бокового давления зерна, их обваловывают грунтом или укрепляют анкерными плитами (рис. 23.2, б). Обваловывать стены рекомендуется в районах с благоприятными гидрогеологическими условиями.

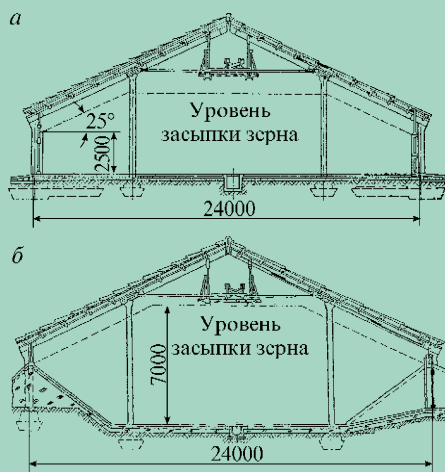


Рис. 23.2. Типовые механизированные зерносклады

Высота валов достигает около 2,5 м, а пол заглубляется ниже поверхности земли на 1 м. У торца склада расположена башня, служащая для приема зерна с автомобилей и погрузки в вагоны. Она оборудована двумя ковшовыми элеваторами и сепаратором производительностью 100 т/ч каждый, автомобилеподъемником, сушильным агрегатом производительностью до 50 т/ч, отгрузочным конвейером с вагоно-разгрузчиком и двумя весами, на которых можно взвешивать грузы массой до 10 т.

Для экономии строительных материалов разработаны типовые зерновые склады сводчатой конструкции. Их собирают из тонкостенных железобетонных элементов и монтируют без промежуточных опор. Длина такого склада составляет 90 м, а вместимость — 4200 т. У другого варианта склада такого типа сводчатые арки надувные, установлены они с шагом в 3 м. В них поддерживается избыточное давление 0,04 МПа. На арку уложена пленка, которая прикреплена оттяжками к анкерам. Заполняют склад верхним подвесным конвейером, а выдают зерно из него нижним тоннельным конвейером. Вентилятор обеспечивает активную вентиляцию склада.

23.3. Комплексная механизация погрузки и выгрузки зерна

Зерно загружают в вагоны на элеваторах, как правило, через отпусковые трубы, на концах которых находятся специальные разбрасыватели. Перевозка зерновых грузов предусматривается в специализированном подвижном составе. Загрузка вагонов производится через верхние (загрузочные) люки. Для погрузки вагона требуется 7—8 мин. На хлебоприемных пунктах широко применяют вагонозагрузчики различных типов. Один из них, СВР, может работать как на заготовительных элеваторах, так и на механизированных зерновых складах с башней.

Основные узлы загрузчика СВР: реверсивный ленточный бросатель, ленточный транспортер-питатель, поворотный круг, промежуточная рама и ходовая тележка. Рабочий орган загрузчика — реверсивный ленточный бросатель (рис. 23.3), который крепится на конце рамы ленточного конвейера. Приводной 1 и натяжной 2 барабаны его размещены на сварной раме и огибаются бесконечной прорезиненной лентой 3 с гребешками. При помощи двух отжимных роликов 4 верхняя ветвь ленты отжата книзу, в средней ее части находится горизонтальный участок, на который поступает зерно из загрузочной воронки 5. Наклонные участки ленты обеспечивают лучшую траекторию полета зерна.

Инжекторная пневматическая установка также служит для

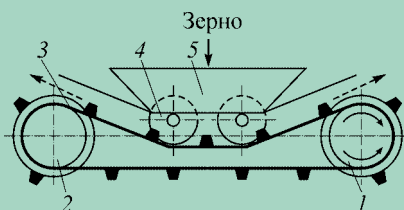


Рис. 23.3. Реверсивный ленточный бросатель СВР

погрузки зерна в вагоны. С ее помощью можно увеличить скорость движения зерна, подаваемого в вагон по самотечной трубе. Дополнительную скорость зерну сообщает в инжекторе воздух, нагнетаемый вентилятором в воздухопровод. Скорость можно регулировать шибером, установленным на всасывающем патрубке вентилятора. Струю зерна можно направить в любое место вагона при помощи гибкого наконечника регулятора, которым управляют с помоста. Вагон заполняется без применения ручного труда на разравнивание зерна. Установку обслуживает один рабочий.

Самоходный шнековый конвейер ТЗШ состоит из шнека длиной 8,4 м и самоходной тележки. Шнек помещен в цилиндрический кожух. Как шнек, так и кожух собраны из трех секций. Привод шнека состоит из электродвигателя мощностью 7 кВт, клиноременной передачи и зубчатого редуктора, которые смонтированы в нижней части транспортера. На конце верхней секции кожуха установлен поворотный выходной патрубок, меняющий направления движения зерна, перемещаемого шнеком. Для загрузки вагонов через люки шнек устанавливается под углом 43—45 ° к полу; время загрузки четырехосного вагона составляет 65 мин.

При погрузке и выгрузке зерна особое внимание следует обращать на уменьшение пылеобразования, так как пыль вредна для здоровья и взрывоопасна. Рабочие, занятые на грузовых операциях с зерном, должны работать только в противопыльных очках и респираторах.

Пункты перегрузки зерна должны быть оснащены противопожарным водопроводом и снабжены необходимым оборудованием.



Раздел V. СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ

Глава 24. Общие сведения о погрузочно-разгрузочных машинах и устройствах

24.1. Классификация погрузочно-разгрузочных машин и устройств

Средства комплексной механизации погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских работ принято классифицировать на *основные* и *вспомогательные*.

К основным относятся различные подъемно-транспортные машины, которые по характеру перемещения груза бывают циклического, непрерывного и комбинированного действия. В техническом отношении все погрузочно-разгрузочные машины и устройства подразделяют:

по характеру перемещения груза — на машины периодического (циклического), непрерывного и комбинированного действий;

по направлению (траектории) перемещения груза — на машины, перемещающие груз в горизонтальной или слегка наклонной плоскости (конвейеры, механические тележки, лебедки, механические лопаты), машины, перемещающие грузы в вертикальной или близкой к ней наклонной плоскости (штабелелукладчики, лифты, подъемники, элеваторы и т.д.), и машины, перемещающие груз как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях или по любой траектории в пространстве (погрузчики, грузоподъемные краны, краны-штабелеры и т.д.);

по мобильности — на машины стационарные и машины передвижные или переносные;

по назначению — специальные и универсальные;

по типу силовой установки — на машины с электрическим приводом, работающим от сети электроснабжения или аккумуляторов, и машины с приводом внутреннего сгорания;

по типу передачи — на машины с механической, гидравлической и электрической передачей.

Машины периодического (циклического) действия перемещают груз отдельными порциями через определенный интервал времени. Такие машины или их рабочие органы после каждого захвата и пе-

ремещения возвращаются в исходное положение в порожнем состоянии или загруженные другой порцией груза, завершая рабочий цикл (краны, погрузчики, механические тележки и т.д.).

Машины непрерывного действия перемещают грузы непрерывным потоком, без остановок для захвата и освобождения груза (конвейеры, элеваторы, установки гидравлического и пневматического транспорта и т.д.).

Машины комбинированного действия включают механизмы первых двух групп (грейферно-конвейерные перегружатели, вагоноопрокидыватели, снабженные конвейерами для транспортирования выгруженных из вагонов грузов).

Машины периодического действия, служащие для перемещения груза по вертикали или под большим углом наклона к горизонту, называются *грузоподъемными* (краны, подъемники, лифты, домкраты и т. п.).

Машины, которые перемещаются по полу, грунту или дорожному покрытию, называются *машинами напольного транспорта* (электропогрузчики, автопогрузчики, электротележки).

Специальные машины и устройства предназначены для погрузки и выгрузки только определенных грузов, а универсальные — для переработки различных штучных и массовых грузов, что расширяет сферу их применения.

На транспортно-складских комплексах (в грузовых районах) станций погрузочно-разгрузочные машины разделяют также по группам перерабатываемых грузов или по характеру выполняемых операций. Так, различают машины для погрузки—выгрузки контейнеров (например, контейнерные краны), штучных, сыпучих, длинномерных и других грузов.

К *вспомогательным средствам комплексной механизации* погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских работ относятся бункеры, силосы, повышенные пути, эстакады, траншеи, рыхлители смерзшихся грузов, устройства для зачистки вагонов, а также гравитационные спуски, желоба и различные средства малой механизации и простейшие приспособления. К ним же можно отнести и различные виды поддонов, контейнеров, а также машин для формирования, разборки пакетов грузов и обертки их в защитную пленку. Массоизмерительные приборы и устройства (вагонные, автомобильные, крановые, конвейерные и электротележечные) относятся к вспомогательным средствам, а маневровые устройства, применяемые на транспорт-

но-складских комплексах (грузовых районах) — шпиди, тяговые лебедки и различные локомотивы, — условно.

Все машины и устройства, участвующие в погрузочно-разгрузочных и складских работах, должны удовлетворять техническим, эксплуатационным и экономическим требованиям. О качестве этих машин судят:

- по уровню надежности;
- степени технологичности, показывающей эффективность конструкторско-технологических решений при изготовлении, обслуживании и ремонте машины;
- уровню стандартизации и унификации машины в целом, а также отдельных ее узлов и деталей;
- эргономическим показателям, характеризующим систему «человек—машина—среда» и учитывающим комплекс гигиенических, физиологических, психических данных человека, управляющего машиной;
- эстетическим характеристикам — выразительности и гармоничности оформления машины, соответствующим среде и стилю;
- уровню обеспечения охраны труда и техники безопасности при работе;
- экономическим показателям, характеризующим затраты на изготовление и эксплуатацию.

Надежность — свойство изделий выполнять в течение заданного срока службы свои функции в определенных эксплуатационных условиях, т.е. их безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость. **Безотказность** — это свойство изделий сохранять работоспособность в течение заданной наработки без вынужденных перерывов (отказов). Наработка определяется продолжительностью или объемом выполненной работы. Преждевременный отказ машины резко снижает ее технико-экономические показатели и нарушает технологию перегрузочных работ. **Долговечность** — свойство изделия сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при определенной системе технического обслуживания и ремонтов. Количественно долговечность любого изделия определяется ресурсом или сроком его службы, т.е. общей наработкой до предельного состояния. **Ремонтпригодность** — приспособленность изделия к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов, повреждений и устранению их последствий ремонтом и техническим обслуживанием. **Сохраняемость** — свойство изделия непрерывно со-

хранять исправное и работоспособное состояние после установленного срока хранения и транспортирования.

24.2. Производительность и потребный парк погрузочно-разгрузочных машин

Производительность машины и установки — это то количество (т, м³, шт.) груза, которое может быть выработано машиной или установкой за определенный промежуток времени.

Теоретическая (расчетная) производительность характеризует непрерывную работу машины в течение 1 ч при номинальной (расчетной) загрузке, при использовании ее на погрузке (выгрузке) груза в условиях, для которых она запроектирована.

Техническая производительность характеризует непрерывную работу машины за 1 ч, но с учетом фактической массы груза, перемещаемого машиной (установкой). Техническая производительность позволяет оценить использование машины или установки по фактической загрузке при данном роде груза в определенных условиях.

Эксплуатационная производительность характеризует количество конкретно перегружаемого груза в течение одной рабочей смены при правильной организации труда, передовых ее методах и на определенном месте работы. В отличие от технической эксплуатационная производительность учитывает как использование машины по времени, так и ее загрузку в течение одной рабочей смены.

Техническая производительность, т/ч, погрузочно-разгрузочной машины периодического действия определяется по формуле

$$P_T = 3600Q_H / T_{\text{ц}}, \quad (24.1)$$

где Q_H — масса груза, перемещаемая машиной за один цикл (номинальная грузоподъемность), т; $T_{\text{ц}}$ — продолжительность одного цикла, с; определяется как сумма времени, затрачиваемого на выполнение операций цикла (застропки, подъема, перемещения, отстропки или высыпания груза и др.);

$$T_{\text{ц}} = \varphi(t_1 + t_2 + \dots + t_n), \quad (24.2)$$

где φ — коэффициент, учитывающий совмещение отдельных операций цикла, для мостовых кранов он равен 0,8; передвижных поворотных кранов (автомобильных, железнодорожных и др.) — 0,7, погрузчиков — 0,85.

Техническая производительность, т/ч, машин непрерывного действия: **при переработке грузов отдельными порциями** (гарно-штучные грузы или грузы, перемещаемые в ковшах) определяется по формуле

$$П_T = 3,6 \frac{q}{a} v, \quad (24.3)$$

где q — масса единицы груза или масса груза в одном захватном органе (ковше), кг; a — расстояние между единицами груза, расположенного на несущем органе машины, м; v — скорость движения несущего органа машины, м/с;

при переработке грузов непрерывным потоком

$$П_T = 3600 F \gamma v, \quad (24.4)$$

где F — площадь поперечного сечения груза на несущем элементе, м²; γ — насыпная плотность груза, т/м³.

Эксплуатационная производительность (т/смену)

$$П_{CM} = П_T k_B k_{TP} T_{CM}, \quad (24.5)$$

где k_B — коэффициент использования машины во времени (отношение времени работы в течение смены к ее продолжительности); k_{TP} — коэффициент использования машины по грузоподъемности (отношение массы груза, перемещаемой в среднем за один рабочий цикл, к номинальной грузоподъемности); T_{CM} — число рабочих часов в смене.

Потребный парк (расчетный) погрузочно-разгрузочных машин

$$Z = \frac{Q_T k_H}{n_{CM} П_{CM} (365 - T_{TP})}, \quad (24.6)$$

где Q_T — годовой грузооборот, т; k_H — коэффициент неравномерности поступления грузов; n_{CM} — число рабочих смен в сутки; 365 — число дней в году; T_{TP} — регламентированный простой машины в течение года (нерабочие дни, праздники, ремонт, техническое обслуживание и др.), сут. Ориентировочно $T_{TP} = 52—80$ сут.

Необходимо проверить, обеспечит ли расчетное число машин или установок своевременную обработку подвижного состава

$$Z_M \geq \frac{Q_c}{P_T \cdot (T - x \cdot t_M)}, \quad (24.7)$$

где Q_c — максимальный поток груза данной номенклатуры, поступающий на станцию за сутки, т; P_T — техническая производительность машин или установок, т/ч; T — продолжительность работы грузового фронта, т; x — число подач вагонов на грузовой фронт; t_M — время на подачу, уборку или перестановку вагонов одной подачи, ч.

Если в схему механизации входит несколько машин, передающих последовательно груз от одной к другой, то следует подобрать их так, чтобы производительность каждой последующей была равна или несколько превышала производительность предыдущей.

Глава 25. Простейшие механизмы и устройства

25.1. Средства малой механизации и простейшие приспособления

Для облегчения ручного труда, ускорения операций при погрузке и выгрузке и улучшения условий техники безопасности на погрузочно-разгрузочных работах применяются средства малой механизации и различные простейшие приспособления (роликовые и шарнирные ломы, домкраты, подъемники, тележки, роликовые конвейеры, слеги, сходни, трапы и др.), а также различный инвентарь и инструмент (ломы, клинья, молотки, кувалды, лестницы, цепи, тросы и др.).

Для перекрытия пространства между дверным проемом вагона и полом рампы склада применяют **соединительные переходные мостки** (рис. 25.1). Изготавливают их из рифленых листов стали. Когда уровни пола вагона и рампы склада совпадают, мостки укладывают горизонтально, при разных уровнях — наклонно.

Сходни или трапы используют, когда пол склада расположен на уровне головки рельса и ниже, а также при укладке грузов в штабеля высотой свыше 2 м.

При помощи двухколесных **ручных тележек** перемещают тарные и штучные грузы массой до 0,5 т. Для перевозки легких тар-

ных и штучных грузов, багажа, почты служат трех- и четырехосные тележки. Их используют также в качестве прицепных к механическим тягачам.

При помощи ручной тележки с подъемными вилами (рис. 25.2) грузоподъемностью от 0,5 до 2,0 т перерабатывают тарные и штучные грузы. Вилы заводят под груз, находящийся на подкладках или поддоне. Для подъема его на высоту 100 мм необходимо сделать пять-шесть покачиваний дышлом. Опускаются вилы под действием силы тяжести груза при одновременном снижении давления масла в гидродомкрате.

Для подъема тяжелых грузов на небольшую высоту служат **домкраты**. Они могут быть реечными, винтовыми и гидравлическими. Наибольшее распространение получили реечные домкраты (рис. 25.3) грузоподъемностью 1—12 т и высотой подъема груза 350—450 мм и винтовые домкраты грузоподъемностью до 20 т и высотой подъема груза 240—370 мм. Винтовой домкрат (рис. 25.4) в отличие от реечного не требует специальных стопорных или тормозных приспособлений. Широко распространены и домкраты с захватной лапой грузоподъемностью 2,5 т. В нижнем положении лапа находится на высоте 40 мм от пола, ход ее составляет 300 мм.

Гидродомкраты грузоподъемностью 5 т, оборудованные дополнительными устройствами, используются в качестве приспособлений для закрывания люков полувагонов.

Для перемещения тяжелых грузов на небольшие расстояния по ровной и твердой поверхности применяют **роликовые лопы** (рис. 25.5).

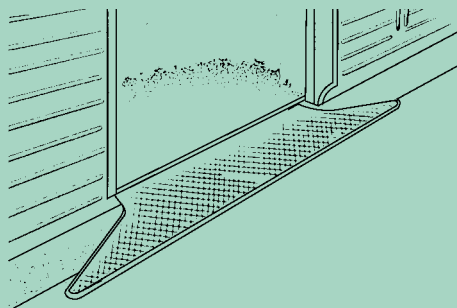


Рис. 25.1. Соединительный переходной мосток

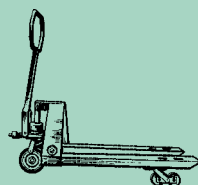


Рис. 25.2. Ручная гидравлическая тележка грузоподъемностью 1 т

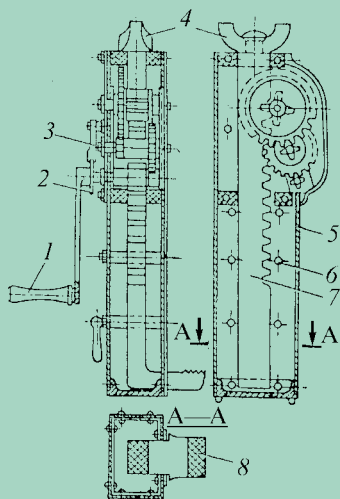


Рис. 25.3. Схема реечного домкрата с безопасной рукояткой: 1 — рукоятка; 2 — храповое колесо; 3 — собачка, удерживающая колесо и укрепленная на станине; 4 — опорная подушка; 5 — металлическая станина; 6 — болты, скрепляющие станину с распорными втулками; 7 — зубчатая рейка, перемещающаяся внутри станины по направляющим; 8 — опорная лапа с насечкой

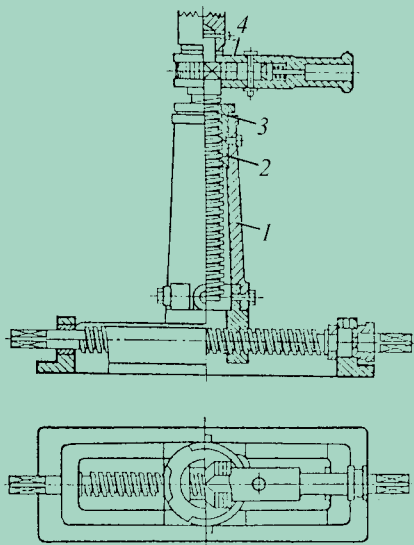


Рис. 25.4. Схема винтового домкрата: 1 — литая станина; 2 — неподвижная гайка, по резьбе которой перемещается винт; 3 — стальной самотормозящий винт, заканчивающийся головкой; 4 — рукоятка с трещеткой

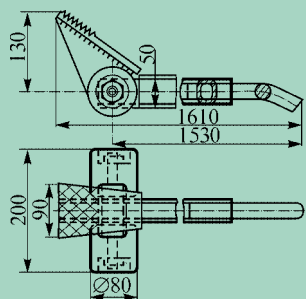


Рис. 25.5. Роликовый лом

Они представляют собой штангу, через утолщенный нижний конец которой пропущена ось с насаженным на нее роликом, служащим точкой опоры при подъеме груза как рычаг первого рода. Таким ломом пользуются для подъема груза при подведении под него роликовой цепи или тросов при застропке груза.

Роликовыми цепями (рис. 25.6) перека- тывают тяжеловесные грузы в одном уровне, а также поднимают или скаты-

вают по наклонной плоскости. Груз поднимают роликовыми ломками или домкратами на высоту 100—110 мм и подводят под него роликовые цепи. Затем груз опускают и перемещают при помощи лебедок или вручную. Благодаря шарнирным сочленениям роликов цепи легко преодолевают неровности.

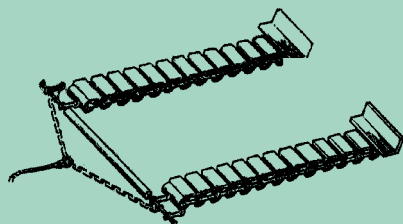


Рис. 25.6. Роликовые цепи

Роликовые следи предназначены для погрузки, выгрузки и перемещения штучных грузов с жесткой и ровной нижней поверхностью. Следи представляют собой легкий роликовый конвейер. По следам, уложенным горизонтально, можно перемещать груз массой до 3 т, причем он должен одновременно опираться не менее чем на три ролика. Если необходимо, роликовые следи в перевернутом положении можно использовать как низкие многоопорные тележки для транспортировки грузов.

Для наклонного перемещения грузов сверху вниз с использованием их силы тяжести применяются спускные лотки, самотечные трубы, роликовые конвейеры, винтовые спуски и др.

25.2. Грузоподъемные устройства

Для вертикального перемещения груза применяют простейшие грузоподъемные устройства периодического действия.

Блок называется диск, вращающийся на оси и имеющий на ободке желоб, огибаемый тросом или цепью. Если ось блока во время подъема груза не перемещается, то такой блок называется неподвижным, если ось блока перемещается, то блок подвижной. Неподвижный блок выигрыша в силе не дает и является только направляющим. У подвижного блока масса груза равномерно распределяется на две ветви тягового органа, следовательно, тяговое усилие требуется в два раза меньше массы груза (без учета коэффициента полезного действия блока).

Полиспаст — это совокупность подвижных и неподвижных блоков, огибаемых гибким элементом (канатом или цепью). В

силовом полиспасте все неподвижные блоки насаживают на одну ось, а подвижные — на другую, устанавливаемую на поперечине (траверсе), к которой подвешен грузовой крюк. Силовой полиспаст дает выигрыш в силе, но проигрыш в длине перемещаемого каната. Силовые полиспасты позволяют поднять (или переместить) тяжелые и громоздкие грузы с небольшими усилиями. Часто они входят составными элементами в механизм подъема более сложных грузо-подъемных машин (например, кранов). Скоростные полиспасты дают выигрыш в скорости и применяются для гидравлических и пневматических подъемников.

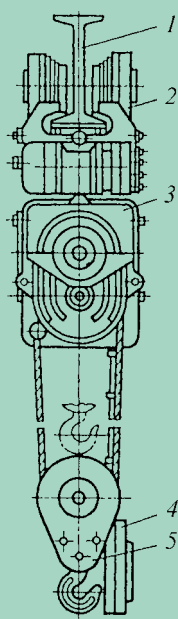


Рис. 25.7. Электрическая таль:
1 — подвесной путь (двуглавая балка); 2 — ходовая тележка с механизмом передвижения; 3 — грузоподъемный механизм; 4 — кнопочная станция управления; 5 — крюковая подвеска

Тальями называются подвесные грузоподъемные устройства с ручным, электрическим, пневматическим или гидравлическим приводом. Они отличаются простотой конструкции, малыми габаритами и небольшой собственной массой.

Электрическая таль (рис. 25.7) состоит из двух основных узлов — грузоподъемного механизма и ходовой тележки, которая перемещается по подвесному однорельсовому пути (двуглавой балке). Грузоподъемный механизм имеет корпус, грузоподъемную электрическую лебедку и подвеску (крюк и обойму).

Ходовая тележка, смонтированная вместе с грузоподъемным механизмом, приводится в движение электродвигателем. Ток подводится к электродвигателям с помощью гибкого кабеля или троллсев (голых проводов, подвешенных на изоляторах параллельно движению тельфера). По троллеям скользят токосъемники, установленные на

тельфере, и питают двигатели электрическим током. Управление тельфером обычно осуществляется с пола при помощи кнопочной станции или из кабины.

Пневматические тали имеют привод от пневмодвигателя или пневмоцилиндра. Эти тали подвешивают стационарно или передвигают по подвесному рельсу. Сжатый воздух подводится по гибкому шлангу от общей пневмосети или отдельной установки.

Подвесные тележки предназначены для подъема и перемещения штучных грузов по рельсовому подвесному пути.

Тележка состоит из подвески с крюками, механизмов подъема груза, передвижения кабины и тележки. В качестве механизма подъема используют одну или две электротали. Механизм передвижения состоит из двух ведущих ходовых и одной ведомой на прицепе тележек. Грузоподъемность подвесных тележек составляет 3,5 и 10 т.

Грейферные тележки предназначены для подъема и перемещения сыпучих грузов. Тележка состоит из сварной рамы, а также кабины, грейфера механизмов передвижения тележки, подъема груза, закрытия и раскрытия грейфера. В качестве таких применяются грузовые механизмы электроталей грузоподъемностью 2 и 3 т.

Лебедкой называется грузоподъемная машина, перемещающая груз при помощи стального каната, наматываемого на вращающийся барабан. Применяют их самостоятельно, а также используют как узлы и агрегаты более сложных машин и устройств. Лебедки могут быть использованы для перемещения вагонов на фронтах погрузки и выгрузки. Они бывают с ручным и машинным приводом. По назначению лебедки делятся на грузоподъемные и тяговые. Если полезное сопротивление от поднимаемого груза направлено вертикально, то лебедка грузоподъемная, а если горизонтально или под углом, то тяговая. Основные характеристики и технические требования к конструкциям однобарабанных электрических подъемных строительных-монтажных лебедок регламентированы ГОСТ.

Если у электролебедки фрикционный барабан вертикальный (рис. 25.8), то ее называют **шпилем** или **кабестаном**, если горизонтальный — **брашпилем**. Свободный конец каната 4 у шпиля соединяется с перемещаемым грузом или подтягиваемым вагоном. Другой конец, делая несколько витков на барабане 1, проходит через направляющий ролик 5 к канатосборному бараба-

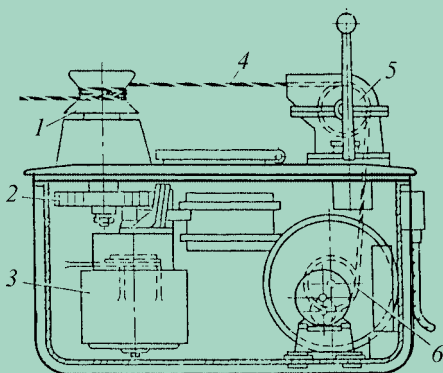


Рис. 25.8. Лебедка с вертикальным фрикционным барабаном

ну 6. Привод вертикального барабана осуществляется от электродвигателя 3 через зубчатую передачу 2. Барабаны-шпили имеют переменный диаметр, увеличивающийся от середины к краям (глобоид). Такая поверхность обеспечивает постоянное сбегание каната к середине барабана и не позволяет ему проскальзывать. Барабаны, у которых в процессе работы один конец каната сматывается, а другой наматывается на него, назы-

вают **фрикционными**. Канат на них не закрепляется, а сходит с них несколькими витками.

Механическая лопата представляет собой широкий скребок, который перемещается тяговым канатом лебедки с ручным или электромеханическим приводом. По числу рабочих органов лопаты бывают одинарные и сдвоенные. Механическая лопата используется для выгрузки сыпучих и мелкокусковых грузов из крытых вагонов.

Скреперами называются устройства, перемещающие кусковые и сыпучие грузы ковшом, путем волочения их по штабелю или грунту. На складах с постоянным объемом грузопереработки и большой производительностью применяют стационарные скреперные установки. Передвижные скреперные установки используют для небольших складов.

25.3. Механические тележки

Для перемещения тарно-штучных грузов в крытых складах, на открытых платформах и площадках, по перронам пассажирских вокзалов применяются самоходные **механические тележки**. Самоходные тележки имеют электрический привод передвижения (аккумуляторные и троллейные), от двигателя внутреннего сгорания (автотележки) и от двигателя сжатого воздуха или газа (пневмотележки). Наличие подъемной платформы или вил

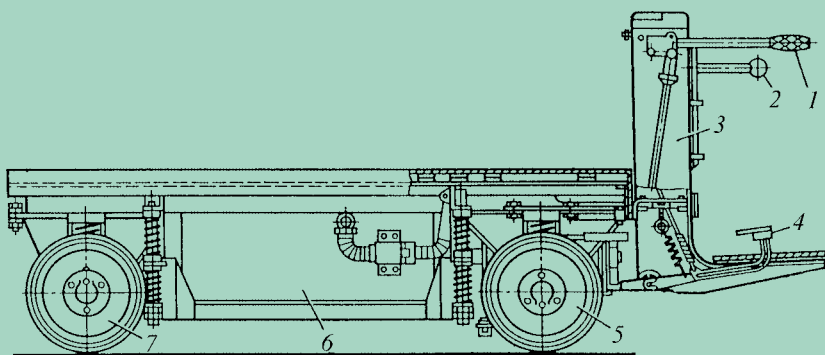


Рис. 25.9. Аккумуляторная тележка с жесткой высокой платформой:
 1 — рукоятка рулевого управления; 2 — рукоятка контроллера, включающая двигатель; 3 — контроллер; 4 — ножная педаль тормоза; 5 — передний мост с рулевым управлением передних колес; 6 — ящик с аккумуляторной батареей; 7 — задний ведущий мост

обеспечивает быструю загрузку электротележки без применения ручного труда (если груз уложен на поддоне, подставках или на ножках).

Аккумуляторные тележки (электрокары) приводятся в движение от аккумуляторных батарей, размещенных в нижней части машины. Преимущественное распространение получили тележки ЭК-2 (рис. 25.9) с жесткой высокой платформой (520—600 мм от земли). Грузоподъемность их составляет 2 т, скорость передвижения 14—20 км/ч. Они имеют подрессоренную сварную раму со съемным настилом из листов рифленой стали, предназначенную для укладки грузов. Снизу к ней прикреплены кронштейны, соединенные через рессоры с мостами передних и задних колес, и на пружинах подвешен стальной ящик с аккумуляторной батареей. В средней части переднего моста находится электродвигатель передвижения. В передней части тележки расположена площадка водителя с рукоятками контроллера и рулевого управления. Здесь же смонтирована тормозная педаль. Самоходные автотележки выполнены в виде автокара или грузового мотороллера.

Автокар представляет собой четырехколесную тележку на пневмошинах, имеет безбортовую платформу и приводится в движение двигателем внутреннего сгорания. **Грузовой мотороллер** — трехколесная тележка, имеющая кузов (платформу с металлическими бортами) или кузов-фургон с двустворчатой задней дверью.

Пневмотележки работают от пневмодвигателя, сжатый газ или воздух в который поступает из баллонов через систему компенсаторных устройств. Для зарядки баллонов необходимо иметь компрессорную установку. Пневмотележки применяют при необходимости соблюдения повышенных требований пожарной безопасности.

Для транспортирования грузов, размещенных на прицепных тележках, применяют **электро- и мототягачи**.

Глава 26. Погрузчики

26.1. Классификация погрузчиков

Погрузчик — самоходная машина, оборудованная устройством для захвата, перемещения, погрузки в транспортные средства или выгрузки из него и укладки груза в штабель. Грузоподъемное устройство с подъемной кареткой позволяет укладывать грузы в высокие штабеля или выполнять грузовые операции при разном уровне пола складов и транспортных средств. В зависимости от конструкции основного рабочего органа погрузчики подразделяются на **вилочные** и **ковшовые**. У вилочных погрузчиков основным захватным рабочим органом являются вилы, с помощью которых захватываются и перемещаются штучные грузы, а ковши, грейферы и другие захватные приспособления являются сменным дополнительным оборудованием. Кроме вилочного захвата — основного рабочего оборудования, погрузчик может быть оснащен стрелой, ковшом, грейфером, боковыми захватами, кантователем, захватом для леса и др. Это обеспечивает его универсальность. У одноковшовых погрузчиков основным рабочим оборудованием является ковш для перегрузки и перемещения сыпучих и кусковых грузов, а другие захватные приспособления являются сменным съемным оборудованием.

В зависимости от источника энергии питания привода погрузчики разделяются на **электропогрузчики** и **автопогрузчики**. Привод

у автопогрузчиков осуществляется от двигателя внутреннего сгорания (карбюраторного или дизельного), а у электропогрузчиков — от электродвигателя, питающегося от аккумуляторных батарей, троллейной или кабельной линии. Вилочные электро- и автопогрузчики разделяются на погрузчики *универсальные* общего назначения и *специальные*.

По *грузоподъемности* погрузчики можно условно разделить на три группы: *малогабаритные* (0,5—2 т), *среднего* и *тяжелого типа* (3—10 т) и *специальные* (до 25 т). Малогабаритные погрузчики используют в основном для перегрузки тарно-штучных грузов, пакетов на поддонах внутри складов и в кузовах транспортных средств (крытых вагонах, автофургонах и т.п.), а также внутри контейнеров. Малогабаритные погрузчики общего назначения позволяют механизировать работы в четырехосных крытых вагонах с дверьми шириной до 2 м на 93 %, а в вагонах с уширенными дверьми (до 3,825 м) — на 100 %.

26.2. Электропогрузчики

Для погрузки в вагоны, контейнеры и на автомобили, выгрузки из них и складирования различных тарно-штучных грузов и транспортных пакетов применяются, главным образом, *малогабаритные универсальные электропогрузчики* общего назначения. ГОСТ 20805-83 предусматривает их изготовление на четырех- и трехосном шасси. Первые обладают большей боковой устойчивостью, а вторые — большей маневренностью и меньшим радиусом поворота, что облегчает их использование в стесненных условиях. Отечественная промышленность выпускает ряд электропогрузчиков общего назначения, в том числе контейнерные и во взрывозащитном исполнении.

На трехосном шасси разработана и внедрена в серийное производство группа унифицированных электропогрузчиков повышенной маневренности моделей ЭП-0601, ЭП-0801, ЭП-1003, ЭП-1201 и их модификаций, причем три последние модели предназначены для работы в механизированных дистанциях погрузочно-разгрузочных работ. Находит широкое применение и новый электропогрузчик ЭП-606 грузоподъемностью 1,6 т (Екатеринбургский машиностроительный завод). Для этих погрузчи-

ков ширина проездов, пересекающихся под углом 90° , требуется от 1,65 до 1,75 м, а при штабелировании грузов с поворотом на 90° — от 2,33 до 2,71, в то время как для четырехопорных вилочных погрузчиков эта ширина составляет 3,0—3,5 м. ГОСТ 22235-76 для погрузчиков, выполняющих грузовые операции, предусматривает, что наибольшая статическая нагрузка, действующая на пол вагона от колеса погрузчика с грузом, не должна быть более 17 кН (1,8 тс), а динамическая — 22 кН (2,3 тс).

Для работы в крытых складах и вагонах широкое применение получили четырехопорные малогабаритные погрузчики моделей 4004А, ЭП-103, ЭП-202 и др. Техническая характеристика электропогрузчиков приведена в *Приложении*, табл. 17.

Основные узлы электропогрузчика ЭП-1003 приведены на рис. 26.1: рама шасси 2, ведущий мост 1, рулевое управление 3, грузоподъем-

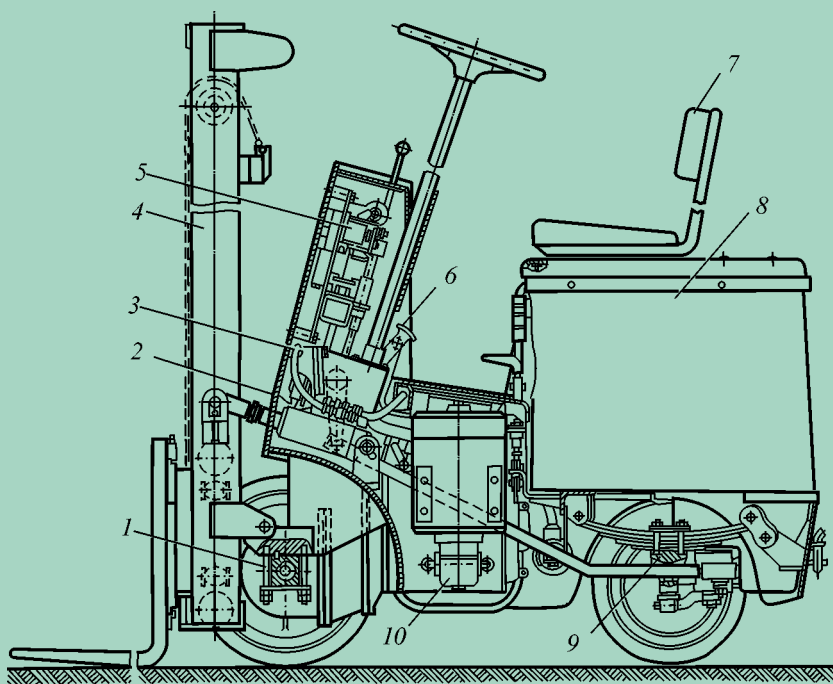


Рис. 26.1. Электропогрузчик модели ЭП-1003

ник 4, электрооборудование 5, тормозное устройство 6, сидение 7, аккумуляторная батарея 8, задний мост 9 и гидропривод 10.

Ведущие колеса электропогрузчика — передние, *управляемые* — задние. К передней части корпуса крепится ведущий мост, задняя часть опирается на балку заднего моста через две полуэллиптические рессоры.

Грузоподъемный механизм с телескопической рамой и кареткой шарнирно прикреплен к корпусу между передними ведущими колесами. При помощи двух шарнирных цилиндров рама грузоподъемника может наклоняться вперед при захватывании груза и назад при его транспортировании.

Вилочные электропогрузчики ЭПК-0805 и ЭПК-1205 предназначены для загрузки и выгрузки грузов при перевозке пакетами в крупнотоннажных контейнерах и крытых вагонах. Электропогрузчики ЭПВ предназначены для погрузки, выгрузки, транспортирования и штабелирования различных грузов в помещениях с взрывоопасной воздушной средой.

26.3. Автопогрузчики

Малогабаритные вилочные автопогрузчики 4020, 4022-01 грузоподъемностью соответственно 1,0 и 2,0 т изготавливаются по четырехопорной схеме с передними ведущими колесами и задними управляемыми. Источником энергии служит карбюраторный двигатель. Применяются для работы на открытых платформах и площадках с твердым и ровным покрытием.

Широко применяются на погрузочно-разгрузочных работах на открытых площадках автопогрузчики 4043, 4045, 4046М и 4008. Все эти машины имеют аналогичное конструктивное устройство, за исключением некоторого отличия машины 4008, и созданы на основе узлов серийно изготавливаемых автомобилей (ведущий мост, двигатель, главная передача, управление и др.).

На грузовых станциях получили применение дизельные малогабаритные погрузчики грузоподъемностью 1,6 т, а также таких фирм Японии, как: Тойота, ТСМ, Комацу. Техническая характеристика автопогрузчиков приведена в *Приложении*, табл. 18.

Автопогрузчик 4046М (рис. 26.2) предназначен специально для погрузки среднетоннажных контейнеров и тяжеловесных грузов на автомобили, железнодорожные платформы и полувагоны, а также вы-

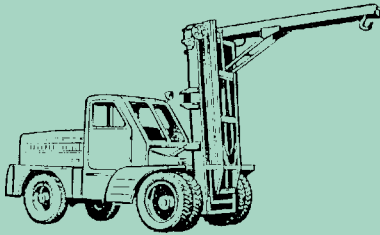


Рис. 26.2. Автопогрузчик модели 4046М

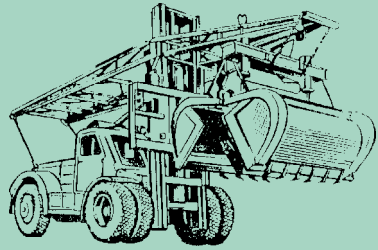


Рис. 26.3. Автопогрузчик модели 4008

грузку с них. Основной рабочий орган — безблочная стрела с передвижным грузовым крюком.

Автопогрузчики 4008 (рис. 26.3) и 4028 оборудуются набором сменных грузозахватных приспособлений, благодаря чему их можно использовать на работах с различными грузами (для переработки среднетоннажных контейнеров, крупногабаритных грузов, сыпучих материалов, круглого леса и т.д.).

Автопогрузчик для лесных грузов 4045ЛМ выпускается с дополнительным оборудованием — гидравлическим челюстным захватом.

26.4. Рабочее оборудование погрузчиков

Универсальность погрузчиков определяется оснащением их сменным (съёмным) рабочим оборудованием (вилами, грейфером, стрелой, сжимами, штырями и др.). Такие погрузчики применяют для погрузки — разгрузки, складирования и перемещения самых различных грузов.

К числу наиболее распространенных захватных приспособлений относятся *вилы* (рис. 26.4, а), которые используются для захвата штучного груза, уложенного на поддон или прокладку или сформированного в пакете с соответствующими проемами. Длина вилок в зависимости от типа погрузки и перерабатываемого груза может быть 0,5—3,0 м. Для переработки грузов больших размеров применяют нестандартные вилы, удлинённые специальными наконечниками.

При погрузке — выгрузке грузов, упакованных в тюки, кипы, пакеты, применяются *сталкиватели* грузов (рис. 26.4, е), а для грузов в кипах применяют также специальные *захваты* (рис. 26.4, з).

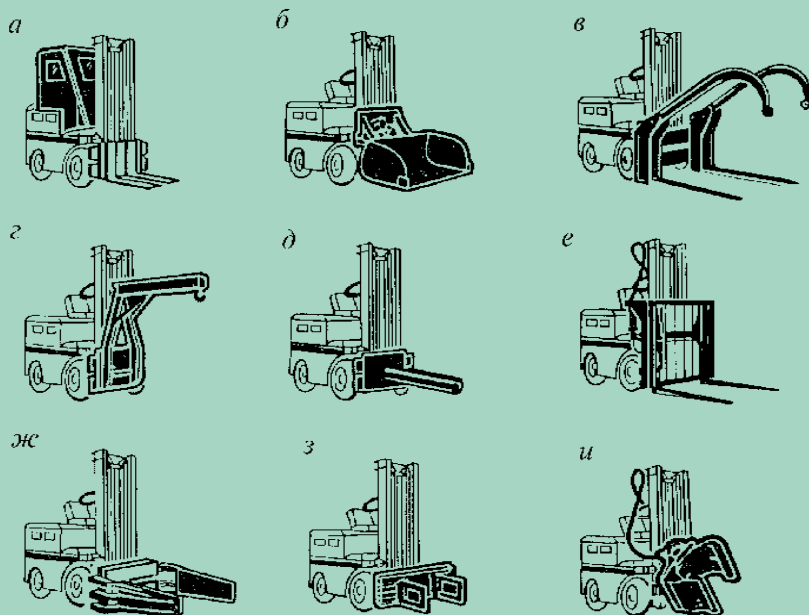


Рис. 26.4. Грузозахватные приспособления авто- и электропогрузчиков: *а* — вилы; *б* — ковш; *в* — грейфер для лесоматериалов; *г* — безблочная стрела; *д* — штыревой захват; *е* — контактный провод; *ж* — сталкиватель; *з* — захват для кии; *и* — кантователь

Боковые захваты (рис. 26.4, *ж*) предназначены для перемещения картонных коробок, пакетов, кии, тюков, ящиков посредством зажатия их с боковых сторон.

Для захвата грузов, имеющих отверстия (барабаны, бухты проволоки, шины, рулоны листового металла, керамические трубы), вилы заменяют **штыревым захватом**, устанавливаемым на каретки по продольной оси погрузчика (рис. 26.4, *д*). Для перемещения и штабелирования бочек, рулонов, мешков, а также трубчатых и кольцеобразных грузов применяют многоштыревой захват.

При работе электропогрузчика в стесненных условиях поворотная каретка в горизонтальной плоскости позволяет брать и штабелировать груз с наименьшим маневрированием (при погрузке и выгрузке из крытых вагонов).

Универсальный зажим для круглых грузов (рулонов бумаги, картона, барабанов) с неподвижной нижней и подвижной верхними лапами позволяет захватывать и штабелировать цилиндрические грузы вертикально и горизонтально, кантовать их в вертикальной плоскости в одну и другую сторону.

Кантователь (рис. 26.4, *и*) позволяет вращать короба вправо и влево и разгружать из них в подвижной состав стружку, обрезки металла и пр.

При крановой переработке штучных грузов применяют **безблочную стрелу**, на консольной части которой располагается крюк постоянного или переменного вылета (рис. 26.4, *з*). Стрелу обычно применяют в тех случаях, когда нельзя подвести под груз вилы.

Клещевой захват применяется при укладке автопогрузчиком в штабель проката, досок, бревен и других длинномерных грузов. Захват имеет верхнюю лапу, которая прижимает груз при перемещении, и нижнюю для захвата груза.

Для переработки угля, песка, гравия и других сыпучих грузов применяются **ковши** (рис. 26.4, *б*). Зачерпывание груза происходит внедрением ковша в сыпучие грузы напорным действием погрузчика, а опорожнение — поворотом ковша при помощи гидравлического цилиндра двустороннего действия.

Для переработки лесоматериалов применяются **грейферные захваты** (рис. 26.4, *в*). Двухчелюстные грейферные захваты предназначены для выгрузки сыпучих и штучных грузов (бревен, дров, баланса) из вагонов и погрузки их в автомобили.

26.5. Специальные вилочные погрузчики

Вилочные погрузчики специального назначения используются для работы с грузами определенной категории или в особых, обычно стесненных, условиях. Техническая характеристика специализированных автопогрузчиков погрузчиков приведена в *Приложении*, табл. 19. Большую группу составляют **вилочные электроштабелеры** (рис. 26.5). По устройству штабелеры близки к обычным электропогрузчикам и отличаются от них компактностью, большей высотой подъема, возможностью поворота и поперечного перемещения вил. Их используют в закрытых складах. У большинства штабелеров шасси имеет две вынесенные вперед параллельные балки и опирается на четыре колеса: два передних колеса опорные, а

два задних приводные и управляемые. Стандарт предусматривает следующие типы электроштабелеров:

ЭШ — грузоподъемностью 0,8; 1,0; 1,25; 1,6 и 2,0 т (высота штабелирования 3,0 и 4,5 м, скорость подъема груза от 8 до 10 м/мин и скорость передвижения 6—7 км/ч);

ЭШШ — с широко расставленными выносными опорами грузоподъемностью 1,0 и 2,0 т (высота подъема 3,0 и 4,5 м);

ЭШШР — с ручяточным управлением грузоподъемностью 0,63 и 1,0 т.

Грузоподъемник выдвижной, перемещается вперед и назад по направляющим вдоль балок шасси. При захвате или укладке груза вилы выдвигаются на выносные опоры и в этих условиях груз уравнивается массой электроштабелера.

Водитель управляет электроштабелером с подножки или сидения, расположенных в задней части, а некоторыми водитель управляет за рукоятку, находясь рядом.

Электроштабелер ЭШ-186 отличается характерной конструкцией грузоподъемника, выполненного поворотным-выдвижным, что существенно повышает его маневренность в стесненных складских условиях.

Погрузчики с боковым выдвижным грузоподъемником (рис. 26.6) предназначены для погрузки, выгрузки, штабелирования и перемещения длинномерных

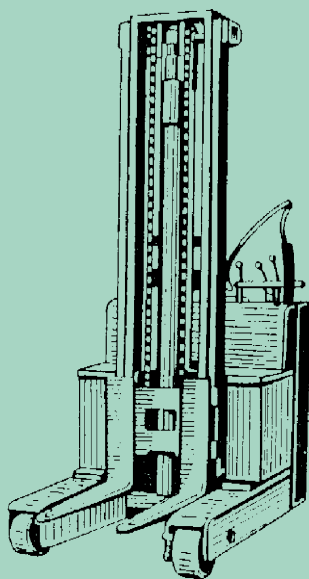


Рис. 26.5. Электроштабелер

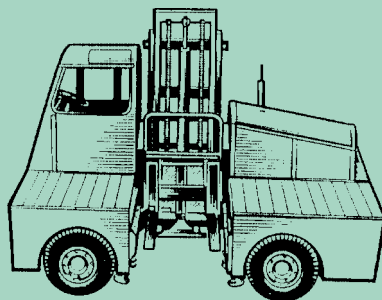


Рис. 26.6. Автопогрузчик с боковым выдвижным грузоподъемником

грузов: лесоматериалов, стальных балок, труб и др. Они выпускаются с двигателями внутреннего сгорания 4063К, 4065, 4070 и 7806 и с электродвигателем ЭП-303.

Для перегрузки крупнотоннажных контейнеров используются фронтальные погрузчики грузоподъемностью до 45 т типов «Кальмар», «Хайстер», «Вальмет» и др., оснащенные автоматизированными захватами-спредерами.

26.6. Ковшовые погрузчики

Одноковшовые погрузчики применяют главным образом для погрузки в транспортные средства сыпучих и кусковых грузов. Основной тип погрузчиков составляют снабженные навесным рабочим оборудованием тракторы и тягачи на гусеничном или пневматическом ходу. Рабочее оборудование образует шарнирно закрепленный на раме машины комплект балок и рычагов, несущих на себе ковш.

В настоящее время эксплуатируются одноковшовые погрузчики на гусеничном (ТО-1, ПТС-70, ТЛ-3 ЦИНС и др.) и пневмоколесном ходу (Т-15).

Наиболее распространен на транспорте одноковшовый погрузчик ТО-1 (рис. 26.7) с задней разгрузкой, рабочее оборудование которого монтируется на гусеничном тракторе С-100 МГП. Техническая характеристика специализированных одноковшовых погрузчиков приведена в *Приложении*, табл. 20.

Ковш заполняется двумя способами — **ступенчатым и экскавационным**. В первом случае заполнение ковша происходит напорным усилием трактора при его движении передним ходом с опущенным ковшом. Водитель внедряет ковш в штабель, несколько раз предварительно приподнимает его, включая и выключая скорость. Заполнив ковш, водитель устанавливает его рукоятку в транспортное положение и включает задний ход погрузчика. От груза ковш освобождается через заднюю кромку путем подъема рамы с ковшом в крайнее верхнее положение.

Для направления груза в нужное место и смягчения удара его при падении из ковша в кузов автомобиля или вагона погрузчик оборудован съёмным ссыпным лотком.

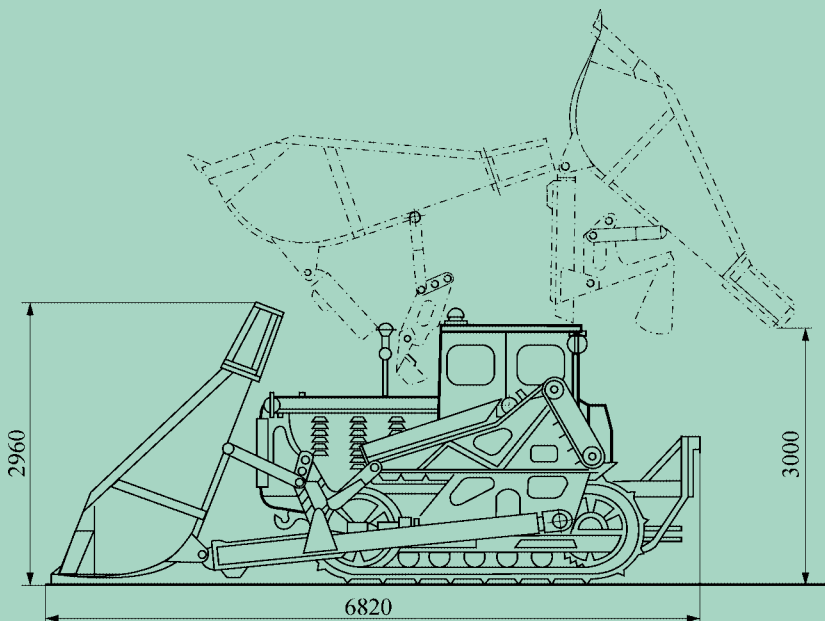


Рис. 26.7. Тракторный погрузчик ТО-1 (штрихпунктиром показаны рабочие положения ковша)

Гусеничные погрузчики ТО-7, ТО-12, ТО-10, ТО-5 применяются при фронтальной разгрузке.

Пневмоколесные одноковшовые погрузчики имеют обычно фасонную изогнутую стрелу, на которой монтируется поворотный ковш (с фронтальной разгрузкой). Одноковшовые погрузчики — весьма производительные и удобные машины. Они позволяют наиболее комплексно решать вопросы, связанные с механизацией погрузочно-разгрузочных и складских работ.

Наряду с одноковшовыми погрузчиками на погрузочно-разгрузочных работах часто применяются **одноковшовые экскаваторы** на пневмоколесном и гусеничном ходу. Все они, как правило, универсальны, имеют сменное рабочее оборудование (прямую и обратные лопаты, грейфер, крановую подвеску, ковш, струг, скрепки и др.).

26.7. Определение мощности привода и производительности электропогрузчиков

Определение мощности приводов погрузчика. Основные потребители мощности погрузчиков — механизмы передвижения и подъема груза. У электропогрузчиков они имеют отдельный привод.

Для вилочного погрузчика. Мощность, затрачиваемая погрузчиком на передвижение (кВт), определяется по формуле

$$N = \frac{(Q_{\text{п}} + Q_{\text{гр}})(f + i)v_{\text{пер}}}{102\eta_{\text{пер}}}, \quad (26.1)$$

где $Q_{\text{п}}$ — масса погрузчика, кг; $Q_{\text{гр}}$ — масса груза, перемещаемого за 1 цикл, кг; f — коэффициент сопротивления перемещению погрузчика в ходовом устройстве; i — уклон пути, ‰; $\eta_{\text{пер}}$ — КПД передаточного механизма (ориентировочно в расчетах можно принять от 0,8 до 0,95); 102 — переводной коэффициент размерностей; $v_{\text{пер}}$ — скорость передвижения погрузчика, м/с.

Мощность, затрачиваемая на подъем груза (кВт), определяется по формуле

$$N = \frac{(Q_{\text{гр}} + Q_{\text{п}})v_{\text{под}}}{102\varphi_{\text{под}}}, \quad (26.2)$$

где $Q_{\text{п}}$ — масса грузозахватных приспособлений, кг; $v_{\text{под}}$ — скорость подъема груза, м/с; $\eta_{\text{под}}$ — КПД механизма подъема, учитывающий все сопротивления (0,75—0,85).

Определение производительности погрузчика. Техническая производительность погрузчика, т/ч, определяется по формуле (24.1).

Продолжительность цикла, с, для вилочного погрузчика определяется по формуле

$$T_{\text{ц}} = \varphi (t_1 + t_2 + \dots + t_{11}), \quad (26.3)$$

где φ — коэффициент, учитывающий совмещение операций рейса во времени (примерно равен 0,85); t_1 — время наклона рамы грузоподъемника вперед, заводки под груз, подъем груза на вилах и на-

клона рамы назад до отказа (для средних условий работы можно принять $t_1 = 10—15$ с); t_2 — время разворота погрузчика (при развороте на 90° можно принять $t_2 = 6—8$ с, а на 180° — $t_2 = 10—15$ с); t_3 — продолжительность передвижения погрузчика с грузом, с; t_4 — время установки рамы грузоподъемника в вертикальное положение с грузом на вилах ($t_4 = 2—3$ с); t_5 — время подъема груза на необходимую высоту, с; t_6 — время укладки груза в штабель, с ($t_6 = 5—8$ с); t_7 — время отклонения рамы грузоподъемника назад без груза ($t_7 = 2—3$ с); t_8 — время опускания порожней каретки вниз, с; t_9 — время разворота погрузчика без груза, с (равно t_2); t_{10} — время на обратный (холостой) заезд погрузчика, с; t_{11} — суммарное время для переключения рычагов и срабатывания исполнительных цилиндров после включения, с ($t_{11} = 6—8$ с).

Время передвижения погрузчика (с) с грузом или без него определяется по формуле

$$t_{3,10} = L/v_{\text{пер}} + t_{\text{рз}}, \quad (26.4)$$

где L — среднее расстояние транспортирования груза, м; $t_{\text{рз}}$ — время на разгон и замедление погрузчика (может быть принято от 1 до 1,5 с).

Продолжительность подъема, с, и опускания груза определяется по формуле

$$t_{5,8} = H/v_{\text{под}} + t_{\text{рз}}, \quad (26.5)$$

где H — средняя высота подъема (опускания) груза, м.

Эксплуатационная производительность погрузчика определяется по формуле 24.5.

Определение необходимого числа машин. Необходимое число погрузчиков определяется по формуле 24.6.

Глава 27. Краны

27.1. Классификация кранов

Кранами называют универсальные грузоподъемные машины периодического действия, состоящие из остова и смонтированных на нем механизмов, при помощи которых перемещают грузы в вертикальном и горизонтальном направлениях на небольшие расстояния. Краны применяют для погрузки и выгрузки тяжелых машин, грузов, перевозимых в пакетах и контейнерах, металлических и сборных железобетонных конструкций и т.д., а также для выполнения складских операций с этими грузами. При оборудовании кранов специальными захватными приспособлениями и грейферами краны успешно применяются для погрузки и выгрузки массовых сыпучих и кусковых грузов, а при оборудовании электромагнитами — для погрузки и выгрузки различных изделий из стали и чугуна.

Основа любого крана — **остов** (ферма) и механизмы подъема и перемещения груза. Многие краны имеют механизмы передвижения и поворота, а также подъема своих собственных конструкций.

В зависимости от конструкции краны подразделяются на следующие группы:

- **мостового типа** (мостовые, козловые, полукозловые, перегрузочные мосты);
- **стрелового типа** (портальные, стреловые, башенные, железнодорожные, шпавучие и др.);
- кабельного типа с грузоподъемным механизмом, перемещаемым по канату.

В зависимости от грузозахватного органа краны подразделяются на крюковые, грейферные, магнитные, штыревые и др.

В зависимости от возможности перемещения краны подразделяются на стационарные, самоподъемные, переставные, радиальные и передвижные.

По виду ходового устройства краны подразделяются на краны на железнодорожном, гусеничном, колесном ходу, на специальном шасси и др.

По виду привода краны подразделяются на ручные, электрические, механические, гидравлические.

По степени поворота краны подразделяются на поворотные, полноповоротные, неполноповоротные, неповоротные.

По способу опирания краны подразделяются на опорные и подвесные.

Режим работы крана. Режим работы крана устанавливается ГОСТ-25546 и ИСО 4301/1, которым определены девять групп, характеризуются классом использования и режимом нагружения..

Класс использования (табл. 27.1) зависит от общего числа рабочих циклов за срок службы крана. Под рабочим циклом понимается период времени, который начинается с момента, когда кран готов к подъему груза, и заканчивается, когда кран готов к подъему следующего груза.

Таблица 27.1

Класс использования кранов

Класс использования	Максимальное количество рабочих циклов	Примечание
U_0	$1,6 \cdot 10^4$	Нерегулярное использование
U_1	$3,26 \cdot 10^4$	
U_2	$6,3 \cdot 10^5$	
U_3	$1,25 \cdot 10^5$	
U_4	$2,5 \cdot 10^5$	Регулярное использование в легких условиях
U_5	$5 \cdot 10^5$	Регулярное использование с перерывами
U_6	$1 \cdot 10^6$	Регулярное интенсивное использование
U_7	$2 \cdot 10^6$	Интенсивное использование
U_8	$4 \cdot 10^6$	
U_9	Более $4 \cdot 10^6$	

Режим нагружения (табл. 27.2) определяется отношением массы перемещаемого груза к номинальной грузоподъемности и характеризуется коэффициентом распределения нагрузки.

Таблица 27.2

Номинальные коэффициенты распределения нагрузок для кранов

Режим нагружения	Номинальный коэффициент распределения нагрузок	Примечание
Q_1 — легкий	0,125	Краны, поднимающие регулярно легкие грузы, а номинальные грузы — редко
Q_2 — умеренный	0,25	Краны, поднимающие регулярно средние грузы, а номинальные — довольно часто
Q_3 — тяжелый	0,50	Краны, поднимающие регулярно тяжелые грузы, а номинальные — часто
Q_4 — весьма тяжелый	1,00	Краны, поднимающие регулярно грузы, близкие к номинальным

По найденным значениям класса использования и режима нагружения по табл. 27.3 определяют группу классификации крана в целом.

Таблица 27.3

Группы классификации (режима) кранов

Режим нагружения	Класс использования									
	U_0	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	U_6	U_7	U_8	U_9
Q_1			A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Q_2		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	
Q_3	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8		
Q_4	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8			

Поскольку в разных документах и паспортах действующих кранов встречаются обозначения режимов работы по ГОСТ 25546 и по

Таблица 27.4

**Сопоставление групп классификации (режима) кранов,
определенных по разным нормативным документам**

По ИСО 4301/1	По ГОСТ 25546	По Правилам *
A1**	1К**	Л
A2	2К	Л
A3	3К	Л
A4	4К***	Л; С***
A5	5К	С
A6	6К	Т
A7	7К	Т
A8	8К	ВТ

* Л — легкий режим, С — средний, Т — тяжелый, ВТ — весьма тяжелый.

** К этой группе можно отнести редко используемые краны и краны с ручным приводом.

*** Для кранов номенклатуры ВНИИПТмаш.

Правилам технической эксплуатации железных дорог 2000 г., для облегчения пользования этими данными в табл. 27.4 сопоставлены группы режимов, определенных по разным нормативным документам.

Приборы и устройства безопасности. Правила (ПБ-10-382-00) требуют, чтобы стреловые краны были оборудованы ограничителями рабочих движений для автоматического отключения механизмов подъема, поворота и выдвижения стрелы на безопасном расстоянии от крана до проводов линии электропередачи. Краны мостового типа грузоподъемностью более 10 т и группы классификации (режима) не менее А6 по ИСО 4301/1, башенные краны грузоподъемностью более 5 т, порталные, железнодорожные и стреловые краны должны быть оборудованы регистраторами параметров их работы. Башенные краны грузоподъемностью до 5 т включительно должны быть оснащены устройствами для учета их наработки

Встроенный в прибор блок телеметрической памяти (БТП) обеспечивает запись и долговременное хранение информации о рабочих параметрах крана, а также о степени загрузки крана в течение всего срока службы ограничителя (12 лет).

27.2. Краны мостового типа

Отличительная особенность мостовых кранов — передвижной мост, выполненный в виде жесткой рамы, фермы или балок, который установлен на ходовые колеса, обычно перемещающиеся по рельсам.

Рельсовый путь уложен на подкрановые балки, закрепленные на консолях колонн складских зданий или на эстакаде. Вдоль моста перемещается тележка, на которой смонтированы механизмы для подъема груза и собственного ее перемещения. Расстояние по горизонтали между опорами крана по осям подкрановых путей называется пролетом крана.

По конструкции моста краны бывают двух- и однобалочными. На рис. 27.1 представлен однобалочный мостовой кран с электрическим приводом.

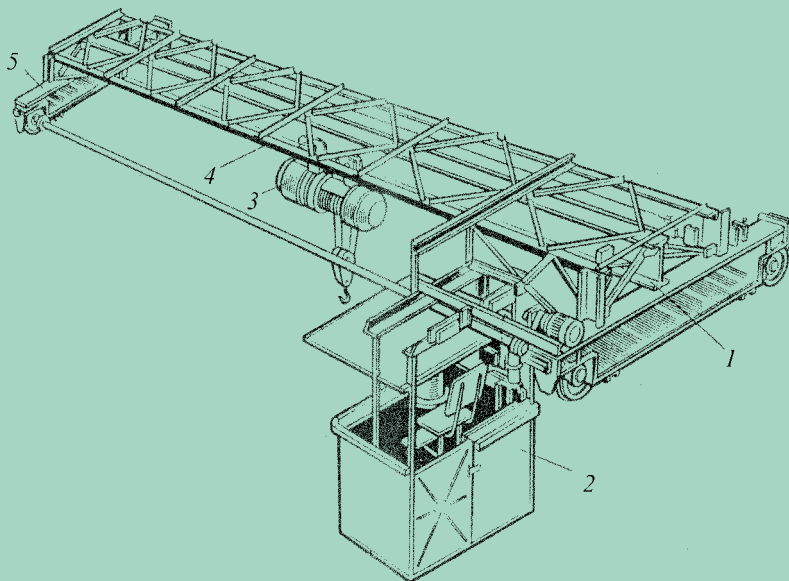


Рис. 27.1. Мостовой однобалочный кран:

1 — двутавровая ездовая балка; 2 — кабина управления; 3 — подъемный механизм (электроталь); 4 — вспомогательная ферма; 5 — поперечная концевая балка с ходовыми колесами

Мостовые краны обслуживают площади прямоугольной формы. Грузоподъемная тележка обеспечивает подъем груза и его перемещение поперек площади склада, а передвижением моста достигается транспортирование груза вдоль обслуживаемой площади. На транспортно-складских комплексах нашли применение мостовые краны грузоподъемностью 5—32 т.

Электрические двухбалочные краны подразделяются на три основные группы:

– общего назначения (крюковые) грузоподъемностью от 5 до 250 т, предназначены для переработки различных штучных грузов;

– специальные (магнитные, грейферные, магнитно-грейферные и др.) грузоподъемностью 5—30 т;

– металлургические.

Управляют электрическими кранами из кабины крановщика, с пола при помощи переносного кнопочного пульта или дистанционно с центрального пульта. *Мостовые краны* электрические (*Приложение*, табл. 21), применяемые на грузовых дворах для перегрузки контейнеров и тяжеловесов, имеют три механизма: передвижения моста (крана), передвижения грузовой тележки по мосту и подъема груза. Механизм подъема в виде лебедки установлен на грузовой тележке.

Особую группу кранов мостового типа составляют *кран-балки* (подвесные краны). Они применяются при незначительных объемах работ, небольших пролетах и малой грузоподъемности. Отличие кран-балки от однобалочного мостового крана состоит в том, что ее ходовые колеса опираются на рельсы, подвешиваемые к потолочному перекрытию.

Краны-штабелеры мостового типа широко применяются в крытых складах для выполнения трудоемких складских работ (подъем, перемещение и укладка груза на места хранения, подборка их из разных мест хранения, перемещение и подготовка к отправлению и т.д.).

Козловые краны (*Приложение*, табл. 22) представляют собой разновидность кранов мостовых и отличаются тем, что мост крана устанавливается на двух высоких опорах, каждая из которых состоит из жестких стоек, расположенных под углом друг к другу в виде козел. Стойки опираются на ходовые тележки, передвигающиеся по наземным подкрановым путям. У козловых кранов электрический привод. Питание электроэнергией осуществляется через троллей или гибкий кабель.

Для козловых кранов по сравнению с мостовыми не требуется дорогостоящих эстакад, где укладывают подкрановые пути. Широко распространены козловые краны на открытых складах опорных станций и подъездных путях промышленных предприятий. Их используют для грузовых операций с контейнерами, тяжеловесными, лесными и навалочными грузами и др. В качестве грузоподъемного механизма применяют электротали или обычные грузовые тележки, как у мостовых кранов, передвигающиеся по верхнему или нижнему поясу фермы крана.

В зависимости от взаимного расположения моста и его опор различают краны *бесконсольные, одно- и двухконсольные*. Некоторые краны самомонтирующиеся, для чего на их опорах установлены специальные лебедки с блочной системой самомонтажа.

В козловых кранах, так же как и в мостовых, реализуются три самостоятельные операции: подъем (опускание) груза на требуемую высоту, перемещение груза по мосту крана поперек обслуживаемой площади и перемещение груза краном вдоль обслуживаемой площади. Сочетанием перечисленных операций можно транспортировать грузы в любые точки прямоугольной площади склада.

На транспортно-складских комплексах преимущественное распространение получили двухконсольные самомонтирующиеся краны, позволяющие наиболее эффективно использовать складские площади, поскольку представляется возможным подавать под консоли вагоны и автомобили, а грузы размещать по всему пролету между опорами крана. Для переработки среднетоннажных контейнеров массой брутто 3 и 5 т применяются козловые краны КК-6, КДКК-10.

Кран КК-6 специально приспособлен для переработки контейнеров автостопом с поворотной головкой, его механизм подъема груза смонтирован на грузовой тележке с ездой поверху.

Для работы с тяжеловесными грузами на грузовых дворах станций используется двухконсольный, самомонтирующийся кран КДКК-10 (рис. 27.2), оборудованный крюком, электромагнитом, моторным грейфером для сыпучих грузов и грейферным захватом для леса. В качестве грузоподъемного механизма служит тележка мостового типа, передвигающаяся вдоль фермы по рельсам (езда поверху). Питание крана электроэнергией осуществляется от троллеев или через гибкий кабель. Электродвига-

тель механизма передвижения грузовой тележки питается через кабель, подвешенный петлями к передвижным кареткам. Кран оборудован генератором для работы с магнитной шайбой. Устанавливают его в основном на площадках для тяжеловесных грузов и контейнеров.

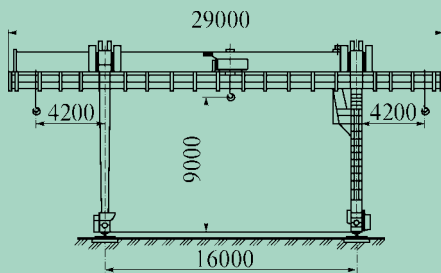


Рис. 27.2. Двухконсольный козловой кран КДКК-10

Козловой кран типа ККС-10 (рис. 27.3), двухконсольный самомонтирующийся грузоподъемностью 10 т, широко применяется для переработки длинномерных и тяжеловесных грузов, таких как лесоматериалы, прокат, строительные конструкции. Ферма прямоугольная, решетчатая с монорельсом, по которому передвигается грузовой тележка. Лебедки подъема груза и передвижения грузовой тележки установлены на ферме над жесткой опорой. Кабина крановщика перемещается вместе с тележкой или жестко закреплена на опоре. Сменные секции позволяют изменять пролет крана от 20 до 32 м.

Для переработки крупнотоннажных контейнеров массой брутто 10, 20 и 30 т предназначен козловой двухконсольный контейнерный кран КДКК-32 (рис. 27.4), оборудованный автоматическим захватом-спредером.

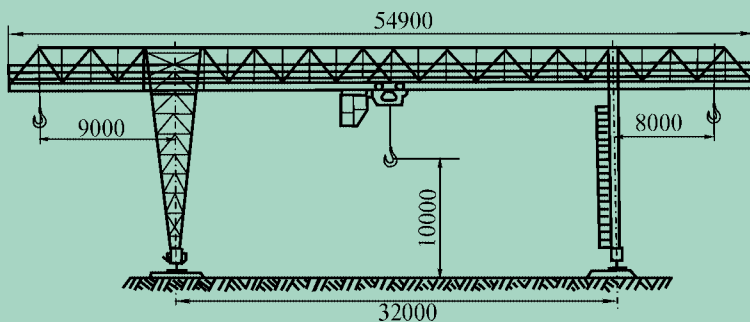


Рис. 27.3. Двухконсольный козловой кран ККС-10

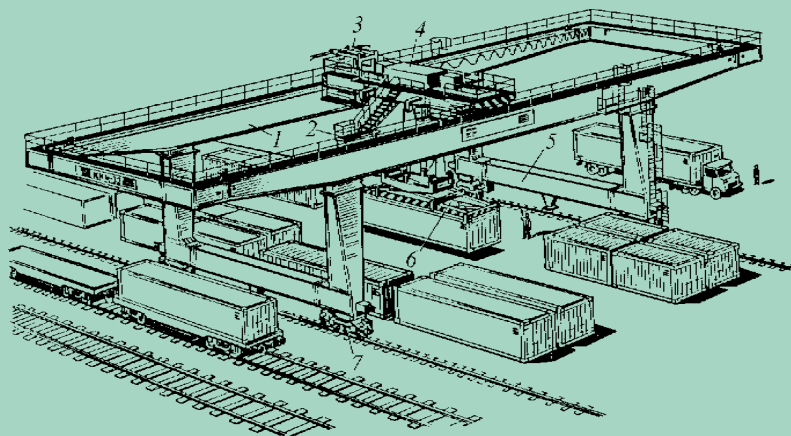


Рис. 27.4. Козловой двухконсольный контейнерный кран КДКК-32:
 1 — мост; 2 — кабина управления; 3 — вспомогательный кран для монтажных и ремонтных работ; 4 — грузовая тележка; 5 — балки для жесткой увязки стоек опор; 6 — автоматический захват; 7 — ходовые тележки

На перегрузке крупнотоннажных контейнеров используются также двухконсольные козловые краны КДКК-20, КК-20, КК-24, КК-32.

Большие пролеты козловых кранов перекрывают одновременно складские площадки, железнодорожные пути и автомобильные дороги. Козловые краны с пролетами свыше 32 м называют *перегрузочными мостами*. У них одна опора имеет жесткое соединение с мостом, а вторая — гибкое. Она может отклоняться от своего вертикального положения при изменении длины моста под влиянием температуры.

27.3. Стреловые краны

Стреловыми кранами называются такие, у которых груз перемещается с помощью укосины стрелы или консоли, поворачивающейся в горизонтальной плоскости или в горизонтальной и вертикальной. К таким кранам относятся настенные поворотные краны в виде стрелы или консоли, смонтированные на поворотной колонне, самоходные поворотные краны на железнодорожном, автомобильном, пневмоколесном, гусеничном ходу (портальные, полупортальные и бапенные).

Поворотные стреловые самоходные краны состоят из двух основных частей: ходовой — нижней несущей рамы, к которой крепятся ходовые устройства, и поворотной, в которую входит платформа с крановыми механизмами, стрелой, мачтой и ее оснасткой. Кратчайшее расстояние по горизонтали между осью вращения крана и вертикальной линией, проходящей через точку подвеса груза, называется **вылетом**. Чтобы повысить грузоподъемность кранов, некоторые из них оснащены выносными опорами (**аутригерами**).

Универсальные полноповоротные самоходные **железнодорожные краны** (Приложение, табл. 23) на тележках нормальной колеи шириной 1520 мм широко применяются для погрузочно-разгрузочных работ со штучными и сыпучими грузами на транспортно-складских комплексах и подъездных путях.

На рис. 27.5 показан общий вид крана на железнодорожном ходу. Изготавливаются, в основном, железнодорожные краны с дизель-электрическим приводом ввиду его больших преимуществ по сравнению с приводом от двигателей внутреннего сгорания. Дизель-электрические краны КДЭ-161, КДЭ-162, КДЭ-163, КДЭ-251, КДЭ-253, КДЖЭ-253 оборудуются основной 15-метровой стрелой с крюком и по особому заказу могут иметь дополнительное оборудова-

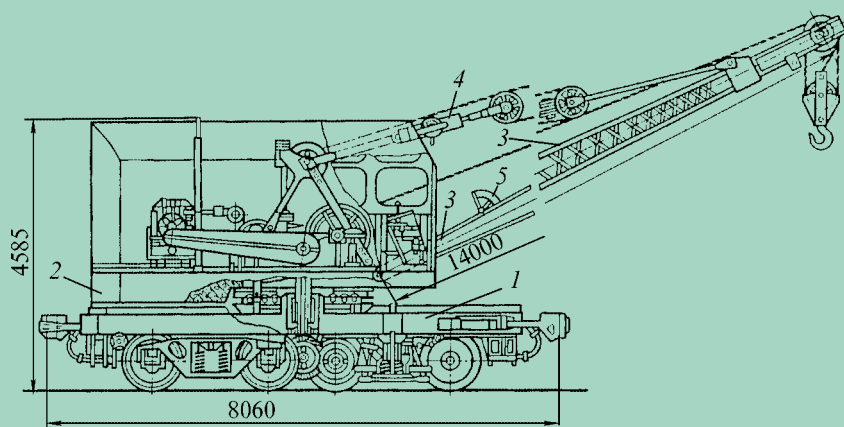


Рис. 27.5. Дизель-электрический кран на железнодорожном ходу:
 1 — ходовая платформа; 2 — поворотная платформа; 3 — стрела; 4 — ограничитель грузоподъемности; 5 — указатель вылета стрелы

ние (5-метровую вставку для удлинения стрелы до 20 м, захват для леса или грейфер, грузовой электромагнит с соответствующим оборудованием).

Основное достоинство автомобильных кранов — большая скорость передвижения, что позволяет перебрасывать их с одного производственного участка на другой. Автомобильные краны выполняют погрузочно-разгрузочные и складские работы на всей территории грузового района и за ее пределами, не требуя при этом каких-либо специальных подкрановых путей.

Автомобильные краны (КС-3577, КС-3572, КС-4372 и др.) различаются между собой типом автомобиля, на котором они смонтированы, грузоподъемностью, а также конструктивным использованием отдельных узлов и механизмов.

Ходовой частью стреловых кранов на пневматическом ходу является специальное шасси, на котором установлена поворотная платформа. На ней смонтированы двигатель, механизмы подъема груза и стрелы, поворота платформы, пульт управления.

На погрузочно-разгрузочных работах широко используются краны-экскаваторы на гусеничном ходу.

Портальные краны (рис. 27.6, а) — это грузоподъемные машины, у которых поворотная часть 3 (с механизмами вращения, подъема груза, изменения вылета стрелы) монтируется на высокой самоходной П-образной раме 1 (**портале**), передвигающейся по уширенной железнодорожной колее. Различаются они по числу перекрываемых

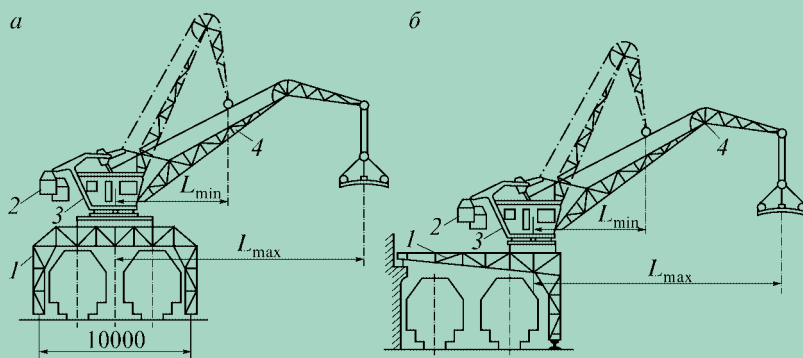


Рис. 27.6. Стреловые краны на портале

порталом железнодорожных путей (с одно-, двух- и трехпутными порталами). Эти краны изготавливают со стрелами 4 и механизмами, позволяющими при изменении вылета получить горизонтальное перемещение крюка, а следовательно, и груза. Кроме того, поворотная платформа снабжена противовесом 2, автоматически уравнивающим массу груза при изменении вылета стрелы.

Краны, у которых одна из опор портала отсутствует и один из подкрановых рельсов уложен на стене или эстакаде, называют *полупортальными* (рис. 27.6, б). Портальные и полупортальные краны широко применяют для переработки различных навалочных, сыпучих, кусковых, штучных и тяжеловесных грузов в речных и морских портах при перевалке с железнодорожного на водный транспорт и наоборот, а также на прирельсовых складах различных предприятий. Портальные краны изготавливают грузоподъемностью от 3,2 до 30 т с вылетом стрелы от 7—8 до 30—50 м, высотой подъема груза до 45 м. Для обозначения типа портального крана приняты следующие буквенные и числовые индексы: КП — кран портальный; ПК — перегрузочный крюковой или ПГ — перегрузочный грейферный; первое число, следующее за буквами, — грузоподъемность; второе — наибольший

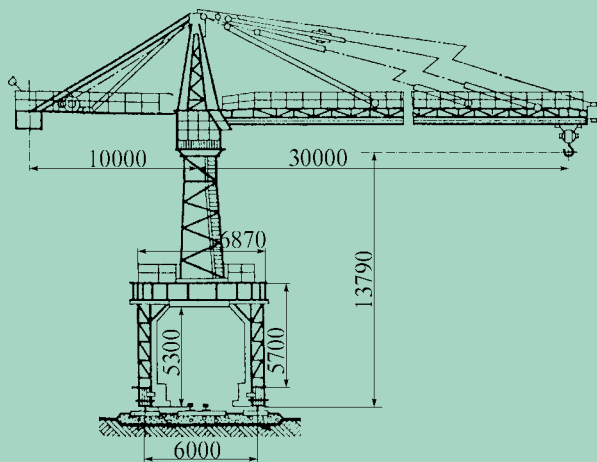


Рис. 27.7. Башенный кран БКСМ-14

вылет стрелы; третье — ширина колеи портала, например, КППК-3-25-10,5 или КППГ-15-30-15,5.

Башенные краны (рис. 27.7) применяют, когда необходимо поднимать грузы на большую высоту при сравнительно небольшом вылете стрелы. В отличие от порталных у них между порталом и полноповоротной головкой со стрелой расположена башня, увеличивающая общую высоту крана. Грузоподъемность этих кранов достигает 40 т, вылет стрелы — 10—40 м, высота подъема груза — 70 м.

27.4. Кабельные краны

Кабельные (мостокабельные) краны применяют в тех случаях, когда возникает необходимость обслуживать перегрузочными операциями открытые склады больших размеров (лесные и перевалочные базы, получающие лес по воде, склады массовых грузов с большим объемом работы).

Кабельными эти краны называют потому, что их грузовая тележка перемещается по несущему канату, размещенному между двумя опо-

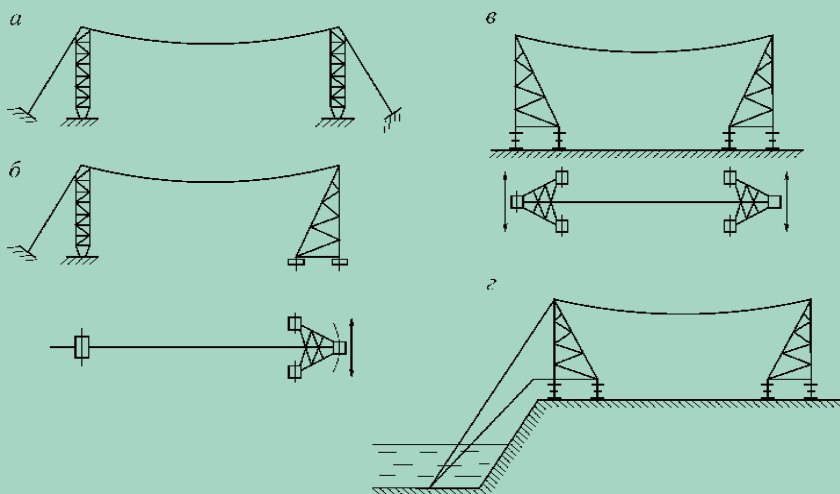


Рис. 27.8. Кабельные краны:

a — стационарный; *б* — передвижной радиальный; *в* — параллельно-передвижной; *г* — параллельно-передвижной с бревнотаской

рами: машинной, в которой расположены механизмы подъема и передвижения тележки, и контрбашней.

Высота опор кабельных кранов достигает 40 м, устраиваются опоры в виде мачт или башен.

Кабельные краны разделяют на *стационарные* (рис. 27.8, а), когда обе башни неподвижные, их грузоподъемность 1,0—13,5 т и пролет 100—1800 м; *передвижные* (рис. 27.8, в, г), когда обе башни расположены на тележках, передвигающихся по рельсовым путям, уложенным параллельно, грузоподъемность их 3,0—20 т при пролете 150—700 м; *радиальные* (рис. 27.8, б), когда одна башня неподвижная, а вторая передвигается по дуге окружности, такие краны обслуживают площадь сектора круга и имеют грузоподъемность 3—300 т и пролет от 150 до 800 м.

Параллельно-передвижные могут быть с двумя жесткими или с одной жесткой и одной качающейся башнями.

27.5. Устойчивость кранов

Передвижные краны должны обладать достаточной устойчивостью для их безопасной работы.

Устойчивость крана характеризуется грузовой и собственной устойчивостью. В соответствии с требованиями Госгортехнадзора краны на устойчивость проверяют при работе с грузом и при положении крана без груза в условиях, самых неблагоприятных в отношении опрокидывания. Наименьшая устойчивость стреловых кранов наблюдается в том случае, когда поворотная часть расположена поперек ходовой рамы.

Коэффициентом грузовой устойчивости называется отношение восстанавливающего момента к опрокидывающему. По правилам Госгортехнадзора коэффициент грузовой устойчивости крана не должен быть менее 1,4.

27.6. Грузозахватные приспособления к кранам

Устройства для захвата и освобождения груза оказывают огромное влияние на использование кранов на погрузочно-разгрузочных работах. В тех случаях, когда груз не имеет строповых приспособлений (скобы, штыри, кольца и пр.), захват осуществляется при помощи вспомогательных устройств — чалочных приспособлений, наиболее распространенными из которых являются стропы универсального и облегченного типов.

Универсальный строп (рис. 27.9, а) представляет собой замкнутую канатную петлю, свободные концы которой скрепляются между собой шплеткой или сжимами.

Строп облегченного типа выполняется в виде отрезка каната, на концах которого образуют петли чаще шплеткой с помощью коушей (рис. 27.9, б и в). Часто конструкции этих стропов дополняются крюками, скобами или карабинами.

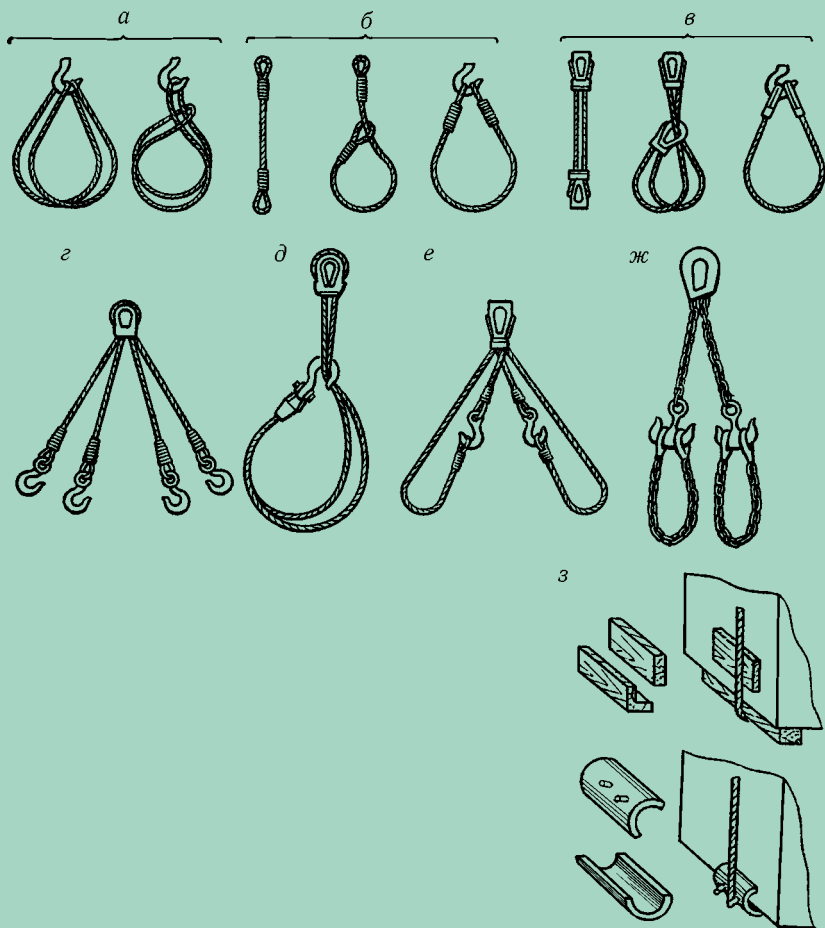


Рис. 27.9. Типы стропов и способы их навешивания на крюк крана

Для переработки универсальных контейнеров, грузов, сформированных в пакеты, ящичных, мешковых и других тарных и штучных грузов используют *двух- и четырехветвевые стропы* (рис. 27.9, г, д, е, ж). Стропы изготовляют из стальных, пеньковых или синтетических канатов. Недостаток стропов из стальных канатов — повышенная жесткость и стремление к скручиванию, поэтому для переработки тяжеловесных грузов применяют *цепные стропы* (см. рис. 27.9, з).

Все чалочные приспособления, в том числе и стропы, используемые механизированными дистанциями погрузочно-разгрузочных работ, должны проходить регулярное освидетельствование комиссией Госгортехнадзора и снабжаться бирками с указанием допустимой грузоподъемности и даты испытания.

Крюки применяются одно- и двурогие в зависимости от массы груза. Однорогие крюки часто имеют предохранительные устройства, исключающие возможность выпадания канатов или скоб из зева крюка при подъеме или опускании груза. Размеры крюков регламентированы ГОСТ 6627-74, ГОСТ 12840-80.

При перегрузке длинномерных, громоздких и тяжеловесных грузов применяют траверсы в сочетании со стропами, клещами, электромагнитами, вакуумными захватами и крюками.

Клещевидные захваты удерживают груз под действием силы трения, зависящей от усилия нажатия. Они удобны в эксплуатации, так как ускоряют захват и освобождение груза.

Электромагнитные захваты применяют при переработке грузов, обладающих свойствами магнитопроводности. Изготавливают магниты плоской и круглой форм грузоподъемностью 6—30 т.

Для перегрузки немагнитных материалов (нержавеющей стали, цветных металлов, фанеры, древесноволокнистых плит, шифера, стекла) и других грузов все шире применяются *вакуумные захваты*, грузоподъемностью 0,5—40 т. Основным элементом вакуумного захвата является замкнутая камера, образующаяся при наложении на груз, в которой создается разрежение (вакуум).

Для переработки сыпучих и кусковых грузов краны оборудуются грейферами, обеспечивающими зачерпывание и освобождение порции груза соответственно при замыкании и размыкании рабочего органа (челюстей). Вместимость грейферов 0,4—10 м³.

По конструкции различают *грейферы* одно-, двух-, четырехканатные, не имеющие автономного привода, и моторные, двух- и мно-

гочелюстные. Одноканатными грейферами называют такие устройства, у которых подъем или спуск и закрывание челюстей осуществляются одним грузовым канатом. Одноканатные съемные грейферы позволяют использовать кран для работы с крюком и грейфером.

На перегрузочных работах находят применение *гидроэлектрогрейферы*, у которых замыкание и раскрытие челюстей осуществляют гидроцилиндры, а подъем и опускание — грузоподъемный механизм крана; *вибрационные электрогидравлические грейферы*, у которых, кроме электрогидравлического привода замыкания челюстей, на каждую челюсть установлен электровибратор, увеличивающий зачерпывающие способности грейфера на слежавшихся, уплотненных и слабосмерзшихся грузах.

Для переработки таких грузов, как крупнокусковые (камень, крупный уголь, металлическая стружка и металлолом), используют *многочелюстные грейферы* с числом челюстей от четырех до восьми. Остроконечные челюсти — лепестки этих грейферов — значительно эффективнее внедряются в грузы, чем плоские кромки челюстей двухчелюстных грейферов.

При производстве погрузочно-разгрузочных работ с контейнерами, пакетами пиломатериалов, листового и чушкового металла и с другими крупногабаритными грузами применяется большое количество автоматических и полуавтоматических захватных приспособлений.

Для застропки и отстропки универсальных среднетоннажных контейнеров применяется *автостроп* системы ЦНИИ-ХИИТ (рис. 27.10). Автостроп состоит

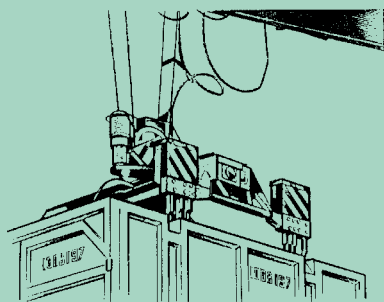


Рис. 27.10. Автостроп системы ЦНИИ-ХИИТ

из рамы, двухдвигающихся по ней кареток с четырьмя захватами, винтового привода, механизма наводки. Каждое захватное устройство содержит четыре крюка, два из них предназначены для застропки трехтонных и два — для пятитонных контейнеров.

Механизм наводки состоит из двух шарнирно подвешенных в одной плоскости фиксаторов, которые приводом кареток могут

раздвигаться, занимая два положения, соответствующие размерам контейнеров. При раздвижении кареток захватные устройства входят в пазухи рымов контейнеров.

Для застропки и отстропки крупнотоннажных контейнеров применяются *специальные рамы (спредеры)*, снабженные поворотными кулачками, которые входят в отверстия угловых фитингов при застропке контейнеров.

Для перегрузки контейнеров одного типоразмера используются спредеры с жесткой рамой, а для разнотипных — с раздвижной (рис. 27.11). У первых спредеров запирающие кулачки, вводимые в фитинги при перегрузке, и центрирующие лапы имеют постоянное фиксированное положение, у вторых захватывающие кулачки и центрирующие лапы расположены на раздвижных каретках и их положение фиксируется в соответствии с типоразмерами перегружаемых контейнеров.

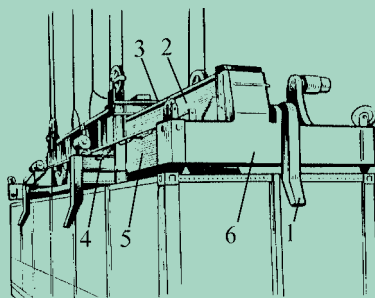


Рис. 27.11. Спредер с раздвижной рамой:
1 — направляющие лапы; 2 — верхняя рама; 3 — механизм поворота; 4 — передвижные каретки; 5 — телескопическая рама; 6 — захватные балки

27.7. Определение мощности приводов и производительности крана

Определение мощности приводов крана. Мощность, затрачиваемая электродвигателем механизма подъема крана, кВт, определяется по формуле (26.2).

Мощность, затрачиваемая электродвигателем механизма передвижения крана (кВт), определяется по формуле

$$N = \frac{\sum W \cdot v_{\text{пер}}}{102 \zeta_{\text{пер}}}, \quad (27.1)$$

где $v_{\text{пер}}$ — скорость передвижения крана, м/с; $\sum W$ — полное статическое сопротивление, определяемое как сумма сопротивлений

от сил трения $W_{\text{тр}}$ и от ветровой нагрузки $W_{\text{в}}$, кгс; $\eta_{\text{пер}}$ — КПД механизма передвижения крана (ориентировочно в расчетах можно принять от 0,8 до 0,95);

$$\Sigma W = W_{\text{тр}} + W_{\text{в}}, \quad (27.2)$$

Сопротивление сил трения определяется по формуле:

$$W_{\text{тр}} = (W' + W'') k_{\text{р}}, \quad (27.3)$$

где W' — сопротивление трению, возникающее при качении колеса по рельсу, кгс;

$$W' = (Q_{\text{кр}} + Q_{\text{гр}} + Q_{\text{захв}}) \cdot 2\mu/D_{\text{к}}, \quad (27.4)$$

где $Q_{\text{кр}}$ — масса крана, кг; μ — коэффициент трения стального колеса по рельсу (в расчетах можно принять 0,08); $D_{\text{к}}$ — диаметр ходового колеса, см;

$$W'' = (Q_{\text{кр}} + Q_{\text{гр}} + Q_{\text{захв}}) \cdot df/D_{\text{к}}, \quad (27.5)$$

где D — диаметр подшипника колес, см; F — коэффициент трения в подшипниках колеса (в расчетах можно принять 0,02); $k_{\text{р}}$ — коэффициент, учитывающий трение реборд ходовых колес о рельсы (в расчетах можно принять 1,8); $W_{\text{в}}$ — сила сопротивления ветра (в расчетах — 3 кг/т — с учетом суммарной массы крана, захватных приспособлений и поднимаемого груза в тоннах), кгс;

$$W_{\text{в}} = (Q_{\text{кр}} + Q_{\text{гр}} + Q_{\text{захв}}) \cdot 3. \quad (27.6)$$

Определение производительности крана. *Техническая производительность крана* для штучных грузов определяется по формуле (24.1). Продолжительность цикла $T_{\text{ц}}$, с, для козловых и мостовых кранов определяется по формуле

$$T_{\text{ц}} = t_3 + t_0 + (4H/v_{\text{гр}} + 2l_{\text{кр}}/v_{\text{кр}} + 2l_{\text{т}}/v_{\text{т}}) \cdot \varphi, \quad (27.7)$$

где φ — коэффициент, учитывающий совмещение операций во времени (в расчетах можно принять от 0,8 до 0,95); t_3 — время застроп-

ки груза (в расчетах можно принять $t_3 = 10-15$ с); t_0 — время отстропки груза (в расчетах можно принять $t_3 = 10-15$ с); H — средняя высота подъема груза, м; $l_{кр}$ — среднее расстояние перемещения крана, м; l_T — среднее расстояние передвижения тележки крана, м; $v_{гр}$ — скорость подъема и опускания груза или крюка, м/с; $v_{кр}$ — скорость передвижения крана, м/с.

Эксплуатационная производительность крана, т/смену, определяется по формуле (24.5). **Необходимое число кранов** определяется по формуле (24.6).

27.8. Подъемники

Подъемниками называют машины периодического действия, у которых рабочий орган (клеть или ковш) перемещается в вертикальном направлении или близком к нему наклонном. Разделяются они на клетьевые подъемники, или лифты, и ковшовые.

Лифты служат для вертикального перемещения с одного этажа на другой грузов и людей в многоэтажных складах.

Сыпучие и кусковые грузы в вертикальном или близком к нему наклонном направлении перемещают **ковшовыми стационарными и передвижными подъемниками**. Наибольшее распространение получили стационарные ковшовые (скиповые) подъемники (рис. 27.12), используемые для подъема угля, руды из шахт на поверхность. Ковшовые подъемники разгружаются автоматически опрокидыванием ковша или раскрытием его днища или стенок у мест разгрузки.

На складах угля, строительных грузов используют передвижные скиповые подъемники, которые монтируются на самоходной тележке, передвигающейся по железнодорожной колее.

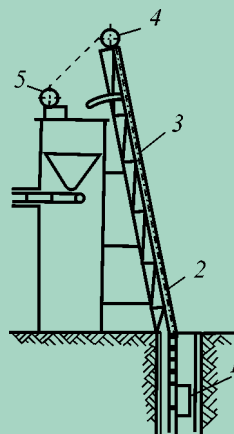


Рис. 27.12. Стационарный ковшовый подъемник:
1 — ковш; 2 — направляющая рама; 3 — тросы; 4 — блоки;
5 — канатоведущий шкив

Глава 28. Машины и механизмы непрерывного действия

28.1. Назначение и классификация конвейеров

Конвейерами называют машины непрерывного действия, рабочие органы которых позволяют перемещать сыпучие и кусковые грузы непрерывным потоком или штучные грузы с определенными интервалами. Конвейеры чаще всего используются как транспортное средство, перемещающее груз от одной перегрузочной операции к другой. Кроме того, они могут выполнять и штабелирующие операции. В конструкциях многих погрузочно-разгрузочных машин непрерывного действия конвейеры — важнейший составной элемент, транспортирующий груз от захватного органа (приемного бункера) до места погрузки в вагоны, автомобили, бункеры или на участки склада.

Конвейеры по роду привода подразделяют на три группы: механические, пневматические и гидравлические. Механические конвейеры бывают с гибким и без гибкого тягового органа. У первых тяговым органом служат лента, канат или цепь, вторые — это винтовые, приводные роликовые и инерционные конвейеры. В отдельную группу выделены самотечные гравитационные конвейеры, перемещающие груз по наклонным плоскостям за счет составляющей силы тяжести груза. К ним относятся также простые роликовые и винтовые спуски.

По конструктивным признакам конвейеры подразделяются на ленточные, канатно-ленточные, цепные, пластинчатые, лотковые, скребковые, винтовые, инерционные, вибрационные и гравитационные.

28.2. Ленточные конвейеры

В ленточных конвейерах *лента* является и тяговым, и грузонесущим органом. Эти конвейеры бывают *стационарные и передвижные*. Ленточные конвейеры используются для перемещения сыпучих, кусковых и штучных грузов на значительные расстояния.

Производительность ленточных конвейеров колеблется в широких пределах и достигает 1000 т/ч и более, зависит от ширины и скорости движения ленты. Ширина ее (ГОСТ 20-76) колеблется от 300 до 2000 мм, а рекомендуемые скорости 0,8—4 м/с.

Ленточными конвейерами грузы можно транспортировать и под углом к горизонту, значения которого зависят от свойств перемещаемого груза и конструкции используемой ленты.

Стационарные ленточные конвейеры предназначены для горизонтального и наклонного перемещений сыпучих, кусковых, тарных и штучных грузов. Длина одной секции конвейера достигает 4,5 км, а конвейерных линий — 12 км и более. Производительность стационарных ленточных конвейеров до 20 тыс. т/ч.

Основу стационарного ленточного конвейера (рис. 28.1) составляет жесткая рама 10, на концах которой смонтированы натяжной 2 и приводной 6 барабаны, огибаемые бесконечной лентой 4. Приводной барабан получает вращение от приводной станции 8. На раме по всей ее длине монтируются поддерживающие роликовые опоры 5, служащие направляющими при движении ленты и предупреждающие излишнее ее провисание. Необходимое натяжение в ленте создается натяжной станцией 1. В пункте подачи груза устанавливается загрузочное устройство 3, а в пункте разгрузки — разгрузочное устройство 7. Для очистки барабанов от налипаемой грязи служат специальные очистные устройства 9.

Стационарные ленточные конвейеры можно устанавливать горизонтально или наклонно. Угол подъема (максимальный) зависит от свойств перемещаемого груза (угла естественного откоса, коэффициента внутреннего трения): песок сухой, гравий — 15°; руда крупная — 16°; уголь сортовой, антрацит, кокс — 17°; уголь рядовой, камень дробленый несортированный — 19°; уголь мелкий — 20°; земля формовочная — 24°. Скорость движения ленты зависит от рода перемещаемого

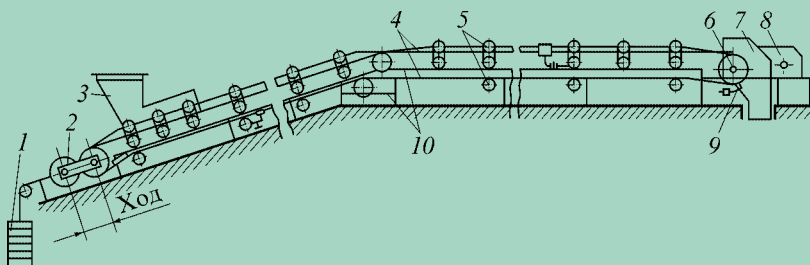


Рис. 28.1. Схема стационарного ленточного конвейера

груза и ширины ленты. Для сильно пылящих материалов, например сухого антрацитного штыба, а также при оборудовании конвейеров шпужковыми сбрасывателями скорость не должна превышать 1,6 м/с. При установке сбрасывающих тележек барабанного типа скорость конвейера должна быть на 15—20 % ниже обычной.

Передвижные ленточные конвейеры (рис. 28.2) служат для перемещения сыпучих, кусковых и мелкоштучных грузов на другие транспортирующие устройства и в отвал как в горизонтальной, так и в наклонной плоскостях. Конвейер монтируют на двухколесном шасси. Привод его состоит из электродвигателя, редуктора и цепной передачи. Загрузка происходит через бункер, установленный над натяжным барабаном, а разгрузка обеспечена непосредственно с ленты, огибающей приводной барабан. Передвигают конвейер вручную.

Ленточные конвейеры подвесной лентой для транспортирования насыпных и штучных грузов (конструкция ЗАО НПО «ТРАНСМАШ», г. Брянск). Основным, наиболее дорогим и быстроизнашиваемым элементом ленточных конвейеров типовой роликовой конструкции является лента, стоимость которой составляет 65—75 % стоимости всего конвейера, а срок службы

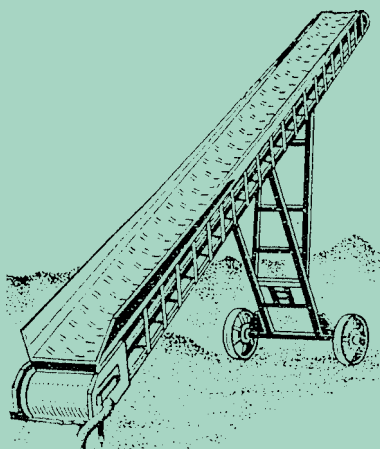


Рис. 28.2. Конвейер ленточный передвижной

редко превышает 1,0—1,5 года, в результате чего этот, казалось бы, перспективный вид транспорта на практике оказывается нерентабельным и в ряде случаев закономерно вытесняется железнодорожным, автомобильным, трубопроводным и другими видами транспорта. Преждевременный выход из строя конвейерной ленты обусловлен ее боковыми смещениями (что вызывает износ легкокоранимых бортов ленты) и периодически подъемами и опусканиями участков ленты и лежащего на ней груза, что приводит к появ-

лению динамических нагрузок, еще большему снижению срока службы ленты и роликов, а также к многократному возрастанию энергоемкости процесса транспортирования.

В НПО «ТРАНСМАШ» совместно с ОАО «Брянксельмаш» создан принципиально новый и исключительно эффективный и экономичный вид конвейерного транспорта — так называемые ленточные и ленточно-цепные конвейеры с подвесной лентой различного назначения, исполнения и типоразмеров. В ленточном конвейере этого типа (рис. 28.3), являющимся фактически гибридом типового роликового конвейера и рельсового транспорта и не имеющим указанных выше недостатков, к бортам размещенной на приводном 1 и концевом 2 барабанах ленты 3 с помощью кронштейнов 4 прикреплены опорные ролики 5, обечайка которых имеет вогнутую поверхность. Конвейер включа-

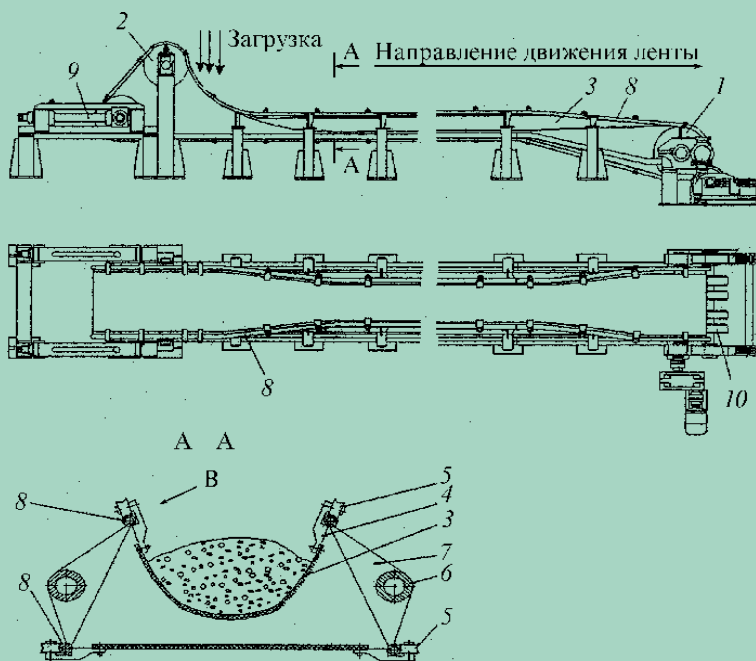


Рис. 28.3. Принципиальная схема конвейера с подвесной лентой.

ет также расположенные по обе его стороны опорные трубы 6, на которых с помощью кронштейнов 7 установлены контактирующие с роликами направляющие элементы 8, выполненные в виде замкнутых, вытянутых вдоль конвейера труб, расстояние между которыми выбрано таким, чтобы обеспечить требуемую желобчатость ленты на всей длине конвейера. При этом вблизи барабанов направляющие элементы имеют отгибы в горизонтальной плоскости, позволяющие ленте в местах ее взаимодействия с барабанами принять соответствующую (плоскую) форму. Конвейер оборудован также устройством 9 для натяжения ленты. С целью предотвращения пробуксовки поступающего на конвейер насыпного груза концевой барабан может быть приподнят над лентой, в результате чего груз падает на ленту под оптимальным углом и пробуксовка его отсутствует.

Для увеличения тягового усилия на приводном барабане конвейер может быть оборудован также устройством 10 для прижатия ленты к барабану, позволяющим дополнительно уменьшить усилия натяжения ленты и снизить требования к ее прочности.

Определение производительности конвейеров. При перемещении штучных грузов техническая производительность ленточных, пластинчатых и скребковых конвейеров определяется по формуле (24.3).

Для сыпучих и кусковых грузов производительность ленточных конвейеров с плоской лентой (т/ч)

$$P_{\Gamma}^{\text{III}} = 900(0,9B - 0,05)^2 v \gamma \operatorname{tg} \rho, \quad (28.1)$$

где B — ширина ленты, м; $0,9B - 0,05$ — ширина поверхности ленты, перемещающей груз, с учетом свободного поля у бортов во избежание просыпания груза, м; v — скорость движения конвейерной ленты, м/с; ρ — угол естественного откоса груза в движении, град ($0,4 - 0,6$ угла естественного откоса в покое).

Техническая производительность конвейера с желобчатой лентой (т/ч)

$$P_{\Gamma}^{\text{ж}} = k_{\text{ж}}(0,9B - 0,05)^2 v \gamma, \quad (28.2)$$

где $k_{\text{ж}}$ — коэффициент, зависящий от формы сечения груза на лотке конвейера; γ — плотность груза, т/м³.

При угле естественного откоса груза в движении и угле наклона трехроlikовой опоры 20°, 30° и 36° значения коэффициента соответственно равны 470—550, 550—625 и 585—655.

Техническая производительность наклонных ленточных конвейеров по сравнению с горизонтальными уменьшается в зависимости от угла наклона ленты к горизонту:

Угол наклона ленточного конвейера, град	10	15	20	25	30
Уменьшение производительности по отношению к производительности горизонтального конвейера, % . .	5	10	17	23	43

28.3. Конвейеры с цепным тяговым органом

К конвейерам с *цепным тяговым органом* относятся пластинчатые, скребковые и подвесные. Назначение *цепей* в этих конвейерах — передача движения от приводных звездочек грузонесущему органу.

Пластинчатые конвейеры (рис. 28.4) служат для перемещения тяжелых штучных грузов, крупнокусковых материалов и особенно острокромчатых, а также грузов, нагретых до высокой температуры. В качестве несущего органа служит настил из лотков или пластин (металлических или деревянных), соединенных цепью.

Производительность пластинчатых конвейеров — 2000 т/ч, скорость тягового элемента до 1 м/с, ширина настила 400—1600 мм.

Пластинчатые конвейеры выполняются в основном как *стационарные* устройства и очень редко как передвижные.

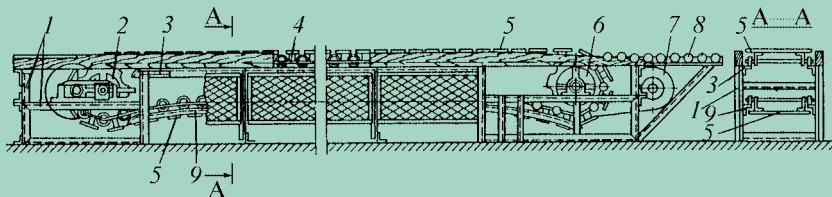


Рис. 28.4. Стационарный пластинчатый конвейер:

- 1 — рама; 2 — натяжные звездочки; 3 — направляющие рабочей ветви цепи;
- 4 — цепь; 5 — пластины; 6 — приводные звездочки; 7 — электропривод;
- 8 — роликовый стол; 9 — направляющие цепи холостой ветви

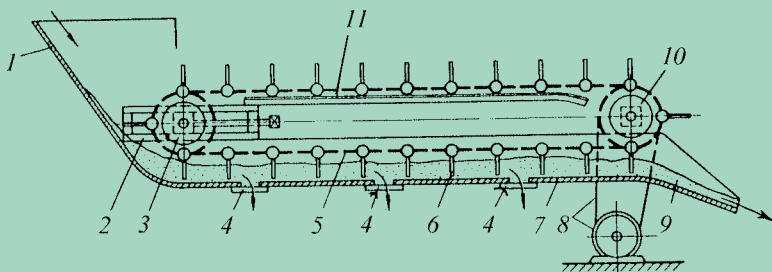


Рис. 28.5. Скробковый конвейер:

1 — загрузочное устройство; 2 — натяжное устройство; 3 — натяжная звездочка; 4 — отверстия для выгрузки по длине желоба; 5 — цепь; 6 — скребок; 7 — желоб; 8 — электродвигатель; 9 — выгрузочный лоток в конце конвейера; 10 — приводная звездочка; 11 — направляющие пины

Скробковый конвейер (рис. 28.5) применяется для перемещения различных пылевидных, зернистых и кусковых грузов. В этих конвейерах груз перемещается по неподвижному желобу при помощи скребков, закрепленных на движущейся цепи. Скробковые конвейеры часто применяют в качестве питателей в погрузочно-разгрузочных машинах.

Производительность скребковых конвейеров 50—350 т/ч, скорость 0,16—1 м/с, ширина скребков 200—1200 мм, высота 100—400 мм.

Рабочей ветвью скребкового конвейера могут быть как нижняя, так и верхняя ветви. Имеются конвейеры, у которых и нижняя, и верхняя ветви рабочие, перемещающиеся по самостоятельным желобам. Разновидность скребковых представляют конвейеры с погрузочными скребками, в которых желоб разделен на две части (одна для рабочей ветви, а другая для холостой). Груз заполняет сплошной массой все сечение рабочей ветви желоба или большую ее часть.

На складах многоярусного хранения грузов промышленных предприятий находят применение *цепные подвесные конвейеры*.

Определение производительности конвейеров. Техническая производительность пластинчатых конвейеров с плоской поверхностью настила с учетом заполнения несущей поверхности по ширине, равной 0,85 В, (т/ч)

$$P_T^{\text{II}} = 650B^2 v \gamma \operatorname{tgr}. \quad (28.3)$$

Техническая производительность скребкового конвейера (т/ч)

$$P_T^{\text{C}} = 3600 \psi B v \eta \gamma, \quad (28.4)$$

где B — ширина скребка, м; h — высота скребка, м; ψ — коэффициент заполнения желоба ($\psi = 0,5—0,8$, при легко сыпучих мелких грузах принимают меньшие значения); v — скорость движения конвейера (скребка), м/с; ρ — угол естественного откоса груза в движении, град; γ — плотность груза, т/м³.

Производительность наклонных пластинчатых и скребковых конвейеров меньше горизонтальных и зависит от угла наклона.

28.4. Винтовые и инерционные конвейеры

Винтовые конвейеры (рис. 28.6) применяют при транспортировании в горизонтальном и наклонном направлениях (под углом до 20°) сухих сыпучих материалов (цемента, извести, песка, минеральных удобрений и др.). Рабочим органом у них служит винт (шнек), сплошной, ленточный или лопастный, установленный в металлическом желобе. Сверху желоб накрыт крышкой, к которой прикреплены подшипники, служащие опорами для вала шнека. Загрузочные и разгрузочные патрубки могут быть расположены в любом месте конвейера. При сообщении вращательного движения винту его лопасти перемещают насыпанный в желобе груз.

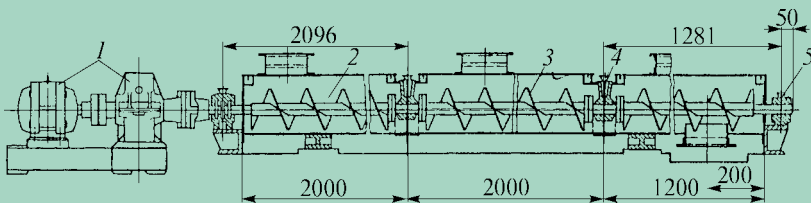


Рис. 28.6. Винтовой конвейер:

1 — приводная станция; 2 — желоб; 3 — винт (шнек); 4 — подвесной подшипник; 5 — концевой подшипник

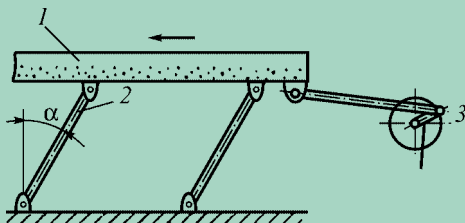


Рис. 28.7. Схема инерционного конвейера

Инерционные и вибрационные конвейеры применяются для перемещения сильно пылящих, абразивных грузов, металлической стружки, мелкого литья и других грузов.

Инерционный качающийся конвейер (рис. 28.7) состоит из

стального желоба 1, совершающего колебательные движения на упругих стойках 2 под действием кривошипного механизма 3, приводимого в движение от электродвигателя.

Груз перемещается под действием сил инерции, появляющихся в результате колебательных движений желоба.

Вибрационные конвейеры бывают однотрубные (рис. 28.8) и двухтрубные. Транспортирующая труба 1 соединена с опорой рессорными подвесками 2 и приводится в колебательное движение приводом 3. Для удобства изготовления, перевозки и монтажа вибрационный конвейер обычно расчленяют на отдельные секции длиной до 4 м. Трубы могут быть изготовлены из листового проката вальцеванием и сваркой. Подвеска их состоит из рессор, узлов крепления, коромысла, резиновых втулок, осей подвижных опор. Рессоры и резиновые втулки уравнивают инерционные силы, возникающие при работе виброконвейера. Вибрационные конвейеры имеют существенные преимущества перед скребковыми и винтовыми. Прежде всего, они полностью герметизированы, что в зна-

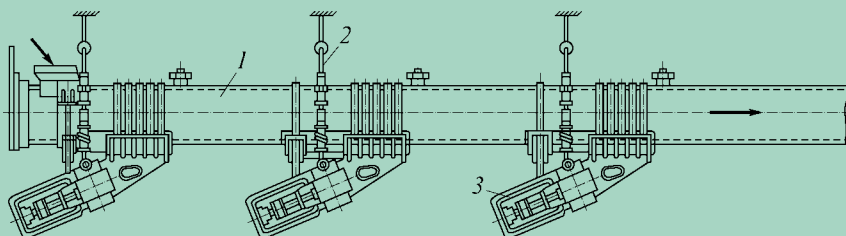


Рис. 28.8. Вибрационный конвейер

чительной мере улучшает условия труда, а кроме того, просты по конструкции, надежны и безопасны в эксплуатации. Производительность их при транспортировании, например песка, достигает $70 \text{ м}^3/\text{ч}$. Амплитуда колебаний транспортирующих труб — 3 мм, частота — 850 в мин, угол вибрации 30° . Мощность электродвигателя для одной секции от 0,2 до 1,0 кВт. Внутренний диаметр труб от 162 до 416 мм.

Определение производительности конвейеров. Техническая производительность винтовых конвейеров (т/ч)

$$P_T = 60\psi \frac{\pi D^2}{4} S n \gamma, \quad (28.5)$$

где D — диаметр винта, м; S — шаг винта, м; n — частота вращения, об/мин; ψ — коэффициент заполнения желоба (ψ принимают для тяжелых абразивных грузов 0,125—0,25, легких малоабразивных 0,32 и для легких неабразивных 0,4); γ — плотность груза, $\text{т}/\text{м}^3$.

Техническая производительность инерционных и вибрационных конвейеров (т/ч)

$$P_T = 3600\psi B h v \gamma, \quad (28.6)$$

где B — ширина рабочей поверхности конвейера, м; h — высота слоя груза, м (50—100 мм); ψ — коэффициент заполнения желоба ($\psi = 0,5$ —0,6); v — скорость движения конвейера, м/с; γ — плотность груза, $\text{т}/\text{м}^3$.

28.5. Элеваторы

Элеваторами называют машины непрерывного действия, предназначенные для вертикального или близкого к нему наклонного перемещения штучных, кусковых или сыпучих грузов. По типу тягового органа они разделяются на **ленточные** и **цепные**.

В зависимости от вида захватных приспособлений элеваторы бывают **ковшовые (нории)** для сыпучих грузов, **лопачные** или с **жесткими захватами** для штучных грузов.

Промышленность выпускает ленточные элеваторы ЭЛ (рис. 28.9) с глубокими ковшами для транспортирования сухих легкосыпучих материалов, с мелкими ковшами для влажных и слежавшихся мате-

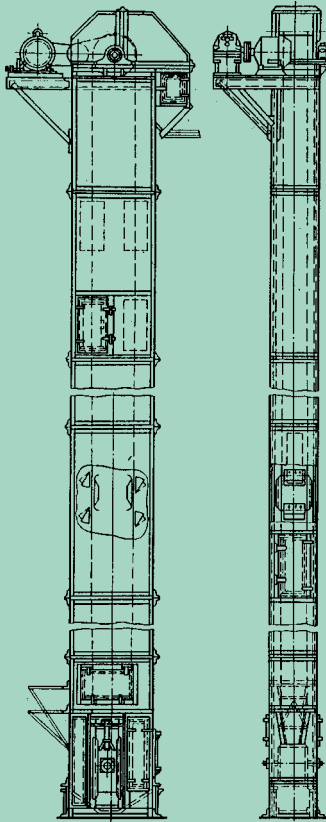


Рис. 28.9. Элеватор ленточный ковшовый

Производительность ковшовых элеваторов до $600 \text{ м}^3/\text{ч}$, высота подъема до 60 м. Конструкции элеваторов для штучных грузов аналогичны ковшовым, только вместо ковшей к цепям прикреплены захваты, соответствующие роду и форме груза.

Для цилиндрических грузов (бочек, рулонов) захваты выполнены в виде крючьев (рис. 28.10, а), для ящичных и мешковых — в виде полок (рис. 28.10, б) или люлек (рис. 28.10, в). Элеваторы такого типа часто самозахватывающие и самосбрасывающие груз. Скорость движения цепей элеваторов для

риалов (модификации ЭЛГ и ЭЛМ), а также ковшовые элеваторы одноцепные (ЭЦГ, ЭЦМ, ЭЦО) и двухцепные (Э2ЦО). На тихоходных цепных элеваторах устанавливают ковши с направляющими бортами на тыльной стороне, что облегчает их разгрузку. Они бывают с остроугольным (О — индекс в обозначении конвейеров) для сухих зерновых и мелкокусковых материалов, скругленным и плоским днищем. Ковши располагают на тяговом элементе без интервалов.

В элеваторах тяговые элементы с ковшами заключены в металлический кожух, который изолирует рабочий орган от внешней среды и препятствует просыпанию материала и запылению. В верхней части элеватора (головке), снабженной разгрузочным наклонным носком, расположена приводная станция, в нижней части (башмаке) — натяжная станция и загрузочный носок. Предотвращают раскачивание тягового органа направляющие щиты (дефлекторы), установленные внутри кожуха элеватора.

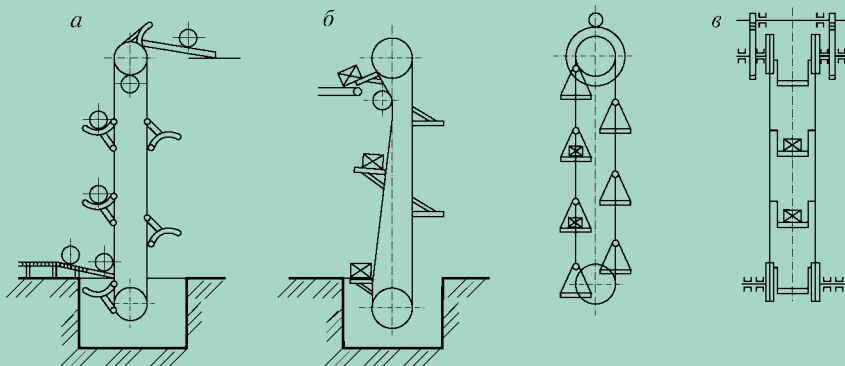


Рис. 28.10. Элеватор для штучных грузов

штучных грузов не превышает 0,5 м/с, а расстояние между захватами 1,5—1,8 м.

К элеваторам для штучных грузов относятся также *бревнопогрузчики* и *штабелеры* для досок. *Элеватор-бревнопогрузчик* ЭЖД-3 (рис. 28.11) представляет собой самоходную платформу на железнодорожном ходу (колея 1520 мм). На ней смонтированы цепные элеваторы с захватами-крючьями. Со склада к элеватору бревна подтаскивают лебедкой, установленной на платформе погрузчика, которые подхватываются крючьями приемного элеватора, дви-

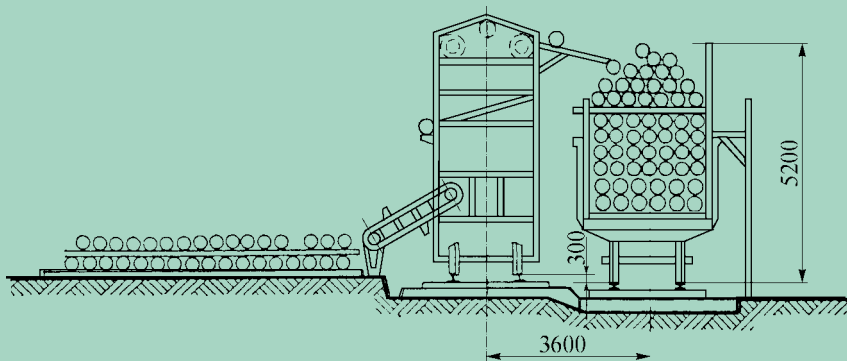


Рис. 28.11. Элеватор ЭЖД-3

жущимися со скоростью 0,25 м/с, и передаются на подъемный элеватор. Скорость движения захватов подъемного элеватора — 0,36 м/с. Это позволяет, не снимая бревен с приемной части, поднимать их вверх. У верхних звездочек бревно по наклонной плоскости скатывается в формируемый пакет (штабель). Производительность элеватора ЭЖД-3 — 50 м³/ч.

Специальный подвижной элеватор–штабелер для досок (рис. 28.12). Вертикальная рама 2 его высотой 9,2 м укреплена на низкой самоходной тележке 1. В верхней и нижней частях рамы находятся две пары звездочек 6, которые огибаются тяговыми цепями 3. К ним прикреплены двусторонние (симметричные) захваты 4 с шагом 1,4 м. Приведенные в движение, они поднимают доски к верхней паре звездочек. С верхним ведущим валом соединены два шарнирных параллелограмма 5 с полками, которые снимают доску с захвата и переносят ее на противоположную сторону элеватора, укладывая на тот же захват, обогнувший к этому времени ведущие звездочки. Опускаемая доска встречает на своем пути спуски 7, по которым направляется в штабель. Приводом штабелера служит электродвигатель

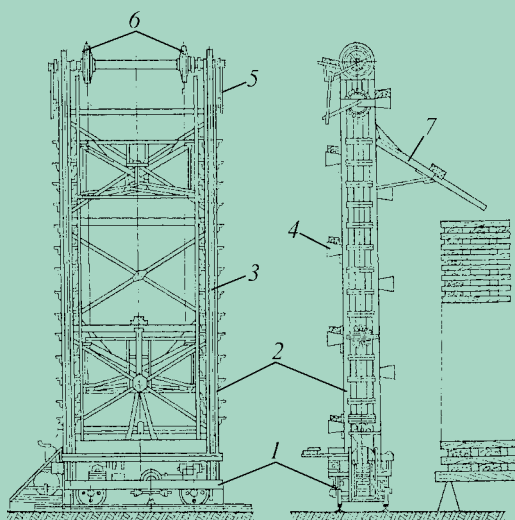


Рис. 28.12. Элеватор-штабелер для досок

мощностью около 7 кВт. Скорость движения цепей составляет 18—20 м/мин, скорость передвижения штабелера — 20—30 м/мин, производительность — 12 м³/ч.

Определение производительности элеватора. Техническая производительность ковшовых элеваторов (т/ч)

$$P_T = 3,6 \frac{e_0}{a} v \psi \gamma, \quad (28.7)$$

где e_0 — вместимость ковша, л; a — расстояние между ковшами (шаг), м; v — скорость тягового элемента, м/с; ψ — коэффициент заполнения ковша, принимаемый для порошкообразных грузов и продуктов размола 0,8—1,0; для зерновых 0,75—0,9; кусковых грузов средних размеров 0,6—0,7; тяжелых крупнокусковых грузов 0,5—0,6 (0,6—0,85); γ — плотность груза, т/м³.

Техническая производительность элеваторов для штучных грузов определяется по формуле (24.3).

28.6. Механические погрузчики непрерывного действия

Погрузчики непрерывного действия выполняются обычно самоходными и служат для погрузки из штабелей в вагон и автомобили, а также для перегрузки из отвалов в штабеля сыпучих и кусковых грузов. У погрузчиков данного типа черпание, перемещение и разгрузка грузов совмещены в непрерывный процесс. Каждый погрузчик имеет зачерпывающий орган (питатель), основной конвейер или элеватор, отвальный или разгрузочный конвейер, ходовую часть, силовые установки и трансмиссии.

На рис. 28.13 показан **многоковшовый погрузчик Д-452** на пневмоколесном ходу с питателем, состоящим из двух винтовых конвейеров, расположенных с обеих сторон элеватора.

При напорном надвигании питателя на штабель груза винты подгребают материал к ковшовому элеватору, который за-



Рис. 28.13. Многоковшовый погрузчик Д-452 на пневматическом ходу

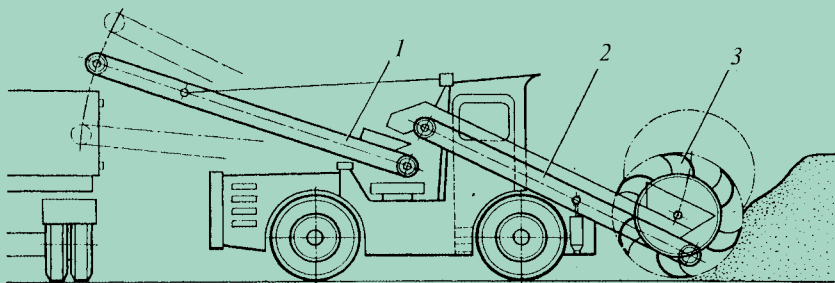


Рис. 28.14. Роторно-ковшовый погрузчик

черпывает ковшами груз и перемещает его на подъемно-поворотный ленточный конвейер для отсыпки груза в отвал или в подвижной состав. Производительность погрузчика $130 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Для погрузки угля, бокситов, руды, минерально-строительных грузов в подвижной состав используют **роторно-ковшовые погрузчики** (рис. 28.14). У роторно-ковшового колеса 3 может быть 6—12 ковшей, с помощью которых оно забирает груз из штабеля и передает его на приемный ленточный конвейер 2 и далее на отгрузочный конвейер 1. Производительность таких погрузчиков $200—1000 \text{ м}^3/\text{ч}$ и более.

Погрузочная машина с подгребающими лапами (рис. 28.15) предназначена для погрузки угля, породы, минерально-строительных и других грузов в различные транспортные средства. Производительность этого погрузчика $50 \text{ м}^3/\text{ч}$.

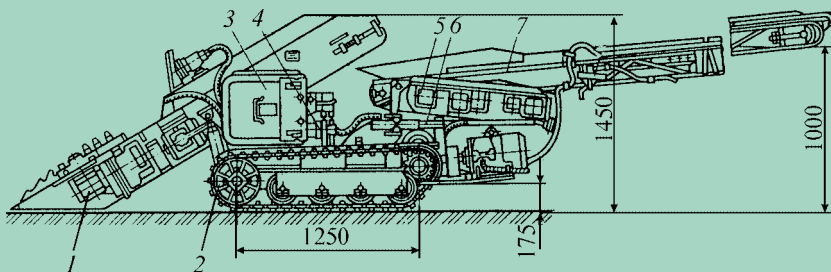


Рис. 28.15. Погрузочная машина с подгребающими лапами:

1 — питатель с двумя подгребающими лапами; 2 — гусеничный ход; 3 — привод отвального конвейера; 4 — электродвигатель; 5 — плоскость поворота отвального конвейера; 6 — гидросистема с силовыми цилиндрами; 7 — отваль-

28.7. Пневматические и гидравлические установки

Действие *пневматических установок* основано на перемещении материала в потоке воздуха. По принципу действия они бывают *всасывающего, нагнетательного и комбинированного* типа. В системе трубопроводов установок *всасывающего типа* создается разрежение (вакуум). Если при этом заборное сопло опустить в груз, то его частицы под действием воздуха будут увлекаться в трубопровод. Поток грузовоздушной смеси поступает в осадительную камеру, где поперечное сечение его, а следовательно, и скорость резко изменяются. Частицы груза теряют кинетическую энергию и оседают в камере. Воздух, проходя через фильтры, выбрасывается в атмосферу.

В установках *нагнетательного типа* груз самотеком или механическими средствами подается в смесительные камеры. В них же поступает сжатый воздух. Грузовоздушная смесь транспортируется к месту складирования под избыточным давлением. Это позволяет перемещать грузы на большие расстояния, чем при использовании установок всасывающего типа. В установках комбинированного типа материал всасывается в заборный орган благодаря разрежению воздуха, а транспортируется в нагнетательном трубопроводе за счет избыточного давления. Кроме того, существуют установки, перемещение груза в которых осуществляется путем придания ему текучести за счет аэрации (насыщения воздухом).

Наибольшее распространение на станциях получили *пневморазгрузчики всасывающего и комбинированного типов*, серийно изготавливаемые промышленностью, предназначенные для выгрузки зерна, пылевидных и порошкообразных материалов из крытых вагонов и судов в приемные устройства или раздаточные бункера.

Принципиальная схема работы *пневматического разгрузчика всасывающего типа* для цемента показана на рис. 28.16. Производительность пневматических разгрузчиков от 20 до 90 т/ч.

Использование пневматических установок исключает пыление и потерю грузов при транспортировании, предохраняет их от действия атмосферных осадков. Эти установки создают наиболее гигиенические и безопасные условия труда обслуживающих их работников, обеспечивают охрану окружающей среды от вредного воздействия пылевидных частиц выгружаемых грузов.

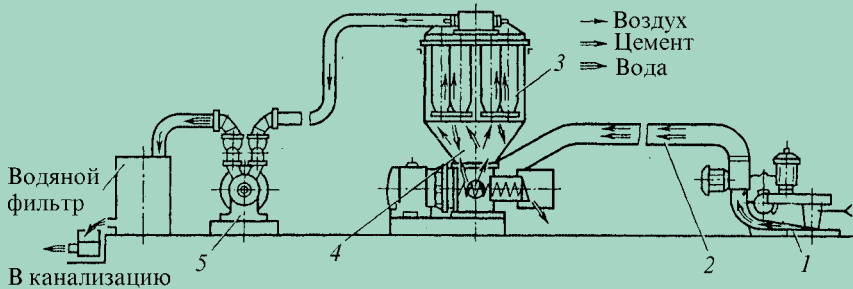


Рис. 28.16. Принципиальная схема работы пневматического разгрузчика всасывающего действия для цемента:

1 — самоходное заборное устройство; 2 — трубопровод; 3 — рукавные фильтры; 4 — осадительная камера; 5 — вакуум-установка

Гидравлический способ разгрузки вагонов заключается в том, что груз вводится в струю воды, перемещается вместе с ней и затем отделяется от нее. Этим способом выгружают свеклу, картофель на сахарных, спиртовых заводах, песок и гравий на заводах стройматериалов и др.

Гидравлические установки отличаются простотой устройства и высокой производительностью. К недостаткам следует отнести большой расход воды, необходимость сложных обезвоживающих устройств и желобов.

Глава 29. Специальные вагоноразгрузочные машины и устройства

29.1. Вагоноопрокидыватели

Машины, с помощью которых вагоны разгружаются поворотом в положении, обеспечивающее высыпание груза, называют **вагоноопрокидывателями**. В зависимости от способа опрокидывания различают следующие типы вагоноопрокидывателей:

торцевые — с поворотом вагона относительно поперечной оси на угол $50\text{—}70^\circ$ и высыпанием груза через откидную торцевую стенку вагона;

роторные — с опрокидыванием вагона на угол $160\text{—}175^\circ$ относительно продольной оси, проходящей внутри контура вагона, и высыпанием груза по боковой стенке вниз;

боковые — с опрокидыванием вагона на угол $160—180^\circ$ вокруг продольной оси, проходящей вне его контура, сбоку и значительно выше уровня пути вагона, и с выгрузкой груза по боковой стенке вниз;

комбинированные — с многократным поворотом или наклоном вагона поочередно вокруг поперечной и продольной осей и с разгрузкой через дверной проем.

По принципу обслуживания грузового фронта все вагоноопрокидыватели, кроме комбинированных, бывают **передвижные и стационарные**, а комбинированные — только **стационарные**.

Торцевой вагоноопрокидыватель (рис. 29.1) представляет собой шарнирно закрепленную платформу, в передней части которой расположен торцевой упор, удерживающий вагон на платформе при ее наклоне. При включении механизма привода платформа вместе с вагоном поворачивается относительно шарнира, расположенного в передней части платформы. Торцевая стенка вагона откидывается, и груз высыпается на решетку приемного бункера. Производительность торцевых опрокидывателей составляет 10—15 вагонов в 1 ч. Торцевые вагоноопрокидыватели могут применяться лишь для разгрузки вагонов европейских дорог, имеющих откидные наружу торцевые стенки.

Стационарный роторный вагоноопрокидыватель ВРС-125 (рис. 29.2) предназначен для выгрузки угля, руды и других насыпных грузов из полувагонов грузоподъемностью до 125 т. Производительность опрокидывателя до 30 вагонов в 1 ч. У стационарных роторных опрокидывателей глубокая подземная часть, предназначенная для приема огромной массы груза при интенсивно работающем вагоноопрокидывателе. Глубина фун-

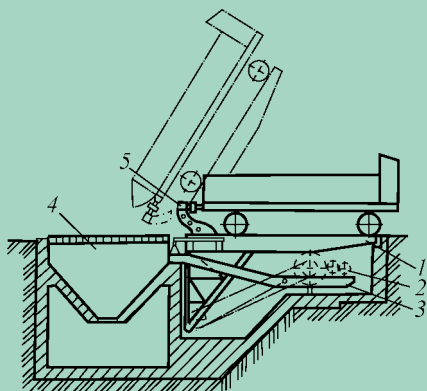


Рис. 29.1. Схема торцевого вагоноопрокидывателя:
1 — поворотная платформа; 2 — привод;
3 — углубление; 4 — приемный бункер;
5 — торцевой упор

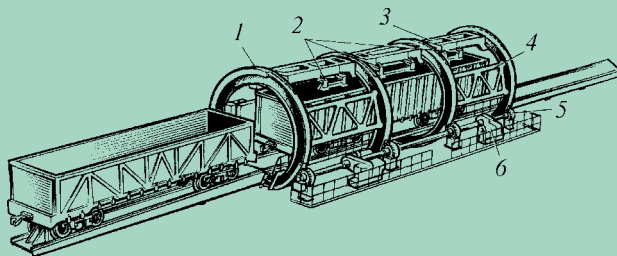


Рис. 29.2. Стационарный роторный вагоноопрокидыватель ВРС-125:
 1 — ротор; 2 — вибраторы для рыхления; 3 — верхние балки; 4 — фермы;
 5 — роликовые балансирные опоры; 6 — привод

дамента для этих сооружений от головки разгрузочного рельса часто превышает 15—17 м. Указанный недостаток частично устранен в *передвижных роторных опрокидывателях*, базой которых служит передвижной мост, где находится ротор с рельсовой колесей. Вагон накатывается в ротор по наклонному въезду.

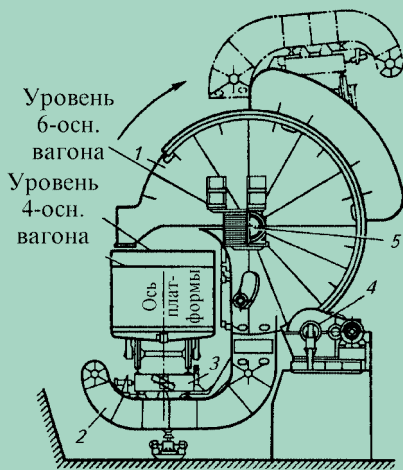


Рис. 29.3. Боковой стационарный вагоноопрокидыватель:
 1 — ротор; 2 — люльки; 3 — платформа;
 4 — электропривод; 5 — подшипники опорных колонн

Боковой стационарный вагоноопрокидыватель (рис. 29.3) предназначен для выгрузки угля из четырех- и шестиосных полувагонов. Разгружаемый вагон располагается ниже оси вращения ротора, на специальных люльках. Поэтому при повороте ротора на $170\text{—}175^\circ$ вагон разгружается на высоте свыше 7 м над уровнем земли, при этом нет необходимости низко заглублять приемные устройства. Высота бункеров над уровнем головок рельсового пути около 4 м. Это упрощает строительные сооружения и транспортные устройства, но увеличивает массу вагоноопрокидывателя до

148 т, а следовательно, и его стоимость. Производительность вагоноопрокидывателя 20 вагонов в 1 ч.

Передвижной боковой вагоноопрокидыватель располагается на специальной платформе, перемещающей его вдоль фронта разгрузки. Вагоны подают в люльку вагоноопрокидывателя и убирают по специальным накатам.

На подъездных путях нашли широкое применение роторные и боковые вагоноопрокидыватели.

29.2. Машины с подъемным элеватором для разгрузки полувагонов и платформ

Уголь, гравий, песок, щебень и другие сыпучие грузы выгружаются с помощью *ковшово-элеваторного разгрузчика ТР-2* (рис. 29.4).

Ковшовые элеваторы опускаются на поверхность груза у торцевой стенки полувагона или платформы так, что ковши не доходят до основания вагона на 50—60 мм. Затем машина начинает перемещаться вдоль полувагона, выбирая груз из его кузова. Захваченный ковшами груз сыпается на передаточный конвейер, затем через пересыпной бункер подается на отвальный конвейер, а оттуда — в штабель или непосредственно в транспортные средства.

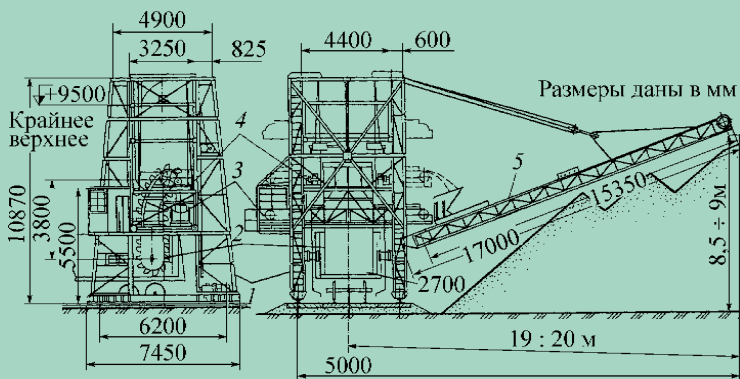


Рис. 29.4. Ковшово-элеваторный разгрузчик ТР-2:

1 — самоходный портал; 2 — элеватор; 3 — приемный ленточный конвейер;
4 — рама; 5 — отвальный ленточный конвейер

Основной недостаток элеваторно-ковшового разгрузчика ТР-2 — большой остаток невыгруженного груза (5—6 %), для удаления которого требуется ручная или механизированная зачистка.

Техническая производительность разгрузчика составляет 450 т/ч, эксплуатационная — до 300 т/ч, а в зимнее время — до 150 т/ч, обслуживает разгрузчик один человек. Существует много конструктивных разновидностей машин этого типа.

Для разгрузки полувагонов применяются мостовые перегружатели с ковшовым элеватором на подъемной стреле. Элеваторная стрела размещена на передвижной тележке кранового типа, которая передвигается вдоль мостового перегружателя с продольным ленточным конвейером. При разгрузке элеваторная стрела с нижним подребающим двухвинтовым шнеком опускается на груз. Захватенный ковшами элеватора груз передается на мостовой ленточный конвейер, транспортируется им и сбрасывается в складской штабель. Со склада груз может забираться этой же элеваторной, стрелой и далее перегружаться в вагон или другое транспортное средство.

29.3. Машины для очистки вагонов и рыхления смерзшихся грузов

При выгрузке насыпных грузов через открытые нижние люки часть груза остается на крышках люков и горизонтальных балках. Остатки грузов в кузове в зависимости от рода груза и его состояния колеблются от 3 до 30 т при влажных грузах. Очистка вручную трудоемка и занимает много времени. Наиболее эффективным средством механизации операций выгрузки оставшегося груза и очистки остатков является применение виброрыхлителей, вибромашин. Параметры данных устройств должны соответствовать ГОСТ 22235-76 и обеспечивать сохранность вагонов.

Вибраторы, устанавливаемые на верхнюю обвязку полувагона, называют **накладными** (рис. 29.5). Они сообщают кузову полувагона вертикальные колебания на рессорном подвешивании. Оставшийся в полувагоне груз под действием вибрации приобретает текучесть и высыпается из полувагона. Полувагон очищается за 3—5 мин.

Внутривагонный вибратор служит для вибрационной очистки крышек люков полувагонов. Он состоит из траверсы и двух вибровозбуди-

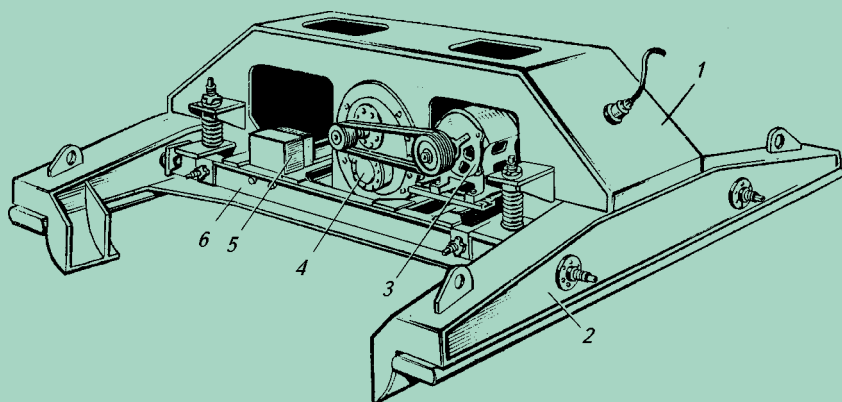


Рис. 29.5. Накладной вибратор:

1 — корпус вибратора; 2 — лыжи; 3 — электродвигатель; 4 — вибровозбудитель;
5 — противовес; 6 — рама

телей. При очистке четыре симметричных штыря вибровозбудителей опускают на две открытые крышки полувагона и приводят в действие.

Вибратор продольного действия устанавливают в промежутке между двумя вагонами так, что его клинья упираются в рамы обоих вагонов. Вибратор очищает одновременно два вагона.

Разработаны конструкции **стационарных вибраторов**, применяемых на бункерах и эстакадных приемных устройствах, на вагоноопрокидывателях и др.

Для очистки полувагонов от остатков груза создана **самоходная щеточная машина**. Она смонтирована на портале, перемещающемся по железнодорожному пути и оборудованном щеточным устройством (группа горизонтальных и две группы вертикальных щеток диаметром 600 мм). Горизонтальные очищают пол вагона, а вертикальные — стены. Для удаления груза из полувагона открывают два его последних люка. Машина очищает полувагон в среднем за 5 мин.

Для очистки кузовов полувагонов, крышек люков, приборов автотормозного оборудования и ходовых тележек применяют **пневматические установки**. Получили распространение **стационарные установки газодинамической очистки**, в которых используется реактивная струя отработавших газов турбовинтового или реактивного двигателя. Газодинами-

ческая очистка дает возможность очищать 250—500 полувагонов в 1 ч. Применяются также передвижные установки газодинамической очистки полувагонов, обеспечивающие не только хорошую очистку кузовов от остатков груза, но и позволяющие восстанавливать сыпучесть нижних смерзшихся слоев. Основной недостаток газодинамической очистки — сильный шум, превышающий допустимые нормы, и значительное пылеобразование. Для исключения этих вредных воздействий на окружающую среду очистку производят в закрытых помещениях ангарного типа.

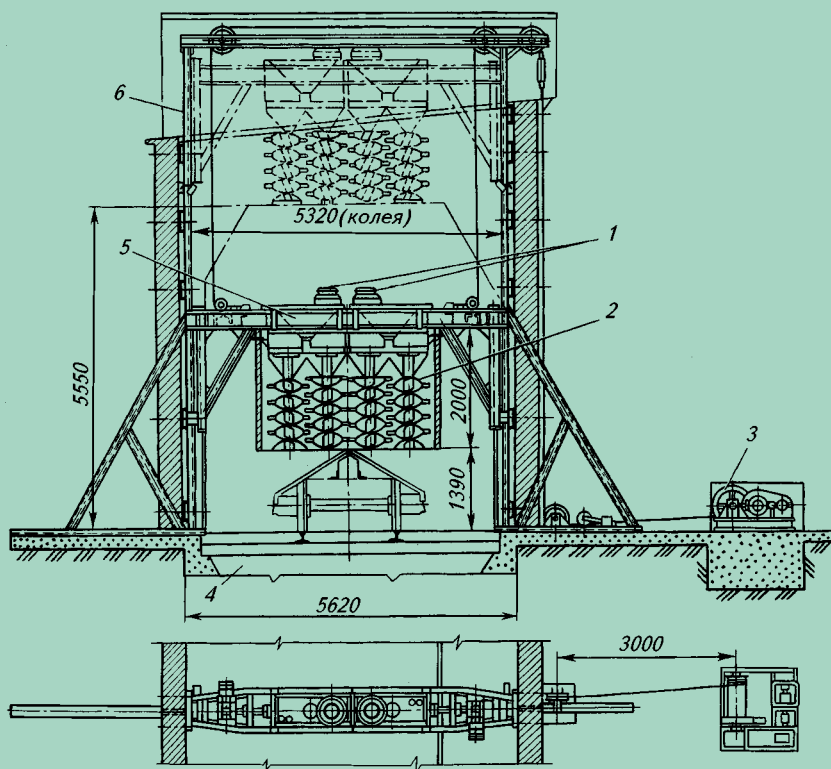


Рис. 29.6. Бурофрезерная рыхлительная машина:

- 1 — электропривод; 2 — барабан; 3 — лебедка; 4 — приемный бункер;
5 — каретка; 6 — портал

В гидравлических стационарных и передвижных установках для очистки полувагонов используется динамический удар водяной струи, подаваемой через сопла на остатки груза.

Для механического рыхления смерзшихся грузов применяют *бу-рофрезерные установки* (рис. 29.6), виброрыхлители различных типов, ударные клиновые, штанговые клиновые рыхлители. В зависимости от степени смерзания на восстановление сыпучести груза в четырехосном полувагоне затрачивается 25—30 мин. Производительность рыхлителя 100—150 т/ч щебня, гравия, песка и угля.

Штанговый клиновой рыхлитель (рис. 29.7) состоит из самоходной фермы, перекрывающей разгрузочные пути. По направляющим моста перемещается на катках тележка, на раме которой смонтированы штанга с клином, приводы передвижения и поворота штанги, а также передвижения самой тележки. Штанга передвигается вверх (вниз) и поворачивается на угол 15° от вертикали. Полувагон размещают над приемными бункерами и открывают люки. Оператор устанавливает тележку рыхлителя над люком и штангой с клином продавливает в него смерзшийся груз.

Виброрыхлитель ДП-6С (рис. 29.8) состоит из вибровозбудителя 1 вертикально направленного действия, рабочего органа 4, представляющего собой плиту со штырями (15 шт.), грузо-

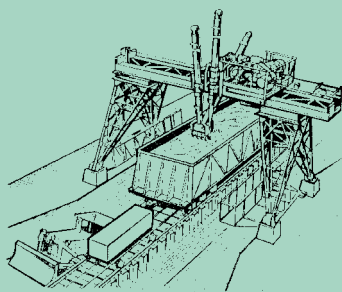


Рис. 29.7. Штанговый клиновой рыхлитель

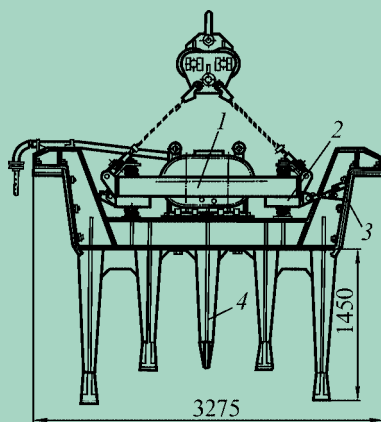


Рис. 29.8. Виброрыхлитель ДП-6С

вой подвески к крану 2 и электрооборудования. Виброрыхлитель работает в комплексе с направляющим устройством 3, предохраняющим вагоны от повреждений. Он подвешивается к крюку крана. Для разгрузки полувагона требуется перестановка виброрыхлителя 8—16 раз, продолжительность разгрузки 30—90 мин. Производительность 80—120 т/ч. Применяются при рыхлении слабосмерзшихся, непластичных грузов, способных рассыпаться при вибровоздействии.

Глава 30. Техническое обслуживание и ремонт погрузочно-разгрузочных машин

30.1. Технический надзор и содержание погрузочно-разгрузочных машин и устройств

Высокие производительность и надежность погрузочно-разгрузочных машин и устройств обеспечиваются правильной их эксплуатацией. Ответственность за правильную организацию эксплуатации и содержание погрузочно-разгрузочных машин и устройств в исправности несут руководители организаций. За техническое состояние машины (устройства) и правильную его эксплуатацию несет ответственность лицо, непосредственно работающее на вверенной ему машине. Именно на него возложен надзор за погрузочно-разгрузочными машинами.

Грузоподъемные машины, сменные грузозахватные органы и съемные грузозахватные приспособления должны быть изготовлены в полном соответствии с Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов (правила Госгортехнадзора). В соответствии с ними все вновь устанавливаемые грузоподъемные машины, а также съемные грузозахватные приспособления до пуска в работу подлежат техническому освидетельствованию. Первичное освидетельствование кранов, выпускаемых заводом, возложено на отдел технического контроля завода перед отправкой.

Если же кран доставлен на место эксплуатации в разобранном виде, то после монтажа специальной комиссией с участием инспектора Котлонадзора производится полное его техническое освидетельствование, т.е. осмотр, статические и динамические испытания.

При статических испытаниях новых или капитально отремонтированных кранов груз, на 25 % превышающий номинальную грузоподъемность, поднимают на высоту 200—300 мм. В таком положении его выдерживают 10 мин. При этом груз не должен самопроизвольно опускаться и в элементах металлоконструкций не должно быть остаточных деформаций.

Машина, выдерживающая статические испытания, подвергается динамическому испытанию — проверке действия механизмов и тормозных устройств. При этом неоднократно поднимают и опускают груз, на 10 % превышающий номинальную грузоподъемность. При удовлетворительных результатах осмотра и испытаний составляют акт ввода в эксплуатацию новой машины или акт приемки из капитального ремонта отремонтированной.

Автокраны, автомобили и другие дорожные самоходные машины подлежат регистрации в государственной инспекции безопасности дорожного движения (ГИБДД) для получения государственного номерного знака.

Все погрузочно-разгрузочные машины, кроме арендованных, находятся на балансе механизированных дистанций погрузочно-разгрузочных работ (или хозрасчетных участков) и имеют инвентарный номер.

За правильностью изготовления, эксплуатацией и ремонтом их на железнодорожном транспорте установлен государственный технический надзор. Осуществляют его дорожные инспекции Котлонадзора, которые подчинены инспекции Котлонадзора МПС России.

На предприятиях организован местный технический надзор, деятельность которого контролирует администрация. Он распространяется и на погрузочно-разгрузочные машины, за которыми не ведет надзор дорожная инспекция. Ответственность за него возлагается, как правило, на главного инженера или заместителя начальника механизированной дистанции погрузочно-разгрузочных работ.

Не реже одного раза в год погрузочно-разгрузочные машины подвергаются осмотру, статическому и динамическому испытаниям.

Для проверки готовности машин к работе в зимних условиях проводится осенний осмотр их комиссией под руководством представителя дороги или отделения. По результатам осмотра составляют акт и принимают меры для улучшения технического состояния машин.

Ремонт погрузочно-разгрузочных машин и устранение обнаруженных неисправностей регистрируют в журнале технического об-

служивания и ремонта. Кроме того, в механизированных дистанциях ведут журнал о приемке-сдаче машины, в котором регистрируют передачу машины по смене; журнал зарядчика-аккумуляторщика; журнал осмотра грузозахватных приспособлений.

30.2. Основные положения о плано-предупредительном техническом обслуживании и ремонте погрузочно-разгрузочных машин

На железнодорожном транспорте для погрузочно-разгрузочных машин установлена *система плано-предупредительного технического обслуживания и ремонта* (ППР), при которой машины поступают в ремонт по плану, отработав установленное количество машино-часов или норму выработки. Такой порядок обеспечивает проведение ремонта отдельных узлов, агрегатов и машины в целом не тогда, когда они становятся неисправными, а заранее, когда еще возможно предотвратить поломку или появление неисправности.

Система плано-предупредительного технического обслуживания и ремонта погрузочно-разгрузочных машин представляет собой комплекс организационно-технических мероприятий, обеспечивающих содержание машин в технически исправном состоянии, снижение эксплуатационных затрат и достижение минимальной себестоимости переработки грузов. Обслуживают и ремонтируют машины в плановом порядке после использования их в течение определенного промежутка времени или выполнения определенного объема грузопереработки. Достоинство такой системы заключается в том, что предварительно запланированные ремонт и техническое обслуживание выполняют не тогда, когда машина уже неисправна, а заранее, когда можно предотвратить ее непредвиденную остановку. Система плано-предупредительного ремонта и обслуживания обеспечивает равномерную загрузку ремонтной базы в течение года, способствует повышению выработки и коэффициента технической готовности машин.

Техническое обслуживание — это комплекс мероприятий, создающих наиболее благоприятные условия для работы деталей и узлов машины, своевременно предупреждающих неисправности и ликвидирующих выявленные дефекты. *Ремонт* — это комплекс тех-

нических операций, направленных на устранение неисправностей, возникающих в процессе эксплуатации машины. Система планово-предупредительного технического обслуживания и ремонта предусматривает проведение ежесменного технического обслуживания (ЕО) и периодического технического обслуживания первого (ТО-1) и второго (ТО-2) объемов, текущего (Т) и капитального (К) ремонтов.

Система планово-предупредительного ремонта и технического обслуживания погрузочно-разгрузочных машин включает понятия:

ремонтный цикл — период работы машины между двумя капитальными ремонтами;

структура ремонтного цикла — порядок чередования технических обслуживаний и ремонтов в период между двумя капитальными ремонтами;

межремонтный период — время работы между двумя очередными плановыми ремонтами (техническими обслуживаниями).

Ежесменное обслуживание предусматривает: наружный контроль и подготовку машины к безотказной работе в течение смены; поддержание надлежащего внешнего вида; заправку машины горючими и смазочными материалами; проверку исправного действия основных механизмов и узлов. **Техническое обслуживание ТО-1** включает работы, выполняемые при ежесменном обслуживании, и дополнительное освидетельствование технического состояния машины с выявлением всех дефектов, подлежащих устранению, и их устранение. **В техническое обслуживание ТО-2** входят: ежесменное обслуживание, ТО-1 и другие работы, предусмотренные инструкцией по техническому обслуживанию данной машины. Кроме ТО-1 и ТО-2, предусматриваются **осенние и зимние сезонные технические обслуживания (СО)** с целью подготовки погрузочно-разгрузочных машин для работы в зимних и летних условиях. Этот вид обслуживания совмещают с ТО-2 или с совпадающим видом ремонта.

Для кранов на пневмоколесном и гусеничном ходу, кранов стреловых железнодорожных, одноковшовых погрузчиков, экскаваторов и других машин большой грузоподъемности предусматривается ТО-3.

Текущий ремонт проводится с частичной разборкой машины для выявления и устранения неисправностей в узлах и агрегатах. При этом под-

вергшиеся наиболее интенсивному износу узлы и агрегаты разбирают и осматривают, заменяют детали, износ которых превысил допусκαемый.

При *капитальном ремонте* машина полностью разбирается, при этом ремонтируются базовые узлы и детали, заменяются и восстанавливаются изношенные детали, узлы, агрегаты и металлоконструкции. После капитального ремонта машина полностью восстанавливает свою работоспособность до первоначальных параметров.

Глава 31. Техничко-экономическое сравнение вариантов механизации погрузочно-разгрузочных работ

31.1. Принципы сравнения вариантов

Строительство складов и оснащение их современными средствами механизаций и автоматизации требуют значительных капитальных вложений. Для заданного грузооборота обычно намечают несколько вариантов комплексной механизации погрузочно-разгрузочных работ. Затем делают подробный технико-экономический расчет каждого варианта и выбирают наиболее рациональный. Сравнение вариантов проводится по основным технико-экономическим показателям:

I-я группа показателей (стоимостные) включает в себя: капиталовложения, годовые эксплуатационные расходы, себестоимость переработки грузов и срок окупаемости.

II-я группа показателей (натуральные). Основным из этих показателей является производительность труда.

Отбирается тот вариант, который дает наименьшие приведенные затраты на капитальные вложения и их эксплуатацию.

Приведенные затраты

$$C = C_{\text{э}} + E_{\text{н}}K, \quad (31.1)$$

где $C_{\text{э}}$ — эксплуатационные расходы, руб., K — капитальные вложения в каждом варианте механизации, руб.; $E_{\text{н}}$ — нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, равный 0,15.

Кроме того, при выборе машин и устройств учитывается уровень производительности труда, сокращение или полная ликвидация ручных операций, ускорение доставки грузов, сокращение про-

стоя подвижного состава. Принимаемый вариант механизации обеспечивает наименьшие размеры капитальных вложений и стоимости грузовых операций при наибольшей производительности труда, ускорение грузопереработки, наименьший простой транспортных средств. Выбранный вариант механизации будет оптимальным только в том случае, если ранее были выбраны оптимальные варианты всех технических комплексов перевозочного процесса и складов. Так как перевозочный процесс состоит из многочисленных взаимосвязанных элементов, может получиться так, что некоторые из них будут оптимальными, а вся система в целом нет.

31.2. Капитальные вложения

Капитальными затратами (капиталовложениями) считаются затраты на создание новых и реконструкцию действующих основных фондов. Капиталовложения осуществляются за счет средств, вкладываемых в развитие производства, амортизационных отчислений, прибыли предприятий и кредитов банка.

Основные фонды — это средства труда (машины и оборудование, здания и сооружения, транспортные средства). Они служат длительный срок и переносят свою стоимость на готовый продукт частями, по мере износа.

Капитальные вложения в комплексную механизацию погрузочно-разгрузочных работ включают затраты на:

- приобретение погрузочно-разгрузочных машин и устройств;
- устройство дистанционного, полуавтоматического, автоматического или программного управления, если оно не предусмотрено в самих машинах и предусматривается в связи с новыми вариантами механизации;
- оборудование вспомогательных устройств, связанных с работой основных погрузочно-разгрузочных машин (зарядные станции, гаражи, ремонтные мастерские, компрессорные станции и др.);
- устройство разгрузочных эстакад, площадок, путевое развитие, благоустройство подъездов и др.;
- складское хозяйство, в том числе расходы на сантехнику, водопровод, электроснабжение; бытовые помещения (душевые, раздевалки и др.).

Стоимость новых установок, машин, сооружений принимают по сметам на основе действующих прейскурантов, существующего оборудования и сооружений по фактическому износу. К сумме капитальных вложений добавляют также стоимость проектно-конструкторских и опытных работ, относящихся к данному объекту, затраты на монтаж машин по соответствующим ценникам (ориентировочно 10 % от стоимости оборудования), наценки снабженческих и сбытовых организаций и издержки на доставку оборудования к месту установки (примерно 6—12 % от отпускной цены), заготовительно-складские расходы (1—2 % от стоимости машин).

31.3. Эксплуатационные расходы и себестоимость переработки грузов

Годовые эксплуатационные расходы (руб.)

$$C_3 = З + Э + О + А + Р + Э_{\text{уек}}, \quad (31.2)$$

где $З$ — затраты на основную и дополнительную заработную плату, руб.; $Э$ — затраты на электроэнергию, руб.; $О$ — затраты на обтирочные и смазочные материалы, руб.; $А$ — отчисления на амортизацию, руб.; $Р$ — затраты на средний и текущий ремонт, техническое обслуживание, руб.; $Э_{\text{уек}}$ — экономия от ускорения перегрузочного процесса, руб.

Расходы на заработную плату. Расходы на заработную плату $З$ подсчитывают по списочному составу персонала, обслуживающего объект механизации, в соответствии с принятым числом смен, системой оплаты труда (сдельной или повременной) по Единым нормам выработки и времени на вагонные, автотранспортные и складские погрузочно-разгрузочные работы. Учитываются доплаты за работу в праздничные дни, выплата премий, оплата отпуска, начисления на зарплату: соцстрах и накладные расходы.

Расходы на электроэнергию. Расходы на электроэнергию $Э$ (топливо T) определяют по числу часов работы машины или установки с учетом норм расхода и стоимости 1 кВт электроэнергии или 1 кг топлива.

Для машин непрерывного действия

$$\Xi = T_p C_{эл} N, \quad (31.3)$$

где T_p — фактическое время работы машины в год, ч; $C_{эл}$ — стоимость 1 кВт силовой энергии, руб.; N — мощность электродвигателя, кВт.

Фактическое время работы машины (ч/год) в год

$$T_p = \frac{Q_\Gamma}{P_T n_M}, \quad (31.4)$$

где Q_Γ — годовой объем грузопереработки, т; P_T — техническая производительность машины, т/ч; n_M — количество работающих машин, шт.

Для машин периодического действия

$$\Xi = \Sigma N_{эл} \eta_0 \eta_1 T_p n_M C_{эл}, \quad (31.5)$$

где $\Sigma N_{эл}$ — номинальная мощность электродвигателей машины или установки, кВт; η_0 — коэффициент, учитывающий потери в электро-распределительной сети кранов (1,03—1,2); η_1 — коэффициент, учитывающий использование электродвигателей мощности и времени при средней их нагрузке (0,85—0,9); $C_{эл}$ — стоимость одного кВт-ч силовой электроэнергии, руб.; T_p — продолжительность работы машины в течение года на переработке всего грузопотока, ч.:

$$T_p = N_{вр. мех} \cdot Q_\Gamma, \quad (31.6)$$

где $N_{вр. мех}$ — норма времени механизатора на выполнение одной грузовой операции, ч.

Расходы на обтирочные и смазочные материалы. Расходы на смазочные и обтирочные материалы O принимают в размере 10—20 % от стоимости электроэнергии или топлива.

Амортизационные отчисления. *Амортизация* — возмещение в денежной форме износа основных фондов, т.е. накопление денежных средств для осуществления частичного или полного воспроизвод-

ства основных фондов. Годовые отчисления на амортизацию A находят умножением стоимости оборудования или сооружения на общую норму амортизационных отчислений (на восстановление и капитальный ремонт) для данного вида оборудования или сооружения. Отчисления на амортизацию предприятия осуществляют по действующим государственным нормам, которые устанавливаются в процентах от первоначальной стоимости оборудования или сооружения в зависимости от срока службы, с добавлением определенного процента на накопительные ремонты.

Расходы на средний и текущие ремонты. Расходы, идущие на текущий и средний ремонты, определяются из расчета 2,5—8,6 % отчислений в год.

Себестоимость переработки грузов (руб./ед.продукции)

$$C = \frac{C_3}{Q'_{\text{год}}}, \quad (31.7)$$

где C_3 — годовые эксплуатационные расходы, руб.; $Q'_{\text{год}}$ — годовой объем грузопереработки, т.

Себестоимость переработки грузов — денежное выражение всех затрат, приходящихся на единицу продукции (1т груза). В нем отражены конкретные условия ее работы, техническое оснащение, технология и организация погрузочно-разгрузочных работ.

Производительность работников труда (т/чел. в год) грузового хозяйства определяется количеством переработанного груза за определенный период времени, приходящимся на одного работника,

$$П = \frac{Q'_{\text{год}}}{K}, \quad (31.8)$$

где K — контингент работников, занятый на выполнении погрузочно-разгрузочных работ.

Выбор оптимального варианта механизации. Оптимальным является тот вариант, который требует меньших капитальных затрат K и меньших годовых эксплуатационных расходов C_3 (обеспечивает меньшую себестоимость). Если капитальные вложения в одном варианте K_1 , а в другом K_2 , а эксплуатационные расходы соответ-

ственно $C_{1э}$ и $C_{2э}$, то возможно, что $K_1 < K_2$ и $C_{1э} < C_{2э}$. В этом случае, бесспорно выгоден первый вариант. Если $K_1 > K_2$, а $C_{1э} < C_{2э}$, то необходимо найти срок окупаемости разности капитальных вложений $T_{ок}$, т.е. число лет, в течение которых она окупится за счет экономии на эксплуатационных расходах

$$T_{ок} = \frac{K_1 - K_2}{C_{2э} - C_{1э}}, \quad (31.9)$$

где $C_{1э}$ и $C_{2э}$ — годовые эксплуатационные расходы соответственно по I и II варианту, руб.; K_1 и K_2 — капиталовложения соответственно по I и II вариантам, руб.

Если $T_{ок}$ не превысит 8 лет (нормативный срок окупаемости), оптимальным считается вариант с большими капвложениями. При вариантах, близких по себестоимости грузопереработки единицы продукции, учитывается производительность труда.

Высокопроизводительные средства механизации позволяют увеличить объем механизированной переработки грузов в грузовых районах и сократить потребность в грузчиках, работа которых тяжела и опасна. Выбор средств механизации в каждом отдельном случае должен обеспечивать эффективность капитальных вложений и снижение эксплуатационных расходов. В технико-экономических расчетах учитывают перспективу роста грузооборота на станции, возможность использования специальных и универсальных погрузочно-разгрузочных машин. Следует иметь в виду, что часть эффекта от внедрения средств механизации может быть получена другими подразделениями транспорта от сокращения простоев вагонов, автомобилей и других транспортных средств, улучшения использования их грузоподъемности и сохранности грузов при перегрузочных операциях.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Таблица 1

Техническая характеристика универсальных крытых вагонов

Показатели	Модель 11-066	Модель 11-217	Модель 11-260	Модель 11-270	Модель 11-276	Модель 11-280	Модель 11-286
Год постановки на серийное производство	1979	1976	1989	1986	1990	1991	1993
Грузоподъемность, т	66	68	68	68,8	68	68	67
Тара, т	22	24,7	26	24,5	26	26	27
Объем кузова, м ³	120	120	140	122	122	138	138
База вагона, м	10	10	12,24	10	10	12,24	12,24
Длина:							
по осям сцепления автосцепок, м	14,73	14,73	16,97	14,73	15,36	16,97	17,67
по концевым балкам рамы, м	13,87	13,87	15,75	13,87	14,57	15,75	15,75
внутри кузова, мм					13844	15724	15724
Ширина, м:							
максимальная	3,279	3,249	3,266	3,266	3,266	3,266	3,266
внутри кузова	2,76	2,764	2,77	2,764	2,764	2,764	2,764
дверного проема	2,0	3,794	3,973	3,802	3,802	3,802	3,802
Высота от уровня головок рельсов, м:							
максимальная	4,688	4,668	4,688	4,688	4,688	4,693	4,693
до уровня пола	1,283	1,286	1,286	1,286	1,286	1,286	1,286
Количество осей	4	4	4	4	4	4	4
Тип 2-осной тележки	18—100	18—100	18—100	18—100	18—100	18—100	18—100
Нагрузка от колесной пары на рельсы, кН	227,5	231,8	228	228	230,5	230,3	230
Нагрузка на 1 пог. метр пути, тс/м	6,16	6,29	5,49	6,31	6,12	5,54	5,32

Окончание таблицы 1

Показатели	Модель 11-066	Модель 11-217	Модель 11-260	Модель 11-270	Модель 11-276	Модель 11-280	Модель 11-286
Конструкционная скорость, км/ч	120	120	120	120	120	120	120
Наличие переходной площадки	нет	нет	нет	нет	есть	нет	есть
Габарит по ГОСТ 9238-83	1-ВМ	1-ВМ	1-ВМ	1-ВМ	1-ВМ	1-ВМ	1-ВМ

Примечание. Все перечисленные в таблице модели вагонов имеют стояночные тормоза.

Таблица 2

Техническая характеристика специализированных крытых вагонов

Показатели	Назначение вагона, модель									
	для легко- вых автомо- билей, 11-835	для скота (2- ярус.), 11-240	для це- мента, 19-758	для зерна, 19-752	для мин. удобре- ний 19-923	для пере- возки скота, 11-267	для техн. угле- рода, 25-4001	для муки, 17-486	для грузов 9 и 13 разря- дов, 11-274	для перевоз- ки бу- маги, 11-259
Год серийного про- изводства	—	1975	1986	1982	1979	1987	1979	—	1989	1984
Грузоподъемность, т	15	26,46	72	70	70	25	60	52	50	68
Тара, т	35	25,4	19,5	23	23	32,5	24	30	35	24
Объем куз., м ³	—	—	60	94	81	—	146	86	120	120
База вагона, м	17	10	7,7	10,5	8,98	17	13,37	13,35	10	10

Продолжение таблицы 2

Показатели	Назначение вагона, модель									
	для легко- вых автомо- билей, 11-835	для для скота (2- ярус.), 11-240	для це- мента, 19-758	для зерна, 19-752	для мин. удобре- ний, 19-923	для пере- возки скота, 11-267	для техн. угле- рода, 25-4001	для муки, 17-486	для грузов 9 и 13 разря- дов, 11-274	для пере- возки бумаги, 11-259
Длина, мм:										
по осям сцепления автосцепок	24260	14730	11920	14720	13200	24730	17500	17480	14730	14730
концевым балкам рамы	23240	13870	10700	13500	11980	23510	16280	16260	13510	13870
внутри кузова	22680	10588	7910	10700	8526	23440	16985	—	13803	13864
ширина, мм:										
кузова	3150	3282	3278	3240	3260	3256	3112	3220	3266	3249
максимальная								диаметр емкости		
дверного проема кузова внутри	2400 3030	2000 2760	— —	— —	— —	1980 2720	— —	— —	3890 2730	3973 2784
Высота макс. от уровня головок рельсов, м	5,125	5,133	4,405	4,565	4,914	4,63	4,722	4,68	4,64	4,692
Кол-во осей	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Тип тележки	18-100	18-100	18-100	18-100	18-100	18-100	18-100	18-100	18-100	18-100

Окончание таблицы 2

Показатели	Назначение вагона, модель									
	для легко-вых автомо-билей, 11-835	для скота (2-ярус.), 11-240	для це-мента, 19-758	для зерна, 19-752	для мин. удобре-ний, 19-923	для пере-возки скота, 11-267	для техн. угле-рода, 25-4001	для муки, 17-486	для грузов 9 и 13 разря-дов, 11-274	для пере-возки бумаги, 11-259
Нагрузка от колесной пары на рельс, кН	122,5	129,65	228,3	225,5	228,0	140,87	205,8	201,1	208,46	225,6
Нагрузка на 1 пог. метр пути, тс/м	2,15	3,82	7,67	6,25	7,05	2,32	4,8	4,7	5,77	6,25
Конструкционная скорость	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Наличие переходной площадки	нет	нет	есть	есть	есть	нет	нет	нет	нет	нет
Габарит по ГОСТ 9238—83	I-T	I-T	I-T	I-BM	I-T	I-BM	I-T	I-T	I-BM	I-BM

Примечание. Все перечисленные в таблице модели вагонов имеют стояночные тормоза.

Таблица 3

Техническая характеристика универсальных полувагонов

Показатели	Модель вагона									
	12-132 с глухими торцевыми стенами	12-119 с глухими торцевыми стенами	12-753	12-1000	12-1592 с глухим кузовом	12-757 с уширенными дверным проемом	12-П152	12-541	12-508	12-124
Количество осей	4	4	4	4	4	4	6	8	8	8
Грузоподъемность, т	70	69	69	69	71	69	94	125	125	130
Тара, т	24	22,5	22,5	22	21,28	25	32,4	43,3	45,17	46
Объем кузова, м ³	88	76	74	73	83	85	106	140,3	137,5	150
База вагона, м	8,65	8,65	8,65	8,65	8,65	8,67	10,44	12,07	12,07	10,55
Длина, м:										
по осям сцепления автосцепок	13,92	13,92	13,92	13,92	13,92	13,92	16,4	20,24	20,24	18,88
по конечным балкам рамы	12,78	12,73	12,8	12,7	12,7	12,8	15,18	19,11	19,11	17,95
Ширина максимальная, м	3,158	3,134	3,134	3,134	3,142	3,22	3,22	3,19	3,13	3,3
Высота, м:										
от уровня головок рельсов	3,8	3,495	3,484	3,484	3,492	3,746	3,797	3,97	3,916	4,312
внутри кузова	2,365	2,06	2,06	2,06	2,24	2,315	2,365	2,51	2,45	2,855
Число разгрузочных люков, шт	14	14	14	14	—	14	16	22	22	20
Размеры разгрузочных люков в свету, м	1,327x 1,54	1,327x 1,54	1,327x 1,54	1,327x 1,54	—	1,327 x 1,54	1,327x 1,54	1,327x 1,54	1,327 x1,54	1,327x x1,54

Окончание таблицы 3

Показатели	Модель вагона									
	12-132 с глухими торцевыми стенами	12-119 с глухими торцевыми стенами	12-753	12-1000	12-1592 с глухим кузовом	12-757 с уширенным дверным проемом	12-П152	12-541	12-508	12-124
Количество торцевых дверей, шт.	—	—	2	2	—	2	2	2	2	2
Нагрузка от колесной пары на рельсы, кН	230	228	228	215,6	228,1	245,9	206,5	218	209,4	215,7
Нагрузка на 1 пог. м пути, тс/м	6,75	6,57	6,57	6,28	6,63	7,18	7,7	8,45	8,44	9,3
Тип тележки	18-100	18-100	18-100	18-100	18-100	18-100	18-102	18-101	18-101	18-101
Конструкционная скорость, км/ч	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Габарит по ГОСТ 9238-83	1-ВМ	0-ВМ	0-ВМ	0-ВМ	0-ВМ	1-ВМ	1-Т	1-Т	1-Т	Т _{пр}

Таблица 4

Техническая характеристика специализированных полувагонов

Показатели	Модели вагона									
	12-4004	22-4024 с глухим кузовом	20-471 коппер	22-473 коппер	20-4015 коппер	20-4070 коппер	22-4003 коппер	55-3100 самораз-груж.	12-288	17-494
Количество осей	4	8	4	4	4	4	4	4	4	4
Назначение вагона	Для технол. щепы	Для медной руды	Для горючих окатышей	Для торфа	Для окатышей	Для охлажд. кокса	Для угля	Для сыпучих грузов	Для рулонов стали	Для нефте-бигума
Грузоподъемность, т	58	115	65	58	75	61	90	75	69	45
Тара, т	30	46	23	25,5	25	32,8	29,5	25	25	36,5
Объем кузова, м ³	154	71	42	110	45	130	83	80	—	53,48
База вагона, м	15,69	7,78	7,2	13,37	7,78	13,6	11,72	8	7,8	9,72
Длина, м:										
по осям сцепления	20,96	15,8	12	17,5	12	17,82	15,85	12,22	12,53	14,62
автосцепок										
по концам балкам рамы	19,74	14,64	10,78	16,28	10,75	16,6	14,63	11	11,31	13,4
внутри кузова	20,03	14,63	—	—	—	—	—	—	10,63	—
Ширина, м:										
максимальная	3,24	3,1	3,154	3,186	3,154	3,135	3,27	3,25	3,075	3,16
внутри кузова	3,026	2,8	—	—	—	—	—	—	—	—
Высота, м										
от уровня головок рельсов	4,365	3,1	3,465	4,5	3,653	4,415	3,86	4	2,25	4,2
максимальная										
внутри кузова	2,54	1,807	—	—	—	—	—	—	0,8	—

Окончание таблицы 4

Показатели	Модели вагона									
	12-4004	22-4024 с глхим кузовом	20-471 хопнер	22-473 хопнер	20-4015 хопнер	20-4070 хопнер	22-4003 хопнер	55-3100 самораз- грук.	12-288	17-494
Количество люков	22	нет	2	4	2	4	4	4	—	4 бункера
Число торцевых дверей	нет	нет	—	—	—	—	—	—	—	—
Нагрузка от колесной пары на рельсы, кН	215,6	197,3	215,6	204,8	245	230	286,8	245	230	199,6
Нагрузка на 1 пог. метр пути, тс/м	4,1	10,2	7,3	4,77	8,33	5,21	7,54	8,18	7,5	5,57
Модель 2-осной тележки	18-100	18-101	18-100	18-100	18-100	18-100	18-477	18-100	18-100	18-100
Конструкционная скорость, км/ч	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Габарит по ГОСТ 9238-83	1-Г	1-Г	1-ВМ	1-Г	1-ВМ	1-Г	1-Г	1-Г	0-ВМ	1-ВМ

Таблица 5

Техническая характеристика платформ

Показатели	Модели вагона										
	13-401	13-4012	13-4012-09	13-4012-11	13-470	13-9004	23-469	23-4028	13-479	13-435	12-4011
Количество осей	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	4
Назначение вагона	универсальные	универсальные	для перевозки конт.-цистерн	универсальное для оборудования для листовой проката	для крупнотонажных контейнеров	для крупнотон. контейнеров и колес. техники	для транспорт. леса в хлыст.	для перевозки лесных грузов	для перевозки легковых автомобилей	для трансформаторов	для холоднойкатаной стали в рулонах и пачках
Грузоподъемность, т	70	71	72	69	60	65	65	60,4	20	93	64
Тара, т	20,92	21,4	18,24	25	22	26	27,8	32,6	26	29	29
Площадь пола, м ²	36,8	36,8	36,8	36,8	46	52,5	—	—	—	—	—
База вагона, м	9,72	9,72	9,72	9,72	14,72	14,72	19	17,84	16,5	9	10,77
Длина, м:	14,62	14,62	14,62	14,62	19,62	19,62	25,22	24	21,66	15,22	14,9
по осям сцепления автосцепок	13,4	13,4	13,4	13,51	18,4	18,4	24	22,84	20,8	14	13,68
по концевым балкам рамы внутри кузова	13,3	13,3	—	—	—	—	—	—	—	—	12,64
внутри кузова	13,3	13,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Продолжение таблицы 5

Показатели	Модели вагона										
	13-401	13-4012	13-4012-09	13-4012-11	13-470	13-9004	23-469	23-4028	13-479	13-435	12-4011
Ширина, м:											
максимальная	3,14	3,15	2,87	2,95	2,5	2,87	3,1	3,15	3,25	2,83	3,195
внутри кузова	2,77	2,77	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Высота от уровня											
головок рельсов, м:	1,81	1,81	1,4	2,525	1,365	1,722	4,35	4,18	3,22	—	3,5
максимальная	1,31	1,31	1,31	1,31	1,275	1,322	1,25	1,25	—	1,388	—
до уровня пола											
Кол-во бортов, шт.:											
продольных	8	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—
торцевых	2	2	—	—	—	2	—	—	—	—	—
Высота бортов, мм:											
продольных	500	500	—	—	—	—	—	—	—	—	—
торцевых	400	400	—	—	—	400	—	—	—	—	—
Кол-во стоек, шт.	—	—	—	—	—	—	12	16	—	—	—
Кол-во упоров для	—	—	8	—	20/4	24	—	—	68	—	—
крепления, шт	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Нагрузка от колесной	223	228	221,1	230	205	223	227,4	245	112,7	199,1	228
пары на рельсы, кН											

Окончание таблицы 5

Показатели	Модели вагона										
	13-401	13-4012	13-4012-09	13-4012-11	13-470	13-9004	23-469	23-4028	13-479	13-435	12-4011
Нагрузка на 1 м пути, тс/м	6,22	6,32	6,17	6,42	4,18	4,638	3,83	3,875	2,13	8,02	6,24
Тип тележки	18-100	18-100	18-100	18-100	18-100	18-100	18-100	18-100	18-100	18-102	18-100
Конструкционная скорость, км/ч	120	120	120	120	120	120	120	120	120	100	120
Габарит по ГОСТ 9238—83	0-ВМ	0-ВМ	0-ВМ	0-ВМ	0-ВМ	0-ВМ	1-Т	1-Т	1-Т	1-Т	1-ВМ

Таблица 6

Техническая характеристика цистерн общего назначения

Показатели	Модели вагона										
	15-869	15-Ц863	15-289	15-150	15-740	15-011	15-1100	15-777	15-880	15-1500	15-871
Количество осей	4	4	4	4	4	4	4	4	4	8	8
Назначение вагона	для бензина и светлых нефтепродуктов	для бензина и нефти	для нефтепродуктов	универсальный, со съемным оборудованием для листового проката	для нефтепродуктов	для нефтепродуктов	для нефтепродуктов	для светлых нефтепродуктов	для нефтепродуктов	для светлых нефтепродуктов (кроме бензина)	для бензина и светлых нефтепродуктов
Грузоподъемность, т	62	60	66	66	66	60	66	66	125	125	120
Тара, т	25,3	23,1	27	27	27	23,2	28	26,8	51	51	48,8
Объем котла, м ³	88,6	61,2	73,1	74	75	73,7	73,1	72,4	159,5	161,6	140
База вагона, м	9,35	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	10,52	13,92	13,79
Длина, м:	13,57	12,02	12,02	12,02	12,02	12,02	12,02	12,02	18,69	21,25	21,12
автосцепок											
по концам балкам рамы внутри кузова	12,35	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	17,56	20,12	19,99
Диаметр котла	3000	2800	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3400	3200	3000
внутренний, мм											
Длина котла наружная, м	12,95	10,3	10,77	11,19	10,77	10,77	10,77	10,77	18,09	20,65	20,23
Высота от уровня головок рельсов максимальная, м:	4,64	4,597	4,64	4,6	4,608	4,615	4,64	4,62	5,175	5,217	4,79

Продолжение таблицы 6

Показатели	Модели вагона										
	15-869	15-Ц863	15-289	15-150	15-740	15-011	15-1100	15-777	15-880	15-1500	15-871
Кол-во верхних люков, шт.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
Наличие уклона котла к сливному прибору	есть	есть	есть	нет	есть	есть	есть	есть	есть	есть	есть
Количество секций котла	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	—
Наличие клапана: предохранительного	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
предохранительно-впускного	есть	есть	есть	есть	есть	есть	есть	есть	есть	есть	2
Способ налива	верхний	верхний	верхний	верхний	верхний	верхний	верхний	верхний	верхний	верхний	верхний
Способ слива	нижний	нижний	нижний	нижний	нижний	нижний	нижний	нижний	нижний	нижний	нижний
	самоте-	самоте-	самоте-	самоте-	самоте-	самоте-	самоте-	самоте-	самоте-	самоте-	самоте-
	ком	ком	ком	ком	ком	ком	ком	ком	ком	ком	ком
Количество лестниц: наружных	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
внутренних	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Нагрузка от колесной пары на рельсы, кН	215,8	203,5	233	230	227,8	203,8	235	228	215,8	215,8	206,8
Нагрузка на 1 м пути, тс./м	6,43	6,91	7,74	7,76	7,7	6,92	7,82	7,72	9,42	8,28	8

Показатели	Модели вагона										
	15-869	15-Ц863	15-289	15-150	15-740	15-011	15-1100	15-777	15-880	15-1500	15-871
Тип тележки	18-100	18-100	18-100	18-100	18-100	18-100	18-100	18-100	18-101	18-101	18-101
Конструкционная скорость, км/ч	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Габарит по ГОСТ 9238-83	02-ВМ	02-ВМ	02-ВМ	02-ВМ	02-ВМ	02-ВМ	02-ВМ	02-ВМ	Т	1-Т	1-Т

Таблица 7

Техническая характеристика специальных цистерн

Показатели	Модели вагона											
	15-1566	15-886	15-1454	15-1542	15-1535	15-1613	15-Ц854	15-1601	15-1020	15-1487	15-1024	
Количество осей	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Назначение вагона	для вязких нефтепродуктов	для молока	для спирта	для виноматериалов	для виноматериалов	для патоки	для серной кислоты	для углящепной серной кислоты	для соляной кислоты	для слабых азотной кислоты	для крепкой азотной кислоты	
Грузоподъемность, т	68,5	31,2	59	57,4	57,5	71	60	77	52,2	71,5	57,5	
Тара, т	24,5	23,3	23,2	25,1	26,4	22,6	21,9	22,2	22,45	21,5	22,5	

Продолжение таблицы 7

Показатели	Модели вагона													
	15-1566	15-886	15-1454	15-1542	15-1535	15-1613	15-1854	15-1601	15-1020	15-1487	15-1024			
Объем котла, м ³	73,1	30,52	73,1	54,8	61,17	54,5	32	46	46	51,9	34,2			
База вагона, м	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,12	7,8	7,8	7,8	7,8			
Длина, м:	12,02	12,02	12,02	12,02	12,02	12,02	12,02	12,02	12,02	12,02	12,02			
по осям сцепления автосцепок														
по концевым балкам рамы внутри кузова	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8			
Диаметр котла	3000	2012	3000	2600	2800	2600	2000	2400	2800	2600	2200			
внутренний, мм														
Длина котла наружная, м	10,77	10,87	10,77	10,63	10,3	10,71	10,55	10,51	10,71	—	10,35			
Высота от УГР максимальная, м:	4,62	4,475	4,615	4,63	4,685	4,34	4,073	4,232	4,6	4,47	4,58			
Кол-во верх. люков	1	3	1	1	1	3	1	1	1	2	1			
					+1 техн.				1 люк-лаз					
Наличие уклона котла к сливному прибору	есть	есть	есть	нет	есть	есть	есть	есть	есть	есть	есть			
Кол-во секций котла	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
Наличие предохранительного предохран.-впускного	нет	нет	нет	нет	есть	нет	нет	нет	есть	нет	нет			
	есть	нет	есть	есть	нет	есть	есть	есть	есть	есть	есть			

Окончание таблицы 7

Показатели	Модели вагона										
	15-1566	15-886	15-1454	15-1542	15-1535	15-1613	15-1854	15-1601	15-1020	15-1487	15-1024
Способ налива	верхний	верхний	верхний	верхний	верхний	верхний	верхний	верхний	верхний	верхний	верхний
Способ слива	нижний	нижний	нижний	нижний	нижний	нижний	нижний	нижний	нижний	нижний	нижний
Особые сведения	самомо-теком	самомо-теком	самомо-теком	самомо-теком	самомо-теком	самомо-теком	самомо-теком	самомо-теком	самомо-теком	самомо-теком	самомо-теком
Количество лестниц:	паро-обогр. ру-башка	тепло-изоляция	—	тепло-изоляция	тепло-изоляция	тепло-изоляция	тепло-изоляция	тепло-изоляция	тепло-изоляция	тепло-изоляция	тепло-изоляция
наружных	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
внутренних	1	нет	1	нет	нет	1	нет	нет	1	нет	1
Нагрузка от колесной пары на рельсы, кН	228	133,7	201,4	202,3	205,8	228	243,2	228	228	215,6	196
Нагрузка на 1 м пути, тс./м	7,74	4,53	6,84	6,86	6,9	7,73	8,25	7,74	7,74	7,32	4,78
Тип тележки	18-100	18-100	18-100	18-100	18-100	18-100	18-100	18-100	18-100	18-100	18-100
Констр. скорость, км/ч	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Габарит по ГОСТ 9238-83	02-ВМ	1-ВМ	02-ВМ	1-Т	1-Т	02-ВМ	02-ВМ	02-ВМ	02-ВМ	02-ВМ	02-ВМ

Таблица 8

Техническая характеристика специальных цистерн

Показатели	Модели вагона										
	15-1424-02	15-1417	15-1603	15-1556	15-1407-01	15-1408-02	15-1581	15-11853	15-1449	15-1482	15-1532
Количество осей	4	4	4	4	4	4	8	4	4	4	4
Назначение вагона	для серной кислоты	для пасты сульфоновая	для фенола	для хлора	для скинородных газов	для аммиака	для аммиака	для цемента	для кальцинированной соды	для расплавленной серы	для жидкого пека
Грузоподъемность, т	65	53,7	68,5	57,5	31,2	31,2	92	58	62	67	63
Тара, т	23	27,2	24,4	28,1	33,3	33,3	77	25,3	32	25,8	27,5
Объем котла, м ³	38,5	61,17	73,1	46	54,8	54,8	161,5	61,17	105	38,5	54,4
База вагона, м	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	16,67	7,8	12,32	7,8	7,8
Длина, м:	12,02	12,02	12,02	12,02	12,02	12,02	24	12,02	16,54	12,02	12,02
по осям сцепления автосцепок	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	22,87	10,8	15,32	10,8	10,8
по концам балкам рамы внутри кузова	2200	2800	3000	2400	2600	2600	3000	2800	3200	2200	2600
Диаметр котла внутренний, мм	10,43	10,3	10,85	10,61	10,8	10,8	23,4	—	15,91	11,03	11,3
Длина котла наружная, м	4	4,915	4,63	4,446	4,6	4,6	5,025	4,621	4,768	4,47	4,67
Высота от УГР максимальная, м:											

Продолжение таблицы 8

Показатели	Модели вагона										
	15-1424-02	15-1417	15-1603	15-1556	15-1407-01	15-1408-02	15-1581	15-Ц853	15-1449	15-1482	15-1532
Кол-во верхних люков	1	1 загру- зочный 2 техн.	1 люк- лаз 2 техн.	1	1	1	2	1 загру- зочный	5 +1 лаз	1	1
Наличие уклона котла к сливному прибору	есть	есть	есть	—	нет	нет	есть	—	—	есть	есть
Кол-во секций котла	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	—
Наличие клапана: предохранительного	нет	—	нет	нет	нет	нет	нет	—	нет	нет	нет
предохранительно-впускного	есть	—	есть	есть	есть	есть	есть	—	нет	нет	нет
Способ налива		верх- ний	верх- ний	верх- ний	верх- ний	верх- ний	верх- ний	—	—	верх- ний	верх- ний
										вак.	вак.
										насос	насос
										пере- давли- ванием	пере- давли- ванием
Способ слива	верх- ний	верх- ний	верх- ний	верх- ний	верх- ний	верх- ний	верх- ний	—	—	верх- ний	верх- ний
	пере- давли- ванием	ниж- ний	ниж- ний	ниж- ний	ниж- ний	ниж- ний	ниж- ний	—	—	пере- давли- ванием	пере- давли- ванием
		само- теком	само- теком	само- теком	само- теком	само- теком	само- теком			сифо- ниро- ванием	сифо- ниро- ванием

Окончание таблицы 8

Показатели	Модели вагона										
	15-1424-02	15-1417	15-1603	15-1556	15-1407-01	15-1408-02	15-1581	15-Ц853	15-1449	15-1482	15-1532
Особые сведения	паро- обогр. башка	тепло- носи- тель гор. вода	паро- обогр. ру- башка	тене-вая защита	—	—	—	4 аэро- лотка 2 аэро- плитки	4 мал. аэро- лотка 4 блока аэро- лотков	источ- ник тепла эл/нагр.	источ- ник тепла эл/нагр.
Количество лестниц: наружных внутренних	2 нет	2 —	2 1	2 нет	есть нет	есть нет	4 —	2 1	2 —	2 нет	2 нет
Нагрузка от колесной пары на рельсы, кН	218,0	198,2	228	209,7	160,6	160,6	207,2	203,8	228	227,4	221,7
Нагрузка на 1 м пути, тс./м	7,32	6,73	7,73	7,12	5,37	5,37	7,04	6,93	5,62	7,72	7,53
Тип тележки	18-100	18-100	18-100	18-100	18-100	18-100	18-101	18-100	18-100	18-100	18-100
Констр. скорость, км/ч	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
Габарит по ГОСТ 9238-83	02-ВМ	1-Т	1-ВМ	02-ВМ	02-ВМ	02-ВМ	1-Т	02-ВМ	1-Т	02-ВМ	1-ВМ

Таблица 9

Условные обозначения типов пассажирских вагонов и их модификации

Вид вагона	Тип вагона	Особенности оборудования
Мягкий	61-504 (СНГ)	С принудительной вентиляцией и кондиционированием воздуха
Мягкий	23сб (СНГ)	С принудительной вентиляцией и кондиционированием воздуха
Открытый	61-425 (СНГ)	С принудительной вентиляцией и комбинированным отоплением
Открытый	ЦМВО-66 (СНГ)	С принудительной вентиляцией
Багажный	61-37 (СНГ)	С принудительной вентиляцией
Багажный	61-517 (СНГ)	С принудительной вентиляцией
Вагон-ресторан	СК (Германия)	С принудительной вентиляцией и кондиционированием воздуха
Вагон-ресторан	СКк (Германия)	То же, с комбинированным отоплением и кухонной плитой, работающей на жидком топливе
Купированный	47К (Германия)	С принудительной вентиляцией и кондиционированием воздуха
Купированный	47Кк (Германия)	С принудительной вентиляцией, кондиционированием воздуха, комбинированным отоплением
Купированный	47Крк (Германия)	С принудительной вентиляцией, кондиционированием воздуха, комбинированным отоплением и радиокупе
Купированный	47Ккд (Германия)	С принудительной вентиляцией, кондиционированием воздуха, комбинированным отоплением, без радиокупе, с паропроводной магистралью
Купированный	47Д (Германия)	С принудительной вентиляцией

Вид вагона	Тип вагона	Особенности оборудования
Купированный	47Др (Германия)	С принудительной вентиляцией, радиокупе
Купированный	47Дэ (Германия)	С принудительной вентиляцией и электрическим отоплением
Купированный	47Дэр (Германия)	С принудительной вентиляцией, электрическим отоплением и радиокупе
Купированный	47Дд (Германия)	С принудительной вентиляцией и паропроводной магистралью
Купированный	47Дк (Германия)	С принудительной вентиляцией и комбинированным отоплением
Купированный	47 Дер (Германия)	С принудительной вентиляцией, комбинированным отоплением, радиокупе
Международного сообщения	РИЦД (Германия)	С принудительной вентиляцией
Международного сообщения	РИЦК (Германия)	С принудительной вентиляцией, кондиционированием воздуха
Международного сообщения	РИЦКк (Германия)	С принудительной вентиляцией, кондиционированием воздуха, комбинированным отоплением
Межобластного сообщения	904 (Польша)	С принудительной вентиляцией и электрическим отоплением
Открытый	908А (Польша)	С принудительной вентиляцией и электрическим отоплением
Открытый	910А (Польша)	С принудительной вентиляцией и водяным отоплением
Открытый	912А (Польша)	С принудительной вентиляцией и комбинированным отоплением

Таблица 10

Техническая характеристика электровозов

Показатель	ВЛ23 ВЛ8	ВЛ10, ВЛ11 ^м	ВЛ15	ЧС2	ЧС6	ЧС7, ЧС200	ВЛ86 ^ф , ВЛ60	ВЛ80 ^с , ВЛ80 ^р , ВЛ85	ЧС4, ЧС4 ^т	ЧС8	ВЛ82, ВЛ82 ^м	
Ток	Постоянный											
Осевая характеристика	30+30 20+ +20+ +20+ +20	20-20 -20-20	2(20- -20- -20)	30-30	20-20+ +20-20	2(20- -20)	2(20- -20- -20)	2(20- -20- -20)	30-30	2(20- -20)	2(20- -20)	Постоянно- переменный
Род службы	Грузовой			Пассажирский			Грузовой		Пассажир- ский		Грузо- вой	

Окончание таблицы 10

Показатель	ВЛ13	ВЛ18	ВЛ10, ВЛ11 ^м	ВЛ15	ЧС2	ЧС6	ЧС7, ЧС200	ВЛ86 ^ф , ВЛ60	ВЛ80 ^г , ВЛ80 ^р	ВЛ85	ЧС4, ЧС4 ^г	ЧС8	ВЛ82, ВЛ82 ^м
Мощность часового режима*, кВт	3150	4200	5200	9000	4200	8400	6160**	11400	6320	9700	5100	7200	5600
Конструкционная скорость, км/ч	4200	4620	5360	100	160	190	180	4750	6520	110	160	180	6040
Сцепная (полная) масса, т	100	132	184	300	123	164	172	110	184	288	123	176	184
Длина по осям автосцепки, мм	17020	184	32840	45000	18920	33080	34040	138	192	45000	126	33000	200
	27520						33080	20800	32840	45000	19980	33000	32840

* Мощность часового режима — это наибольшая развиваемая на валу тягового двигателя мощность, при которой машина может работать при нормально действующей вентиляции, закрытых коллекторных смотровых люках и номинальном напряжении на ее зажимах, начиная от холодного состояния, в течение 1 ч.

** Мощность продолжительного режима.

*** Максимальная скорость для всех электровозов ЧС на 20 км/ч меньше конструкционной.

Таблица 11

Техническая характеристика электропоездов

Показатель	ЭР1, ЭР2, ЭР12, ЭР2Р	ЭР22М, ЭР22В	ЭР200	ЭР29***	ЭР9П, ЭР9М, ЭР9Е
Ток	Постоянный				
Состав поезда*	5М+3П+ +2Пг	Мг+2П+ +Мг	2Пг+12М	2Пг+6М+ +4П	5М+3П+ +2Пг
Мощность часового режима, кВт	4000	1920	10320	1920	3640
Конструкционная скорость, км/ч	130	130	200	120	130
Число мест для сидения	1050	988	816	—	1050
Длина поезда, м	201,5	200,5**	372,42	264,9	201,8

* Вагоны: М — могорный, П — прицепной, Пг — прицепной головной, Мг — могорный головной.
 ** Длина двух секций.

*** При 12-вагонном исполнении длина вагона 21,5 м.

Таблица 12

Технические характеристики пассажирских тепловозов

Параметры	Тепловозы		
	ТЭ7	ТЭШО	ТЭП60
Осовая характеристика	2(3 ₀ -3 ₀)	3 ₀ -3 ₀	3 ₀ -3 ₀
Мощность по дизелю, кВт	201470	2206	2206
В продолжительном режиме:			
касательная мощность, кВт	21128	1696	1625
сила тяги, кН	2115	178	127
скорость, км/ч	35	35	47
			ТЭП70
			3 ₀ -3 ₀
			2942
			2436
			170
			50

Окончание таблицы 12

Параметры	Тепловозы			
	ТЭ7	ТЭПО	ТЭП60	ТЭП70
Конструкционная скорость, км/ч	140	140	160	170
Минимальный радиус проходимых кривых, м	125	125	125	125
Диаметр колес, мм	1050	1050	1050	1220
Сцепная масса, т	2126	127	127	129
Габаритные размеры, мм:				
длина	33950	18610	19250	21700
ширина	3262	3272	3124	3080
высота	4825	5102	4774	4975
Габарит	1-Т	1-Т	1-Т	1-Т
Запасы, кг:				
воды	2800	1450	1400	1134
топлива	25440	5000	6000	6000
масла	21200	1500	1060	1000
песка	2700	950	600	600
Кплд тепловоза, %	28	30,1	28,3	30,9
Тип дизеля	2Д100	10Д100	11Д45	2А-5Д49
Тип генератора	МПТ-Э9/47	ГП-311	ГП-311В	ГС-501АУ2
Тип тягового электродвигателя	ЭДТ-200Б	ЭД-107А, ЭД-107	ЭД-108	ЭД-121АУ1
Тип тормозного компрессора	КТ6	КТ7	КТ7	КТ6ЭЛ

Технические характеристики грузовых тепловозов

Параметры	Тепловозы				
	ТЭЗ	2М62	2ТЭ10М (В) 2ТЭ10Л	2ТЭ116	2ТЭ121
Осевая характеристика	2(3 ₀ -3 ₀)	2(3 ₀ -3 ₀)	2(3 ₀ -3 ₀)	2(3 ₀ -3 ₀)	2(3 ₀ -3 ₀)
Мощность по дизелю, кВт	201470	201470	202206	202250	202942
Касательная мощность, кВт	201128	201089	201614	201668	202440
Сила тяги, кН	20202	20200	20245	20253	20300
Скорость в продолжительном режиме, км/ч	20,5	20	24,6 24	24,4	27
Конструкционная скорость, км/ч	100	100	100	100	100
Минимальный радиус проходимых кривых, м	125	75	125	125	125
Диаметр колес, мм	1050	1050	1050	1050	1250
Сцепная масса, т	20126	20119	20138	20138	20150
Габаритные размеры, мм:					
длина	2395000	2017400	2016969	2018150	2020000
ширина	3252	2950	3250	3080	3200
высота	4825	4615	<u>5252</u> 4948	104	5110
Габарит	1-Г	02-ВМ	1-Г	1-Г	1-Г
Кпд тепловоза, %	28	26,6	29	30,6	32,3
Тип дизеля	2Д100	14Д40	10Д100	1А-5Д49	2А-5Д49
Тип генератора	МПТ-99/47	ГП-312	ГП-312БУ2	ГС-501А	А-714У2

Параметры	Тепловозы				
	ТЭЗ	2М62	2ТЭ10М (В) 2ТЭ10Л	2ТЭ116	2ТЭ121
Тип тягового электродвигателя	ЭДТ-200Б	ЭД107А, ЭД118А	ЭД118А, ЭД107А	ЭД118А	ЭД126У
Тип тормозного компрессора	КТ6	КТ7	КТ7	КТ7Эл	КТ6

Технические характеристики маневровых тепловозов

Параметры	Тепловозы				
	ТЭМ2	ТЭМ6	ЧМЭЗ	ТЭМ7	ТЭМ7
Осевая характеристика	3 ₀ -3 ₀	3 ₀ -3 ₀	3 ₀ -3 ₀	2 ₀ +2 ₀ -2 ₀ +2 ₀	1470
Мощность по дизелю, кВт	882	1100	994		
В продолжительном режиме:					
касательная мощность, кВт	630	725	714		980
сила тяги, кН	210	180	230		344
скорость, км/ч	11	14,5	11,5		10,5
Конструкционная скорость, км/ч	100	100	90		100
Минимальный радиус проходимых кривых, м	80	80	80		80
Сцепная масса, т	120	99	121		180
Габаритные размеры, мм:					
длина по осям автосцепок	16970	16970	17220		21500
ширина	3080	3080	3150		3210
высота	4915	4437	5240		5280

Параметры	Тепловозы			
	ТЭМ2	ТЭМ6	ЧМЭ3	ТЭМ7
Кплд тепловоза, %	27,8	—	27,5	—
Тип дизеля	ПД1М	2-6Д49Т	К6S310DR	2-2Д49
Тип генератора	ГП-300Б	ГП-319А	TD-802	ГС-515У2
Тип тягового электродвигателя	ЭДТ-118А	ЭД-114Т	ТЕ-006	ЭД-120АУ1
Тип тормозного компрессора	КЛ6	КТ7	К2лок.1	ПК-5,25
Тип выпрямительной установки	—	—	—	УВКТ-8У2
Аккумуляторная батарея	32ТН-450У2	—	—	48ТН-450

Технические характеристики опытных тепловозов

Параметры	Тепловозы					
	ТЭ136	2ТЭ126	ТЭ120	ТЭП80	ЧМЭ5	
Осевая характеристика	$2_0+2_0-2_0+2_0$	$2(1-2_0+2_0-2_0+2_0-1)$	3_0-3_0	$2_0+2_0-2_0+2_0$	$2_0+2_0-2_0+2_0$	
Мощность по дизелю, кВт	4412	24412	2942	4412	1470	
В продолжительном режиме:	480	2471	260	235	321,6	
	24,6	25,6	30	50	—	
сила тяги, кН	100	100	120	160	95	
скорость, км/ч	125	125	125	125	80	
Конструкционная скорость, км/ч	1250	1250	1050	1220	1050	
Минимальный радиус проходимых кривых, м						
Диаметр колес, мм						

Окончание таблицы 15

Параметры	Тепловозы				
	ТЭ136	2ТЭ126	ТЭ120	ТЭП80	ЧМЭ5
Сцепная масса, т	200	2-230	132	180	168
Габаритные размеры, мм:					
длина	24600	—	20670	24400	20220
ширина	3126	—	2950	—	3100
высота	5110	—	4600	—	4600
Габарит	1-Т	1-Т	1-Т	1-Т	02-ВМ
КПД теплового двигателя, %	28	—	—	—	—
Тип дизеля	1-Д49	16ЧН32/32	2А-5Д49	1-Д49	К8S310DR
Тип генератора	А-716	—	А-711	ГС-519У2	—
Тип тягового электродвигателя	ЭД-126 - УХЛ1	—	ЭД900	ЭД-121 ВУХЛ	—
Тип тормозного компрессора	ВУ7/10	—	—	—	4DK-200

Таблица 16

Технические данные дизель-поездов

Основные характеристики	Дизель-поезда		
	Д1	ДР1А	Д
Схема формирования	М+2П+М	М+4П+М	М+П+М
Конструкционная скорость, км/ч	120	120	120
Число мест для сидения в вагоне:			
моторном	77	68	77
прицепном	128	124	128

Основные характеристики	Дизель-поезда		
	Д1	ДР1А	Д
Масса дизель-поезда в груженом состоянии, т	265	352	185
Нагрузка от колесной пары моторного вагона на рельсы, кН	170	202	160
Длина по осям автосцепок, м	990	1543	736
Мощность силовой установки, кВт	2 × 537	2 × 736	2 × 368
Тип передачи	Гидромеханическая	Гидравлическая	Механическая

Техническая характеристика электропоездов

Показатель	Модель электропоезда								
	ЭП-0601	ЭП-0801	ЭП-1003	ЭП-1201	ЭП-103	ЭП-202	ЭП-104	4004А	02
Грузоподъемность, т	0,63	0,8	1,0	1,25	1,0	2,0	0,75	0,75	1,5
Расстояние от центра тяжести груза до передних стенок вил, мм	500	500	500	500	500	600	500	400	450
Размеры, мм:									
ширина	915	985	988	988	940	1350	1000	910	1000
длина с вилами	2126	2180	2326	2416	2600	3150	2610	2450	3000
высота с опущенным грузоподъемником	1960	1960	1960	1960	1700 (2000)	1600 (2100)	1500 (2000)	1910	2100

Показатель	Модель электрогрузчика									
	ЭП-0601	ЭП-0801	ЭП-1003	ЭП-1201	ЭП-103	ЭП-202	ЭПВ-104	4004А	02	
Наибольшая высота подъема груза, мм	3000	3000	3000	3000	2800	2800	2800	2800	2750	
Наименьший радиус поворота, мм	1100	1170	1250	1340	1600	2040	1800	1550	2100	
Скорость подъема груза, м/мин	12,0	10,2	12,0	9,0	9,0	10,0	8,0	10,0	4,25	
Скорость опускания вил с грузом (без груза), м/мин	22,2 (7,8)	22,2 (7,8)	22,2 (7,8)	22,2 (7,8)	—	13,5	—	4,6	6,2	
Наибольшая скорость передвижения с грузом (без груза), км/ч	9,0 (10,0)	9,0 (10,0)	10,0 (11,0)	10,0 (10,5)	9,0 (10,0)	10,0 (12,0)	5,5	8,5 (10,0)	6,5 (7,5)	
Нагрузка на пол от колес, кН: передних с грузом (без груза)	18,4 (6,9)	21,2 (7,2)	26,6 (10)	31,2 (10,9)	28,4 (9,9)	48,5 (14,0)	23,8 (10,6)	22,3 (9,4)	34,8 (11,0)	
задних с грузом (без груза)	3,3 (8,5)	3,8 (9,8)	4,4 (11,0)	4,4 (12,3)	5,0 (13,2)	5,6 (20,2)	7,3 (13,0)	2,6 (8,0)	6,8 (15,5)	
Масса с вилами, кг	1535	1700	2100	2310	2350	3410	3100	1740	2650	
Размеры массивных шин, мм: передних	320 × 125	320 × 160	400 × 160	400 × 160	500 × 160	630 × 200	500 × 160	450 × 150	520 × 152	
задних	320 × 125	320 × 125	320 × 125	320 × 125	400 × 125	500 × 160	400 × 125	270 × 125	400 × 128	

Окончание таблицы 17

Показатель	Модель электропогрузчика									
	ЭП-0601	ЭП-0801	ЭП-1003	ЭП-1201	ЭП-103	ЭП-202	ЭПВ-104	4004А	02	
Аккумуляторная батарея: напряжение, В	24	24	40	40	40	50	40	32,5	30	
Энергоемкость, А·ч	350	350	300	350	300	400	300	300	500	
Дорожный просвет, мм	100	100	100	100	90	100	90	75	60	
Ширина проездов: пересекающихся	1670	1700	1720	1750	1800	2350	1780	1800	1900	
под углом 90°, мм для штабелирования	2330	2400	2530	2620	3000	3800	3050	2680	3500	
с поворотом на 90°, мм										

Таблица 18

Техническая характеристика автопогрузчиков

Показатели	Модель автопогрузчика							
	4043 М	4045 М	4046 М	4008	4013	4016	4075	
Грузоподъемность на виллах, т	3,2	5,0	5,0	10,0	3,2	5,0	5,0	
Наибольшая высота подъема от грунта, мм: вил и ковша	4000	4000	4200	4500	2800	4200	2800	

Показатели	Модель автопогрузчика							
	4043 М	4045 М	4046 М	4008	4013	4016	4075	
Скорость: подъема груза, м/мин опускания каретки без груза (с грузом), м/мин передвижения с грузом (без груза), км/ч	11 (20)	10 (14)	10 (14)	6,5	22,0 (36)	18 (30)	10 (55)	10 (55)
База колес, мм	1860	2200	2600	2900	2000	2600	2550	2550
Наименьший радиус поворота, мм	3700	3900	4600	5800	3500	4200	7200	7200
Размеры, мм:								
ширина	2100	2250	2255	2700	2164	2330	2250	2250
длина с вилами	4650	4960	5490	6600	4824	—	5340	5340
длина со стрелой	—	—	—	8100	—	7000	—	—
высота с опущенным грузоподъемником	3200	3260	3400	3780	2300	3400	2700	2700
Масса с вилами, кг	4780	5800	7000	13300	4800	8290	7100	7100
Тип двигателя	ГАЗ-63	ГАЗ-63	ГАЗ-63	ЗИЛ 157К	ГАЗ-	ГАЗ-	ГАЗ-66	ГАЗ-66
Мощность двигателя, кВт (л. с.)	51,5 (70)	51,5 (70)	51,5 (70)	76,54 (104)	51,5 (70)	51,5 (70)	51,5 (70)	84,64 (115)

Таблица 19

Техническая характеристика специализированных автопогрузчиков

Показатель	Модель автопогрузчика			
	4063 К	4065	4070	7806
Грузоподъемность, т	3,2	5,0	10,0	25,0
Высота подъема, мм	4500	4000	4000	4000
Скорость: подъема груза, м/мин передвижения с грузом (без груза), км/ч	12,3 30(35)	11,0 35(40)	10,5 33(35,6)	15,0 35(40)
База колес, мм	2340	2550	3050	—
Наименьший радиус поворота, мм	4200	4440	6400	7600
Дорожный просвет, мм	200	250	265	250
Размеры, мм: ширина	2000	2000	2800	3700
длина	4600	4800	5540	8050
высота с опущенным грузоподъемником	3200	3280	3580	3700
Масса со снаряжением, кг	5100	5870	13950	31000*
Двигатель: тип	ГАЗ-51	ГАЗ-51	ЗИЛ-130	ЯМЗ-238
мощность, кВт	51,5	51,5	110,4	176,4
Ширина грузовой площадки, мм	1200	1200	1820	2500
Высота грузовой площадки (захвата) над дорогой, мм	1100	1200	1400	1700
Поперечный ход грузоподъемника, мм	1285	1285	1900	2750
Внутренняя ширина портала	—	—	—	—
Число выдвигных опор	2	2	2	4

* С контейнерным захватом.

Технические характеристики одноковшовых погрузчиков

Показатель	Тип погрузчика				
	ТО-1	ТЛ-3	ТО-18	Д-653	Д-Б6П*
Емкость ковша, м ³	2,8	3,0	1,5	2,0	1,0
Грузоподъемность, т	4,0	2,5	3,0	4,0	1,8
Высота разгрузки ковша, м	3,0	3,0	2,75	3,08	2,3
Скорость перемещения, км/ч:					
вперед	9,6	9,5	0 - 44	3,84 - 10,65	4,9 - 27,5
назад	8,7	8,7	0 - 25,2	3,11 - 8,63	5,0 - 16,9
Тип трактора или шасси	С-100ГП	ДТ-54	Специальное шасси	Т-130	—
Тип двигателя	КДМ-100	ТП-75	А-01МД	—	СДМ-14
Размеры, мм:					
длина	6620	7100	7200	6850	5660
ширина	3055	2000	2440	2900	2336
высота при нижнем расположении ковша	3400	2250	3145	3034	2700
Масса погрузчика	18,4	9,8	9,95	20,5	7,68

* Погрузчик на четырехколесном шасси.

Таблица 21

Техническая характеристика мостовых кранов

Показатели	Грузоподъемность крана, т			
	5,0	10,0	15,0	20,0
Высота подъема груза, м	16	16	16	12
Пролет крана, м	10,5; 13,5 16,5; 19,5 22,5; 25,5 28,5; 31,5 34,5	10,5; 13,5 16,5; 19,5 22,5; 25,5 28,5; 31,5 34,5	10,5; 13,5 16,5; 19,5 22,5; 25,5 28,5; 31,5 34,5	19,5; 22,5 25,5; 28,5 31,5; 34,5
Скорость при среднем режиме работы, м/мин:				
подъема груза	10	8	8	8
передвижения тележки	40	40	40	40
передвижения крана	80	80	80	80
Масса крана, т (не более)	13,6; 15,4; 18,1; 20,5; 20,8; 28,0; 31,2; 33,3; 36,0	17,5; 19,5; 21,0; 24,0; 27,0; 30,0; 34,8; 40,0; 45,0	20,0; 22,0; 25,0; 28,0; 31,0; 34,0; 41,0; 45,0; 49,0	23,5; 25,5; 28,5; 32,5; 36,0; 41,0; 46,5; 50,0; 55,0

Таблица 22

Техническая характеристика электрических козловых кранов

Показатель	Тип крана			КДКК-10
	КК-32М	КК-6	ККС-10	
Грузоподъемность, т	40	6	10	10
База, м	14,0	10,0	14,0	7,0
Пролет, м	25,0	16,0	32,0	16,0
Вылет консоли, м	5,0	4,5	8,5	4,2
Высота подъема груза, м	8,5	9,0	10,0	10,0
Ширина пролета между опорами	13,0	5,5	8,0	7,0
Скорости, м/мин:				
подъема	11,7	20,0	15,0	10,0
передвижения тележки	59,0	40,0	40,0	38,0
передвижения крана	63,0	100,0	30,0	90,0
Общая масса, т	190	32,5	39,4	46,0
Мощность установленных двигателей	158	51,5	42,0	54,2

Таблица 23

Техническая характеристика стреловых кранов на железнодорожном ходу

Показатель	Тип крана			
	КДЭ-161	КДЭ-251	КДЭ-253	КДЭ-163
Грузоподъемность, т	16,0	25,0	25/16	16/10
Длина нормальной стрелы, м	15,0	15,0		15,0
Вылет нормальной стрелы, м; минимальный	2,5	5,0	5,	5,0
максимальный	13,0	14,0	14,0	14,0
Максимальная скорость подъема, м/мин	17,6	10,6	10,6	17,8
Скорость крана, м/мин	175	130	133	173
Частота вращения стрелы крана, об/мин	1,96	1,5	1,5	2,0
Силовой агрегат		Дизель-генераторная установка		
Мощность двигателя, кВт	87,5	115	115	115
Общая масса, т	52,4	67,5	66,41	53,1

Плотность и углы естественного откоса сыпучих и кусковых грузов

Материалы	Плотность насыпная, т/м ³	Углы естественного откоса, град	
		в движении	в покое
Агломерат*	1,45—2,0	—	45
Алебастр молотый порошкообразный	1,2—1,3	—	—
Алебастр кусковой	1,25—1,6	—	—
Антрацит*	0,8—0,95	27	45
Апатит порошкообразный	1,58—1,7	23—34	31—45
Асбест	0,4—0,7	—	—
Брикеты угольные	1,0—1,1	—	—
Боксит дробленый*	1,2—1,35	35	50
Галька круглая	1,47—1,8	—	30
Гипс формовочный	0,65—0,85	—	39
Гипс мелкокусковой	1,2—1,4	—	40
Глина мокрая	1,9—2	45	20—25
Глина сухая мелкокусовая	0,7—1,5	40	50
Гравий*	1,5—2	30	45
Доломит кусковой*	1,3—1,92	35	40
Древесная щепа уплотненная	0,6—0,95	40	45
Железняк бурый*	2,1	40	45
Земля*	1,6	30	35
Известковый камень	1,2—1,6	30	45
Известняк порошкообразный	1,57	30	40
Известь гашеная в порошке	0,32—0,81	15—25	30—50
Известь обожженная	1—1,1	—	30—40

Продолжение таблицы 24

Материалы	Плотность насыпная, т/м ³	Углы естественного откоса, град	
		в движении	в покое
Известь хлорная	0,6—0,75	—	45
Камень-булыжник*	1,8—2,2	30	45
Камень средне- и мелкокусовой*	1,31—1,5	30	45
Камень строительный газобетонный*	0,5—0,6	30	45
Камень бутовой*	1,6—2	30	30—45
Кокс металлургический*	0,4—0,5	—	30
Кокс газовый*	0,36—0,47	35	50
Кокс рудничный*	0,38—0,53	—	35—50
Кокс торфяной*	0,3—0,4	—	50
Колчедан кусковой*	1,25—2,6	—	45
Колчедан флотационный*	2,3	25	30
Картофель	0,65—0,70	25	40
Опилки древесные сухие	0,16—0,32	—	39
Песок сухой*	1,4—1,65	30	45
Песок влажный*	1,5—1,7	35	50
Песок речной сухой*	1,44—1,6	—	—
Ракушечник*	1—1,4	—	—
Руда разная*	1,7—3,5	30	40—45
Селитра аммиачная гранулированная	0,6—0,99	—	43—52
Сода	0,7—1,25	—	40—45
Соль каменная	0,72—1,85	20—40	30—50
Соль техническая	0,72—1,28	35	40
Сульфат аммония	0,71—1,02	—	50

Окончание таблицы 24

Материалы	Плотность насыпная, т/м ³	Углы естественного откоса, град	
		в движении	в покое
Уголь древесный	0,12—0,3	—	—
Уголь-орешек	0,65—0,72	—	—
Уголь каменный	0,8—0,85	30	45
Уголь каменный бурый	0,65—0,98	35	50
Цемент сухой*	1—1,8	30	40
Шлак доменный*	1—1,3	35	50
Шлак каменноугольный*	0,6—0,9	35	45
Щебень сухой*	1,2—1,8	35	45

* Отмечены абразивные материалы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скиба И.Ф. Вагоны. 5-е изд., перераб. и доп. — М.: Транспорт, 1979. 303 с.
2. Конструирование и расчет вагонов / В.В. Лукин, Л.А. Шадур, В.Н. Котуранов, А.А. Хохлов, П.С. Анисимов; Под ред. В.В.Лукина. — М.: УМК МПС России, 2000. 731 с.
3. Мачульский И.И. Погрузочно-разгрузочные машины: Учебник для вузов ж.-д. транспорта. — М.: Желдориздат, 2000. 476 с.
4. Соколов М.М., Варва В.И., Левит Г.М. Гасители колебаний подвижного состава: Справочник. — М.: Транспорт, 1985. 192 с.
5. Коломийченко В.В., Костина Н.А., Прохоренков В.Д., Беляев В.И. Автосцепное устройство железнодорожного подвижного состава. — М.: Транспорт, 1991. 232 с.
6. Подвижной состав и основы тяги поездов / П.И. Борцов, В.А. Валетов, П.И. Кельперис и др.; Под ред. С.И.Осипова. 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Транспорт, 1990. 336 с.
7. Подвижной состав и тяга поездов. А.П. Третьяков, В.В. Деев, А.А. Перова и др.; Под ред. Н.А. Деева, Н.А. Фуфрянского. — М.: Транспорт, 1979. 368 с.
8. Железные дороги. Общий курс: Учебник для вузов / М.М. Уздин, Ю.И. Ефименко, В.И. Ковалев, С.И. Логинов, Б.Ф. Шаульский; Под ред. М.М. Уздина. 5-е изд. перераб. и доп. — СПб.: Информационный центр «Выбор», 2002. 368 с.
9. Вагонное хозяйство: Учебник для вузов ж.-д. транспорта / П.А. Устич, И.И. Хаба, В.А. Ивашев и др.; Под ред. П.А. Устича. — М.: Маршрут, 2003. 560 с.
10. Егоров В.П. Устройство и эксплуатация пассажирских вагонов. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Транспорт, 1999. 336 с.
11. Шавкин Г.Б. Справочник молодого железнодорожника. — М.: Высшая школа, 1986. 239 с.
12. Ремонт вагонов промышленного транспорта. А.Г. Кузнецов, В.Н. Жданов, В.И. Суриев и др. — М.: УМК МПС, 1996. 180 с.
13. Инструкция по эксплуатации тормозов подвижного состава железных дорог / ЦТ-ЦВ-ЦЛ-ВНИИЖТ/277 МПС России. — М.: Транспорт-Трансинфо, 1998. 123 с.
14. Инструкция по ремонту и обслуживанию автосцепного устройства подвижного состава железных дорог. ЦВ-ВНИИЖТ-494 МПС России. — М.: Транспорт-Трансинфо, 1997. 143 с.

15. Инструкция осмотрищику вагонов / МПС России. — М: Транспорт-Трансинфо, 1997. 135 с.
16. Общий курс железных дорог: Учебник для техникумов и колледжей ж.-д. транспорта / В.Н. Соколов, В.Ф. Жуковский, С.В. Котенкова, А.С. Наумов; Под ред. В.Н. Соколова. — М.: УМК МПС России, 2002. 296 с.
17. Герасимов Л.Б., Теклин В.Г. Хошпер-дозаторы и вагоны-самосвалы (устройство и эксплуатация). — М.: УМК МПС России, 1998. 94 с.
18. Голубков В. В., Киреев В. С. Механизация погрузочно-разгрузочных работ и грузовые устройства. — М.: Транспорт, 1981. 350 с.
19. Гриневич Г. П. Комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ на железнодорожном транспорте. — М.: Транспорт, 1981. 343 с.
20. Типовой технологический процесс работы грузовой станции. — М.: Транспорт, 1988.
21. Крылов В. В., Крылов В. И. Автоматические тормоза подвижного состава. — М.: Транспорт, 1983. 422 с.
22. Осипов С. И. Основы электрической и тепловозной тяги. — М.: Транспорт, 1985. 408 с.
23. Пойда А. А., Хуторянский Н. М., Кононов В. Е. Тепловозы. Механическое оборудование. Устройство и ремонт. — М.: Транспорт, 1986. 328 с.
24. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации ЦРБ-756 МПС России. — М.: 2000. 190 с. .
25. Ветров Ю.Н., Приставка М.В. Конструкция тягового подвижного состава / Под ред. Ю.Н. Ветрова. — М.: Желдориздат, 2000. 316 с.
26. Перепон В.П., Поликарпочкин П.В. Грузовая и коммерческая работа (Организация и управление). — М.: Транспорт, 1986. 351 с.
27. Контейнерная транспортная система / Л.А. Коган, Ю.Т. Козлов, М.Д. Ситник и др.; Под ред. Л.А. Когана. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Транспорт, 1991. 254 с.
28. Грузовые вагоны железных дорог колеи 1520 мм: Альбом-справочник 002И-97 ПКБ ЦВ. — М.: Проектно-конструкторское бюро, МПС России, 1998. 283 с.
29. Находкин В.М., Яковлев Д.В., Черепашенцев Р.Г. Ремонт электроподвижного состава. — М.: Транспорт, 1989. 295 с.

30. Калинин В.К. Электровозы и электропоезда. — М.: Транспорт, 480 с.

31. Технология ремонта тепловозов / В.П. Иванов, и.Н. Вожаев и др.; Под ред. Иванова В.П. 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Транспорт, 1987. 336 с.

32. Железнодорожный транспорт. Энциклопедия. — М.: Большая Российская энциклопедия, 1995. 560 с.

33. Сотников Е.А. Железные дороги мира из XIX в XXI век. — М.: Транспорт, 1993. 200 с.

34. Журналы «Железнодорожный транспорт», «Локомотивы», «Партнер». — М.: Транспорт, 2000, 2001.

35. Железные дороги колеи 1520 мм — СТН Ц-01095. Утв. МПС России 25.09.95 г. № 14Ц.

36. Технология работы механизированной дистанции погрузочно-разгрузочных работ. Утв. МПС России 30.06.00 г.

37. Третьяков Г.М., Горюшинский В.С., Ковтунов А.В., Горюшинский И.В. Контейнерно-транспортные системы для насыпных грузов: Учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта / Под ред. Г.М. Третьякова. — М.: Маршрут, 2003. — 323 с.

38. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. Утв. Госгортехнадзором России 31.12.99 г. № 98, ПБ10-382-00.

39. Сборник правил перевозок грузов на железнодорожном транспорте. Книга 1. Утв. МПС России, 2001 г.

Содержание

От автора	3
Введение	5
Раздел I. ВАГОНЫ И ВАГОННОЕ ХОЗЯЙСТВО	9
Глава 1. Подвижной состав железных дорог	9
1.1. Общие требования к подвижному составу	9
1.2. Габариты на железнодорожном транспорте	11
1.3. Надежность подвижного состава	16
Глава 2. Общие сведения о вагонах	17
2.1. Назначение и классификация вагонов	17
2.2. Основные элементы вагонов	18
2.3. Техничко-экономические характеристики вагонов	20
2.4. Пассажирский парк вагонов	22
2.5. Грузовой парк вагонов	23
2.6. Система нумерации подвижного состава	26
Глава 3. Колесные пары вагонов	28
3.1. Назначение и устройство колесных пар вагонов	28
3.2. Требования к содержанию колесных пар вагонов	32
3.3. Техническое обслуживание колесных пар вагонов	33
3.4. Неисправности колесных пар подвижного состава	36
Глава 4. Буксы и рессорное подвешивание вагонов	38
4.1. Назначение и типы букс вагонов	38
4.2. Буксы с подшипниками скольжения	39
4.3. Буксы с подшипниками качения (роликовыми подшипниками)	40
4.4. Рессорное подвешивание	46
Глава 5. Тележки вагонов	51
5.1. Назначение и классификация тележек вагонов	51
5.2. Тележки грузовых вагонов	54
5.3. Тележки пассажирских вагонов	61
5.4. Рамы вагонов	64

Глава 6. Автосцепные устройства	67
6.1. Автосцепное устройство	67
6.2. Требования, предъявляемые к устройствам автосцепки	79
Глава 7. Грузовые вагоны	80
7.1. Назначение кузовов вагонов	80
7.2. Изотермический подвижной состав	106
7.3. Вагоны промышленного транспорта	112
7.4. Контейнеры	119
Глава 8. Пассажирские вагоны	126
8.1. Кузова пассажирских вагонов	126
8.2. Отопление и водоснабжение пассажирских вагонов	130
8.3. Электрооборудование пассажирских вагонов	136
8.4. Система вентиляции пассажирских вагонов, их кондиционирование	139
Глава 9. Вагонное хозяйство	143
9.1. Основные сооружения и устройства вагонного хозяйства ..	143
9.2. Система технического обслуживания и ремонта вагонов ...	146
9.3. Техническое обслуживание грузовых вагонов	149
Глава 10. Автотормоза	150
10.1. Назначение и классификация тормозов	150
10.2. Тормозное оборудование вагонов	153
10.3. Система тормозов. Виды тормозов	157
10.4. Полное и сокращенное опробование тормозов	161
10.5. Требования к тормозному оборудованию подвижного состава	164
Раздел II. ЛОКОМОТИВЫ И ЛОКОМОТИВНОЕ ХОЗЯЙСТВО	167
Глава 11. Общие сведения о тяговом подвижном составе	167
11.1. Сравнение различных видов тяги	167
11.2. Классификация тягового подвижного состава	169
11.3. Основные требования к локомотивам и моторвагонному подвижному составу	174

11.4. Локомотивный парк 175

Глава 12. Электровозы 177

12.1. Общие сведения об электрическом подвижном составе 177

12.2. Механическая часть электроподвижного состава 180

12.3. Электрическое оборудование электровозов постоянного
тока 191

12.4. Токоприемники 194

12.5. Особенности устройства электровозов переменного тока 196

12.6. Вспомогательные машины электровоза 198

12.7. Системы управления ЭПС 199

12.8. Электрические аппараты и приборы 203

12.9. Электропоезда 208

Глава 13. Тепловозы 211

13.1. Общие понятия об устройстве тепловоза 211

13.2. Основные технические характеристики тепловозов 214

13.3. Основы устройства дизеля, принцип его работы 214

13.4. Вспомогательное оборудование тепловоза 217

13.5. Передачи тепловозов 221

13.6. Электрические машины тепловоза 224

13.7. Электрические аппараты тепловоза 227

13.8. Экипажная часть тепловоза 228

13.9. Газотурбовозы, турбопоезда, дизель-поезда,
автоматрисы, дрезины, мотовозы 232

Глава 14. Локомотивное хозяйство 238

14.1. Технические средства локомотивного хозяйства 238

14.2. Обслуживание локомотивов и организация их работы 242

14.3. Экипировка локомотивов 244

14.4. Система технического обслуживания и ремонта локомотивов .. 246

Раздел III. ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ 250

**Глава 15. Общие сведения об электроснабжении
электрифицированных железных дорог 250**

15.1. Электрифицированные дороги России 250

15.2. Системы тока и напряжения контактной сети	253
15.4. Тяговая сеть	257
15.5. Эксплуатация устройств электроснабжения	267

Раздел IV. СКЛАДЫ И КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ГРУЗОВ 271

Глава 16. Транспортно-складские комплексы 271

16.1. Назначение и техническое оснащение транспортно-складских комплексов	271
16.2. Назначение и классификация железнодорожных складов ...	274
16.3. Устройство крытых складов	277
16.4. Повышенные пути, эстакады и другие сооружения и устройства грузового хозяйства	279
16.5. Санитарно-технические устройства складов, их освещение и средства связи	281
16.6. Охранная и пожарная сигнализация и противопожарное оборудование	286
16.7. Элементная и комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ	287
16.8. Определение основных параметров складов	289
16.9. Определение длины погрузочно-выгрузочных фронтов	293

Глава 17. Тарно-упаковочные и штучные грузы 295

17.1. Характеристика тарно-упаковочных и штучных грузов ...	295
17.2. Общие понятия о транспортных пакетах	297
17.3. Средства и способы пакетирования	298
17.4. Комплексная механизация погрузочно-разгрузочных работ с тарно-упаковочными и штучными грузами	305
17.5. Автоматизированные склады и их оборудование	307
17.6. Пункты сортировки мелких отправок	309

Глава 18. Контейнеры 310

18.1. Контейнерная транспортная система, ее технические средства	310
18.2. Техническое оснащение контейнерных пунктов, комплексная механизация и автоматизация переработки контейнеров	312

18.3. Определение вместимости и основных размеров контейнерной площадки	317
18.4. Пункты переработки крупнотоннажных контейнеров	319
Глава 19. Лесоматериалы	322
19.1. Характеристика и способы хранения лесных грузов	322
19.2. Перевозка лесоматериалов в пакетах	324
19.3. Комплексная механизация погрузочно-разгрузочных работ и складских операций с лесными грузами	327
19.4. Требования техники безопасности и противопожарные мероприятия	330
Глава 20. Металлы и металлопродукция	331
20.1. Условия хранения металлов и металлоизделий	331
20.2. Схемы комплексной механизации	333
Глава 21. Грузы, перевозимые насыпью и навалом	337
21.1. Характеристика грузов	337
21.2. Склады для хранения грузов, перевозимых насыпью и навалом	339
21.3. Комплексная механизация погрузочно-разгрузочных работ с грузами, перевозимыми насыпью и навалом	342
21.4. Комплексная механизация погрузочно-разгрузочных работ и складских операций с цементом, минеральными удобрениями и другими пылевидными и химическими грузами	347
21.5. Требования техники безопасности	348
Глава 22. Наливные грузы	349
22.1. Характеристика наливных грузов	349
22.2. Склады нефтепродуктов	350
22.3. Налив и слив груза	352
Глава 23. Зерновые (хлебные) грузы	356
23.1. Качественная характеристика грузов	356
23.2. Склады для хранения	358
23.3. Комплексная механизация погрузки и выгрузки зерна	363

Раздел V. СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ 365

Глава 24. Общие сведения о погрузочно-разгрузочных машинах и устройствах 365

24.1. Классификация погрузочно-разгрузочных машин и устройств 365

24.2. Производительность и потребный парк погрузочно-разгрузочных машин 368

Глава 25. Простейшие механизмы и устройства 370

25.1. Средства малой механизации и простейшие приспособления ... 370

25.2. Грузоподъемные устройства 373

25.3. Механические тележки 376

Глава 26. Погрузчики 378

26.1. Классификация погрузчиков 378

26.2. Электропогрузчики 379

26.3. Автопогрузчики 381

26.4. Рабочее оборудование погрузчиков 382

26.5. Специальные вилочные погрузчики 384

26.6. Ковшовые погрузчики 386

26.7. Определение мощности привода и производительности электропогрузчиков 388

Глава 27. Краны 390

27.1. Классификация кранов 390

27.2. Краны мостового типа 394

27.3. Стреловые краны 398

27.4. Кабельные краны 402

27.5. Устойчивость кранов 403

27.6. Грузозахватные приспособления к кранам 403

27.7. Определение мощности приводов и производительности крана 407

27.8. Подъемники 408

Глава 28. Машины и механизмы непрерывного действия 410

28.1. Назначение и классификация конвейеров 410

28.2. Ленточные конвейеры	410
28.3. Конвейеры с цепным тяговым органом	415
28.4. Винтовые и инерционные конвейеры	417
28.5. Элеваторы	419
28.6. Механические погрузчики непрерывного действия	423
28.7. Пневматические и гидравлические установки	425
Глава 29. Специальные вагоноразгрузочные машины и устройства ...	426
29.1. Вагоноопрокидыватели	426
29.2. Машины с подъемным элеватором для разгрузки полувагонов и платформ	429
29.3. Машины для очистки вагонов и рыхления смерзшихся грузов	430
Глава 30. Техническое обслуживание и ремонт погрузочно-разгрузочных машин	434
30.1. Технический надзор и содержание погрузочно-разгрузочных машин и устройств	434
30.2. Основные положения о планово-предупредительном техническом обслуживании и ремонте погрузочно-разгрузочных машин	436
Глава 31. Технико-экономическое сравнение вариантов механизации погрузочно-разгрузочных работ	438
31.1. Принципы сравнения вариантов	438
31.2. Капитальные вложения	439
31.3. Эксплуатационные расходы и себестоимость переработки грузов	440
<i>ПРИЛОЖЕНИЕ</i>	444
<i>Список литературы</i>	485

Учебное издание

Елена Петровна ГУНДОРОВА

**ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА
ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ**

Учебник

*для студентов техникумов и колледжей
железнодорожного транспорта*

Редактор Н.А. Каменская

Корректор Л.Е. Лохова

Компьютерная верстка Г.А. Демиденко, В.В. Семёнов

Изд. лиц. ИД № 04598 от 24.04.2001 г.

Подписано в печать 02.07.2003 г.

Формат 60×88 ¹/₁₆. Усл. печ. л. 31. Тираж 10000 экз. Зак.

Издательство «Маршрут», 107078, Москва, Басманный пер., 6

ISBN 5-89035-078-1



9 785890 350787 >