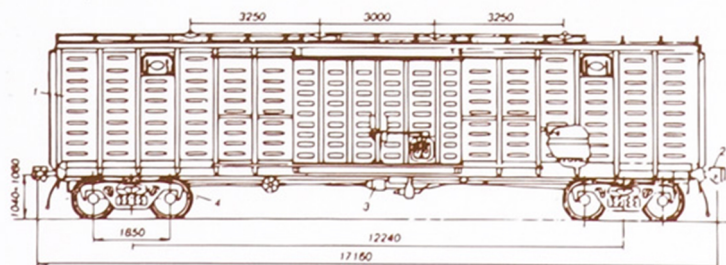


И. Ф. Пастухов, В.В. Пигунов, Р. О. Кошкалда

КОНСТРУКЦИЯ ВАГОНОВ

Учебник



И.Ф. Пастухов, В.В. Пигунов, Р.О. Кошкалда

КОНСТРУКЦИЯ ВАГОНОВ

Утверждено

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

2-е издание

Москва
2004

УДК 629.45/.46.02

ББК 39.24

П19

П19 Пастухов И.Ф., Пигунов В.В., Кошкалда Р.О. Конструкция вагонов: Учебник для колледжей и техникумов ж.-д. транспорта. — 2-е изд. — М.: Маршрут, 2004. — 504 с.

Рассмотрено устройство грузовых и пассажирских вагонов магистральных железных дорог колеи 1520 мм стран СНГ, а также конструкции рефрижераторного подвижного состава. Даны общие понятия о надежности вагонов, сведения о габаритах подвижного состава, приведены основные требования норм расчета и проектирования вагонов.

Книга предназначена для студентов техникумов и колледжей железнодорожного транспорта и может служить практическим пособием для работников вагонного хозяйства.

Ил. 255, табл. 30, библиогр. 8 назв.

Книгу написали: И.Ф. Пастухов — введение, гл. 6, 7; В.В. Пигунов — гл. 1–5, пп. 9.8, кроме п. 5.4; Р.О. Кошкалда — гл. 8, 9, п. 5.4, кроме п. 9.8

Рецензенты: Ю.Б. Вороненко, В.В. Романов, Г.А. Хряпенов.

ISBN 5-94069-004-1

© И.Ф. Пастухов, В.В. Пигунов,
Р.О. Кошкалда, 2000

© Издательство «Маршрут», 2004

От авторов

Успешное освоение задач, поставленных перед железнодорожным транспортом на ближайшие годы требует дальнейшего роста технического уровня подвижного состава, внедрения новых высокоэффективных конструкций грузовых и пассажирских вагонов, более интенсивного использования вагонного парка — ускорения оборота вагонов, увеличения скорости движения и массы поездов, повышения статической нагрузки вагона. Для поддержания высокого технического уровня вагонного парка необходимо применение новейшей технологии ремонта и технического обслуживания вагонов в эксплуатации. При этом важная роль отводится кадрам работников железнодорожного транспорта, для роста квалификации которых повышаются требования к их подготовке. Современный техник вагонного хозяйства должен ясно видеть перспективу развития железнодорожного транспорта, занимать активную позицию в вопросах внедрения новых типов вагонов и их эффективного использования. Для грамотного решения поставленных задач специалист должен знать конструкцию, а на ее основе — систему технического обслуживания и передовую технологию ремонта вагонов. При этом в системе технического обслуживания и ремонта он должен знать принцип действия применяемых приборов автоматики, средств механизации и автоматизации производственных процессов, включая средства неразрушающего контроля и роботы-манипуляторы; основы стандартизации, метрологии и контроля качества выпускаемой продукции; правила охраны труда и окружающей среды, пожарной безопасности при ремонте и техническом обслуживании вагонов. На основе полученных знаний техник должен применять научную организацию труда на руководимом им участке; обеспечивать точное соблюдение технологических процессов по ремонту и техническому обслуживанию вагонов; внедрять прогрессивную технологию и передовые методы труда; вместе с тем он должен уметь определять силы, действующие на элементы вагона; приближенными методами оценивать напряженное состояние и условия прочности его деталей, выявлять и устранять причины эксплуатационных

происшествий, связанных с неисправностью или нарушением условной эксплуатации вагона.

Дисциплина «Конструкция вагонов» — базовая для овладения другими специальными дисциплинами и служит основной для получения глубоких и всесторонних знаний по избранной специальности. В свете современных требований развития вагонного хозяйства в соответствии с квалификационной характеристикой техника и программой курса «Конструкция вагонов» написан данный учебник для студентов колледжей и железнодорожных техникумов специальности «Техническая эксплуатация, обслуживание и ремонт подвижного состава железных дорог». Курс учебника построен как продолжение изучаемых дисциплин «Технология металлов» и «Техническая механика» и учитывает преемственность и взаимосвязь дисциплин. В учебник введен новый материал, касающийся основных положений норм расчета и проектирования вагонов.

ВВЕДЕНИЕ

В новых условиях хозяйственной деятельности в любой отрасли производства, включая и железнодорожный транспорт, на первое место выходит профессионализм выполняемой человеком работы. Хозяйственная деятельность по обследованию и ремонту базируется на знании конструкции вагонов, которых в общей сложности в эксплуатации находится около двухсот разновидностей (175 — грузовых и около 20 — пассажирских). Изложить в данном учебнике все особенности конструкций разных моделей вагонов, эксплуатирующихся на железных дорогах России не предоставляется возможным. Поэтому авторы поставили перед собой задачу описать конструкции тех вагонов, которые занимают наибольший удельный вес в вагонном парке, и показать основные направления их развития.

Политические события последнего десятилетия привели к образованию (1992 г.) на территории бывшего СССР пятнадцати суверенных государств, каждое из которых проводит независимую экономическую политику, включая и управление железнодорожным транспортом. Экономический кризис, охвативший в этот период (1992-99 гг.) страны СНГ, привел и снижению объемов перевозок на 40%, сокращению выпуска новых вагонов по всем странам с 73,12 до 22,5 тысяч, а по России с 35,5 до 10,5 тысяч (в 1993 г.) и до 1,5 тысячи (в 1999 г.) и снижению темпов обновления вагонного парка. Уже на начало 2000 г. наметилась нехватка отдельных типов вагонов и отставание в их техническом уровне от передовых европейских стран и США. По мере возрождения экономики, нехватка отдельных типов вагонов и несоответствие их параметров потребностям перевозочного процесса может еще более усугубиться.

Чтобы выйти на соответствие вагонной отрасли потребностям экономики по объемным и качественным показателям. Министерство путей сообщения Российской Федерации разработало федеральную программу развития вагонов до 2010 года. Она включает реорганизацию вагоностроительной промышленности в направлении расширения номенклатуры выпускаемых вагонов, чтобы компенсировать утерю тех из них, которые ранее выпускались в республиках Украины (КрВСЗ, ДВСЗ, ЖЗТМ) и Латвии (РВСЗ), а также создание «гибкой» технологии производства, позволяющей быстро реагировать на изменение спроса и потреб-

ностей железных дорог и оперативно переходить с одной модели на другую.

Для обеспечения качественных показателей вагонов программа предусматривает выпуск вагонов нового поколения с повышенными требованиями надежности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости подвижного состава и перевозимых грузов, требующих меньших эксплуатационных затрат на их содержание, обслуживание и обеспечивающих полное удовлетворение потребностей РФ в перевозках с учетом обострения конкуренции с другими видами транспорта.

В грузовом вагоностроении выбрано три основных направления развития.

Первое — это создание вагонов нового поколения с повышенными осевыми нагрузками до 25 тс, приближаясь по этому показателю к вагоностроению США, и погонной нагрузкой 8–8,3 т/м, с увеличенными габаритными размерами, обеспечивающими более высокую грузоподъемность и вместимость. В США 65% парка имеют осевую нагрузку 30 тс, а среднюю грузоподъемность вагона 80,3 т, тогда как в России эти параметры соответственно 23,5 тс и 65,5 т.

Второе — это дальнейшее расширение типажа и наращивание парка специализированных вагонов при рациональном выборе степени специализации, которая должна обеспечивать повышение качества перевозок, снижение трудоемкости и себестоимости погрузочно-разгрузочных работ, сокращение потерь грузов и загрязнение окружающей среды. В США доля специализированных вагонов на 1994 г. составляла 93,5% от парка грузовых вагонов, а в России — 38% (вместе с цистернами для перевозки нефтепродуктов).

Третье — это создание вагонов нового поколения для бесперегрузочного сообщения «Восток–Запад». Для этого ведутся работы по созданию и организации производства тележек грузовых вагонов с раздвижными колесами типа «Тальго» для перехода вагона с колеи 1520 на 1435 мм и обратно без смены тележек.

Вместе с тем разработан проект по совершенствованию тележки модели 18–100 грузовых вагонов, преследующий улучшение износowych характеристик основных узлов трения. Ведутся работы по созданию тележек с упругими связями между рамой и колесными парами, обеспечивающими самоустановку колесных пар, которые позволяют резко снизить износ гребней колес и головок рельсов в кривых участках пути. Для спецвагонов (контейнеровозов, рефрижераторных) разрабатывается новая тележка для скоростей движения до 140 км/ч.

В области пассажирского вагоностроения акцент делается на создание вагонов максимально удовлетворяющих потребности пассажиров в перевозках. Оно включает решение проблемы ускорения доставки пассажиров, их безопасности следования и комфорта в пути.

Для ускорения доставки пассажиров ведутся работы по созданию нового поколения скоростного подвижного состава.

Безопасность движения поездов решается путем расширения эксплуатационного диагностирования и контроля за наиболее ответственными элементами вагона (колесными парами, буксовыми узлами, автосцепным устройством и тормозным оборудованием и др.), оснащение вагонов надежными системами оповещения о пожаре и устройствами для аварийного выхода, а скоростных вагонов дополнительно еще — системами автоматического управления движением поездов. С позиции повышения комфорта пассажиров пересматривается стратегия выпуска вагонов по их типу, отдавая предпочтения купейным вагонам, пользующихся наибольшим спросом. Менее консервативны стали подходы к планировке вагонов. Оно стало больше учитывать потребность пассажиров. Создаются новые типы вагонов с различными вариантами: с буфетами — барами, с 2-х и 4-х местными купе или их сочетанием. Все более широкое применение находят новые отделочные материалы в конструкции пассажирских вагонов и новые конструктивные решения внутреннего оборудования, улучшая дизайн купе и салонов и, создавая большие удобства пассажиров в пути следования.

Вместе с созданием нового поколения грузовых и пассажирских вагонов началось решение проблем грузо- и пассажироперевозок с минимальными издержками путем совершенствования подвижного состава и продления срока службы вагонов. Совершенствование вагонов проводится индивидуально в зависимости от их технического состояния по следующей схеме.

Производится предремонтное диагностирование вагонов и оценка его технического состояния, несущей способности и остаточного ресурса. В зависимости от физического состояния производится восстановление всех элементов вагона, установление нового ресурса и нового срока службы. Практика совершенствования вагонов в России и за рубежом показывают, что ресурс вагона восстанавливается на 70 и более процентов, а срок службы как правило, продляется на 16–20 лет, в то время как затраты на это составляют от 30 до 50% от стоимости новых вагонов.

И, наконец, важное значение в стратегии вагонного хозяйства обрела новая концепция единства и взаимосвязи процессов проектирования и создания вагонов, а также систем обслуживания и ремонта. Поскольку основные принципы работоспособности вагонов в эксплуатации в течение срока службы закладываются на стадии проектирования, то ставится задача, чтобы долговечность невосстанавливаемых систем и наработка их на отказ для восстанавливаемых сборочных единиц была кратна принятой цикличности ремонта с тем, чтобы максимально сократить количество внезапных отказов вагонов в эксплуатации. Вместе с тем новое поколение вагонов требует новых подходов к системе ремонта и обслуживания. И, в частности, улучшение системы контроля за работой вагонов в процессе эксплуатации (как предупредительная мера отказа), и улучшение контроля в процессе ремонта (как элемент повышения качества ремонтных работ). То есть проектирование и создание нового вагона, его обслуживание и ремонт должны быть подчинены главному — безопасной и надежной работе вагона с минимальными затратами за время своего существования до исключения из инвентарного парка.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ВАГОНАХ

1.1. КЛАССИФИКАЦИЯ И ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КОНСТРУКЦИИ ВАГОНОВ

Классификация вагонов. Вагоном называется единица железнодорожного подвижного состава, предназначенная для перевозки пассажиров или грузов.

Вагонный парк характеризуется сложностью и многообразием типов и конструкций. Это вызвано необходимостью удовлетворения различных требований при перевозках: защиты ряда грузов от атмосферных воздействий, сохранения качества скоропортящихся грузов, обеспечения комфорта пассажирам и др.

Вагоны классифицируются по четырем основным признакам: назначению, месту эксплуатации, осности и ширине колеи.

По назначению вагоны разделяются на две основные группы: пассажирские и грузовые.

Парк пассажирских вагонов составляют несамоходные вагоны, перемещаемые локомотивами, и самоходные, имеющие свою энергетическую установку или получающие энергию от контактной сети.

К несамоходным пассажирским вагонам (рис 1.1) относятся ва-

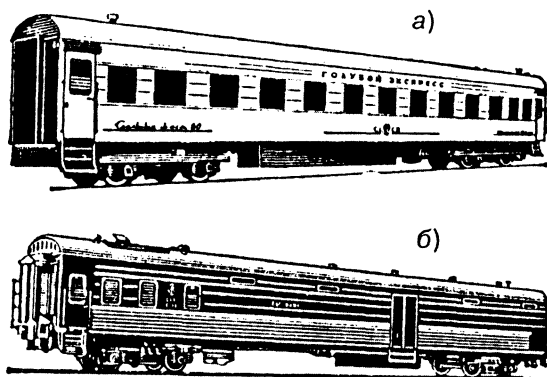


Рис. 1.1. Пассажирские вагоны:

а — для перевозки пассажиров; *б* — багажный

гоны дальнего следования, межобластного и пригородного сообщения, вагоны-рестораны, багажные, почтовые, почтово-багажные и специальные. *Вагоны дальнего следования* — это некупейные и купейные вагоны со спальными жесткими местами, а также купейные с мягкими спальными местами. *Вагоны межобластного сообщения* используют для перевозки пассажиров на расстояние до 700 км. Эти вагоны строятся открытого типа или купейными и оборудуются мягкими креслами для сидения. В *вагонах пригородного сообщения* перевозят пассажиров на расстояние до 150 км. Пригородные поезда локомотивной тяги формируются из вагонов с креслами или жесткими местами для сидения. *Вагоны-рестораны* предназначены для организации питания пассажиров в пути следования, *почтовые* — для перевозки почтовых грузов, *багажные* — для багажа. От вагонов для перевозки пассажиров они отличаются планировкой и внутренним оборудованием. К *специальным пассажирским вагонам* относятся: служебные и санитарные вагоны, вагоны-клубы, вагоны-электростанции и др.

Самоходные пассажирские вагоны — это вагоны электро- и дизель-поездов, а также автомотрисы. Они используются для пригородного и местного сообщений.

Парк грузовых вагонов состоит из универсальных и специальных вагонов следующих типов: *крытые* — для грузов, требующих защиты от атмосферных воздействий и механических повреждений; *полувагоны* — для навалочных, штабельных и штучных грузов, не требующих защиты от атмосферных воздействий; *платформы* — для длинномерных, штабельных, громоздких, сыпучих и колесно-гусеничных грузов, не требующих защиты от атмосферных воздействий; *цистерны* — для жидких, газообразных и пылевидных грузов; *изотермические* — для скоропортящихся грузов; *хотперы* — для массовых сыпучих грузов; *транспортёры* — для крупногабаритных и тяжеловесных грузов, которые по своим размерам или массе не могут быть перевезены в других вагонах; *думпкары (вагоны-самосвалы)* — для транспортировки и автоматизированной разгрузки горнорудных и земляных пород.

Универсальные вагоны предназначены для перевозки широкой номенклатуры грузов, *специальные* — для отдельных видов или групп сходных по свойствам грузов. К универсальным вагонам (рис. 1.2) относятся крытые вагоны с дверями в боковых стенах, полувагоны с люками в полу, платформы с откидными бортами и рефрижераторные изотермические вагоны. Специальные вагоны

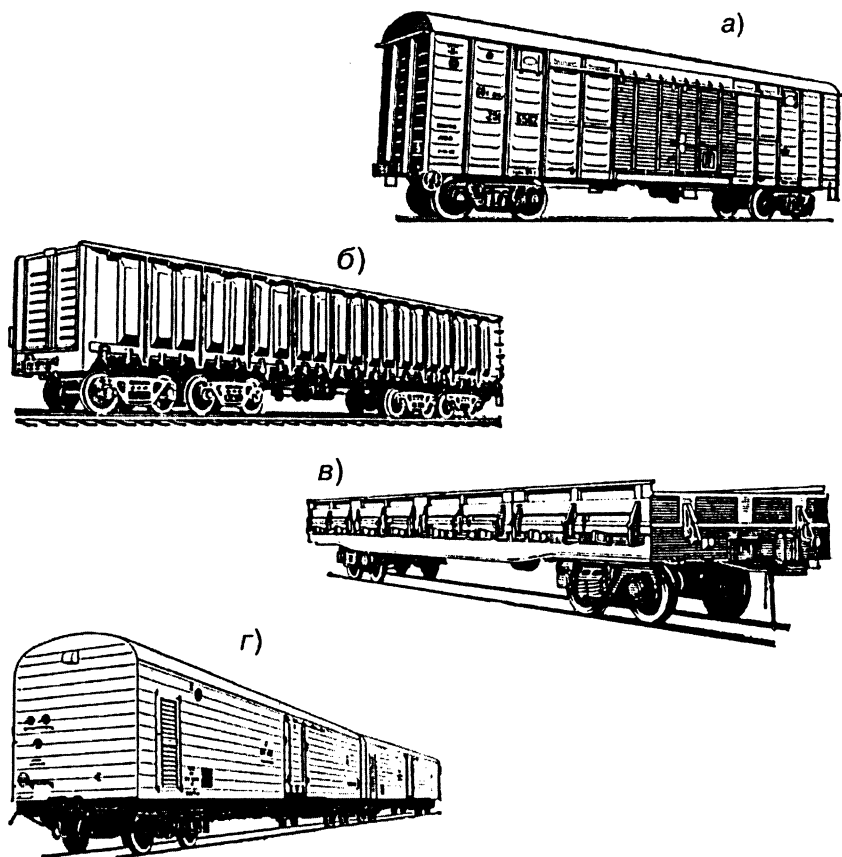


Рис. 1.2. Универсальные грузовые вагоны:

а — четырехосный крытый цельнометаллический вагон; *б* — восьмиосный полувагон; *в* — четырехосная платформа; *г* — вагоны рефрижераторной пятивагонной секции

(рис. 1.3) — это цистерны, хопперы (крытые и открытые), транспортеры, думпкары, а также крытые вагоны для перевозки скота, стали и бумаги в рулонах, полувагоны с глухим кузовом, платформы и крытые вагоны для перевозки автомобилей, платформы для крупнотоннажных контейнеров и лесоматериалов, изотермические вагоны для перевозки молока, живой рыбы, вина и др.

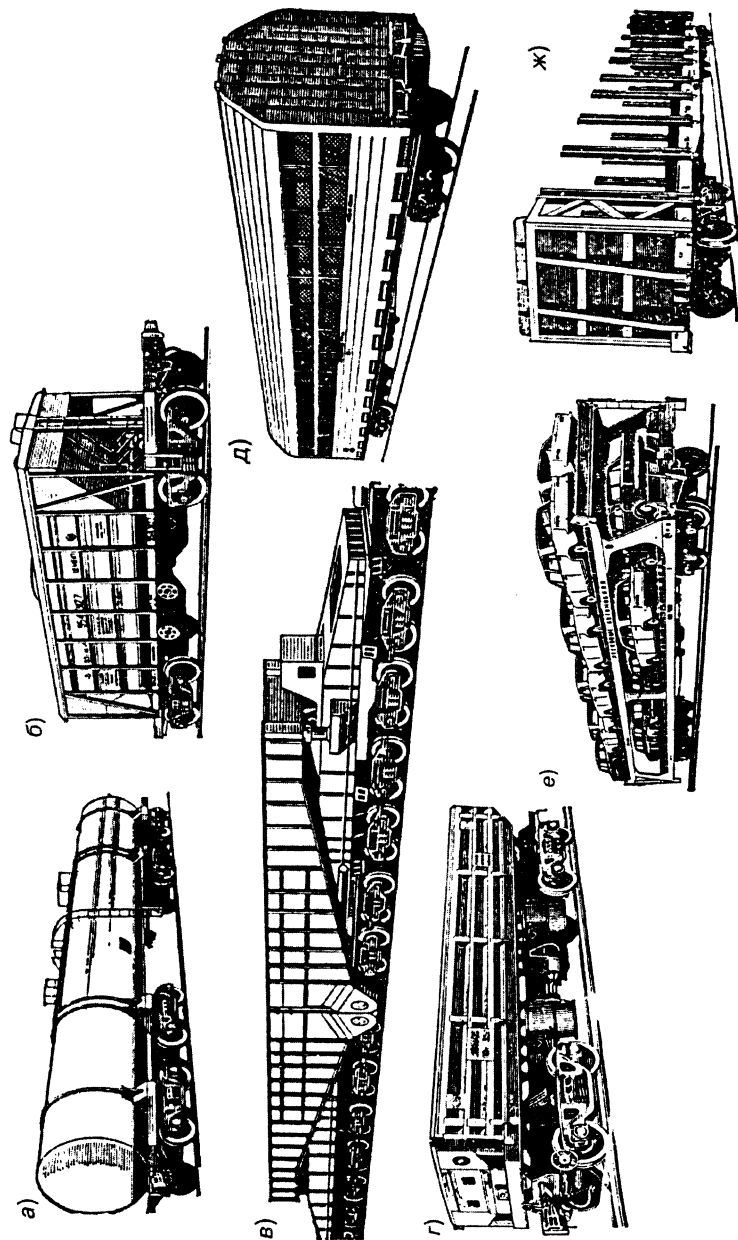


Рис. 1.3. Специальные грузовые вагоны:

а — восьмьюсная цистерна; *б* — крытый вагон-хopper для перевозки цемента; *в* — сочлененный 28-осный транспортёр грузоподъемностью 400 т; *г* — четырехосный вагон-думпка; *д* — крытый вагон для перевозки автомобилей; *е* — платформа для перевозки автомобилей; *ж* — платформа для лесоматериалов

Обратите внимание:

- Большинство указанных типов вагонов подразделяются на универсальные и специальные. Цистерны, хопперы, транспорттеры и думпкары относятся к специальным.

Соотношение универсальных и специальных вагонов в общем грузовом парке определяется технико-экономическими расчетами, так как каждой из этих групп свойственны свои достоинства и недостатки. Универсальные вагоны имеют меньший порожний пробег, но они хуже приспособлены для полной механизации погрузочно-разгрузочных работ и у них в ряде случаев недостаточно полно используются грузоподъемность и вместимость кузова. Специальные вагоны таких недостатков не имеют, но для них характерен большой порожний пробег, что требует наличия большего количества таких вагонов. Увеличение числа вагонов на выполнение заданного объема перевозок приводит к росту капитальных вложений в вагонный парк и усложняет регулировочную работу на железных дорогах.

По месту эксплуатации различают вагоны магистральные (общесетевые), промышленного и городского транспорта.

Магистральные вагоны допускаются для движения по всей сети железных дорог России и стран СНГ. *Вагоны промышленного транспорта* предназначены для эксплуатации на подъездных путях промышленных предприятий. Однако те из них, которые отвечают требованиям норм расчета и проектирования вагонов магистральных железных дорог и Правил технической эксплуатации железных дорог (ПТЭ), имеют право выхода на пути МПС. К вагонам промышленного транспорта относятся думпкары, используемые на горнорудных и угольных предприятиях, а также все специальные грузовые вагоны, эксплуатируемые на промышленных предприятиях. *Вагоны городского транспорта* обеспечивают перевозку пассажиров по городским и, в ряде случаев, пригородным железнодорожным путям — наземным и подземным. К вагонам городского транспорта относят: трамвайные вагоны — для перевозки населения по рельсовым путям, оборудованным контактной подвеской; вагоны метрополитена — для массовой перевозки пассажиров на линиях метрополитена, оборудованных третьим тоководущим рельсом.

По о с н о с т и (числу колесных пар) вагоны подразделяются на двухосные, четырехосные, шестиосные, восьмиосные и многоосные. Большинство вагонного парка составляют четырехосные вагоны.

По ширине колеи различают вагоны широкой (более 1435 мм), нормальной (1435 мм) и узкой (менее 1435 мм) колеи. Вагоны России, стран СНГ, Финляндии и Китая строятся для колеи 1520 мм, США, Канады и большинства стран Европы — для колеи 1435 мм.

Основные элементы вагона. Независимо от назначения и типа все вагоны состоят из четырех основных элементов (узлов): кузова 1, ходовых частей 4, ударно-тяговых устройств 2, и тормозного оборудования 3 (рис. 1.4).

Кузов вагона предназначен для размещения пассажиров или грузов. Конструкция кузова зависит от типа вагона. Все кузова имеют устройства, необходимые для обеспечения сохранности перевозимого груза или комфорта пассажиров. У большинства вагонов основанием кузова является рама.

Кузов пассажирского вагона состоит из рамы, боковых и торцовых стен, пола, крыши, дверей, окон и соответствующего внутреннего оборудования (систем электрооборудования, отопления, вентиляции, освещения, водоснабжения, диванов для лежания или сидения, багажных полок и др.). Кузова грузовых вагонов открытого типа

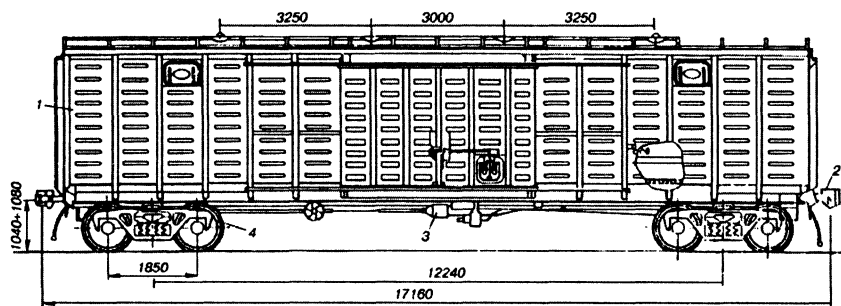


Рис. 1.4. Основные элементы универсального крытого грузового вагона с кузовом объемом 140 м³

имеют раму с настилом пола, боковые и торцовые стены или борта, а закрытого типа — дополнительно еще крышу. У цистерн безрамной конструкции кузовом является котел, рамной конструкции — рама с котлом. Кузова пассажирских, изотермических и некоторых специальных грузовых вагонов имеют теплоизоляцию для поддержания необходимого температурного режима. Особенностью вагонов-хопперов является кузов, имеющий наклонные торцовые стены

для выгрузки груза самотеком и разгрузочные бункера в нижней части. Вагоны-думпкары имеют кузов, наклоняющийся при выгрузке груза, и борта, откидывающиеся при наклоне кузова.

Ходовые части служат опорой кузова и направляют движение вагона по рельсовому пути с необходимой плавностью хода. К ходовым частям относятся тележки (рис. 1.5), состоящие из колесных пар, букс, рессорного подвешивания, рам, надрессорных балок и др.

Ударно-тяговые устройства служат для сцепления вагонов между собой и с локомотивом, а также для передачи силы тяги от локомотива к вагонам и смягчения ударов, возникающих при сцеплении или изменениях режима движения. На вагонах железных дорог России и стран СНГ в качестве ударно-тяговых приборов применяют автосцепное устройство. Его размещают в консольных частях рамы вагона.

Тормозное оборудование предназначено для уменьшения скорости движения или остановки поезда, а также удержания его на месте. Тормоза бывают ручные и автоматические. Вагоны грузового и пассажирского парков оборудованы автоматическими тормозами, а часть вагонов — дополнительно и ручными. Автоматические тормоза обычно приводятся в действие с локомотива, а в случае необходимости из вагона (стоп-краном). При разрыве состава тормоза срабатывают автоматически, без участия человека. Тормозное оборудование установлено частично на раме кузова и частично на тележках вагона.

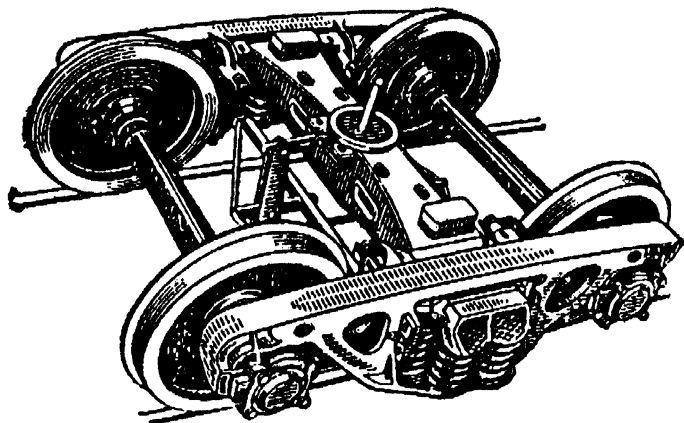


Рис. 1.5. Двухосная тележка грузового вагона модели 18-100

1.2. ВЫБОР ТИПОВ И ПАРАМЕТРОВ ВАГОНОВ

Экономические показатели работы вагонного парка определяются правильным выбором типов вагонов и их параметров.

Выбор типов вагонов. Типы вагонов и рациональное соотношение между количествами вагонов различных типов устанавливаются на основе анализа грузо- и пассажиропотоков на перспективу. При этом тип грузового вагона, выбранный для перевозки определенной группы грузов, должен обеспечивать сохранность грузов и приспособленность к быстрой погрузке и разгрузке, а выбранный тип пассажирского вагона — необходимый уровень комфорта в зависимости от дальности перевозки.

При сравнении и выборе типов вагонов необходимо определять себестоимость перевозок (грузов или пассажиров) и капитальные вложения, сопутствующие внедрению рассматриваемых типов вагонов в эксплуатацию. Указанные расходы учитываются совместно в виде результирующего показателя — приведенных затрат. Критерием оптимальности выбираемого типа вагона и структуры вагонного парка в целом (процентного состава по типам вагонов) является освоение объема перевозок при минимуме приведенных затрат народного хозяйства.

После выбора типа вагона производится выбор его параметров.

Выбор параметров вагонов. Наиболее важными параметрами, характеризующими эффективность грузовых вагонов, являются грузоподъемность, масса тары, осьность (число осей), объем кузова, площадь пола (для платформы) и линейные размеры. Это так называемые *абсолютные параметры*. Для сравнения вагонов различных типов и конструкций используются соотношения этих параметров — *относительные параметры*. К ним относятся коэффициенты тары, удельный объем кузова, удельная площадь пола, осевая и погонная нагрузка.

Параметрами пассажирских вагонов являются тип планировки (определяется назначением вагона), осьность, населенность, масса тары, масса экипировки (вода, уголь, съемное оборудование), линейные размеры и максимальная скорость движения. Для пассажирских вагонов определяют также массу тары, приходящуюся на одно место для пассажира, массу тары на единицу длины или площади горизонтальной проекции вагона, осевую нагрузку и др.

Грузоподъемность P — это наибольшая масса груза, допускаемая к перевозке в вагоне. Грузоподъемность определяет провоз-

ную способность железных дорог. Поэтому стремятся создавать вагоны с максимально возможной грузоподъемностью, увеличивая габаритные размеры, повышая осевую и погонную нагрузки. Для существенного повышения грузоподъемности увеличивают число осей в вагоне. Четырехосные грузовые вагоны строятся грузоподъемностью 68–71 т, а восьмиосные — 120–132 т.

Осевая нагрузка p_o — нагрузка от колесной пары на рельсы,

$$p_o = \frac{m_{бр}g}{m_o}, \quad (1.1)$$

где $m_{бр}$ — масса вагона брутто (масса груженого вагона), т;
 g — ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;
 m_o — осьность вагона.

Допускаемая осевая нагрузка определяется конструкцией и прочностью верхнего строения пути и скоростью движения поездов. В настоящее время она ограничена величиной 230 кН (23,5 тс) для грузовых вагонов и 177 кН (18 тс) — для пассажирских. Ставится вопрос о дальнейшем повышении допускаемой осевой нагрузки для грузовых вагонов до 245 кН (25 тс) и более, что связано с необходимостью увеличения мощности пути по всей сети железных дорог.

Погонная нагрузка q_n — нагрузка от вагона на 1 м пути,

$$q_n = \frac{m_{бр}g}{2L_{об}}, \quad (1.2)$$

где $2L_{об}$ — общая длина вагона, измеренная по осям сцепления автосцепок, м.

Допускаемая погонная нагрузка определяется прочностью мостов и в настоящее время ограничена величиной 103 кН/м (10,5 тс/м). Четырехосные грузовые вагоны реализуют погонную нагрузку 65–72 кН/м, восьмиосные — 80–85 кН/м. Увеличение погонной нагрузки — наиболее эффективный путь повышения грузоподъемности вагона.

Масса тары T — собственная масса порожнего вагона. Сумма грузоподъемности и массы тары дает *массу вагона брутто $m_{бр}$* .

Конструкция вагона должна иметь минимальную массу и необходимую прочность. Поэтому снижение массы тары — важнейшая задача вагоностроения. Ее решение позволяет уменьшить эксплуатационные затраты, связанные с передвижением тары вагонов, снизить

расход материалов на изготовление вагонов и повысить грузоподъемность вагона в пределах допускаемой осевой нагрузки.

Снижения массы тары при одновременном повышении грузоподъемности и надежности вагонов можно достигнуть путем уменьшения динамических сил, действующих на вагон, за счет совершенствования ходовых частей и автосцепного устройства; выбором целесообразных конструктивных форм вагонов и их элементов; применением более прогрессивных материалов для элементов вагонов (низколегированных сталей, сталей повышенной прочности и коррозионной стойкости, высокопрочных алюминиевых сплавов и пластмасс); совершенствованием технологии изготовления и ремонта вагонов; совершенствованием методов расчета и испытаний вагонов.

Эффективность снижения массы грузового вагона оценивается *техническим коэффициентом тары*

$$k_T = \frac{T}{P}. \quad (1.3)$$

Этот коэффициент характеризует качество конструкции вагона: чем меньше k_T , тем меньше собственной массы вагона приходится на каждую тонну транспортируемого груза, а следовательно, меньше затраты на перевозку самого вагона и вагон экономически выгоднее. Поэтому при проектировании новых вагонов необходимо стремиться к снижению k_T .

Для пассажирских вагонов коэффициент тары определяется как отношение массы тары к населенности вагона.

Удельный объем кузова вагона представляет собой отношение полного объема кузова V к его грузоподъемности P :

$$V_y = \frac{V}{P}. \quad (1.4)$$

Для платформ определяется *удельная площадь* F_y как отношение площади пола к грузоподъемности.

От величин удельных объемов и удельных площадей зависит использование объема и грузоподъемности вагона, а следовательно, себестоимость перевозок и приведенные затраты народного хозяйства. Поэтому при проектировании вагонов определяют оптимальные значения V_y и F_y , т.е. $V_y^{\text{опт}}$ и $F_y^{\text{опт}}$.

Пассажирские и грузовые вагоны характеризуются также *линейными размерами* (длиной, шириной, высотой и базой).

Общая длина вагона $2L_{\text{об}}$ определяется расстоянием между осями сцепленных автосцепок. Длина рамы $2L_p$ вагона — расстояние между торцами концевых балок рамы, база $2l$ вагона — расстояние между центрами пятников кузова. Длина, ширина и высота кузова определяются заданной вместимостью и габаритом подвижного состава. Для достижения возможно большей погонной нагрузки ширину и высоту кузова обычно принимают максимальными для заданного габарита подвижного состава.

Выбор параметров грузового вагона целесообразно начинать с решения вопроса о числе осей m_o и допускаемой величине осевой нагрузки p_o проектируемого вагона. Необходимо задать также величиной технического коэффициента тары k_T , габаритом подвижного состава и максимальной скоростью движения. Все эти величины обычно устанавливаются заданием на проектирование.

Тогда грузоподъемность и масса тары вагона

$$P = \frac{m_o p_o}{(1 + k_T)g}; \quad (1.5)$$

$$T = k_T P. \quad (1.6)$$

В процессе проектирования фактические значения T и P уточняют и в расчеты вносят необходимые изменения.

Рациональный объем кузова

$$V = V_y^{\text{опт}} P_s \quad (1.7)$$

и рациональная площадь пола платформы

$$F = F_y^{\text{опт}} P. \quad (1.8)$$

Затем устанавливают внутренние и наружные линейные размеры исходя из рационального использования поперечного очертания заданного габарита подвижного состава (см. п. 1.3).

Выбор параметров пассажирского вагона целесообразно начинать с предварительного выбора его длины, которую затем уточняют после разработки варианта внутренней планировки кузова. Размеры элементов планировки (спальные и сидячие места, проходы, дверные проемы и др.) строго регламентированы.

Ширину вагона устанавливают окончательно из расчета вписывания его в заданный габарит (см. п. 1.3). Затем принимают высоту кузова исходя из рационального использования габарита.

По выбранной планировке определяют населенность вагона, а по населенности и средней массе одного пассажира с багажом — массу пассажиров с багажом. Массу тары и экипировки вагона ориентировочно принимают по аналогии с однотипными конструкциями, учитывая намечаемые изменения.

По массе вагона брутто, включающей массу тары с экипировкой и массу пассажиров с багажом, вычисляют нагрузки на колесную пару и на один метр длины вагона. Они не должны превышать допускаемых значений. Определяют также массу тары, приходящуюся на одно пассажирское место и на метр длины вагона.

13. ГАБАРИТЫ ВАГОНОВ

Основные определения и классификация габаритов. Для обеспечения безопасности движения поездов вагоны должны свободно

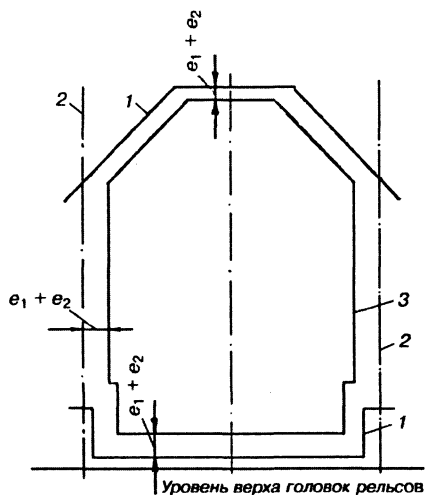


Рис. 1.6. Схема взаимного расположения габарита подвижного состава и габарита приближения строений:

1 — габарит приближения строений
2 — ось междупутья; 3 — габарит подвижного состава

проходить по железнодорожному пути, не задевая сооружений, станционных платформ, зданий и других устройств, а также подвижного состава, расположенного на смежных путях. Это условие выполняется, если размеры поперечного сечения вагона находятся в строго определенных пределах, а все указанные сооружения приближаются к пути не более чем на определенную величину. Эти ограничения в строительстве вагонов и сооружений определяются двумя видами габаритов (ГОСТ 9238): подвижного состава 3 и приближения строений 1 (рис. 1.6).

Габарит приближения строений — пре-

дельное поперечное (перпендикулярное оси пути) очертание, внутрь которого, помимо подвижного состава, не должны заходить никакие части сооружений и устройств, а также лежащие около пути материалы, запасные части и оборудование, за исключением частей устройств, предназначенных для непосредственного взаимодействия с подвижным составом (контактных проводов с деталями крепления, хоботов гидравлических колонок при наборе воды и др.), при условии, что положение этих устройств во внутригабаритном пространстве увязано с частями подвижного состава, с которыми они могут соприкасаться, и что они не могут вызвать соприкосновение с другими элементами подвижного состава.

Габарит подвижного состава — поперечное (перпендикулярное оси пути) очертание, в котором не выходя наружу, должен помещаться установленный на прямом горизонтальном пути (при наиболее неблагоприятном положении в колее и отсутствии боковых наклонов на рессорах и динамических колебаний) как в порожнем, так и в нагруженном состоянии не только новый подвижной состав, но и подвижной состав, имеющий максимально нормируемые износы.

Пространство (зазор) между указанными контурами габаритов (рис. 1.6) обеспечивает безопасные смещения вагона при его движении. Эти смещения обусловлены отклонениями в состоянии пути (e_1), которые допускаются нормами его содержания, и динамическими колебаниями вагона на рессорах (e_2).

Стандартом (ГОСТ 9238) установлены следующие *габариты подвижного состава*:

T — для подвижного состава, допускаемого к обращению по путям общей сети железных дорог России и стран СНГ, внешним и внутренним подъездным путям промышленных и транспортных предприятий, сооружения и устройства на которых отвечают требованиям габаритов приближения строений (рис. 1.7, а);

$T_{ц}$ — для цистерн и вагонов-самосвалов, допускаемых к обращению по путям общей сети железных дорог, внешним и внутренним подъездным путям промышленных и транспортных предприятий, сооружения и устройства на которых отвечают требованиям, установленным “Инструкцией по применению габаритов приближения строений и подвижного состава” (рис. 1.7, б);

$T_{пг}$ — для полувагонов, допускаемых к обращению по путям общей сети железных дорог, внешним и внутренним подъездным путям промышленных и транспортных предприятий, сооружения и

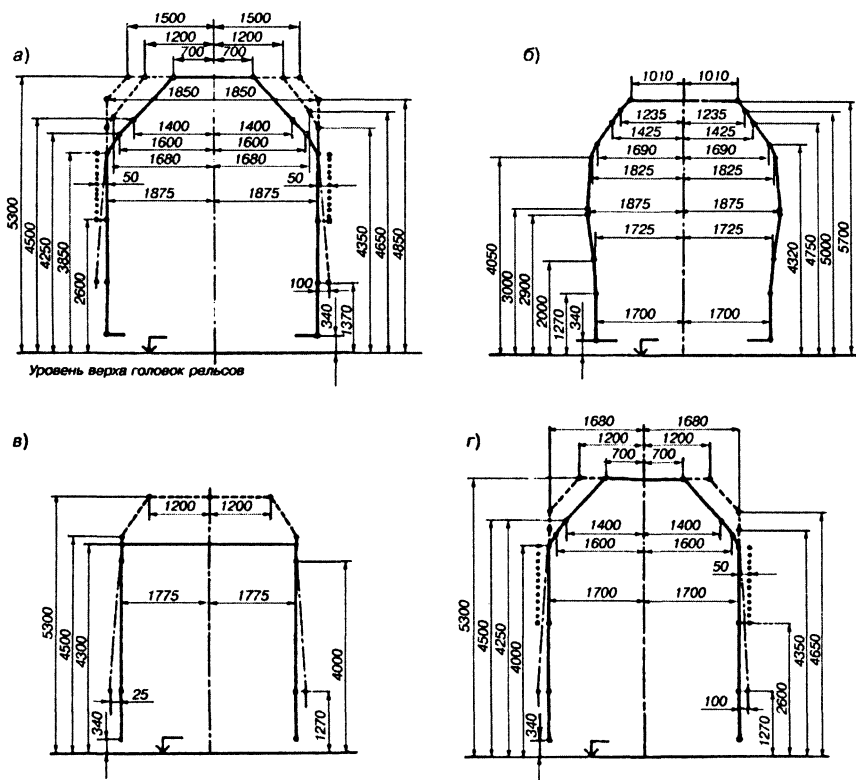


Рис. 1.7. Габариты подвижного состава (верхние очертания):

а — габарит *T*; *б* — габарит *T_ц*; *в* — габарит *T_{ип}*; *г* — габарит *l-T*.

Условные обозначения: только для сигнальных устройств; — · — для выступающих частей: поручней, подлокотников, козырьков для стока воды и др.; — — размеры после реконструкции искусственных сооружений

устройства на которых отвечают требованиям, установленным “Инструкцией по применению габаритов приближения строений и подвижного состава” (рис. 1.7, в);

l-T — для подвижного состава, допускаемого к обращению по всем путям общей сети железных дорог, внешним и внутренним подъездным путям промышленных и транспортных предприятий (рис. 1.7, г);

1-ВМ — для подвижного состава, допускаемого к обращению как по всей сети железных дорог России и стран СНГ колеи 1520 мм, а также по магистральным и ряду других линий железных дорог — членов Организации сотрудничества железных дорог (ОСЖД) колеи 1435 мм, используемых для международных сообщений (рис. 1.8, *а*);

0-ВМ — для подвижного состава, допускаемого к обращению как по всей сети железных дорог России и стран СНГ колеи 1520 мм, а также по всем основным линиям железных дорог — членов ОСЖД колеи 1435 мм, с незначительными ограничениями размеров только на отдельных участках дорог (рис. 1.8, *б*);

02-ВМ — для подвижного состава, допускаемого к обращению как по всей сети железных дорог России и стран СНГ колеи 1520 мм, а также по всем железным дорогам — членам ОСЖД колеи 1435 мм (рис. 1.8, *в*);

03-ВМ — для подвижного состава, допускаемого к обращению как по всей сети железных дорог России и стран СНГ колеи 1520 мм, а также по всем железным дорогам колеи 1435 мм европейских и азиатских стран (рис. 1.8, *г*).

На рис. 1.7 и 1.8 приведены верхние очертания габаритов подвижного состава.

Примечания. 1. По габаритам T , $T_{пр}$ и $I-T$ с использованием их очертаний по штриховым линиям (---) вагоны должны проектироваться и строиться после устранения соответствующих негабаритностей сооружений и устройств на всей сети железных дорог стран СНГ или на отдельных замкнутых направлениях по разрешению МПС РФ, а при обращении подвижного состава только на территории промышленных предприятий — по разрешению соответствующего министерства или ведомства по согласованию с МПС РФ.

2. Размеры, показанные в виде дроби в габаритах *1-ВМ* и *0-ВМ*, означают:

в числителе — размеры, которым должны удовлетворять все вновь строящиеся вагоны, предназначенные для международного сообщения, а также ранее построенные вагоны при следовании по железным дорогам стран Восточной Европы;

в знаменателе — размеры для ранее построенных вагонов при обращении их в пределах дорог стран СНГ и Монголии.

Нижние очертания габаритов подвижного состава имеют несколько контуров в зависимости от требований, предъявляемых

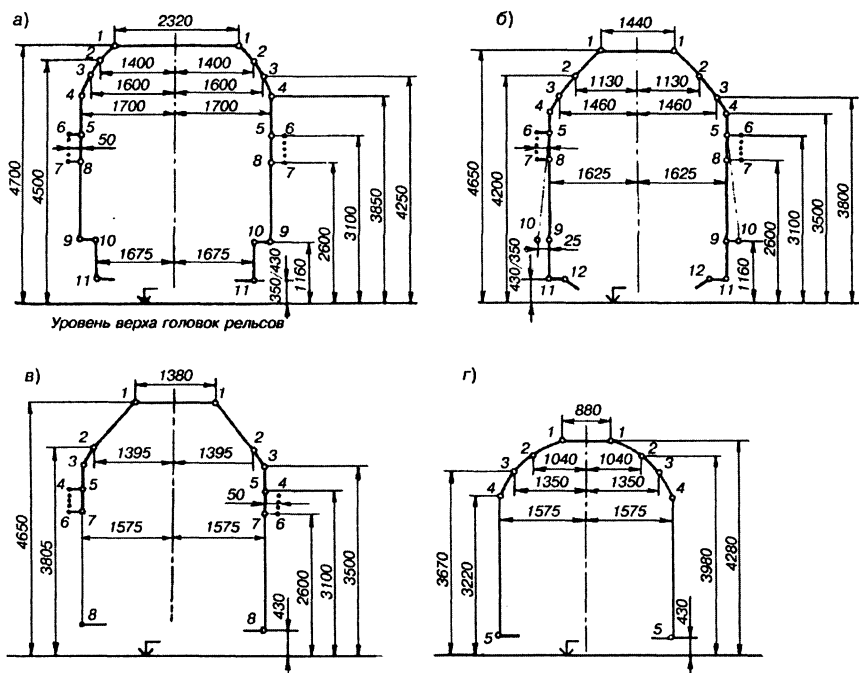


Рис. 1.8. Габариты подвижного состава (верхние очертания):

а — габарит 1-ВМ; б — габарит 0-ВМ; в — габарит 02-ВМ;
г — габарит 03-ВМ.

Условные обозначения: только для сигнальных устройств;
--- уширение габарита, допускаемое только для вагонов, построенных до 1960 г.

к вагону при прохождении сортировочных горок и различных путевых устройств. На рис. 1.9 показаны нижние очертания габаритов для подвижного состава, проходящего пути сортировочных горок, оборудованные вагонными замедлителями, и пути, оборудованные устройством для надвига вагонов.

П р и м е ч а н и я. 1. Размеры по вертикали, показанные в скобках на рис. 1.9, а, принимаются только для пассажирских (кроме почтовых, багажных и двухэтажных с куполом для обозрения) вагонов, в том числе вагонов электропоездов и дизель-поездов.

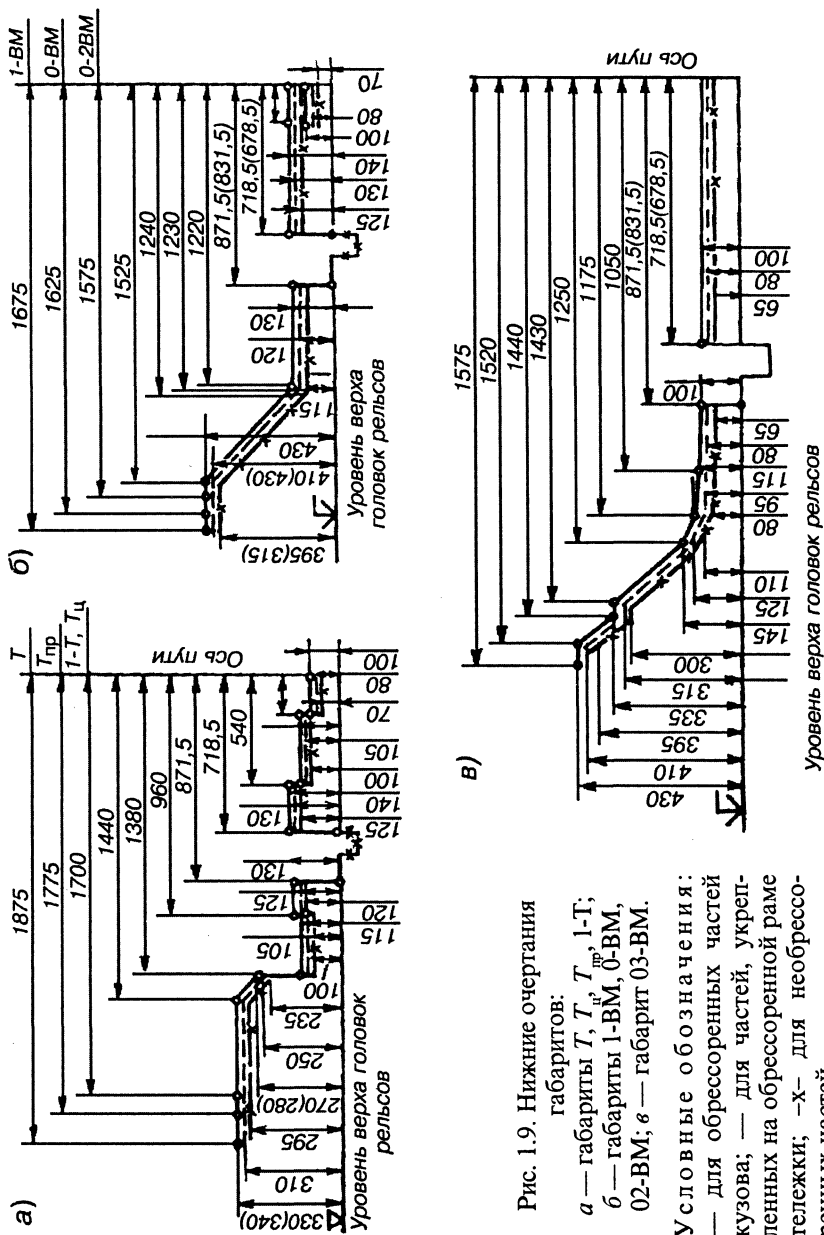


Рис. 1.9. Нижние очертания
габаритов:

а — габариты T , $T_{\text{дп}}$, $T_{\text{ч}}$, $1-T$;
б — габариты 1-BM, 0-BM,
02-BM; в — габарит 03-BM.

Условные обозначения:
— для обрессоренных частей
кузова; — для частей, укреп-
ленных на обрессоренной раме
тележки; -х- для необрессо-
ренных частей

2. Размеры, показанные в виде дроби на рис. 1.9, б, означают:

в числителе — размеры, которым должны удовлетворять все вновь строящиеся, предназначенные для международного сообщения вагоны, а также ранее построенные вагоны при следовании по железным дорогам стран Восточной Европы;

в знаменателе — размеры для ранее построенных вагонов при обращении их в пределах железных дорог стран СНГ и Монголии.

3. Размеры в скобках на рис. 1.9, б, в указаны для железных дорог колеи 1435 мм.

Выбранный для проектируемого вагона габарит влияет на его вездеходность, параметры и в целом на экономическую эффективность вагона. На дальнюю перспективу наиболее эффективны вагоны габарита T , на ближайшую — $T_{пр}$ и $T_{ц}$.

Вписывание вагона в габарит. При проектировании вагона производится проверка его габаритности, называемая вписыванием вагона в габарит. Сущность вписывания заключается в том, что на основании заданного габарита подвижного состава 1 определяют строительное 2, а затем и проектное 3 очертания вагона (рис. 1.10) для всех характерных сечений по его длине. Все элементы конструкции проектируемого вагона,

имеющие номинальные размеры и расположенные в рассматриваемом сечении, не должны выходить за пределы контура проектного очертания.

Строительное очертание вагона получают путем уменьшения поперечных размеров заданного габарита подвиж-

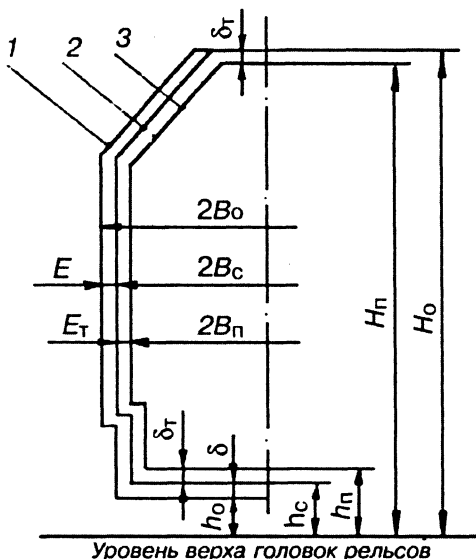


Рис. 1.10. Схема проверки вписывания вагона в габарит:

1 — габарит подвижного состава; 2 — строительное очертание вагона; 3 — проектное очертание вагона

ного состава на величину зазоров и износов ходовых частей, исчисляемых в горизонтальном поперечном направлении, и выносов частей вагонов в кривых, превышающих нормативные, (E), а вертикальных размеров — на величину статического прогиба рессорного подвешивания и измеряемых в вертикальном направлении износов ходовых частей вагона (δ).

Максимально допускаемая ширина строительного очертания вагона на некоторой высоте над уровнем верха головки рельса

$$2B_c = 2(B_o - E), \quad (1.9)$$

где B_o — полуширина заданного габарита подвижного состава на рассматриваемой высоте, мм;

E — ограничение полуширины вагона (возможные смещения вагона из центрального положения в одну сторону на прямых и кривых участках пути) для рассматриваемого сечения по его длине, мм.

О б р а т и т е в н и м а н и е:

- Величину E определяют для различных сечений по длине вагона (рис. 1.11): основных $I-I$, внутренних $II-II$ и наружных $III-III$. Это связано с тем, что в кривых участках пути радиуса R указанные сечения вагона получают различные смещения относительно оси пути.
- Под *основными поперечными сечениями $I-I$* вагона понимают сечения по пятникам, имеющие наименьшие поперечные смещения с оси пути. Под *внутренними сечениями* — сечения, расположенные между его основными; под *наружными* — снаружи его основных сечений. В качестве характерных внутренних и наружных сечений на рис. 1.10 показаны сечения вагона посередине $II-II$ и крайние концевые $III-III$, имеющие наибольшие смещения внутрь и наружу кривой соответственно.

Ограничения полуширины вагона E можно рассчитать по следующим формулам:

для основного сечения (сечение $I-I$)

$$E_o = \Delta + [\Delta_o - K_3] - K; \quad (1.10)$$

для внутреннего сечения (сечение $II-II$)

$$E_v = \Delta + [\Delta_v - K_3] - K + \alpha; \quad (1.11)$$

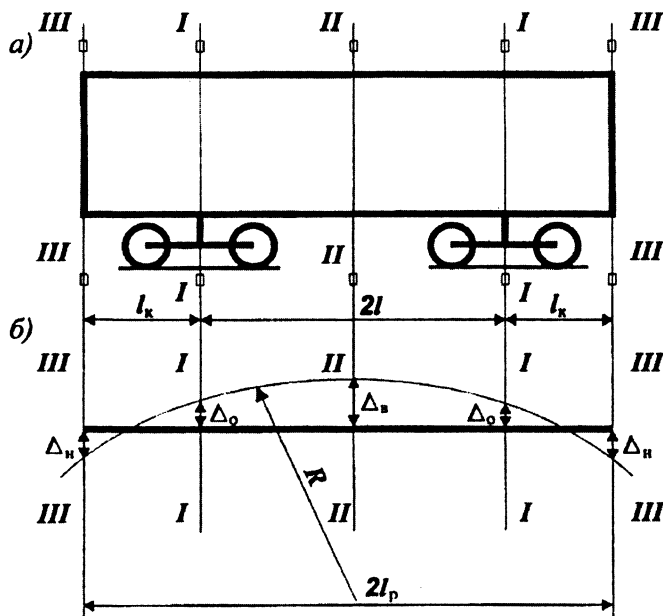


Рис. 1.11. Схема для определения смещений (выносов) частей вагона в кривом участке пути:

a — расположение расчетных поперечных сечений по длине вагона: *I-I* — основное сечение, *II-II* — внутреннее сечение, *III-III* — наружное сечение; *б* — смещения (выносы) частей вагона в кривом участке пути

для наружного сечения (сечение *III-III*)

$$E_n = \Delta \gamma + [\Delta_n - K_3] - K + \beta, \quad (1.12)$$

где Δ — наибольшее возможное поперечное смещение вагона из центрального положения в одну сторону вследствие зазоров и износов ходовых частей;

$\Delta_o, \Delta_n, \Delta_p$ — соответственно смещения основного, внутреннего и наружного сечений тележечного вагона при прохождении кривых участков пути;

K_3 — половина нормативного уширения габарита приближения строений или увеличения расстояний между осями путей в кривых участках пути;

- K — величина, на которую допускается выход вагонов, проектируемых по габаритам *0-ВМ*, *02-ВМ*, *03-ВМ* и *1-ВМ* (в нижней части), за очертания этих габаритов в кривых участках пути $R = 250$ м;
- α , β — дополнительные ограничения по ширине для вагонов очень большой длины в кривых участках пути. У подвижного состава массовой постройки значения α и β равны нулю;
- γ — множитель, учитывающий наиболее неблагоприятное для консольных частей расположение вагона, т.е. положение наибольшего его перекоса.

Смещения Δ , Δ_o , Δ_b , Δ_n и множитель γ определяются по формулам:

$$\Delta = 0,5(s - d) + q + w; \quad (1.13)$$

$$\Delta_o = K_1; \quad (1.14)$$

$$\Delta_b = K_2(2l - n)n + K_1; \quad (1.15)$$

$$\Delta_n = K_2(2l + n)n - K_1; \quad (1.16)$$

$$\gamma = \frac{2n + 2l}{2l}, \quad (1.17)$$

- где s — максимальная ширина колеи в кривой расчетного радиуса, мм;
- d — минимальное расстояние между наружными гранями предельно изношенных гребней колес, мм;
- $0,5(s - d)$ — максимальный разбег изношенной колесной пары между рельсами;
- q — наибольшее возможное поперечное перемещение в основном сечении из центрального положения в одну сторону рамы тележки относительно колесной пары вследствие зазоров при максимальных износах и деформаций упругих элементов в буксовом узле и узле сочленения рамы тележки с буксой, мм;
- w — наибольшее возможное поперечное перемещение в основном сечении из центрального положения в одну сторону кузова относительно рамы тележки вследствие зазоров при максимальных износах и упругих колебаниях в узле сочленения кузова и рамы тележки, мм;
- K_1 — величина дополнительного поперечного смещения в кривых участках пути расчетного радиуса R тележечного подвижного состава, мм;
- K_2 — коэффициент размерности, зависящий от величины расчетного радиуса кривой, мм/м²;
- $2l$ — расстояние между основными сечениями вагона (база вагона), м;

n — расстояние от рассматриваемого поперечного сечения вагона до ближайшего основного сечения, м: $n = l$ — при определении E_b и $n = l_k$ — при определении E_n ;

l_k — длина консоли.

Обратите внимание:

- Если при проектировании вагонов по габаритам T , T_c , $T_{пр}$, I - T и верхней части габарита I - BM значения выражений в квадратных скобках формул (1.10)–(1.12) окажутся отрицательными, то их не учитывают, т.е. принимают равными нулю. Отрицательные значения свидетельствуют о недоиспользовании имеющегося в кривой уширения габарита приближения строений. В этом случае расчет ограничений E_o , E_b и E_n производится из условия вписывания в габарит на прямом участке пути по формулам:

$$E_o^n = E_b^n = \Delta^n = 0,5(s^n - d) + q + w;$$

$$E_n^n = \Delta^n \gamma = [0,5(s^n - d) + q + w] \gamma,$$

где s^n — максимальная ширина колеи на прямом участке пути, мм.

- При расчетах ограничений E_o , E_b и E_n для вагонов габаритов 0 - BM , 02 - BM , 03 - BM и нижней части габарита I - BM отрицательные значения указанных величин в скобках должны быть учтены. При этом, если значения E_o , E_b и E_n получаются отрицательными, то они не учитываются (принимаются равными нулю) и ширина вагона в соответствующем сечении принимается равной ширине габарита.

Значения коэффициентов K , K_1 , K_2 и K_3 , входящих в формулы для определения E_o , E_b и E_n , принимают согласно табл. 1.1.

Таблица 1.1. Значения коэффициентов K , K_1 , K_2 и K_3

Габарит	Точки габарита (рис.1.7 и 1.8)	Значения коэффициентов			
		K , мм	K_1 , мм	K_2 , мм/м ²	K_3 , мм
T , T_c , $T_{пр}$, I - T	Все точки	0	$0,625p^2$	2,5	180
I - BM	1–11				
	Остальные точки	25	$0,5p^2$	2	0
0 - BM , 02 - BM , 03 - BM	1–11 (0 - BM), 1–4 (02 - BM), 1–5 (03 - BM)	75			
	Остальные точки	25			

В табл. 1.1 величина p для двухосных тележек равна базе тележки, м. Для четырехосных тележек с базой p_1 , составленных из двух двухосных тележек с базой p_2 , в формулу для определения K_1 вместо величины p^2 подставляется сумма ($p_1^2 + p_2^2$).

Вертикальные размеры строительного очертания вагона:
поверху

$$H_c = H_o; \quad (1.18)$$

понизу

$$h_c = h_o + \delta, \quad (1.19)$$

где H_o , h_o — вертикальные размеры рассматриваемой точки габарита подвижного состава соответственно в верхней и нижней части;

δ — величина суммарного понижения вагона вследствие износов ходовых частей и прогибов рессор.

Проектное очертание вагона получается уменьшением размеров строительного очертания на величину допускаемых при постройке плюсовых допусков (E_t и δ_t).

Ширина проектного очертания вагона

$$2B_{\Pi} = 2B_c - 2E_t, \quad (1.20)$$

где E_t — конструктивно-технологический плюсовой допуск, допускаемый при постройке вагона в горизонтальной плоскости.

Вертикальные размеры проектного очертания вагона:
поверху

$$H_{\Pi} = H_o - \delta_t; \quad (1.21)$$

понизу

$$h_{\Pi} = h_c + \delta_t, \quad (1.22)$$

где δ_t — конструктивно-технологический плюсовой допуск при постройке вагона в вертикальной плоскости.

По результатам расчета строятся вертикальные и горизонтальные габаритные рамки проектного очертаний вагона. Внешний контур вагона с номинальными размерами не должен выходить за габаритные рамки.

Заводам изготовителям запрещается выпуск вагонов с нарушением строительного очертания.

Пример. Вписать в габарит I - T кузов восьмиосного полувагона и размещенного на нем груза.

Исходные данные: грузоподъемная сила $P = 1,25$ МН; длина рамы вагона $2L_p = 19,11$ м; база вагона $2l = 12,07$ м; длина консоли $l_k = 3,52$ м; база четырехосной тележки $p_1 = 3,2$ м; база двухосной тележки модели 18-100, входящей в конструкцию четырехосной, $p_2 = 1,85$ м; общая гибкость рессорного подвешивания $\lambda_r = 65$ мм/МН.

Контур верхнего очертания габарита подвижного состава I - T показан на рис. 1.7, з.

При вписывании вагона в габарит I - T значения отдельных величин, входящих в формулы для определения E_o , E_b и E_{II} , принимают следующими:

$$s = 1541 \text{ мм}; \quad s'' = 1526 \text{ мм}; \quad d = 1489 \text{ мм}; \quad K = 0;$$

$$K_1 = 0,625(3,2^2 + 1,85^2) = 8,5 \text{ мм}; \quad K_2 = 2,5 \text{ мм/м}^2;$$

$$K_3 = 180 \text{ мм}; \quad q = 3 \text{ мм}; \quad w = 32 \text{ мм}; \quad \gamma = (2 \cdot 3,52 + 12,07)/12,07 = 1,58.$$

Величина суммарного статического понижения для обрессоренного кузова:

$$\delta = 75 + 0,5P\lambda_r = 75 + 0,5 \cdot 1,25 \cdot 65 = 115,625 \approx 116 \text{ мм}.$$

Конструктивно-технологические отклонения, допускаемые при постройке вагона:

в горизонтальной плоскости: $E_r = 23$ мм и $E_t = 13$ мм — соответственно для верхней и нижней части кузова;

в вертикальной плоскости: $\delta_r = 30$ мм и $\delta_t = 10$ мм — соответственно для верхней и нижней части кузова;

Решение. 1. Рассчитаем ограничения полуширины для трех сечений кузова вагона, пользуясь формулами (1.10)–(1.12):

$$E_o = 0,5(1541 - 1489) + 3 + 32 + [8,5 - 180] - 0 = 61 + [-171,5] \text{ мм};$$

$$E_b = 0,5(1541 - 1489) + 3 + 32 + [2,5(12,07 - 6,035)6,035 + 8,5 - 180] - 0 + 0 = 61 + [-80,5] \text{ мм};$$

$$E_{II} = [0,5(1541 - 1489) + 3 + 32]1,58 + [2,5(12,07 + 3,52)3,52 - 8,5 - 180] - 0 + 0 = 96,4 + [-51,3] \text{ мм}.$$

Поскольку значения выражений в квадратных скобках оказались отрицательными, то они не учитываются, т.е. принимаются равными нулю, а вычисление ограничений производят из условия вписывания в габарит на прямом участке пути:

$$E_o^n = E_b^n = 0,5(1526 - 1489) + 3 + 32 = 53,5 \approx 54 \text{ мм};$$

$$E_{II}^n = [0,5(1526 - 1489) + 3 + 32]1,58 = 84,5 \approx 85 \text{ мм};$$

Таким образом, окончательные ограничения полуширины кузова составят:

$$E_o = 54 \text{ мм}; \quad E_b = 54 \text{ мм}; \quad E_{II} = 85 \text{ мм}.$$

2. Вычислим по формуле (1.9) ширину строительного очертания кузова вагона $2B_c$ на некоторой высоте над уровнем верха головок рельсов: в основном и внутреннем сечениях

$$2B_c^5 = 2B_c^4 = 2(1700 - 54) = 3292 \text{ мм};$$

$$2B_c^3 = 2(1600 - 54) = 3092 \text{ мм}; \quad 2B_c^2 = 2(1400 - 54) = 2692 \text{ мм};$$

$$2B_c^1 = 2(700 - 54) = 1292 \text{ мм};$$

в наружном сечении

$$2B_c^5 = 2B_c^4 = 2(1700 - 85) = 3230 \text{ мм};$$

$$2B_c^3 = 2(1600 - 85) = 3030 \text{ мм}; \quad 2B_c^2 = 2(1400 - 85) = 2630 \text{ мм};$$

$$2B_c^1 = 2(700 - 85) = 1230 \text{ мм};$$

П р и м е ч а н и е. Здесь и далее цифровой индекс обозначает номер точки контура габарита подвижного состава $I-T$ (см. рис. 1.13).

3. Определим вертикальные размеры строительного очертания кузова полувагона и размещенного на нем груза.

Вертикальные размеры строительного очертания кузова поверху (для точек 4 с координатами 1700; 4000 мм и выше) равны соответствующим размерам контура габарита подвижного состава, т.е.

$$H_c^4 = 4000 \text{ мм}; \quad H_c^3 = 4250 \text{ мм}; \quad H_c^2 = 4500 \text{ мм}; \quad H_c^1 = 5300 \text{ мм}.$$

Наименьшую допускаемую высоту нижней точки 5 контура габарита $I-T$ с координатами 330 и 1700 мм вычислим по формуле (1.19)

$$h_c^5 = 330 + 115 = 446 \text{ мм}.$$

4. Ширину проектного очертания кузова полувагона $2B_{II}$ на некоторой высоте H над уровнем верха головок рельсов рассчитаем по формуле (1.20):

в основном и внутреннем сечениях

$$\begin{aligned}2B_{\Pi}^5 &= 3292 - 2 \cdot 13 = 3266 \text{ мм}; & 2B_{\Pi}^4 &= 3292 - 2 \cdot 23 = 3246 \text{ мм}; \\2B_{\Pi}^3 &= 3092 - 2 \cdot 23 = 3046 \text{ мм}; & 2B_{\Pi}^2 &= 2692 - 2 \cdot 23 = 2646 \text{ мм}; \\2B_{\Pi}^1 &= 1292 - 2 \cdot 23 = 1246 \text{ мм};\end{aligned}$$

в наружном сечении

$$\begin{aligned}2B_{\Pi}^5 &= 3230 - 2 \cdot 13 = 3204 \text{ мм}; & 2B_{\Pi}^4 &= 3230 - 2 \cdot 23 = 3184 \text{ мм}; \\2B_{\Pi}^3 &= 3030 - 2 \cdot 23 = 2984 \text{ мм}; & 2B_{\Pi}^2 &= 2630 - 2 \cdot 23 = 2584 \text{ мм}; \\2B_{\Pi}^1 &= 1230 - 2 \cdot 23 = 1184 \text{ мм};\end{aligned}$$

Таким образом, ширина проектного очертания кузова восьмиугольного полувагона в основном и внутреннем (среднем) сечениях:

на уровне рамы $2B_{\Pi} = 3266$ мм;

на уровне верхней обвязки $2B_{\Pi} = 3246$ мм.

В наружном (концевом) сечении ширина проектного очертания кузова:

на уровне рамы $2B_{\Pi} = 3204$ мм;

на уровне верхней обвязки $2B_{\Pi} = 3184$ мм.

Горизонтальная габаритная рамка проектного очертания кузова на уровне рамы показана на рис. 1.12.

5. Вертикальные размеры проектного очертания кузова поверху (для точек 1-4) определим по формуле (1.21):

$$H_{\Pi}^4 = 4000 - 30 = 3970 \text{ мм}; \quad H_{\Pi}^3 = 4250 - 30 = 4220 \text{ мм};$$

$$H_{\Pi}^2 = 4500 - 30 = 4470 \text{ мм}; \quad H_{\Pi}^1 = 5300 - 30 = 5270 \text{ мм};$$

Наименьшую допускаемую высоту нижней точки 5 контура габарита $I-T$ с координатами 330 и 1700 мм вычислим по формуле (1.22)

$$h_c^5 = 446 + 10 = 456 \text{ мм}.$$

Вертикальная габаритная рамка проектного очертания кузова в наружном сечении показана на рис. 1.13.

Следовательно, высота проектного очертания верха боковой стены кузова полувагона составит 3970 мм, а верха груза в средней части — 5270 мм.

Рис. 1.12. Горизонтальная габаритная рамка проектного очертания кузова восьмьюосного универсального полувагона на уровне рамы

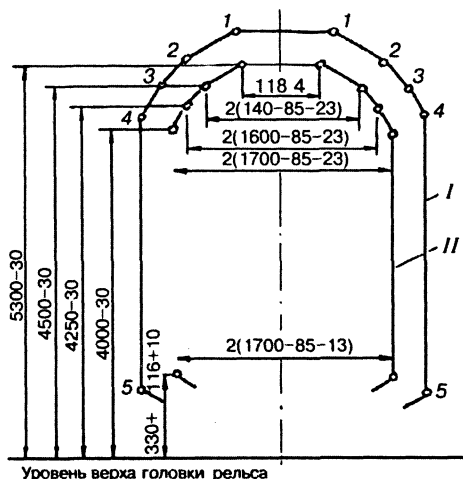
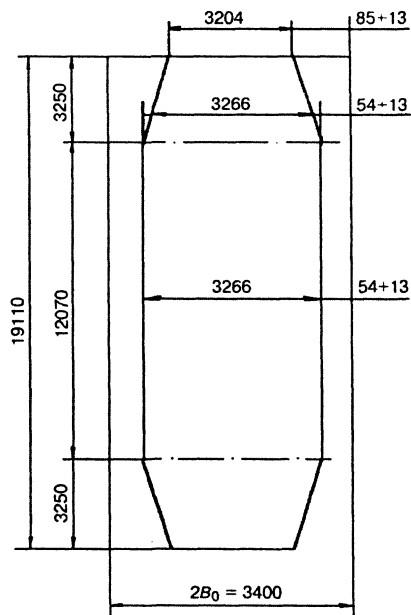


Рис. 1.13. Вертикальная габаритная рамка проектного очертания кузова восьмьюосного универсального полувагона в верхней зоне в наружном сечении:

I — габарит подвижного состава *I-T*; *II* — проектное очертание вагона

Таким образом, ни одна деталь, расположенная в расчетных точках рассмотренных поперечных сечений кузова проектируемой конструкции восьмьюосного полувагона и груза, не должна выходить за пределы полученных размеров проектного очертания.

1.4. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ НОРМ РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВАГОНОВ

Вновь строящиеся и находящиеся в эксплуатации вагоны магистральных железных дорог должны удовлетворять требованиям “Норм для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных)”, в дальнейшем называемых *Нормы*. Поэтому изучение конструкции вагонов должно предусматривать ознакомление с основными положениями Норм, обеспечивающих на стадии проектирования прочность, устойчивость, надежность, безопасность эксплуатации и необходимые динамические качества вагонов для современных и перспективных условий эксплуатации железных дорог. Нормами установлены расчетные схемы и методы расчета, допускаемые нагрузки, действующие на элементы вагона, условия механизированной их погрузки и выгрузки, прохождения криволинейных участков пути и сортировочных горок, а также основные материалы для изготовления вагонов, характеристики ходовых частей, автосцепного устройства и тормозного оборудования.

Отклонение от установленных Норм приводит в эксплуатации к снижению прочности и надежности вагонов и может привести к нарушению безопасности движения поездов. Поэтому для специалиста со средним техническим образованием, работающего в вагонном хозяйстве, очень важно уметь предупредить нарушения Норм в эксплуатации.

В связи с изменяющимися условиями эксплуатации железных дорог Нормы периодически пересматриваются. Действующие Нормы введены в 1996 г. и предусматривают строгое соблюдение стандартов, которые необходимы в практической деятельности. В новой редакции Норм повышены требования к новым вагонам, в частности, введены новые расчетные режимы и увеличены расчетные нагрузки.

В соответствии с положениями Норм поставляемые железнодорожному транспорту вагоны должны обеспечивать погрузку и разгрузку с применением средств механизации, а также наибольшие удобства и наименьшие расходы при их использовании, обслуживании и ремонте, иметь устройства и условия для соблюдения правил технической эксплуатации железных дорог, правил техники безопасности, противопожарных требований, санитарно-гигиенических норм для пассажиров и обслуживающего персонала.

Все проектируемые грузовые вагоны рассчитываются на эксплуатацию в поездах массой до 10 тыс. т, пассажирские — в пассажирских поездах массой до 2 тыс. т.

В общем случае грузовые вагоны должны обеспечивать скорость движения 33 м/с (120 км/ч), рефрижераторные и скоростные грузовые — 39 м/с (140 км/ч), пассажирские — 45 м/с (160 км/ч).

Наибольшая расчетная статическая осевая нагрузка для вагонов общесетевого назначения принимается по ГОСТ 22780, допускаемая нагрузка на 1 м пути рекомендуется до 103 кН/м (10,5 тс/м) от вагона и до 168 кН/м (17,1 тс/м) от тележки.

Вагоны с большими, чем указано выше, осевыми и погонными нагрузками должны проектироваться по специальным требованиям, согласованным с МПС РФ.

Нагрузки, действующие на вагон. В процессе эксплуатации на вагон и его элементы действуют статические (постоянные) и динамические (переменные) нагрузки.

Вагон в состоянии покоя подвергается воздействию только статических нагрузок, а в процессе движения дополнительно и динамических.

К *статическим нагрузкам* относятся собственная сила тяжести конструкции вагона; сила тяжести груза; гидростатические и распорные усилия, передающиеся на стенки кузова; остаточные внутренние усилия, обусловленные технологией изготовления, ремонта и обслуживания.

К *динамическим нагрузкам* относятся силы взаимодействия между вагонами, между вагоном и локомотивом, между кузовом вагона и грузом; силы, возникающие при движении вагона по кривым и стрелочным переводам; аэродинамические силы; силы инерции, возникающие при торможении, трогании с места, колебаниях вагона на рессорах и др.

Все перечисленные выше нагрузки приводятся к следующим *трем основным группам* в зависимости от направления их действия: *продольным, вертикальным и боковым.*

О б р а т и т е в н и м а н и е:

- Кузова и тележки вагонов рассчитываются на наиболее невыгодное сочетание одновременно действующих основных и дополнительных нагрузок в соответствии с установленными *расчетными режимами.*

Расчетные режимы. Нормами устанавливаются два основных (I и III) и один дополнительный специальный (II) расчетные режимы.

По I расчетному режиму рассматривается относительно редкое сочетание экстремальных нагрузок.

В эксплуатации I режиму расчета соответствуют:

для грузовых вагонов — осаживание и трогание тяжеловесного состава с места, соударения вагонов при маневрах, экстренное торможение в поездах при малых скоростях движения;

для пассажирских вагонов — аварийное соударение при маневрах или столкновение вагонов в нештатных ситуациях, а также аварийный рывок (толчок) вагона при следовании в грузовом поезде.

Основное требование при расчете на прочность по I режиму — не допустить появления остаточных деформаций (повреждений) в узле или детали вагона.

По III расчетному режиму рассматривается относительно частое возможное сочетание умеренных по величине нагрузок.

В эксплуатации III режиму расчета соответствует нормальная работа вагона в движущемся поезде (движение вагона в составе поезда по прямым и кривым участкам пути и стрелочным переводам с допускаемой скоростью вплоть до конструкционной при периодических служебных регулировочных торможениях, периодических умеренных рывках и толчках, штатной работе механизмов и узлов вагона).

Основное требование при расчете по III режиму — не допустить усталостного разрушения узла или детали вагона.

II дополнительный специальный расчетный режим применяется для отдельных типов вагонов как сочетание нагрузок, характерное для этих вагонов (например, при погрузочно-разгрузочных работах, ремонте и др.). Необходимость расчета по II режиму устанавливается в техническом задании.

Продольные нагрузки. К основным расчетным продольным нагрузкам относятся: сжимающие и растягивающие силы взаимодействия между вагонами и между вагонами и локомотивом; силы инерции отдельных масс вагона.

Продольные сжимающие ($-N$) или растягивающие ($+N$) силы взаимодействия между вагонами и между вагоном и локомотивом возникают при различных режимах движения поезда (трогание с места, изменение скорости движения, торможение) и маневровых работах.

Величины продольных сил — квазистатических и динамических — установлены Нормами для основных расчетных режимов.

При этом под квазистатическими силами понимают силы, которые при выполнении практических расчетов условно принимают действующими статически. Для I расчетного режима продольные силы N_I принимаются по табл. 1.2, для III расчетного режима устанавливается $N_{III} = \pm 1,0$ МН для всех типов вагонов при квазистатическом и динамическом воздействии сил.

Таблица 1.2. Величины продольных нагрузок при расчете на прочность по I режиму

Наименование вагонов	Величина продольной нагрузки, МН	
	Квазистатическая сила	Удар, рывок
Грузовые вагоны основных типов	-3,0	-3,5
	+2,5	+2,5
Изотермические вагоны, хоппер-дозаторы, вагоны-самосвалы	-2,5	-3,0
	+2,5	+2,5
Пассажирские вагоны всех типов	-2,5	-2,5
	+1,5	+2,0

Вагоны магистральных железных дорог рассчитывают на восприятие указанных нормативных сил, которые получены в эксплуатации на основе обработки статистических данных. Превышение этих максимальных сил может приводить к появлению деформаций и разрушений элементов вагонов. Наиболее часто это наблюдается при роспуске вагонов с сортировочной горки, когда превышает скорость соударения.

Продольные силы прикладываются к передним (при растяжении, рывке) или задним (при сжатии, ударе) упорам на уровне оси автосцепного устройства вагона. При этом должен учитываться конструктивный эксцентриситет продольной оси автосцепки относительно центра тяжести сечения хребтовой балки.

Нормами устанавливаются следующие основные расчетные схемы приложения продольных сил (рис. 1.14):

1) квазистатические силы растяжения или сжатия приложены к упорам автосцепки обоих концов вагона при одинаковом уровне осей взаимодействующих вагонов;

2) квазистатические силы растяжения или сжатия приложены к упорам автосцепки обоих концов вагона при разности высот

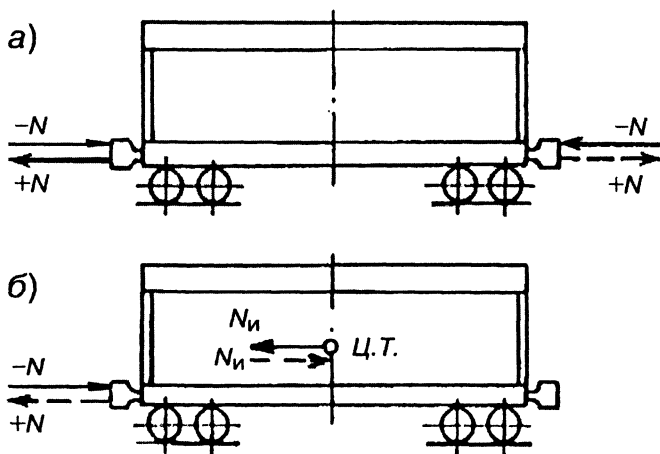


Рис. 1.14. Схема действия продольных сил, приложенных к вагону при различных режимах эксплуатации:

а — к автосцепкам обоих концов вагона; *б* — к автосцепке одного конца вагона

автосцепок взаимодействующих вагонов равной 0,1 м по I режиму и 0,05 м по III режиму;

3) силы удара или рывка приложены к упорам автосцепки одного конца вагона на прямом участке пути при разности высот автосцепок взаимодействующих вагонов равной 0,1 м по I режиму и 0,05 м по III режиму и уравновешены силами инерции масс вагона.

Продольные силы инерции отдельных масс вагона возникают при динамическом действии указанных выше продольных сжимающих и растягивающих сил взаимодействия между вагонами и между вагоном и локомотивом. Эти силы в общем случае определяются по формуле

$$N_{и} = N \frac{m}{m_{в}}, \quad (1.23)$$

где N — внешняя продольная сила удара или рывка, приложенная к автосцепке, либо тормозная сила вагона;

m — масса узла, детали, груза, для которой определяется продольная сила инерции;

$m_{в}$ — общая масса вагона.

Силы инерции могут также вычисляться по формуле

$$N_{\text{и}} = m a_{\text{прод}}, \quad (1.24)$$

где $a_{\text{прод}}$ — нормированная величина продольного ускорения (замедления) узла, детали и т.п.

При выполнении предварительных расчетов допускается принимать следующие значения $a_{\text{прод}}$:

для I режима 2,0g — для грузовых 8-осных вагонов, 2,5g — для 6-осных вагонов, 3,5g — для 4-осных вагонов, 3,0g — для изотермических, 4,5g — для пассажирских;

для III режима при нормальных скоростях движения и служебных торможениях с рывками и толчками соответственно 0,6g; 0,8g; 1,0g; 1,1g и 1,5g;

для III режима (частный случай) при нормальных и повышенных скоростях движения, служебных и регулировочных торможениях без рывков и толчков 0,2g — для всех вагонов.

Силы инерции прикладываются в центре тяжести соответствующей массы. Равнодействующая сила инерции жидкости в котле цистерны принимается приложенной на уровне продольной оси котла.

Вертикальные нагрузки. К основным расчетным вертикальным нагрузкам относятся собственная сила тяжести вагона, полезная нагрузка, вертикальная динамическая сила и вертикальная добавка от продольной силы инерции кузова.

Под *собственной силой тяжести* понимается суммарная сила тяжести частей вагона, нагружающих рассчитываемый элемент, включая и силу тяжести самого элемента. Для пассажирских, изотермических вагонов и специальных грузовых вагонов (например, для перевозки скота) в собственную силу тяжести включается вес запаса воды, топлива и других предметов экипировки.

Собственная сила тяжести вагона равна

$$P_{\text{т}} = Tg, \quad (1.25)$$

где T — масса тары вагона;

g — ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

Под *полезной нагрузкой* понимаются сила тяжести груза или пассажиров с багажом.

Сила тяжести груза и характер ее приложения для грузовых и изотермических вагонов определяются техническим заданием. В пове-

рочных расчетах элементов вагона, производимых в эксплуатации (при установлении, например, причины транспортных происшествий), учитывается фактическая сила тяжести груза и неравномерное ее распределение по площади пола.

Сила тяжести груза рассчитывается по формуле:

$$P_{\text{пол}} = m_{\text{г}} g, \quad (1.26)$$

где $m_{\text{г}}$ — масса груза в вагоне.

Сила тяжести пассажиров с багажом определяется по расчетной населенности вагона, т.е.

$$P_{\text{пол}} = n m_{\text{пас}} g, \quad (1.27)$$

где n — максимальная расчетная населенность вагона;

$m_{\text{пас}}$ — средняя масса одного пассажира с багажом: для всех пассажирских вагонов принимается $m_{\text{пас}} = 100$ кг.

Расчетная населенность пассажирского вагона дальнего следования определяется по наибольшему числу мест, предусмотренных при эксплуатации вагона. Максимальная расчетная населенность вагонов межобластного сообщения устанавливается по проектному числу мест для сидения и количеству стоящих пассажиров, из расчета 5 человек на 1 м^2 свободной площади пола, включая тамбуры и проходы (площадь, занятая ногами сидящих пассажиров шириной 250 мм у края дивана или кресла не учитывается). Максимальная населенность второго этажа двухэтажного вагона устанавливается из расчета 4 стоящих пассажира на 1 м^2 свободной площади пола.

Сумма собственной силы тяжести вагона и полезной нагрузки составляет *силу тяжести (вес) вагона брутто*, т.е.

$$P_{\text{бр}} = P_{\text{т}} + P_{\text{пол}}, \quad (1.28)$$

которая приложена в центре масс вагона.

Вертикальная статическая нагрузка от веса вагона брутто, приходящаяся на рассматриваемый элемент,

$$P_{\text{ст}} = \frac{P_{\text{бр}} - P_{\text{ч}}}{n}, \quad (1.29)$$

где $P_{\text{ч}}$ — вес частей вагона, через которые передается нагрузка от рассчитываемых элементов на рельсы;

n — число параллельно нагруженных рассчитываемых элементов вагона.

Для вагона в целом $P_{\text{ст}} = P_{\text{бр}}$.

Вертикальная динамическая нагрузка $P_{\text{д}}$ возникает при колебаниях вагона на рессорах и взаимодействии вагонов при движении поезда и маневровой работе. Эта нагрузка приложена также в центре масс вагона.

Вертикальная динамическая нагрузка при расчетах на прочность принимается действующей статически и определяется по формуле

$$P_{\text{д}} = P_{\text{ст}} K_{\text{дв}}, \quad (1.30)$$

где $K_{\text{дв}}$ — коэффициент вертикальной динамики.

Коэффициент вертикальной динамики вычисляется по следующей эмпирической формуле

$$K_{\text{дв}} = \frac{\bar{K}_{\text{дв}}}{\beta} \sqrt{\frac{4}{\pi} \ln \frac{1}{1 - P(K_{\text{дв}})}} = 2,114 \frac{\bar{K}_{\text{дв}}}{\beta}, \quad (1.31)$$

где $\bar{K}_{\text{дв}}$ — среднее вероятное значение коэффициента вертикальной динамики;
 β — параметр, устанавливаемый по экспериментальным данным: при существующих условиях эксплуатации $\beta = 1,13$ — для грузовых вагонов и $\beta = 1,0$ — для пассажирских;
 $P(K_{\text{дв}})$ — расчетная вероятность: при расчетах на прочность по допускаемым напряжениям принимается $P(K_{\text{дв}}) = 0,97$.

Среднее значение коэффициента вертикальной динамики $\bar{K}_{\text{дв}}$ для скорости движения $v \geq 15$ м/с (55 км/ч) определяется по формуле

$$\bar{K}_{\text{дв}} = a + 3,6 \cdot 10^{-4} b \frac{v - 15}{f_{\text{ст}}}, \quad (1.32)$$

где a — коэффициент, равный для элементов кузова 0,05, для обрессоренных частей тележки — 0,10, для необрессоренных частей тележки — 0,15;
 b — коэффициент, учитывающий влияние числа осей $n_{\text{т}}$ в тележке или группе тележек под одним концом вагона,

$$b = \frac{2 + n_{\text{т}}}{2n_{\text{т}}}; \quad (1.33)$$

v — расчетная скорость движения вагона, м/с;
 $f_{\text{ст}}$ — статический прогиб рессорного подвешивания, м.

Вертикальная динамическая нагрузка зависит от скорости движения, а также от конструкции и технического состояния вагона и верхнего строения пути.

Характер действия вертикальных статических и динамических нагрузок в зависимости от времени t показан на рис. 1.15.

Как следует из рис. 1.15, *резльтирующая вертикальная нагрузка*, действующая на вагон, будет равна

$$P_B = P_{ст} \pm P_D. \quad (1.34)$$

Сумма нагрузок P_B^{max} влияет на прочность элементов вагона, а разность P_B^{min} характеризует безопасность движения поездов, так как при этом происходит обезгруживание колесных пар.

Вертикальная динамическая сила (добавка) на тележку от действия продольной силы инерции кузова определяется по формуле

$$P_{и} = N_{ик} \frac{h_k}{2l}, \quad (1.35)$$

где $N_{ик}$ —продольная сила инерции кузова брутто, определяемая по формулам (1.23) или (1.24);

h_k —расстояние от центра масс кузова до оси автосцепки;

$2l$ —база вагона.

Такая же сила (реакция) действует на опорные элементы кузова.

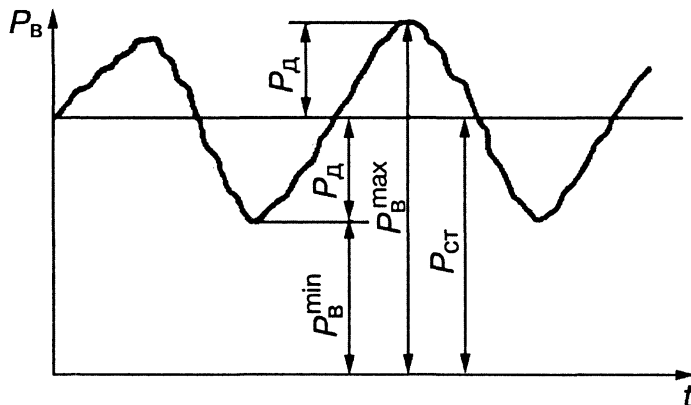


Рис. 1.15. Характер действия вертикальных статической $P_{ст}$ и динамической P_D нагрузок в зависимости от времени t

Боковые нагрузки. К основным расчетным боковым нагрузкам относятся центробежная сила, сила давления ветра и поперечная составляющая продольных сил взаимодействия вагонов друг с другом при движении в кривых.

Центробежная сила возникает при движении вагона по кривым участкам пути и направлена по горизонтали наружу кривой (рис. 1.16). Она приложена к центру тяжести вагона и стремится опрокинуть вагон.

Центробежная сила определяется по формуле

$$C = \frac{P_{\text{бр}} v^2}{gR}, \quad (1.36)$$

где v — скорость движения, м/с;

R — радиус кривого участка пути, м.

Для уменьшения действия центробежной силы наружный рельс в кривом участке пути укладывают выше внутреннего. Размер воз-

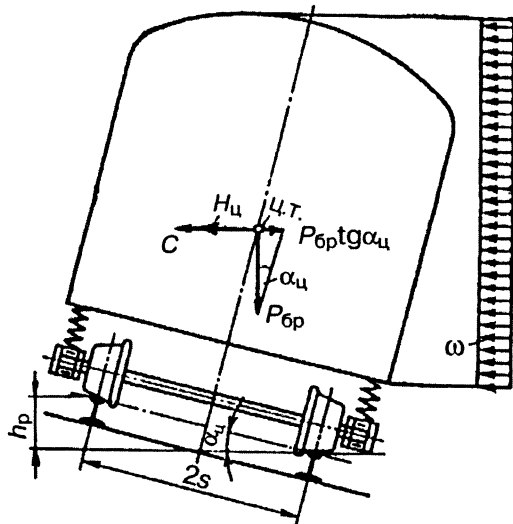


Рис. 1.16. Схема действия боковых сил, приложенных к вагону при прохождении кривого участка пути

вышения h_p зависит от радиуса кривой R , скорости движения v и рассчитывается по формуле

$$h_p = \frac{v^2 2s}{gR}, \quad (1.37)$$

где $2s$ — расстояние между кругами катания колес одной колесной пары.

С учетом разгружающего влияния возвышения наружного рельса боковая сила $H_{\text{ц}}$ составит разность центробежной силы C и горизонтальной составляющей силы $P_{\text{бр}}$, т.е.

$$H_{\text{ц}} = C - P_{\text{бр}} \operatorname{tg} \alpha_{\text{ц}}, \quad (1.38)$$

где $\alpha_{\text{ц}}$ — угол, показанный на рис. 1.16.

В практических расчетах центробежная сила, уменьшенная на величину горизонтальной составляющей силы тяжести, определяется в соответствии с рекомендациями Норм приближенно по формуле

$$H_{\text{ц}} = \eta_{\text{ц}} P_{\text{бр}}, \quad (1.39)$$

где $\eta_{\text{ц}}$ — коэффициент, зависящий от v , h_p и R : в соответствии с Нормами принимают $\eta_{\text{ц}} = 0,075$ для грузовых вагонов и $\eta_{\text{ц}} = 0,1$ — для пассажирских и изотермических вагонов.

О б р а т и т е в н и м а н и е:

- При расчетах рекомендуется учитывать отдельно центробежные силы кузова и тележки. В этом случае в формулу (1.39) вместо $P_{\text{бр}}$ подставляют вес этой части. Равнодействующие указанных сил считаются приложенными в центре соответствующей массы (кузова с грузом и тележек).

Для предварительных расчетов вагонов рекомендуется принимать положение центра масс тележки на уровне осей колесных пар, а высоту центра массы груженого кузова над уровнем осей колесных пар, равной 1,7 м для одноэтажных пассажирских вагонов, 2,0 м — для грузовых и изотермических и 2,3 м — для двухэтажных пассажирских. Окончательный расчет выполняется по уточненным координатам центров масс.

Сила давления ветра

$$H_{\text{в}} = \omega F, \quad (1.40)$$

где ω — удельное давление ветра: согласно Нормам $\omega = 500$ Па;
 F — площадь боковой проекции вагона с учетом груза, м².

Равнодействующая силы $H_{\text{в}}$ считается приложенной к центру площади F .

Сила давления ветра учитывается только при расчетах на устойчивость вагона от опрокидывания.

Поперечная составляющая продольных сил взаимодействия между вагонами H_N возникает в кривых при движении поезда с малой скоростью и маневровой работе и определяется по формулам, которые регламентируются Нормами отдельно для растягивающих (рис. 1.17, а) и сжимающих (1.17, б) продольных сил. Например, при действии растягивающих продольных сил

$$H_N = H = N_1 \frac{L_{\text{об}}}{R}; \quad (1.41)$$

где N_1 — сила, приложенная вдоль оси корпуса автосцепки, величина которой принимается по табл. 1.2 для I расчетного режима;

H — горизонтальные поперечные силы, действующие на пятники;

$2L_{\text{об}}$ — длина вагона по осям сцепления автосцепок;

R — радиус кривой: принимается $R = 250$ м;

$2l, 2L$ — соответственно база вагона и расстояние между упорными плитами автосцепок (рис. 1.17).

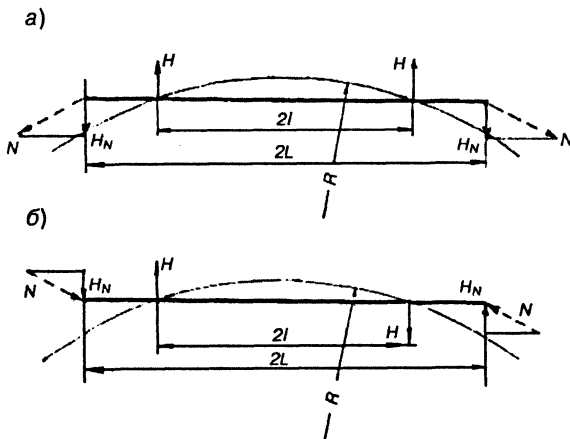


Рис. 1.17. Схема действия поперечной составляющей H_N продольных сил взаимодействия между вагонами:

а — для случая продольных растягивающих сил; б — для случая продольных сжимающих сил

Сила H_N прикладывается к раме кузова в плоскости передних упорных угольников автосцепного устройства в случае действия растягивающих сил и в плоскости задних упорных угольников при действии сжимающих сил.

Учет основных нагрузок при расчетах на прочность вагонов. При оценке прочности вагонов по допускаемым напряжениям основные расчетные нагрузки учитываются в соответствии с расчетными режимами в сочетаниях, указанных в табл. 1.3.

Таблица 1.3. Сочетания основных сил для расчета на прочность вагонов

Расчетные силы							
Кузова пассажирских вагонов		Кузова грузовых вагонов		Тележки пассажирских вагонов		Тележки грузовых вагонов	
Расчетные режимы							
I	III	I	III	I	III	I	III
N_I	N_{III}	N_I	N_{III}	N_{II} при $N = 2,5$ МН	N_{II} при $N = 1,0$ МН	N_{II} при $N = 3,5$ МН	N_{II} при $N = 1,0$ МН
$P_{ст}$	$P_{ст}$	$P_{ст}$	$P_{ст}$	$P_{ст}$	$P_{ст}$	$P_{ст}$	$P_{ст}$
—	P_d	—	P_d	—	P_d	—	P_d
P_{II} при $N = 2,5$ МН	—	P_{II} при $N = 3,5$ МН	—	P_{II} при $N = 2,5$ МН	—	P_{II} при $N = 3,5$ МН	—
—	H_{II}	—	H_{II}	—	H_{II}	—	H_{II}
H_N при $N = -2,5$ МН и $N = +1,5$ МН	—	H_N при $N = -3,0$ МН и $N = +2,5$ МН	—	H_N при $N = 2,5$ МН	—	H_N при $N = 3,0$ МН	—

П р и м е ч а н и е. Нормы 1996 года введены в действие в полной мере только для грузовых вагонов. До их утверждения в части, касающейся пассажирских вагонов, разработчикам и изготовителям этих вагонов рекомендуется пользоваться Нормами 1983 года.

Сила $P_{\text{н}}$ при суммировании с нагрузками, приведенными в табл. 1.3, учитывается в размере 50%, при суммировании только с силой тяжести брутто в размере 100%.

Материалы, применяемые в вагоностроении, и допускаемые напряжения. В процессе эксплуатации элементы вагона подвергаются механическим воздействиям, влиянию коррозии, абразивному износу и температурным воздействиям. В связи с этим применяемые в вагоностроении материалы должны быть *коррозионно- и износостойкими, технологичными и иметь высокие механические характеристики.*

В вагоностроении применяют стальной прокат и литые, алюминиевые сплавы и неметаллические материалы.

С т а л ь н о й п р о к а т является основным строительным материалом для вагонов и идет на изготовление кузовов и частично ходовых частей пассажирских вагонов.

Основные несущие элементы кузовов грузовых вагонов выполняют из низколегированных сталей 09Г2Д, 10ХНДП и 10Г2БД. Элементы каркаса кузова обычно изготавливают из стали 09Г2Д. Сталь 10ХНДП имеет повышенные механические характеристики и коррозионную стойкость. Поэтому ее рекомендуют применять для обшивки кузова. Перспективной для изготовления несущих сварных и тяжелонагруженных узлов вагона является низколегированная сталь 10Г2БД, имеющая по сравнению со сталью 09Г2Д более высокие прочностные характеристики.

Для изготовления котлов цистерн, предназначенных для перевозки некоторых кислот, желтого фосфора, расплавленной серы, различных синтетических смол, ядохимикатов, жидких минеральных удобрений, молока и особо чистых продуктов используют высоколегированные нержавеющие стали. Получили применение двухслойные стали (биметаллы) с плакирующим слоем из высоколегированных сталей (например, в цистерне для виноматериалов).

Для кузовов пассажирских вагонов используют как обычные углеродистые стали (15 кп, 15 пс, 20 кп, ВСт3), обладающие низкой прочностью и коррозионной стойкостью, так и низколегированные стали 09Г2, 09Г2С и 09Г2Д. Углеродистые стали ограничивают возможности снижения массы конструкции и повышения эксплуатационной надежности. Перспективным является применение для обшивки кузова и тонкостенных подкрепляющих элементов каркаса, особенно в его нижнем поясе, нержавеющих сталей (например, 12Х18Н10Т). Использование в конструкции ку-

зовов пассажирских вагонов нержавеющей стали, обладающих повышенной коррозионной стойкостью и прочностью, позволяет снизить массу вагона за счет уменьшения сечений.

Стальное литье идет на изготовление деталей тележек грузовых вагонов и автосцепного устройства.

В настоящее время литье детали изготавливают из низколегированной стали повышенной динамической прочности марок 20ГЛ, 20ФЛ, 20ГСЛ, 20ФТЛ и 20Г1ФЛ. Долговечность деталей из сталей этих марок значительно выше, чем углеродистых сталей.

Алюминиевые сплавы применяют в конструкциях грузовых и пассажирских вагонов. Использование алюминиевых сплавов является одним из главных направлений эффективного снижения массы тары вагонов.

Алюминиевые сплавы имеют следующие достоинства: малую объемную массу (в 3 раза больше, чем у стали), высокие механические характеристики, повышенную коррозионную стойкость, хорошую технологичность и высокую энергоемкость. В то же время использование алюминиевых сплавов в вагоностроении ограничивается вследствие их высокой стоимости и дефицитности.

В России для изготовления кузовов грузовых и пассажирских вагонов применялись технически чистый алюминий и алюминиевые сплавы марок 1915, АМг5, АМг6, АМг6М и др.

Опыт применения алюминиевых сплавов для изготовления вагонов и их частей свидетельствует о перспективности более широкого их использования для создания легких и надежных конструкций.

Неметаллические материалы находят широкое применение в конструкциях грузовых и пассажирских вагонов. К ним относятся полимерные, древесные и резиновые материалы.

Полимерные материалы используют в качестве отделочных (пластик, линолеум), изоляционных (пенополистирол, пенополиуретан и др.) и конструкционных (стеклопластик).

Древесные материалы применяют для изготовления настилов полов, внутренней обшивки стен и внутреннего оборудования вагонов. В вагоностроении используют древесину хвойных и лиственных пород, а также фанеру и плиты (столярные, древесностружечные и древесноволокнистые).

Резиновые материалы применяют в качестве амортизирующих устройств в элементах рессорного подвешивания и поглощающих аппаратах автосцепного устройства, а также уплотнителей и звукоизоляции.

Д о п у с к а е м ы е н а п р я ж е н и я $[\sigma]$ в элементах конструкций вагонов устанавливают в зависимости от расчетного режима, ответственности и условий работы элемента, свойств используемого материала, опыта эксплуатации и данных экспериментальных исследований.

Наибольшие допускаемые напряжения приняты для I расчетного режима — режима “большой продольной силы”. Допускаемые напряжения по этому режиму выбираются близкими к пределу текучести σ_t или пределу прочности σ_b материала с учетом характера действия нагрузки (квазистатическая, ударная и т.п.) и свойств материала. Так для элементов конструкции вагонов, выполненных из стали, их принимают $[\sigma]_I = k_1 \sigma_t$. При этом коэффициент k_1 обычно устанавливают 0,9–0,95. При расчете по I режиму ударных продольных нагрузок (удара, рывка) $[\sigma]_I = \sigma_t$. Для котлов цистерн, работающих при высоких температуре (более 100°) и давлении, принимают $k_1 = (0,7–0,95)$ и $k_1 = 0,8$ соответственно.

Допускаемые напряжения по III расчетному режиму устанавливаются из пределов выносливости σ_r материала с учетом совместного действия квазистатических, вибрационных и ударных нагрузок, влияния коррозии и т.п. В целом они существенно ниже, чем по I режиму. Наиболее низкие значения допускаемых напряжений принимают для элементов тележек и тормоза, т.е. для элементов, работающих в условиях интенсивного динамического нагружения и непосредственно связанных с обеспечением безопасности движения.

Оценка устойчивости вагона от опрокидывания. Оценка и производится при движении вагона по кривым участкам пути для двух случаев опрокидывания: наружу кривой (рис. 1.18, а) и внутрь кривой (рис. 1.18, б).

В первом случае рассматривается его движение с максимальной скоростью в составе поезда. При этом учитываются центробежные силы $H_{ц}$ и силы давления ветра H_b , направленные наружу кривой, а также поперечные составляющие H_N продольных квазистатических сил сжатия N , действующих на вагон через автосцепку.

Во втором случае (случае “стаскивания”) рассматривается движение вагона с малой скоростью (когда практически отсутствуют центробежные силы) в режиме тяги поезда. При этом учитываются центростремительные силы $H_{ис}$, силы давления ветра H_b , направленные внутрь кривой, и поперечные составляющие H_N квазистатических сил тяги N на автосцепках.

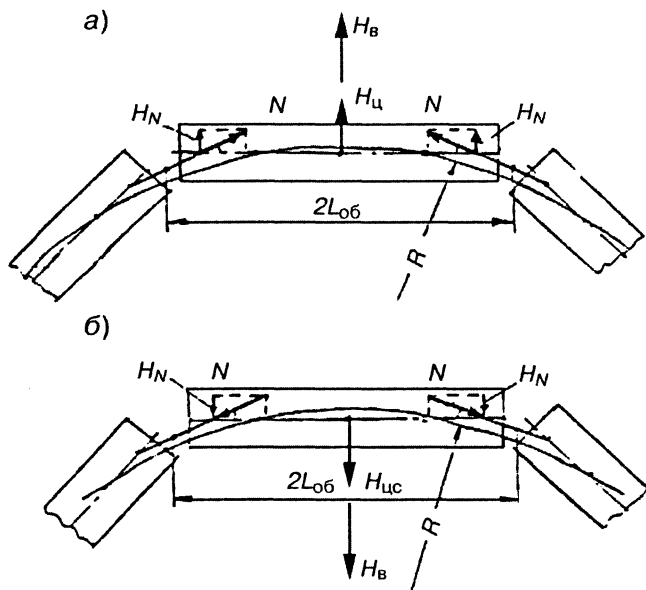


Рис. 1.18. Схема действия сил, учитываемых при оценке прочности вагона от опрокидывания:

a — при опрокидывании наружу кривой; *б* — при опрокидывании внутрь кривой

Коэффициент запаса устойчивости вагона от опрокидывания боковыми силами определяется по формуле

$$K_{уст}^{опр} = \frac{P_{ст}}{P_{д}^{бок}}, \quad (1.42)$$

где $P_{ст}$ — вертикальная статическая сила давления колеса на рельс (с учетом обезгрузки при действии вертикальных составляющих продольных сил, действующих на вагон через автосцепки);

$P_{д}^{бок}$ — динамическая вертикальная сила давления колеса на рельс, вызванная действием боковых сил (с учетом перемещений центров тяжести кузова и тележек).

Силы $P_{ст}$ и $P_{д}^{бок}$ вычисляются по формулам, приведенным в Нормах.

Подсчитанный по формуле (1.42) коэффициент не должен быть меньше допускаемого, т.е. должно сохраняться условие

$$K_{уст}^{опр} \geq [K_{ус}^{опр}] \quad (1.43)$$

где $[K_{ус}^{опр}]$ — допускаемый коэффициент запаса устойчивости вагона от опрокидывания: принимается равным 1,5 при проверке опрокидывания наружу кривой и 1,2 — при проверке опрокидывания внутрь кривой.

Оценка устойчивости от опрокидывания производится для порожнего и груженого состояний вагона.

15. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О НАДЕЖНОСТИ ВАГОНОВ

Надежность вагонов является одной из основных проблем вагоностроения, поскольку безопасность движения поездов во многом зависит от надежности работы узлов и деталей вагонов. Особенность проблемы надежности вагона заключается в ее связи со всеми этапами его жизненного цикла: этапами проектирования, изготовления и эксплуатации. Поэтому для создания вагонов требуемой надежности необходимо, чтобы она *закладывалась* при его проектировании, *обеспечивалась* при его изготовлении и *поддерживалась* при его эксплуатации.

При проектировании надежность вагона закладывается уровнем принятых конструктивных решений, применяемыми материалами, методами защиты от вредных воздействий, приспособленностью к ремонту и обслуживанию и др.

При изготовлении надежность вагона обеспечивается качеством изготовления деталей и сборки узлов, методами контроля, возможностями управления ходом технологического процесса, методами испытаний готовой продукции и др.

При эксплуатации надежность вагона поддерживается принятой системой его ремонта и технического обслуживания.

Основные понятия и термины. Понятия, термины и определения надежности стандартизированы (ГОСТ 27.002). Рассмотрим основные из них применительно к вагонным конструкциям.

Надежность — свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризую-

щих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования.

Применительно к вагоностроению *объектом* может быть вагон в целом, его узел, сборочная единица, деталь, отдельная система (вентиляция, отопление, электрооборудование и др.), элемент системы.

В процессе эксплуатации под воздействием условий работы и других эксплуатационных факторов и происходящих событий вагон может находиться в одном из следующих технических состояний: исправном, работоспособном, неработоспособном и предельном (рис. 1.19).

Исправное состояние (исправность) — состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации.

Неисправное состояние (неисправность) — состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации. В зависимости от характера неисправности объект может быть работоспособен или неработоспособен.

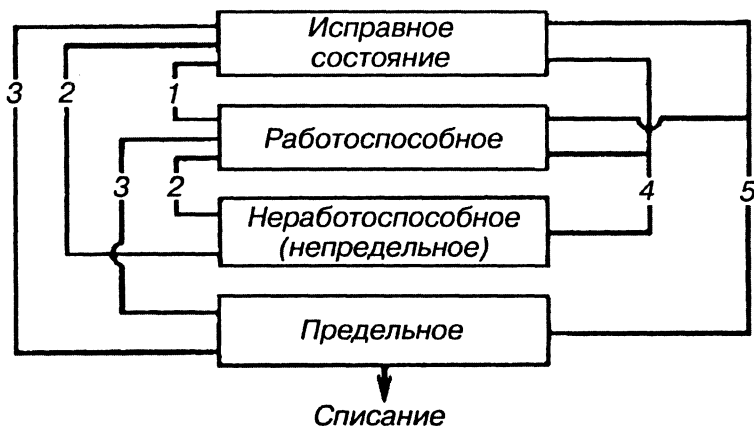


Рис. 1.19. Структурная схема технического состояния вагона:

1 — повреждение; 2 — отказ; 3 — переход вагона в предельное состояние из-за неустранимого нарушения требований безопасности, снижения эффективности эксплуатации, морального старения и других факторов; 4 — восстановление; 5 — ремонт

Работоспособное состояние (работоспособность) — состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации. Исправный объект обязательно работоспособный.

Предельное состояние — состояние объекта, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, либо восстановление работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно.

Переход объекта из одного состояния в другое обычно происходит вследствие повреждения или отказа. Перевод объекта из предельного и неработоспособного состояний в работоспособное осуществляется соответственно при помощи ремонта и восстановления (рис. 1.19).

Повреждение — событие, заключающееся в нарушении исправного состояния объекта при сохранении работоспособного состояния.

Отказ — событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта. Это основное понятие, используемое в теории надежности.

Различают отказ вагона и отказ элемента вагона. Признаками отказа вагона являются такие неисправности, при которых он не может быть включен в состав поезда или не допускается его следование в составе поезда. Эти неисправности определены действующими инструкциями и Правилами технической эксплуатации железных дорог (ПТЭ). Отказом элемента вагона является техническая неисправность элемента вагона, требующая его замены, и устраняемая за время, установленное для технического обслуживания в поезде. В противном случае это будет уже отказ вагона.

По причинам возникновения отказы можно разделить на *конструктивные, производственные и эксплуатационные*.

В зависимости от того, может ли быть работоспособность объекта восстановлена в рассматриваемой ситуации после возникновения отказа или не может, объект называют *восстанавливаемым* или *невосстанавливаемым*. Вагон в целом является восстанавливаемым объектом, а отдельные его детали могут быть как восстанавливаемыми, так и невосстанавливаемыми.

Наработка — продолжительность или объем работы объекта.

Ресурс — суммарная наработка объекта от начала его эксплуатации или ее возобновления после ремонта до перехода в предельное состояние.

Срок службы — календарная продолжительность эксплуатации от начала эксплуатации объекта или ее возобновления после ремонта до перехода в предельное состояние.

Назначенный ресурс и назначенный срок службы — соответственно суммарная наработка и календарная продолжительность эксплуатации, при достижении которых эксплуатация объекта должна быть прекращена независимо от его технического состояния.

Надежность — комплексное свойство, состоящее в общем случае из безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости.

Безотказность — свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки.

Долговечность — свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта.

Ремонтпригодность — свойство объекта, заключающееся в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта.

Сохраняемость — свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способности объекта выполнять требуемые функции, в течение и после хранения и (или) транспортирования.

Основные показатели надежности. Для количественной характеристики надежности объекта установлена система показателей, которая подразделяется в общем случае на четыре группы (по числу свойств, составляющих надежность объекта): показатели безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости. Для вагонов и их элементов в качестве основных приняты три первые группы.

Безотказность количественно оценивается следующими показателями надежности (показателями безотказности): вероятностью безотказной работы, интенсивностью отказов, параметром потока отказов, средней наработкой до отказа и средней наработкой на отказ.

Вероятность безотказной работы — вероятность того, что в пределах заданной наработки отказ объекта не возникнет. Она выражается отношением числа объектов, отказавших в рассматриваемом интервале времени, к числу объектов, работоспособных в начальный момент времени.

Интенсивность отказов (для невосстанавливаемых объектов) — отношение числа отказов объектов в единицу времени к общему числу объектов, работоспособных в начальный момент времени.

Параметр потока отказов (для восстанавливаемых объектов) — число отказов объектов в единицу времени.

Средняя наработка до отказа — отношение суммарной наработки эксплуатируемых объектов к числу этих объектов.

Средняя наработка на отказ (для восстанавливаемых объектов) — отношение суммарной наработки объекта к числу его отказов в течение этой наработки.

К показателям долговечности относятся гамма-процентный ресурс, средний ресурс, гамма-процентный срок службы и средний срок службы.

Гамма-процентный ресурс и *гамма-процентный срок службы* — соответственно суммарная наработка и календарная продолжительность эксплуатации, в течение которых объект не достигнет предельного состояния с вероятностью g , выраженной в процентах.

Средний ресурс и *средний срок службы* равны средним значениям соответствующих величин.

Показателями ремонтпригодности являются: вероятность восстановления, среднее время восстановления и средняя трудоемкость восстановления. Для вагонов основным показателем ремонтпригодности является *среднее время восстановления* — среднее время восстановления работоспособного состояния объекта после отказа.

Основным показателем сохраняемости является *средний срок сохраняемости*.

Основные задачи, решаемые теорией надежности. На этапе проектирования теория надежности занимается определением вероятности безотказной работы и сроков службы вагона и его элементов с учетом прогнозирования режима работы его на перспективу и поиском оптимального конструктивного решения. С позиции надежности оптимальной будет такая конструкция, при которой с наименьшими затратами средств достигается требуемая продолжительность работы отдельных элементов и вагона в целом при заданной безотказности и регламентированных затратах на ремонт и техническое обслуживание.

На этапе изготовления вагонов теория надежности решает комплекс вопросов, связанных с обеспечением требуемого качества. Главная задача вагоностроения — повышение качества из-

готовления и надежности эксплуатации вагона. Решение этой проблемы основано на системном подходе на всех трех этапах: проектирования, изготовления и эксплуатации. К факторам, определяющим качество вагона при проектировании и изготовлении, относятся: качество нормативно-технической документации, качество оборудования, инструмента и приспособлений, качество сырья, материалов и комплектующих изделий и качество труда исполнителя. Поскольку сами эти факторы являются случайными величинами, задача сводится к выявлению закономерностей распределения параметров, характеризующих их, а затем к разработке методов воздействия на параметры, при которых обеспечивается высокое качество.

На этапе эксплуатации вагонов теория надежности решает целый комплекс задач, к которым относятся: оценка потери вагоном работоспособности путем сбора соответствующей информации и использование ее в процессе управления надежностью на стадии проектирования, изготовления и эксплуатации; оценка восстанавливающей способности существующей системы технического обслуживания (СТО) и ремонтной базы; диагностика неисправностей вагона; рациональное использование ремонтнопригодности вагонов при техническом обслуживании и ремонте; оптимизация системы технического обслуживания и ремонта. В свою очередь оптимизация СТО и ремонта решает другие важнейшие вопросы: размещение по сети дорог вагоноремонтных заводов, вагонных депо, пунктов подготовки вагонов к перевозкам, пунктов технического обслуживания; оптимизация пробега вагонов между плановыми видами ремонта; рациональное обеспечение ремонтных объектов материалами и запасными частями; обоснование состава и квалификации работающих в СТО и на ремонтных объектах; обоснование организации восстановительных работ и т.д.

2. КОЛЕСНЫЕ ПАРЫ

2.1. НАЗНАЧЕНИЕ, УСТРОЙСТВО И ОСНОВНЫЕ РАЗМЕРЫ КОЛЕСНЫХ ПАР

Колесные пары относятся к наиболее ответственным элементам ходовых частей вагона. Они направляют движение вагона по рельсовому пути и воспринимают все нагрузки от вагона на рельсы и обратно.

В связи с этим колесные пары должны:

обладать достаточной прочностью — для обеспечения безопасности движения;

иметь небольшую массу — для снижения массы вагона и уменьшения динамического воздействия на путь;

обладать упругостью — для смягчения динамических сил, возникающих при движении вагона.

Типы, основные размеры и технические условия на изготовление вагонных колесных пар определяются Государственными стандартами, а содержание и ремонт — Правилами технической эксплуатации железных дорог (ПТЭ) и Инструкцией по осмотру, освидетельствованию, ремонту и формированию вагонных колесных пар.

Колесная пара (рис. 2.1) состоит из оси 1 и двух колес 2.

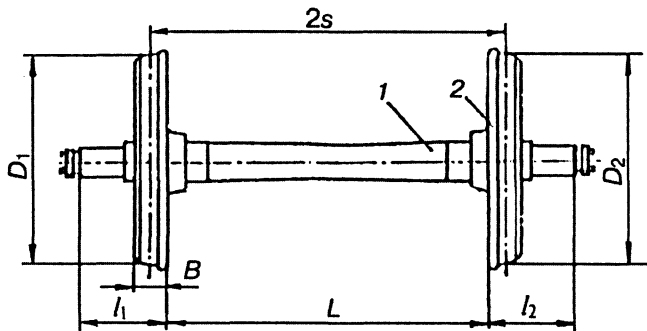


Рис. 2.1. Колесная пара

Тип колесной пары определяется типом оси и диаметром колес. Для вагонов магистральных железных дорог широкой колеи, кроме моторных вагонов электро- и дизель-поездов (ГОСТ 4835), выпускаются два типа колесных пар *РУ1-950* и *РУ1Ш-950* с диаметром колес 957 мм (табл. 2.1). Кроме того, в эксплуатации находятся еще два типа колесных пар *РУ1-950* и *РУ1Ш-950* с диаметром колес 950 мм.

Таблица 2.1. Типы колесных пар вагонов

Тип колесной пары	Тип оси	Диаметр колеса, мм
РУ1 – 950	РУ1	957
РУ1Ш – 950	РУ1Ш	957

П р и м е ч а н и е. В типе колесной пары должен указываться номинальный диаметр колеса. В новом стандарте на вагонные колеса (ГОСТ 9036) он изменен с 950 на 957 мм. Однако, поскольку ГОСТ на колесные пары еще не пересмотрен, то в табл. 2.1 приводятся обозначения их типов по действующему стандарту.

Все типы колесных пар, приведенные в табл. 2.1, предназначены для подшипников качения. Буквы РУ и Ш в обозначении типа оси означают: Р — роликовая, т.е. для подшипников качения; У — унифицированная, т.е. для грузовых и пассажирских вагонов; Ш — крепление подшипников при помощи шайбы.

Колесная пара является тем элементом, который обеспечивает непосредственный контакт вагона и пути. От точности геометрических размеров и других параметров колесной пары в значительной мере зависит безопасность движения и ходовые качества вагона. В связи с этим стандартом (ГОСТ 4835) регламентированы основные размеры новой колесной пары (рис. 2.1).

Расстояние L между внутренними боковыми поверхностями ободьев колес составляет: для колесных пар, предназначенных для скоростей движения до 120 км/ч, — 1440^{+1}_{-2} ; свыше 120, но не более 160 км/ч — 1440^{+2}_{-1} мм. Таким образом, для вагонов, рассчитанных на большую скорость движения, зазор между гребнем колеса и рельсом на 1 мм меньше, а следовательно, меньше и допускаемый разбег колесной пары в колее. В результате уменьшения поперечного смещения колесной пары относительно рельсов снижаются боковые

силы, передаваемые от колес на рельсы, износ колес и пути, сопротивление движению, повышается устойчивость колесной пары от схода с рельсов, улучшается плавность хода вагона.

Уменьшение зазора между колесом и рельсом достигается также увеличением толщины гребня. Поэтому для вагонов, эксплуатирующихся со скоростями от 120 до 140 км/ч, минимальная толщина гребня колеса составляет 28 мм, а при скоростях от 140 до 160 км/ч — 30 мм, против альбомного размера 33 мм.

При напрессовке колес на ось возможна их неточная установка по отношению к торцам оси при строго выдержанном размере между внутренними гранями ободьев. *Разность консолей* Δl ($\Delta l = |l_1 - l_2|$) колесной пары не должна поэтому превышать 3 мм. *Консоль* — расстояние от торца шейки оси до внутренней боковой поверхности обода колеса. Чем меньше Δl , тем более симметрично установлены колеса на оси.

Колеса, укрепленные на одной оси, должны иметь *разность диаметров по кругу катания* ΔD ($\Delta D = |D_1 - D_2|$) не более 1 мм. Это уменьшает перекося колесной пары и снижает интенсивность проскальзывания колес по рельсам при движении.

При движении с большими скоростями важное значение имеет *уравновешенность колесной пары*. Для снижения инерционных сил, возникающих из-за неуравновешенности (дисбаланса), колесные пары вагонов, эксплуатируемых со скоростью свыше 140 км/ч, подвергают динамической балансировке на специальном балансировочном оборудовании. Значение допускаемого дисбаланса в плоскости каждого колеса относительно оси, проходящей через центры кругов катания колес, должно быть не менее 6 Н.м для вагонов, эксплуатируемых со скоростями движения от 140 до 160 км/ч.

Колесные пары пассажирских скоростных вагонов и вагонов дизель-поездов оборудованы дисковыми тормозами (рис. 2.2) и поэтому состоят из оси 1, двух колес 2 и двух тормозных дисков 3.

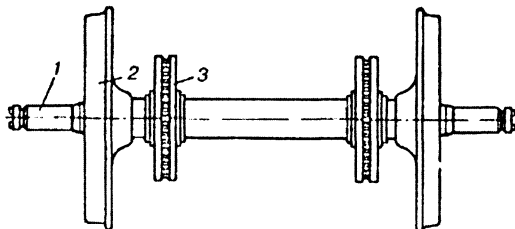


Рис. 2.2. Колесная пара с дисковым тормозом

Средний срок службы колесных пар по ресурсу колес — 10 лет, а средняя наработка до отказа колесных пар по прочности пресовых соединений должна быть не менее 12 лет.

2.2. ОСИ

Вагонная ось — это элемент колесной пары, на котором укрепляются колеса. Она представляет собой стальной брус круглого, переменного по длине поперечного сечения. Конструкция оси, ее материал и технология изготовления строго регламентированы стандартами.

Вагонные оси различаются:

размерами основных элементов — в зависимости от значения воспринимаемой нагрузки;

способом крепления подшипников на шейке оси — торцевой гайкой или шайбой;

формой поперечного сечения — сплошные или полые.

Кроме этих признаков, определяющих конструкцию, оси классифицируются по технологии изготовления.

В вагонных колесных парах применяются оси двух типов — *РУ1* и *РУ1Ш*. Все они предназначены для размещения подшипников качения и различаются конструктивным исполнением концевых частей в зависимости от способа торцевого крепления подшипников: гайкой (рис. 2.3, а) или шайбой (рис. 2.3, б).

Первый вариант конструктивного исполнения оси (рис. 2.3, в) характеризуется наличием на ее концах резьбовых частей для гаек, а на торцах — пазов с двумя резьбовыми отверстиями (резьба М12) для размещения стопорных планок и крепления их болтами.

Второй вариант конструкции оси (рис. 2.3, г) имеет на торцах четыре резьбовых отверстия (резьба М20) для крепления приставной шайбы болтами. Ось при этом получается короче, а ее изготовление удешевляется. В эксплуатации имеются оси и с тремя резьбовыми отверстиями.

У вагонной оси (рис. 2.3) имеются две шейки 1, две предподступичные 2 и две подступичные 3 части, а также средняя часть 4 оси.

Шейки вагонных осей предназначены для размещения подшипников, *предподступичные части* — задних уплотняющих деталей букс (лабиринтных колец), *подступичные части* — ступиц колес. Все они имеют цилиндрическую форму. Средняя часть оси выпол-

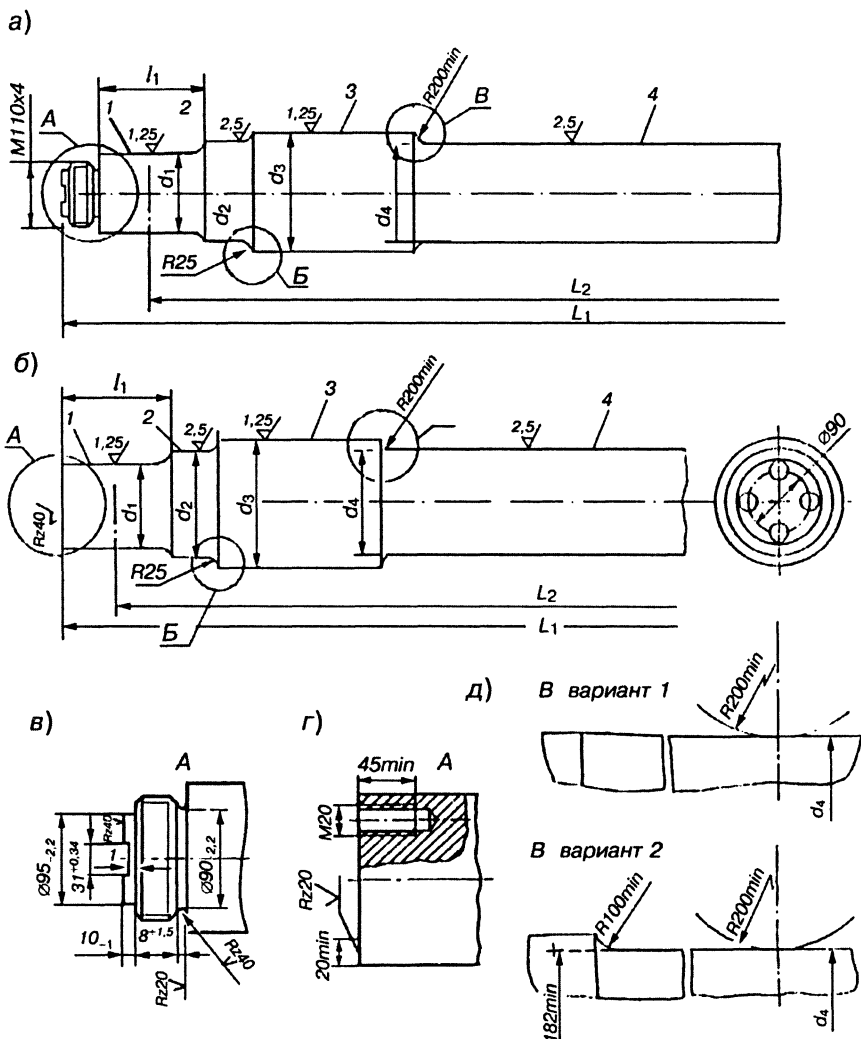


Рис. 2.3. Вагонные оси:

а — ось типа РУ1; б — ось типа РУ1Ш; в, г — конструктивное оформление концевых частей осей типов РУ1 и РУ1Ш соответственно; д — варианты конструктивного оформления средней части оси

няется цилиндрической (рис. 2.3, а, б) или с коническими переходами от подступичных частей к середине оси (рис. 2.3, д).

Основной деформацией в оси является деформация изгиба. Поэтому в соответствии с эпюрой изгибающих моментов наименьший диаметр имеют шейки, наибольший — подступичные части. Для снижения концентрации напряжений в местах изменения диаметров оси делают плавные переходы — *галтели*, выполненные определенным радиусом. Снижение концентрации напряжений, вызванных посадкой деталей подшипников качения, достигается разгружающей канавкой, расположенной у начала галтели шейки оси (рис. 2.4, а, б).

На торцах всех типов вагонных осей имеются *центровые отверстия* для установки и закрепления оси или сформированной колесной пары в центрах токарных станков. Форма и размеры центров

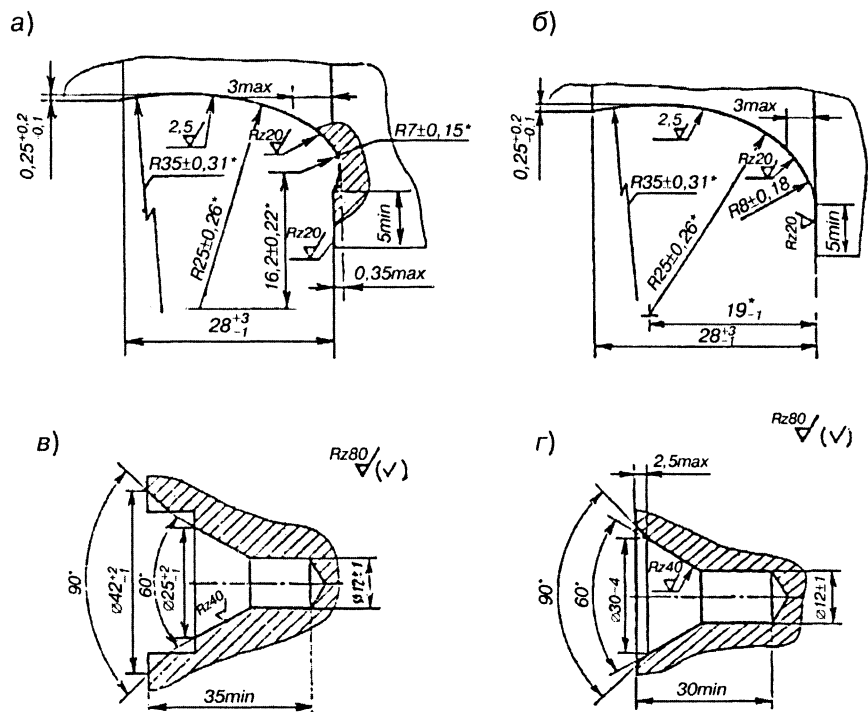


Рис. 2.4. Варианты конструктивного исполнения элементов оси:

а, б — профили галтелей шеек; в, г — центровые отверстия осей типа РУ1 и РУ1Ш соответственно

вых отверстий установлены стандартом и должны соответствовать рис. 2.4, *в* — для оси типа РУ1 и рис. 2.4, *г* — для оси РУ1Ш.

Оси колесных пар вагонов, оборудованных дисковыми тормозами (рис. 2.5), имеют посадочные поверхности *1* для установки тормозных дисков. Специальные посадочные поверхности для деталей редуктора имеют оси колесных пар, на которых смонтирован привод подвагонного генератора.

В табл. 2.2 приведены регламентированные ГОСТ 22780 основные размеры (рис. 2.3) и допускаемые нагрузки для стандартных осей колесных пар вагонов широкой колеи, кроме вагонов электро- и дизель-поездов.

Уменьшение допускаемых нагрузок для осей пассажирских вагонов по сравнению с осями грузовых вагонов обосновано более высокими скоростями движения пассажирских поездов и повышенными требованиями безопасности движения.

Для грузовых вагонов с повышенными до 245 кН осевыми нагрузками разработана колесная пара с усиленной осью, у ко-

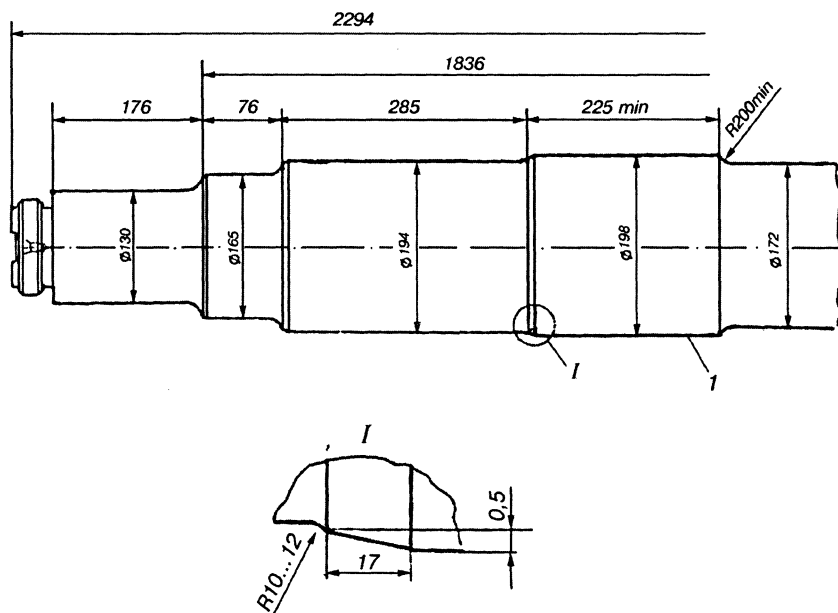


Рис. 2.5. Ось колесной пары для вагонов, оборудованных дисковыми тормозами

Таблица 2.2. Стандартные типы осей вагонов

Тип оси	Диаметр, мм				Длина шейки l_1 , мм	Общая длина оси L_1 , мм	Расстояние между центрами приложения нагрузок на шейки L_2 , мм	Наибольшая статическая нагрузка от колесной пары на рельсы p_0 , кН (тс), для вагонов	
	шейки d_1	предподступичной части d_2	подступичной части d_3	в середине d_4				грузовых	пассажирских
РУ1	130	165	194	172 ¹⁾	176	2294	2036	230 (23,5)	177(18)
РУ1Ш	130	165	194	172 ¹⁾	190	2216	2036	230 (23,5)	177(18)

- П р и м е ч а н и я. 1. При исполнении узла *B* по вариантам 1 и 2 (рис. 2.3, *д*) $d_4 = 165$ мм.
2. При эксплуатации грузовых вагонов допускается по согласованию с разработчиком (изготовителем) повышение расчетных статических нагрузок от колесной пары на рельсы не более 235 кН (24 тс) при соблюдении требований ГОСТ 22235 и скорости движения до 80 км/ч.
3. Для немоторных вагонов электро- и дизель-поездов применяются оси типа РУ1 с $p_0 = 186$ кН (19 тс), для моторных вагонов электропоездов — оси типа РМ3 и РМ5 с p_0 соответственно 196 кН (20 тс) и 216 кН (22 тс). Буква М обозначает — моторная.

торой диаметр шейки оси 140 мм, диаметр предподступичной части — 175 мм, диаметр подступичной части — 204 мм. Средняя часть имеет цилиндрическую форму диаметром 180 мм.

В качестве материала для изготовления осей локомотивов и вагонов согласно ГОСТ 4728 применяется *сталь марки ОС*, которая имеет следующий химический состав (в %): углерода 0,42–0,50; марганца 0,60–0,90; кремния 0,15–0,35; фосфора не более 0,04; серы не более 0,04; хрома не более 0,3; никеля не более 0,3; меди не более 0,25.

Гарантийный срок эксплуатации осей установлен 8,5 лет, а средний срок службы — 15 лет.

Вагонные оси изготавливают (ГОСТ 4008) методамиковки, штамповки, винтовой прокатки или радиально-ротационного горячего деформирования. Оси должны быть подвергнуты механической обработке и упрочнению накатыванием роликами по всей длине оси, включая галтели.

На шейке или средней части необработанной оси в горячем состоянии наносят знаки маркировки и клеймения в следующем порядке

(через тире или с промежутками): две последние цифры года изготовления; номер плавки; порядковый номер оси, начинающийся с условного номера предприятия-изготовителя (первые три цифры номера). Пример маркировки оси: 90-153426-00513042, где 005 — номер предприятия-изготовителя; 13042 — порядковый номер оси, изготовленной с начала года. Каждая заготовка должна иметь клеймо отдела технического контроля и инспекции. После механической обработки эти знаки и клейма переносят на один из торцов шейки (рис. 2.6).

Механические свойства термически обработанных заготовок оси согласно ГОСТ 4008 должны удовлетворять нормам, указанным в табл. 2.3.

Учитывая, что напряжения поперечного изгиба в оси распределяются неравномерно по сечению, достигая наибольшего значения в наружных волокнах и наименьшего — во внутренних, создаются возможности замены сплошного сечения полым без увеличения габаритных размеров. Конструкция *полый оси* показана на рис. 2.7. По

сравнению со сплошными осями полые оси имеют массу на 100—110 кг меньше, в результате сокращается расход металла на заготовку оси на 15%. Ось имеет увеличенный диаметр подступичной части, что позволяет повысить прочность соединения колеса с осью. На основании положительных результатов опытно-конструкторских работ, всесторонних исследований и длительных эксплуатационных испытаний полых осей под грузовыми вагонами допущено применение таких осей в эксплуатации.

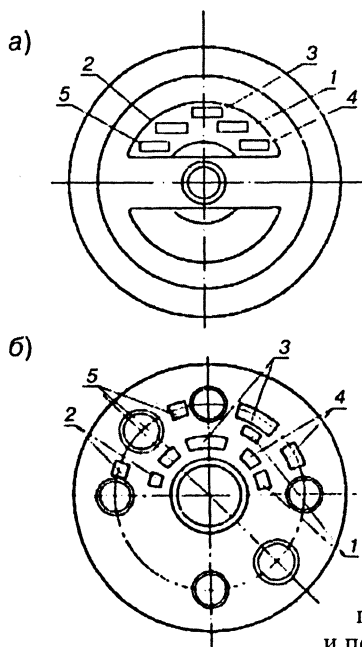


Рис. 2.6. Знаки и клейма на торце шейки новой оси:

a — типа РУ1; *б* — типа РУШ; 1 — клеймо инспекции; 2 — условный номер предприятия, производившего обработку и перенесшего знаки маркировки; 3 — номер

оси; 4 — две последние цифры года изготовления черновой оси; 5 — клеймо технического контроля

Таблица 2.3. Механические свойства материала оси

Временное сопротивление при растяжении, Н/мм ² (кгс/мм ²)	Относительное удлинение, %	Ударная вязкость, МДж/м ² (кгс·м/см ²)	
		Среднее значение, не менее	Минимальное значение %
580,0–615,0 (59,0–62,5)	20,0	0,50 (5,0)	0,35 (3,5)
620,0–645,5 (63,0–65,5)	19,0	0,40 (4,0)	0,30 (3,0)
650(66,0) и более	18,0	0,35 (3,5)	0,30 (3,0)

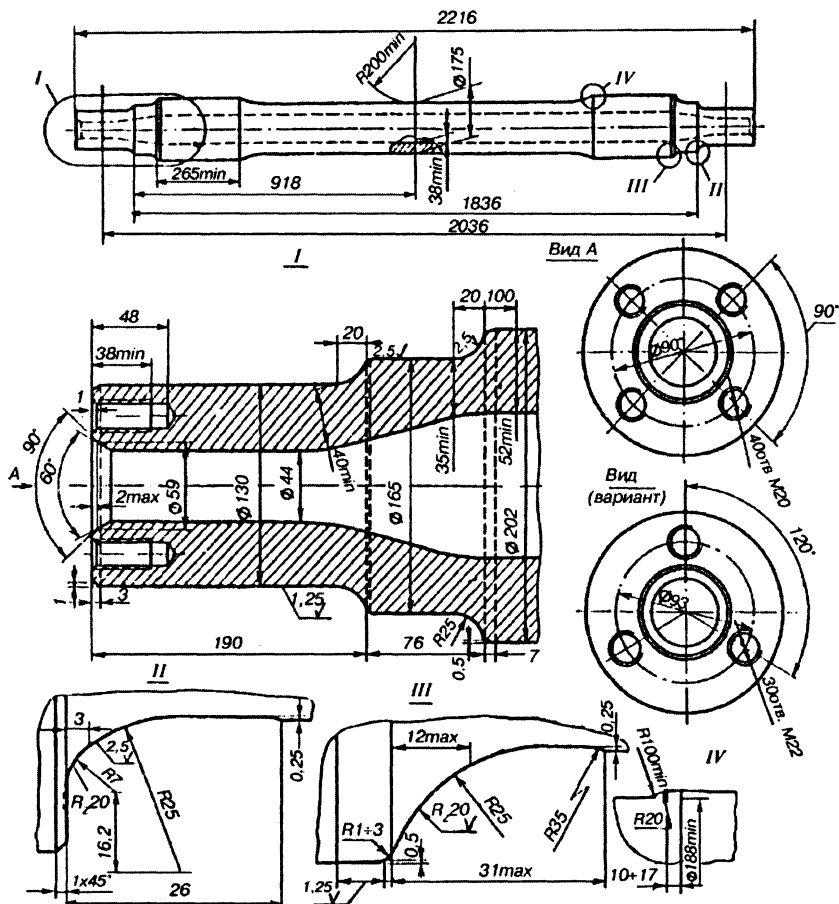


Рис. 2.7. Полая вагонная ось

2.3. КОЛЕСА

Вагонные колеса различаются:

конструкцией — цельные и составные (бандажные), т.е. состоящие из колесного центра, бандажа и предохранительного кольца;
способом изготовления — катаные и литые;
размерами диаметра колеса (950 и 957 мм) и отверстия ступицы (190 и 175 мм);
материалом.

Стандартом (ГОСТ 9036) предусмотрено изготовление цельнокатаных колес с диаметром по кругу катания 957 мм.

Цельнокатаное колесо (рис. 2.8) имеет обод 1, диск 2 и ступицу 3. Ширина обода — 130 мм. Переход от ступи-

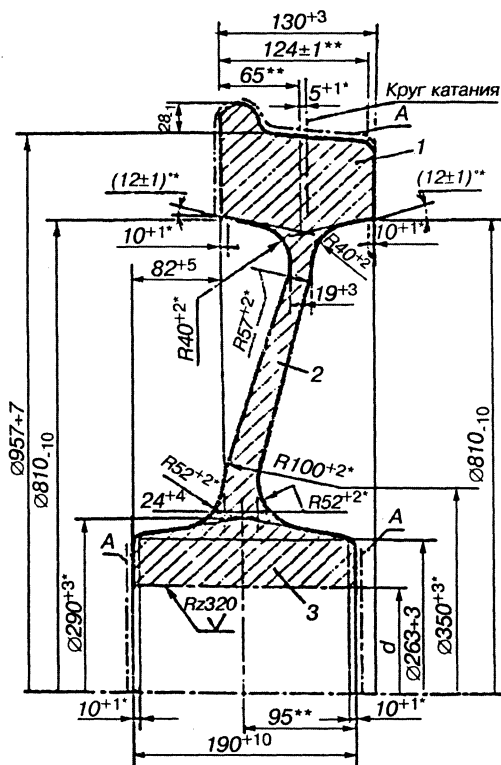


Рис. 2.8. Цельнокатаное колесо

Примечание к рис. 2.8 и 2.9.

Одной звездочкой обозначены размеры, обеспечиваемые инструментом; двумя звездочками — для справок. Параметр шероховатости поверхности A — $R_z \leq 80$ мкм.

цы к ободу выполнен в форме диска, расположенного под некоторым углом к этим частям, что придает колесу упругость и снижает воздействия динамических сил. Диск слегка конусный: у ступицы его толщина больше, чем у обода. Такая форма распределения металла наиболее рациональна, так как обеспечивает равнопрочность колеса относительно поперечных толчков.

Для рационального взаимодействия колес с рельсами важное значение имеет *профиль поверхности катания* колес. *Стандартный профиль* поверхности катания колеса (рис. 2.9, а) характеризуется гребнем и конической поверхностью с конусностями 1:10, 1:3,5 и фаской $6 \times 45^\circ$.

Гребень направляет движение и предохраняет колесную пару от схода с рельсов. Он имеет высоту 28 мм и толщину 33 мм, измеренную на высоте 18 мм. Угол наклона наружной грани гребня 60° .

Конусность 1:10 центрирует колесную пару при движении ее на прямом участке пути, облегчает прохождение кривых участков пути и обеспечивает равномерный *прокат* (износ) поверхности катания. В то же время конусность 1:10 создает условия для извилистого движения колесной пары, что неблагоприятно сказывается на плавности хода вагона.

Конусность 1:3,5 и фаска $6 \times 45^\circ$ приподнимают наружную грань колеса над головкой рельса, что улучшает прохождение стрелочных переводов при наличии проката или наплыва металла на колесе.

Диаметр колеса, толщину обода и прокат ввиду конической поверхности обода измеряют по *кругу катания* — в плоскости, находящейся на расстоянии 70 мм от внутренней боковой поверхности обода.

Стандартный профиль поверхности катания распространяется на колеса для колесных пар тележек грузовых и пассажирских вагонов локомотивной тяги, а также немоторных вагонов электро- и дизель-поездов. Кроме стандартного профиля вагонного колеса ГОСТ 9036 допускает применение еще *двух профилей*: *объединенного* — для колес скоростных (более 160 км/ч) пассажирских вагонов (рис. 2.9, б) и *криволинейного* — для колес вагонов промышленного транспорта (рис. 2.9, в).

Профиль поверхности катания для скоростных вагонов характеризуется конусностями 1:50, 1:10 и 1:3,5. Угол наклона наружной грани гребня увеличен до 65° . В результате таких изменений повышается устойчивость движения колесной пары, снижаются контактные напряжения, уменьшается износ гребня и

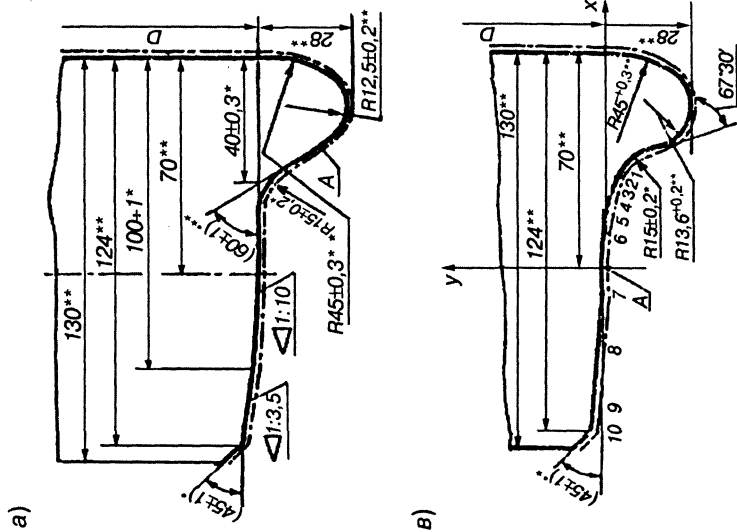


Рис. 2.9. Профили поверхности катания колес:

а — стандартный; б — объединенный; в — криволинейный

повышается срок службы колес. Плавность хода вагонов с колесами, имеющими такой профиль значительно выше, чем вагонов с колесными парами, имеющими обычный стандартный профиль.

В эксплуатации имеются также колеса с диаметром по кругу катания 950 мм. Их изготавливают в незначительном количестве только для замены неисправных колесных пар в вагонах старой постройки.

При качении колес по рельсам они испытывают сложные виды нагружения: контактные и ударные нагрузки, трение от соприкосновения с рельсами и тормозными колодками. Соприкасаясь с рельсом малой поверхностью, колесо передает ему значительные статические и динамические нагрузки. В результате этого в зонах соприкосновения колес с рельсами возникают большие контактные напряжения. В процессе торможения между колесами и колодками создаются большие силы трения, вызывающие нагрев обода, что способствует образованию в нем ряда дефектов. Удары колес на стыках рельсов могут вызвать появление трещин в ободе.

В наиболее сложных условиях нагружения находится обод колеса. Металл обода поэтому должен обладать большой прочностью, ударной вязкостью и износостойкостью; металл ступицы и диска — необходимой вязкостью (упругостью). Ободья колес для удовлетворения указанным требованиям подвергают после механической обработки упрочняющей термической обработке путем прерывистой закалки и отпуска.

В связи с различными условиями эксплуатации пассажирских и грузовых вагонов стандартом (ГОСТ 10791) предусматривается специализация вагонных колес.

Условия эксплуатации пассажирских вагонов характеризуются высокими скоростями движения, частыми и интенсивными торможениями, в результате чего на поверхности катания колес появляются участки с измененной структурой. Поэтому для колес пассажирских вагонов локомотивной тяги и немоторных вагонов электро- и дизель-поездов предусмотрена сталь менее склонная к закалке — *сталь марки 1 ГОСТ 10791* с содержанием углерода 0,44–0,52%.

Колеса грузовых вагонов работают в условиях более высоких напряжений в контакте колеса и рельса, поэтому для таких колес применяется *сталь марки 2 ГОСТ 10791* с увеличенным содержанием углерода до 0,55–0,65%.

Механические свойства стали ободьев колес после упрочняющей термической обработки приведены в табл. 2.4.

Т а б л и ц а 2.4. Механические свойства стали ободьев колес

Марка стали колеса	Временное сопротивление, Н/мм ² (кгс/мм ²)	Относительное удлинение, %	Относительное сужение, %	Твердость, НВ
	не менее			
1	882–1078 (90–110)	12	21	248
2	911–1107 (93–113)	8	14	259

В процессе изготовления колес на боковой поверхности обода с наружной стороны в горячем состоянии наносят специальные знаки и клейма в следующем порядке: год изготовления (две последние цифры); марка стали колеса; номер плавки; условный номер предприятия-изготовителя; порядковый номер колеса по системе нумерации предприятия-изготовителя. При наличии содержания углерода в стали более 0,63% после марки колеса выбивают букву “Г”. Между условным номером предприятия-изготовителя и номером колеса должно быть оставлено место для клейма приемщика.

2.4. СОЕДИНЕНИЕ КОЛЕСА С ОСЬЮ

Формирование вагонных колесных пар. Колесную пару формируют из оси и колес.

Применяются различные *варианты соединения колес с осью*:

колеса, неподвижно закрепленные относительно оси;

колеса, вращающиеся относительно оси;

колеса, имеющие возможность изменять свое положение относительно оси в зависимости от ширины колеи.

Наиболее распространенным в практике вагоностроения является вариант неподвижного соединения колес с осью.

Надежность работы колесной пары и безопасность движения поездов во многом зависят от прочности соединения колес с

осью. Колеса, посаженные на ось, удерживаются на ней благодаря наличию натяга, образующегося вследствие того, что диаметр отверстия ступицы колеса меньше диаметра подступичной части оси. Колеса с осью можно соединить прессовым или тепловым способами. В вагоностроении России и стран СНГ в качестве основного способа согласно ГОСТ 4835 принят прессовый. Колесные пары формируют в колесных цехах вагоностроительных и вагоноремонтных заводов (ВСЗ и ВРЗ), а также в вагонных колесных мастерских (ВКМ).

Перед запрессовкой элементы колесных пар проверяют и подбирают по размерам. Запрессовка колес на ось производится на гидравлических прессах.

При прессовой посадке колеса насаживают на ось при нормальной температуре (14–20°). Рациональное усилие за-прессовки колес принимается 383–569 кН (39–58 тс) на каждые 100 мм диаметра подступичной части. При этом натяг составляет 0,10–0,25 мм, а скорость запрессовки — не выше 2 мм/с. Такие величины принимают для того, чтобы обеспечить необходимую прочность соединения и не допустить перенапряжения в ступице колеса и подступичной части оси.

Рассматриваемый способ характеризуется нестабильностью технологического процесса, поэтому в некоторых случаях приходится колеса перепрессовывать. Качество запрессовки при этом способе формирования колесных пар контролируется по *индикаторной диаграмме* (рис. 2.10), показывающей изменение усилия запрессовки по длине сопрягаемых поверхностей. Диаграмма записывается на специальной ленте с масштабом по длине 1:2, а по высоте 1 мм диаграммы должен соответствовать не более 25 кН (2,5 тс).

К основным контролируемым *параметрам диаграммы* запрессовки относятся (рис. 2.10): величина конечных усилий $P_{\text{ж}}$, длина сопряжения L и форма кривой. *Величина конечных усилий $P_{\text{ж}}$* на диаграмме запрессовки определяется уровнем точки кривой, соответствующей концу процесса запрессовки. *Длина сопряжения L* на диаграмме запрессовки характеризуется размером возрастающей ветви, т.е. расстоянием от начала до точки перехода в горизонтальную или наклонную прямую в конце. *Форма кривой* диаграммы при нормальной запрессовке должна быть плавно нарастающей несколько выпуклой вверх. На каждую формируемую колесную пару индикатор вычерчивает две диаграммы — для левого и правого колес. Годные диаграммы хранятся 20 лет.

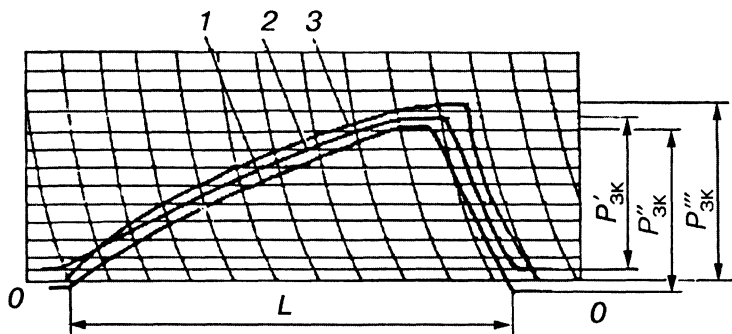


Рис. 2.10. Варианты годных диаграмм запрессовки

При тепловой посадке ступица колеса нагревается до определенной температуры, что создает возможность свободного надевания колеса на ось. При остывании колесо прочно соединяется с осью. Однако отсутствие контроля качества посадки, усложнение снятия колес с оси при расформировании колесных пар и значительно большие затраты энергии на нагрев задерживают применение тепловой посадки до устранения этих недостатков.

Маркирование и клеймение колесных пар. При формировании колесных пар из новых элементов, а также при ремонте со сменой элементов на торце оси с правой стороны наносят соответствующие знаки и клейма (рис. 2.11). Правой стороной колесной пары и оси считается сторона, на торце которой выбиты знаки и клейма, относящиеся к изготовлению оси (рис. 2.6).

После опробования ступиц колес на сдвиг на торце оси с правой стороны колесной пары наносят (рис. 2.12, а) знак опробования на сдвиг 5 (две последовательно поставленные буквы ФФ), условный номер завода или ВКМ 6, дату опробования на сдвиг 7, приемочные клейма МПС 8. Опробование на сдвиг производится при наличии у колесной пары признаков ослабления колес на осях.

Таким образом, на торце правой стороны оси колесной пары наносятся знаки и клейма, относящиеся к изготовлению оси, формированию колесной пары и опробованию на сдвиг.

При монтаже буксовых узлов на предприятиях, которые не производили формирование колесных пар, знаки и клейма о

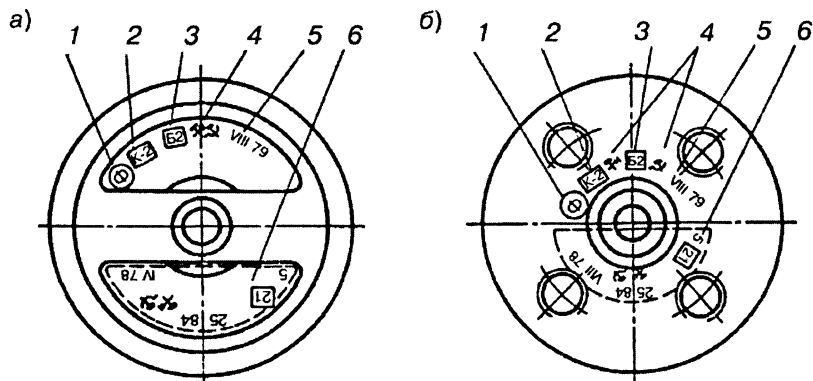


Рис. 2.11. Знаки и клейма, наносимые на торцы осей с правой стороны при формировании колесных пар:

a — для осей типа РУ1; *б* — для осей типа РУ1Ш; 1 — знак формирования; 2 — клеймо ОТК; 3 — условный номер предприятия, сформировавшего колесную пару; 4 — приемочные клейма МПС; 5 — дата формирования; 6 — клейма, относящиеся к изготовлению оси

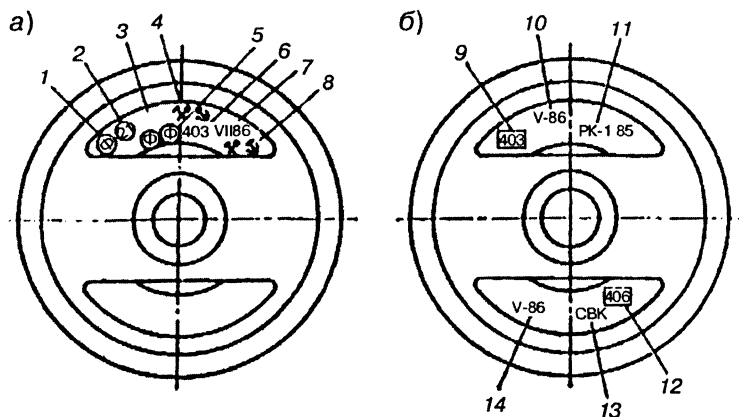


Рис. 2.12. Знаки и клейма, наносимые на торцы осей колесных пар:

a — после опробования ступиц колес на сдвиг; *б* — при постановке редукторно-карданного привода; 1 — знак формирования; 2, 6, 9 — условные номера заводов или ВКМ; 3 — дата формирования (месяц, год); 4, 8 — приемочные клейма МПС; 5 — знак опробования на сдвиг (две буквы ФФ); 10 — дата освидетельствования; 11 — буквы РК и дата установки привода; 12 — номер пункта; 13 — СВК; 14 — дата ревизии

производстве монтажа выбиваются на торце оси левой шейки оси (рис. 2.13).

При полном освидетельствовании колесной пары на левом торце оси наносят условный номер завода, вагонного депо или ВКМ 9, дату освидетельствования 10 (рис. 2.12, б). Полное освидетельствование колесной пары производится при формировании колесных пар и ремонте со сменой элементов, при опробовании ступиц колес на сдвиг, при полной ревизии букс, после схода вагона с рельсов, крушений и аварий поездов и др.

Перед постановкой редукторно-карданного привода от торца оси на этом торце наносят клейма 11 (рис. 2.12, б) — буквы РК и дату установки привода (месяц римской цифрой и две последние цифры года). При этом клейма на правом торце оси наносят в секторе, где имеется номер оси, на левом — в любом из секторов.

Колесные пары, подвергшиеся динамической балансировке, должны иметь клеймо “Б”, которое выбивают в холодном состоянии на ободе каждого колеса рядом с маркировкой, предусмотренной ГОСТ 10791.

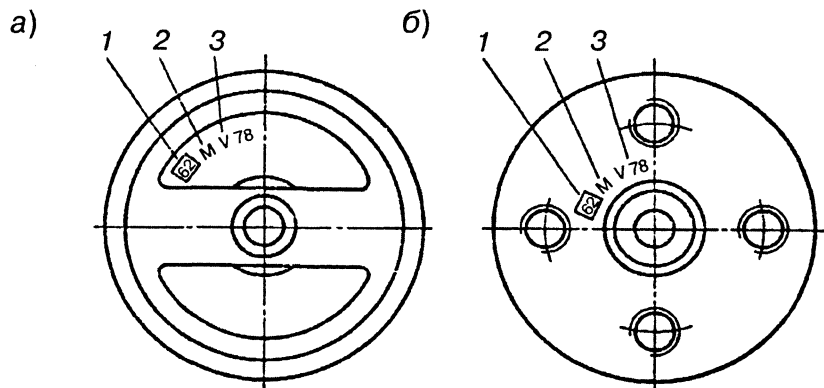


Рис. 2.13. Знаки и клейма, наносимые на торцы осей с левой стороны при монтаже буксовых узлов:

а — для осей типа РУ1; б — для осей типа РУ1Ш; 1 — условный номер предприятия, производившего монтаж буксовых узлов; 2 — знак монтажа буксовых узлов; 3 — дата монтажа

2.5. ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ КОЛЕСНЫХ ПАР И УЛУЧШЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИХ С РЕЛЬСАМИ

Увеличение скоростей движения поездов на железных дорогах и возрастание нагрузок от колесной пары вагона на рельсы приводят к росту динамических усилий, а в результате — к повышению напряжений в ходовых частях. В частности, с ростом скоростей движения возрастают колебания виляния вагонов вследствие наличия конусности 1:10 поверхности катания колесных пар, что приводит к увеличению горизонтальных поперечных сил. Возрастание горизонтальных сил в свою очередь приводит к повышению интенсивности износа гребней колесных пар и рельсов, нарушению работоспособности буксовых подшипников и сокращению срока их службы. Поэтому современные условия эксплуатации, характеризующиеся увеличением скоростей движения и осевых нагрузок, делают весьма актуальными задачи дальнейшего повышения надежности работы колесных пар и улучшения их взаимодействия с рельсами.

Решение этих задач идет в направлениях совершенствования формы и размеров колес и осей; применения сталей новых марок с повышенными механическими характеристиками; улучшения качества металла осей и колес; совершенствования технологии изготовления элементов колесных пар и улучшения содержания колесных пар в эксплуатации.

Повышение надежности колесных пар. Разработана конструкция вагонной *оси повышенной прочности* (рис. 2.14). Она имеет укороченные подступичные части и цилиндрическую среднюю часть. Напряжения в подступичной части уменьшаются в результате того, что длина подступичной части не превышает длину ступицы колеса, а ее диаметр превосходит диаметры примыкающих к ней элементов. Масса такой оси на 24 кг меньше стандартной.

Вероятностный характер нагружения при вращении колесной пары вызывает в оси и колесах переменные напряжения с амплитудами изменяющейся величины, что требует *применения специальных мер, повышающих усталостную прочность оси и колес.*

Для повышения усталостной прочности оси производится обработка всех ее элементов, упрочнение всей поверхности путем накатки роликами, а также шлифовка шеек и подступичных частей. Одним из перспективных путей дальнейшего повышения

усталостной прочности вагонных осей является комбинированный способ поверхностного упрочнения, сочетающий закалку токами высокой частоты с поверхностным пластичным деформированием путем обкатывания роликами.

Для повышения усталостной прочности диски колес подвергают дробеструйному наклепу. Ведутся также работы по созданию и внедрению новой конструкции колеса, обладающей повышенной усталостной прочностью за счет устранения технологических перегибов в диске.

Одно из важнейших направлений повышения надежности вагонных колес — *улучшение металлургического качества* путем внедрения на заводах-изготовителях вакуумирования, внепечной обработки, непрерывной разливки стали, а также применение технологии сплошного неразрушающего контроля внутренних и наружных дефектов. Другое важнейшее направление — *повышение прочностных характеристик ободьев колес*. С учетом перспектив повышения осевых нагрузок до 245 кН термообработка ободьев должна гарантировать твердость в пределах 360–380 НВ, что обеспечит снижение износа гребней.

Выполненные исследования показали, что добавка в сталь для колес ванадия увеличивает срок их службы на 30%. В настоящее время эта сталь рекомендована к внедрению. Кроме того, разработаны и утверждены технические условия на выпуск колес из стали следующего поколения с карбонитридным упрочнением.

Для грузовых вагонов, имеющих повышенные осевые нагрузки от колесной пары на рельсы, ведутся работы по *созданию специальных колесных пар*. Колесные пары таких вагонов отличаются большими диаметрами элементов оси и увеличенной толщиной ступицы и диска колес.

Большое место в исследованиях по созданию надежной колесной пары занимает *обеспечение прочности посадки колес на ось*. В результате установлены основные контролируемые параметры диаграммы запрессовки: конечные усилия, длина сопряжения и форма кривой.

Улучшение взаимодействия колесных пар с рельсами. Активно ведутся работы по совершенствованию профиля поверхности катания и формы диска, а также по созданию новых конструкций колес.

Совершенствование профиля поверхности катания обеспечивает снижение контактных напряжений, улучшение плавности хода

и повышение устойчивости колесной пары на рельсах. Для скоростных вагонов, к которым предъявляются повышенные требования по плавности хода, применяется *объединенный профиль* поверхности катания (см. рис. 2.9, б). Улучшение плавности хода реализуется за счет введения в профиле дополнительной конусности 1:50, что позволило уменьшить частоту колебаний влияния, особенно существенных при больших скоростях движения. Для грузовых вагонов с повышенными осевыми нагрузками особенно эффективен *криволинейный профиль* поверхности катания (см. рис. 2.9, в), соответствующий приработанному (изношенному) очертанию. Такие профили, кроме уменьшения частоты колебаний влияния, обеспечивают также снижение контактных напряжений за счет увеличения поверхности контакта колес с рельсами. Увеличение угла наклона гребня по сравнению со стандартным профилем уменьшает вероятность схода вагона с рельсов.

Форма диска оказывает влияние на его упругость, массу и напряженное состояние колеса, а также на уровень шума.

Для улучшения взаимодействия колесной пары и пути за счет снижения сил, обусловленных необрессоренными массами, улучшения плавности хода вагона и уменьшения шума разработаны конструкции составных *упругих колес*, которые широко применяются в вагонах метрополитена. В этом колесе между бандажом (ободом) и колесным центром расположены резиновые вкладыши. Резиновые элементы хорошо гасят колебания высокой частоты, в том числе и шумовые колебания.

Уменьшение массы колеса и повышение его упругости достигается также изготовлением колесных центров из алюминиевых сплавов или неметаллических материалов.

2.6. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ НОРМ РАСЧЕТА КОЛЕСНЫХ ПАР ВАГОНОВ

Колесные пары, обеспечивая безопасность движения, воспринимают все нагрузки от вагона и передают их на рельсовый путь. Работая в сложных условиях загрузки, они должны обеспечивать высокую надежность в эксплуатации, так как от них во многом зависит надежность вагона и в целом безопасность движения поездов. Поэтому при проектировании к колесным парам Нормами предъявляются особые требования.

Расчет оси колесной пары. Основным несущим элементом колесной пары является ось, которая, вращаясь, воспринимает все статические и динамические нагрузки, передаваемые на шейки через подшипники. Вследствие чего каждая точка A поперечного сечения вращающейся оси, нагруженной изгибающим моментом, испытывает то сжимающее, то растягивающее напряжения (рис. 2.15), изменяющиеся по кривой 1. Как следует из рис. 2.15, в верхнем и нижнем положениях в точках A сечения оси возникают максимальные напряжения, а в положениях A' на горизонтальной оси они равны нулю. Кроме того, при колебаниях кузова на рессорах во время движения вагона в каждой точке A появляются дополнительные напряжения (кривая 2). В сумме эти напряжения имеют вибрационный вид действия. Таким образом, нагружение оси имеет вероятностный характер и за срок службы она испытывает в эксплуатации огромное количество сжимающих и растягивающих переменных напряжений. В связи с этим прочность оси оценивается *вероятностным методом*.

Однако согласно Нормам предварительный поверочный расчет осей на прочность допускается производить по условному методу.

Условный метод может быть применен как для расчета новой оси, так и в эксплуатации при выяснении причины и для предупреждения излома или деформации оси, если они не вызваны перегревом буксового узла или другими явно выраженными факторами. Наиболее эффективно этот метод может быть использован при перегрузе вагона или максимальных износах шеек осей, связанных с их обточками в эксплуатации.

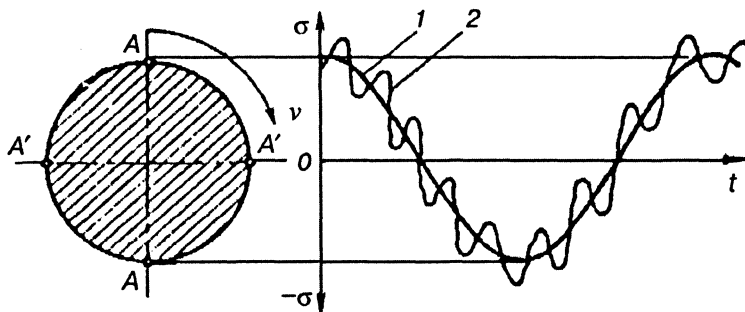


Рис. 2.15. Характер изменения напряжений во вращающейся оси колесной пары при движении вагона

При условном методе расчета ось принимается загруженной двумя силами (рис. 2.16): вертикальной $P = 1,25P_0$ и горизонтальной $H = 0,5P_0$, где P_0 — статическая нагрузка на ось от веса вагона брутто; 1,25 и 0,5 — коэффициенты, учитывающие действие вертикальной динамической силы и боковых сил соответственно.

Статическая нагрузка на ось (нагрузка на обе шейки) определяется по формуле

$$P_0 = \frac{(m_{\text{бр}} - m_o m_{\text{кп}})g}{m_o}, \quad (2.1)$$

где $m_{\text{бр}}$ — масса вагона брутто;

m_o — число колесных пар в вагоне;

$m_{\text{кп}}$ — масса колесной пары;

g — ускорение свободного падения, м/с^2 .

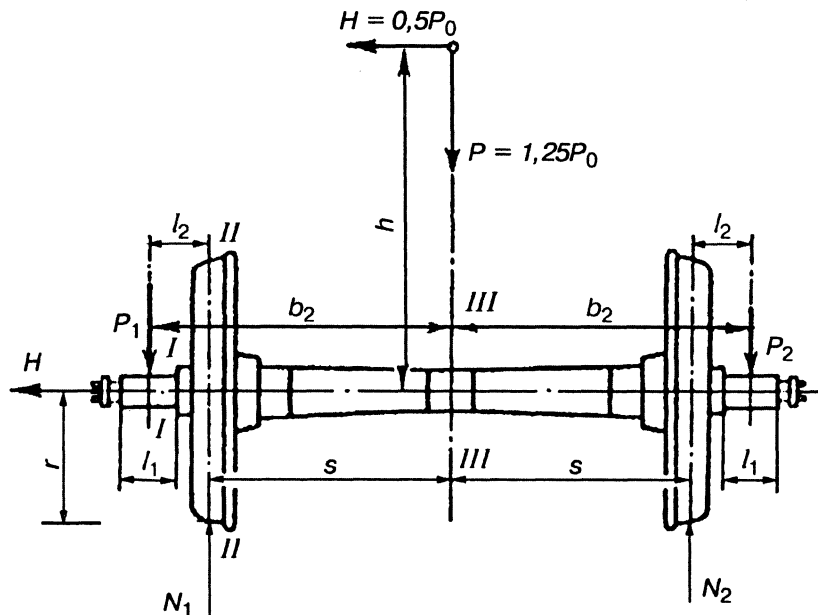


Рис. 2.16. Схема действия сил при расчете оси колесной пары условным методом

На расчетной схеме силы P и H приложены в центре тяжести вагона, находящегося на расстоянии $h = 1,45$ м от осевой линии колесной пары.

Вертикальная P и горизонтальная H силы вызывают загрузку: левой шейки оси

$$P_1 = \frac{P}{2} + \frac{Hh}{2b_2}; \quad (2.2)$$

правой шейки оси

$$P_2 = \frac{P}{2} - \frac{Hh}{2b_2}; \quad (2.3)$$

где $2b_2$ — расстояние между линиями приложения вертикальных сил P_1 и P_2 к шейкам оси. Поскольку эти силы считают приложенными к серединам шеек оси, то $2b_2 = 2,036$ м.

Вертикальные реакции рельсов при этом:
для левого колеса

$$N_1 = \frac{P}{2} + \frac{H(h+r)}{2s}; \quad (2.4)$$

для правого колеса

$$N_2 = \frac{P}{2} - \frac{H(h+r)}{2s}; \quad (2.5)$$

где r — радиус колеса по кругу катания: при расчете оси, находящейся в эксплуатации, принимают радиус среднеизношенного колеса $r = 0,45$ м;

$2s$ — расстояние между кругами катания колес, $2s = 1,58$ м.

Горизонтальная реакция рельса $H_p = H$ и приложена к гребню левого колеса.

Изгибающие моменты от действия расчетных нагрузок вычисляют в трех расчетных сечениях:

$I-I$ — в шейке оси у внутренней галтели

$$M_1 = P_1 \left(\frac{l_1}{2} + \varepsilon \right); \quad (2.6)$$

II-II — в подступичной части оси в плоскости круга катания колеса

$$M_2 = P_1 l_2 + Hr; \quad (2.7)$$

III-III — посередине оси

$$M_3 = P_1 b_2 + Hr - N_1 s, \quad (2.8)$$

где l_1 — длина шейки;

l_2 — расстояние от середины шейки до плоскости круга катания;

ε — допустимый износ по длине шейки оси в эксплуатации (увеличение длины); для оси с подшипниками качения принимают $\varepsilon = 0$.

Исходя из уравнения прочности на изгиб для расчетных сечений

$$M_i = W_i [\sigma_i], \quad (2.9)$$

где W_i — момент сопротивления изгибу i -го расчетного сечения, $W_i = \pi d_i^3 / 32$, определяют наименьшие допускаемые в эксплуатации диаметры:

шейки оси

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{32 M_1}{\pi [\sigma_1]}}; \quad (2.10)$$

подступичной части

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{32 M_2}{\pi [\sigma_2]}}; \quad (2.11)$$

середины оси

$$d_3 = \sqrt[3]{\frac{32 M_3}{\pi [\sigma_3]}}; \quad (2.12)$$

где $[\sigma_i]$ — допускаемые напряжения на изгиб для i -го расчетного сечения, $i = 1; 2; 3$.

Допускаемые напряжения на изгиб при расчете оси по условному методу для пассажирских вагонов: в шейке $[\sigma_1] = 100$ МПа, в подступичной части $[\sigma_2] = 140$ МПа; в середине оси $[\sigma_3] = 130$ МПа; для грузовых и изотермических соответственно 120; 165 и 155 МПа.

Если фактические диаметры в соответствующих расчетных сечениях оказались больше, чем полученные по формулам (2.10), (2.11) и (2.12), то прочность оси обеспечена.

При установлении размеров новой оси необходимо учесть возможные ее обточки при износе. Для этого расчетные диаметры шеек оси колесной пары с подшипниками качения увеличивают на 2 мм, диаметры подступичной и средней частей — на 6 мм.

По приведенной методике рассчитываются оси, не оборудованные редукторами привода генератора и дисковым тормозом.

При расчете осей колесных пар, которые оборудованы шкивом текстропно-редукторно-карданного привода (ТРКП), учитывается дополнительная осевая сила P_r от момента затяжки специальной гайки для установки шкива на шейку.

Силу затяжки P_r можно определить по формуле

$$P_r = \frac{2M_{\text{зат}}}{d_{\text{ср}} \operatorname{tg}(\beta + \varphi_1) + d_{\text{оп}} f}, \quad (2.13)$$

где $M_{\text{зат}}$ — момент затяжки осевой гайки, принимается $M_{\text{зат}} = 6$ кН·м;

$d_{\text{ср}}$ — средний диаметр резьбы;

$d_{\text{оп}}$ — средний диаметр торцевой опорной поверхности гайки;

f — коэффициент трения скольжения между торцевыми поверхностями гайки и кольца подшипника;

β — угол подъема резьбы, $\operatorname{tg} \beta = t/\pi d_{\text{ср}}$;

t — шаг резьбы;

φ_1 — приведенный угол трения, $\varphi_1 = \varphi/\cos(\alpha/2)$;

φ — действительный угол трения в прямоугольной резьбе;

α — угол профиля метрической резьбы, $\alpha = 60^\circ$.

Суммарные напряжения в шейке оси по галтели (в расчетном сечении $I-I$) от действия изгибающего момента M_1 , определяемого по формуле (2.6), и осевой силы P_r затяжки гайки

$$\sigma_1 = \frac{32M_1}{\pi d_1^3} + 0,5\psi \frac{4P_r}{\pi d_1^2}, \quad (2.14)$$

где ψ — коэффициент влияния асимметрии цикла, $\psi = 0,2$.

Полученные напряжения не должны превышать допускаемого значения $[\sigma_1]$ для шейки оси.

Пример. Условным методом рассчитать ось колесной пары четырехосного полувагона.

Исходные данные: масса вагона брутто $m_{бр} = 94$ т, масса колесной пары $m_{кп} = 1,206$ т, расстояние между серединами шеек оси $2b_2 = 2,036$ м, радиус колеса $r = 0,45$ м, расстояние между кругами катания колесной пары $2s = 1,58$ м, $l_1 = 0,190$ м, $l_2 = 0,228$ м.

Решение. 1. Определим статическую нагрузку на ось по формуле (2.1)

$$P_o = \frac{(94 - 4 \cdot 1,206) \cdot 9,81}{4} = 218,7 \text{ кН.}$$

2. Рассчитаем вертикальную и горизонтальную силы, загружающие ось,

$$P = 1,25 \cdot 218,7 = 273,375 \text{ кН,} \quad H = 0,5 \cdot 218,7 = 109,35 \text{ кН.}$$

3. Вычислим силу, приходящуюся на левую шейку оси, по формуле (2.2)

$$P_1 = \frac{273,375}{2} + \frac{109,35 \cdot 1,45}{2,036} = 214,56 \text{ кН.}$$

4. Определим вертикальную реакцию левого рельса по формуле (2.4)

$$N_1 = \frac{273,375}{2} + \frac{109,35 \cdot (1,45 + 0,45)}{1,58} = 268,18 \text{ кН.}$$

5. Подсчитаем изгибающие моменты в расчетных сечениях оси по формулам (2.6)–(2.8):

$$M_1 = 214,56 \cdot \frac{0,190}{6} = 20,38 \text{ кН} \cdot \text{м} = 20,38 \cdot 10^{-3} \text{ МН} \cdot \text{м};$$

$$M_2 = 214,56 \cdot 0,228 + 109,35 \cdot 0,45 = 98,13 \text{ кН} \cdot \text{м} = 98,13 \cdot 10^{-3} \text{ МН} \cdot \text{м};$$

$$M_3 = 214,56 \cdot 1,018 + 109,35 \cdot 0,45 - 268,18 \cdot 0,79 = 55,77 \text{ кН} \cdot \text{м} = 55,77 \cdot 10^{-3} \text{ МН} \cdot \text{м};$$

6. Найдем минимальные допустимые в эксплуатации диаметры в расчетных сечениях оси по формулам (2.10), (2.11) и (2.12):

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 20,38 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 120}} = 0,120 \text{ м} = 120 \text{ мм};$$

$$d_2 = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 98,13 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 165}} = 0,182 \text{ м} = 182 \text{ мм};$$

$$d_3 = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 55,77 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 155}} = 0,155 \text{ м} = 155 \text{ мм}.$$

Фактические размеры оси в расчетных сечениях должны быть большими или равными полученным.

Устойчивость колесной пары против схода с рельса. Согласно требованиям Норм должно обеспечиваться устойчивое движение колесной пары по рельсовому пути. Однако при неблагоприятном сочетании в эксплуатации большой поперечной силы взаимодействия набегающего рельса и малой вертикальной силы на это колесо возможно вкатывание (“вползание”) гребня набегающего колеса на головку рельса, что приводит к сходу вагона с рельсов.

Критическое сочетание действующих на колесную пару поперечных и вертикальных сил может возникнуть в двух случаях:

при движении вагона с конструкционной скоростью (в результате ударного входа вагона в кривую, проходе стрелок на боковой путь, интенсивном влиянии тележки при движении с максимальной скоростью по прямому участку пути, интенсивных боковых колебаниях кузова и сопутствующих невыгодных обстоятельствах взаимодействия колесной пары и пути);

при экстренном торможении поезда (в результате экстренного торможения с головного локомотива тяжеловесного поезда, проходящего кривой участок пути на малой скорости, возникают значительные усилия сжатия состава, которые могут привести к перекосу (сдвигу) вагона в колее и появлению больших поперечных сил взаимодействия колес с рельсами, а в экстремальных условиях и к “выжиманию” легковесного (например, порожнего) вагона).

Коэффициент устойчивости колесной пары против схода с рельса согласно Нормам определяется по формуле

$$K = \left(\frac{\operatorname{tg} \beta - \mu}{1 + \mu \operatorname{tg} \beta} \right) \frac{P_{\text{в}}}{P_6}, \quad (2.15)$$

где β — угол наклона образующей гребня колеса к горизонтальной оси: для стандартного профиля поверхности катания $\beta = 60^\circ$;

μ — коэффициент трения поверхностей колес и рельсов, принимается $\mu = 0,25$;

$P_{\text{в}}$ — вертикальная сила от набегающего колеса на рельс;

P_6 — боковое усилие взаимодействия гребня набегающего колеса и головки рельса.

Рассмотрим определение сил $P_{\text{в}}$ и P_6 для первого расчетного случая.

$$P_{\text{в}} = 2Q_{\text{ш}}[0,505(1 - \bar{K}_{\text{дв1}}) - 0,644\bar{K}_{\text{дбк}}] + 0,285\bar{H}_{\text{р}} + 0,505Q_{\text{кп}}; \quad (2.16)$$

$$P_6 = \bar{H}_{\text{р}} + \mu \{ 2Q_{\text{ш}}[0,486(1 - \bar{K}_{\text{дв1}}) + 0,644\bar{K}_{\text{дбк}}] - 0,285\bar{H}_{\text{р}} + 0,486Q_{\text{кп}} \}, \quad (2.17)$$

где $Q_{\text{ш}}$ — сила тяжести (вес) обрессоренных частей вагона, действующих на шейку оси колесной пары;

$Q_{\text{кп}}$ — сила тяжести (вес) необрессоренных частей, приходящихся на колесную пару;

$\bar{K}_{\text{дв1}}$ — расчетное значение коэффициента вертикальной динамики экипажа, $\bar{K}_{\text{дв1}} = 0,75\bar{K}_{\text{дв}}$;

$\bar{K}_{\text{дв}}$ — среднее значение коэффициента вертикальной динамики, определяемого по формуле (1.32) для обрессоренных частей тележки;

$\bar{K}_{\text{дбк}}$ — расчетное значение коэффициента динамики боковой качки, $\bar{K}_{\text{дбк}} = 0,25\bar{K}_{\text{дв}}$;

$\bar{H}_{\text{р}}$ — расчетное значение рамной силы,

$$\bar{H}_{\text{р}} = p_{\text{о}} b \delta (5 + v); \quad (2.18)$$

$p_{\text{о}}$ — расчетная статическая осевая нагрузка;

b — коэффициент, учитывающий влияние числа осей (формула (1.33));

δ — коэффициент, учитывающий тип ходовых частей вагона: для грузовых вагонов принимают $\delta = 0,003$, для пассажирских вагонов на безлюлечных тележках с пневмоподвешиванием $\delta = 0,0018$, для пассажирских и изотермических на тележках с люлькой соответственно $\delta = 0,0015$ и $\delta = 0,002$;

v — скорость движения вагона, м/с.

Расчет производится для порожнего и груженого состояний вагона при движении с конструкционной скоростью.

3. БУКСОВЫЕ УЗЛЫ

3.1. НАЗНАЧЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ БУКСОВЫХ УЗЛОВ

Буксовые узлы обеспечивают передачу нагрузки от кузова вагона на шейки осей и ограничивают продольные и поперечные перемещения колесной пары относительно тележки. Вместе с колесными парами они являются наиболее ответственными элементами ходовых частей вагона.

Буксовый узел неподрессорен и жестко воспринимает динамические нагрузки от рельсового пути, возникающие при движении вагона. Кроме постоянно действующих нагрузок от массы брутто, буксовый узел испытывает значительные удары при прохождении колес по стыкам рельсов, от толчков во время торможения поезда или наезда колес на башмак при роспуске вагонов с горки, от действия центростремительной силы при прохождении кривых участков пути и др.

В мировой практике вагоностроения применялись буксовые узлы на подшипниках качения и подшипниках скольжения. Буксовые узлы отечественных вагонов, а также современных конструкций зарубежных вагонов, *оборудованы исключительно подшипниками качения (роликовыми подшипниками)*. Это обусловлено тем, что роликовые подшипники обеспечивают реализацию высоких скоростей движения и осевых нагрузок, а также более надежны и экономичны в эксплуатации.

Буксовые узлы с подшипниками качения классифицируются по типу роликовых подшипников, способу посадки их на шейку оси и конструкции корпуса буксы.

В практике вагоностроения используются *три основных типа роликовых подшипников: цилиндрические однорядные* — с короткими цилиндрическими роликами, *сферические двухрядные* — со сферическими роликами, *конические одно- и двухрядные* — с коническими роликами. Наибольшее распространение в отечественных и зарубежных вагонах получили цилиндрические роликовые

подшипники. С 1964 г. отечественные вагоны на сферических подшипниках не выпускаются.

Существует три способа посадки подшипников на шейку оси — горячая, втулочная и прессовая. В буксовых узлах современных конструкций вагонов используется горячая и прессовая посадки подшипников.

В зависимости от конструкции корпуса буксы различают буксы типа 1 — без опор под рессорные комплекты (рис. 3.3, а) и типа 2 — с опорами под рессорные комплекты (рис. 3.4). Буксы типа 1 применяют для грузовых вагонов, типа 2 — для пассажирских вагонов, в том числе вагонов электропоездов, а также для изотермических.

Основными требованиями, предъявляемыми к буксовым узлам, являются: безотказность и долговечность работы в существующих условиях эксплуатации в течение установленных сроков службы; небольшая собственная масса; взаимозаменяемость и унификация деталей; простота выполнения монтажа и демонтажа узлов при ремонте и хорошая герметизация буксового узла.

3.2. БУКСОВЫЕ УЗЛЫ С ПОДШИПНИКАМИ КАЧЕНИЯ

Конструкция типовых буксовых узлов. Буксовый узел современного отечественного вагона — это буксовый узел с цилиндрическими

роликовыми подшипниками на горячей посадке, которыми оснащаются все типы пассажирских и грузовых вагонов.

Типовые буксовые узлы грузовых (рис. 3.1) и пассажирских (рис. 3.2) вагонов — соответственно буксы типа 1 и типа 2 — состоят из корпуса 3, двух цилинд-

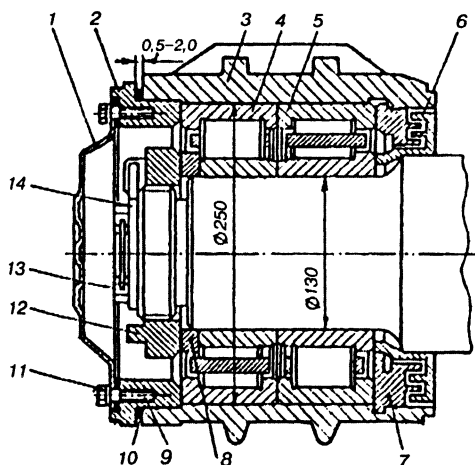


Рис. 3.1. Буксовый узел грузового вагона

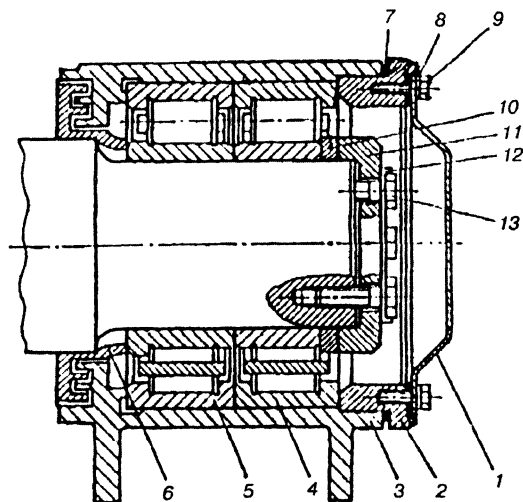


Рис. 3.2. Буксовый узел пассажирского вагона

рических подшипников — переднего 4 и заднего 5, крепительной 2 и смотровой 1 крышек, лабиринтного кольца 6 и элементов торцевого крепления подшипников. Между корпусом и крепительной крышкой устанавливается уплотнительное кольцо (10 — на рис. 3.1 и 7 — на рис. 3.2), а между смотровой и крепительной крышками — резиновая прокладка.

Буксы вагонов показаны на рис. 3.1 и 3.2 с различными вариантами торцевого крепления подшипников — гайкой и шайбой соответственно. К элементам торцевого крепления в первом случае (рис. 3.1) относятся корончатая гайка 12, стопорная планка 14 и два болта 13, крепящие планку, во-втором (рис. 3.2) — приставная шайба 11, болты 13, закрепляющие шайбу, и стопорная шайба 12.

Типовые буксовые узлы грузовых и пассажирских вагонов отличаются только конструкцией корпуса буксы.

Нормативный срок службы буксового узла — 15 лет.

Корпус буксы предназначен для размещения элементов буксового узла и смазки. Конструкция корпуса буксы определяется схемой опирания рамы тележки на буксовый узел и различается также конструктивным оформлением лабиринтной части.

В вагонах применяют корпуса букс двух типов: *челюстные* — без опор под рессорные комплекты, но с направляющими пазами для челюстей боковой рамы тележки — для грузовых ваго-

нов (рис. 3.3), *бесчелюстные* — с опорными кронштейнами под пружины рессорных комплектов — для пассажирских вагонов (рис. 3.4)

Корпуса букс могут быть *цельными* — когда корпус выполнен заодно целое с лабиринтной частью 2 (рис. 3.3, а), и *составными* — с впрессованной лабиринтной частью 7 (рис. 3.1). Лабиринтная

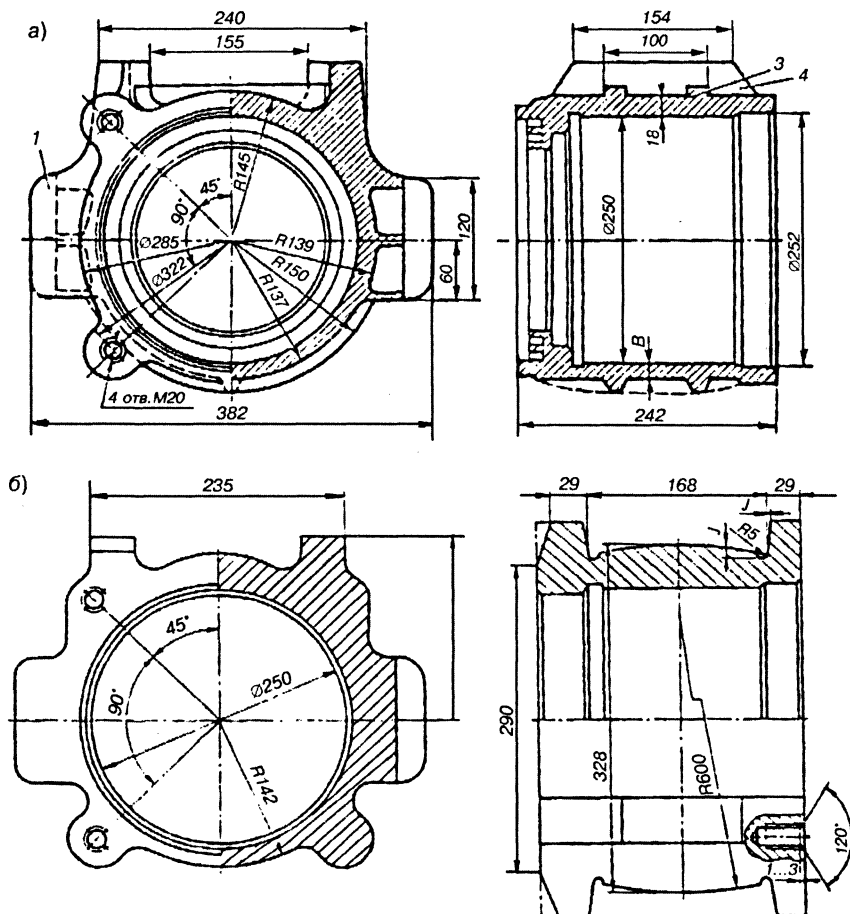


Рис. 3.3. Корпус буксы грузового вагона:
а — стальной; б — из алюминиевого сплава

часть выполнена в виде кольцевых лабиринтных канавок и располагается в задней части корпуса. Буксы грузовых вагонов имеют как цельные, так и составные корпуса, буксы пассажирских вагонов — цельные. В стенках передней части корпусов делают отверстия с нарезкой под болты М20 для закрепления крепежной крышки.

Корпус буксы грузового вагона (рис. 3.3, а) по бокам имеет приливы 1 и пазы для соединения с боковой рамой тележки. Для равномерного распределения нагрузки между роликами вдоль образующей на потолке буксы сделаны ребра 3 жесткости, а для опоры рамы тележки — ребра 4. Масса стальной буксы 45 кг.

Вагонный парк начинает оснащаться корпусами букс из алюминиевого сплава АМгб, что позволяет снизить массу необрессоренных элементов и улучшить взаимодействие вагонов с верхним строением пути. Корпус роликовой буксы из алюминиевого сплава АМгб (рис. 3.3, б) по своей конструкции имеет большое сходство с корпусом, изготовленным из стали. Корпус буксы из сплава АМгб имеет массу 15,3 кг, что почти в 3 раза легче стального. Крепительные крышки и корпуса букс из алюминиевого сплава соединяют стандартными болтами и пружинными шайбами. Как показали результаты наблюдений, корпус из сплава АМгб удовлетворяет условиям прочности для современных и перспективных условий эксплуатации подвижного состава. Его достоинство — стабильность механических параметров в течение длительного времени, а также улучшение взаимодействия вагона и пути.

Корпус буксы пассажирского вагона (рис. 3.4) в нижней части с обеих сторон имеет кронштейны 1 с отверстиями 2 для шпин-

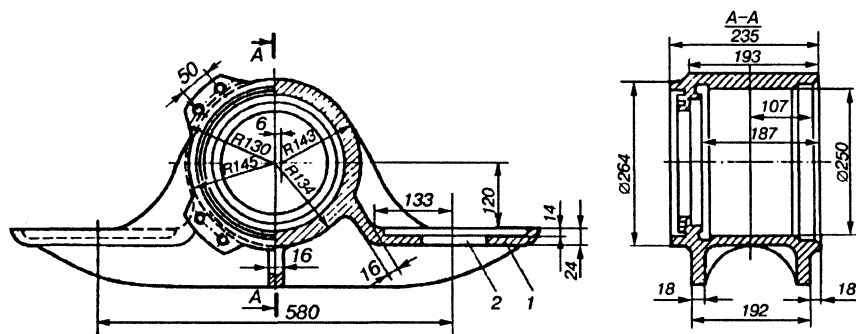


Рис. 3.4. Корпус буксы пассажирского вагона

тонов. На кронштейны опираются пружины буксового подвешивания, а на них — рама тележки. Для обеспечения рационального распределения нагрузки на ролики подшипников свод корпуса букс имеет переменное сечение. В потолке буксы пассажирского вагона делается несквозное отверстие М16х1,5 для установки термодатчика, предназначенного для контроля температуры нагревания буксового узла при движении поезда. Термодатчик может закрепляться также с помощью болта и крепежной планки. В этом случае в потолке корпуса буксы делаются два отверстия: первое — без резьбы — для установки термодатчика; второе — резьбовое — для болта крепления.

Корпуса букс отливают из стали марок 20ФЛ, 20ГЛ.

Лабиринтное кольцо (рис. 3.5, а) и лабиринтная часть корпуса, образуя четырехкамерное безконтактное уплотнение, препятствуют вытеканию смазки из буксы и попаданию в нее механических примесей. Кроме герметизации корпуса с внутренней стороны, кольцо фиксирует положения корпуса буксы на шейке оси и внутреннего кольца заднего роликового подшипника.

Кольцо насаживают на предподступичную часть оси в горячем состоянии при температуре 125–150°C. После остывания кольцо удерживается на оси за счет натяга 80–150 мкм.

Кольца изготавливают из стали Ст.5 и Ос.В.

Крепительная крышка (рис. 3.5, б) герметизирует корпус буксы с наружной стороны и фиксирует наружные кольца подшипников в буксе. Крышку отливают из стали марок 20ФЛ, 20ГЛ либо из стали II группы, предназначенной для изготовления автосцепок. В зависимости от типа буксового узла крепительные крышки могут иметь четыре или восемь отверстий для их крепления к корпусу.

Смотровая крышка (рис. 3.5, в) предназначена для осмотра переднего подшипника и состояния смазки, а также обточки колесной пары без демонтажа букс. Смотровую крышку присоединяют к крепительной при помощи четырех болтов М12.

Крышку изготавливают штамповкой из стали 10 кп либо из алюминия АЛ9.

Роликовые подшипники. Внутри корпуса буксы обычно размещаются два подшипника качения. Подшипники для букс грузовых и пассажирских вагонов железных дорог МПС единые. Это роликовые цилиндрические подшипники — радиальные однорядные подшипники с короткими цилиндрическими роликами размером 130х250х80 мм. Задний подшипник

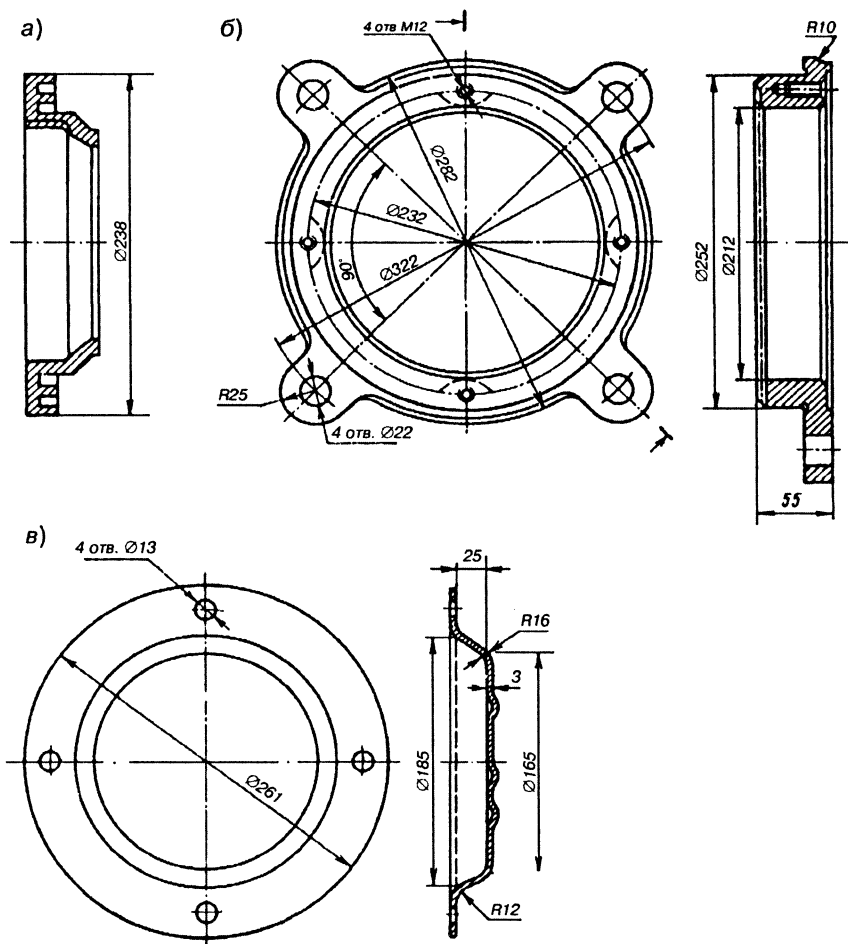


Рис. 3.5. Лабиринтное кольцо и крышки бус:

а — лабиринтное кольцо; *б* — крепительная крышка; *в* — смотровая крышка

выполнен с однобортовым внутренним кольцом, а передний — с безбортовым внутренним кольцом и плоским приставным кольцом (8 — на рис. 3.1 и 10 — на рис. 3.2), выполняющем роль борта.

Подшипники, имеющие один упорный борт на внутреннем кольце или оборудованные одним приставным кольцом, называ-

ются *полузакрытыми*. Они хорошо воспринимают радиальную нагрузку (направленную перпендикулярно оси вращения подшипников), а осевую — ограниченной величины — только со стороны борта или приставного кольца.

Передний подшипник имеет условное обозначение 232726 ГОСТ 18752, а задний — 42726 ГОСТ 18752. По этим обозначениям можно судить о размерах подшипника и его конструктивных разновидностях.

Роликовый подшипник (рис. 3.6) состоит из наружного 1 и внутреннего 3 колец, между которыми находятся ролики 2. Последние удерживаются в сепараторе 4 на одинаковом расстоянии друг от друга.

Внутреннее кольцо подшипника устанавливается на шейку оси с натягом, а наружное в корпус буксы — свободно. Вращение шейки оси вместе с внутренним кольцом подшипника вызывает вращение роликов вокруг своих осей и перекатывание по дорожкам качения между наружным и внутренним кольцами. Свободное перемещение роликов обеспечивается наличием радиального и осевого зазоров.

Радиальный зазор измеряется в свободном от нагрузки подшипнике и представляет собой сумму зазоров между дорожками качения колец и роликом. *Осевой зазор* измеряется между торцами роликов и бортами колец. Для новых подшипников на горячей посадке радиальный зазор 115–170 мкм, а осевой зазор 70–150 мкм. Причем меньшие значения зазоров рекомендуются для грузовых вагонов, а большие — для пассажирских.

Цилиндрические подшипники, применяемые в вагонах, выполнены разъемными: наружное кольцо, сепаратор, ролики образуют отдельный блок, который свободно снимается и надевается на внутреннее кольцо. Такая конструкция упрощает технологию монтажа и демонтажа буксового узла, поэтому она находит широкое применение в вагоностроении.

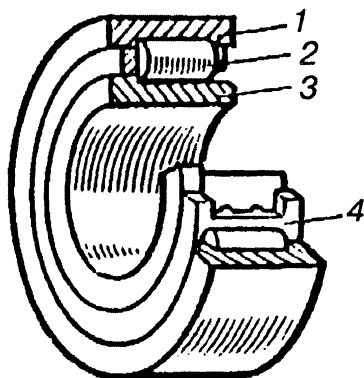


Рис. 3.6. Роликовый цилиндрический подшипник

Неподвижность крепления внутренних колец на шейке оси достигается соответствующей их посадкой — горячей, втулочной или прессовой.

Горячая посадка обеспечивается за счет разности диаметров шейки оси и внутреннего кольца. Диаметр отверстия внутреннего кольца должен быть меньше диаметра шейки на величину натяга, равного 40–70 мкм. При монтаже буксового узла внутренние кольца нагревают до температуры 100–120°C, в результате чего кольца расширяются и свободно надеваются на шейку. После остывания они плотно обхватывают шейку. Горячая посадка наиболее технологична для цилиндрических подшипников и применяется поэтому в типовом буксовом узле.

Втулочная посадка подшипника на шейку оси обеспечивается с помощью конусной разрезной закрепительной втулки, которая запрессовывается между шейкой оси и внутренним кольцом. В процессе запрессовки контролируются величина давления и продвижение втулки. Такая посадка применялась для крепления однорядных цилиндрических и двухрядных сферических подшипников в вагонах старой постройки.

Прессовая посадка применяется для установки внутренних колец конических подшипников кассетного типа в тележках зарубежных вагонов, а также в отечественных тележках пассажирских вагонов нового поколения для скоростей движения 200 км/ч.

Для изготовления колец и роликов применяется сталь марки ШХ4. Раньше кольца и ролики подшипников изготавливались из стали марки ШХ15СГ электрошлакового переплава. В процессе эксплуатации подшипников, изготовленных из таких сталей, проявлялась склонность к хрупкому излому особенно внутренних колец вследствие больших напряжений, возникающих от посадки колец на шейку оси при воздействии радиальной и осевой нагрузок при движении вагона. Исследования показали, что новая сталь марки ШХ4 регламентированной прокаливаемости обладает высокой твердостью поверхностного слоя и достаточной вязкостью внутренних волокон, что обеспечивает высокую устойчивость хрупкому разрушению по сравнению со сталью ШХ15СГ.

Ролики цилиндрического подшипника (рис. 3.7, а) имеют форму цилиндра, образующая которого представляет прямую линию, параллельную оси вращения подшипника и перпендикулярную радиальной нагрузке. Поэтому радиальная нагрузка распределяется по длине и хорошо воспринимается цилиндричес-

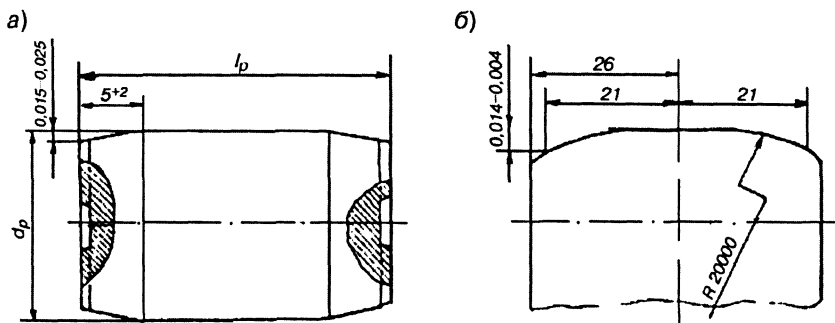


Рис. 3.7. Типы роликов:

a — со скосами; *б* — с рациональным контактом “бомбиной”

кой поверхностью тел качения, а осевая — лишь торцами роликов. Для предупреждения вредного влияния перекоса буксы и прогиба шейки оси на работу цилиндрических подшипников ролики стали изготавливать со скосами “бомбиной” (рис 3.7, б).

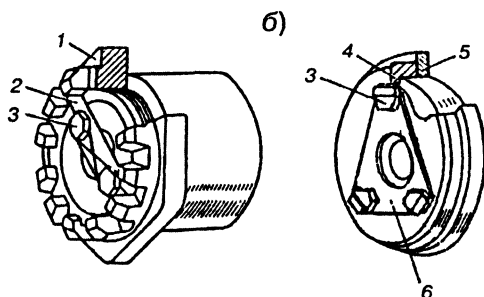
Сепаратор представляет собой кольцо, изготовленное из латуни ЛЦ400МцЗЖ с наличием окон для установки роликов. Для удержания роликов от выпадания из сепаратора производится расчеканка его перемычек.

Элементы торцевого крепления подшипников предназначены для закрепления внутренних колец подшипников в осевом направлении.

В буксах колесных пар типа РУ1-950 применяют корончатые торцевые гайки, стопорные планки и болты М12 для крепления планок (рис. 3.8, а). Изготавливают эти детали из стали Ст5 либо

Рис. 3.8. Варианты торцевого крепления подшипников на шейке оси:

a — корончатой гайкой;
б — торцевой шайбой;
 1 — шестигранная гайка;
 2 — стопорная планка;
 3 — болт; 4 — торцевая шайба; 5 — упорное кольцо; 6 — стопорная шайба



40Л1 методом точного литья. Корончатые гайки обычно изготавливают шестигранными с одиннадцатью пазами для постановки стопорной планки. Планку укрепляют в пазу торца оси двумя болтами, скрепляемыми вязальной проволокой.

В буксах колесных пар типа РУ1Ш-950 для торцевого крепления подшипников применяются специальные шайбы. Шайбы бывают двух разновидностей: с тремя (рис. 3.8, б) или четырьмя отверстиями для постановки болтов М20. Более современной является конструкция с четырьмя болтами. В обоих вариантах для стопорения болтов от самоотвинчивания используется объединенная стопорная отгибная шайба. Материалом для изготовления шайб является сталь Ст3. Для крепления шайб на торцах шеек осей имеются отверстия с нарезкой, куда ввертывают крепежные болты. В центре шайбы предусмотрено отверстие большого диаметра для обеспечения установки центра станка при обточке поверхности катания колес, производимой без демонтажа буксовых узлов.

Смазочные материалы. После монтажа буксового узла внутреннюю его часть заправляют консистентной смазкой. С 1973 г. для роликовых подшипников применяется консистентная смазка ЛЗ-ЦНИИ. Основное ее назначение — это обеспечение противоизносных, противокоррозионных и противозадирных явлений в процессе работы подшипников. В основном эти функции смазка ЛЗ-ЦНИИ. выполняет, но при длительной эксплуатации и особенно при попадании в буксу воды до 5% ее качества снижаются, что отражается на работоспособности подшипников (происходит схватывание торцов роликов с бортами колец, коррозионные повреждения и др.).

Требования к маркировке. На каждом корпусе буксы в местах, указанных в технической документации, должны быть нанесена маркировка, содержащая: товарный знак или условный номер предприятия-изготовителя; две последние цифры года изготовления; порядковый номер отливки (для буксы типа 2).

Гарантийный срок эксплуатации деталей букс типа 1 — 3,5 года, для букс типа 2 — 4 года со дня ввода буксы в эксплуатацию.

Конструкция буксовых узлов с коническими подшипниками. В высокоскоростных поездах TGV (Франция), ICE (Германия) и Talgo (Испания), эксплуатируемых со скоростями 200–350 км/ч, используются буксовые узлы с двухрядными коническими роликовыми подшипниками. Один из таких буксовых узлов показан на рис. 3.9.

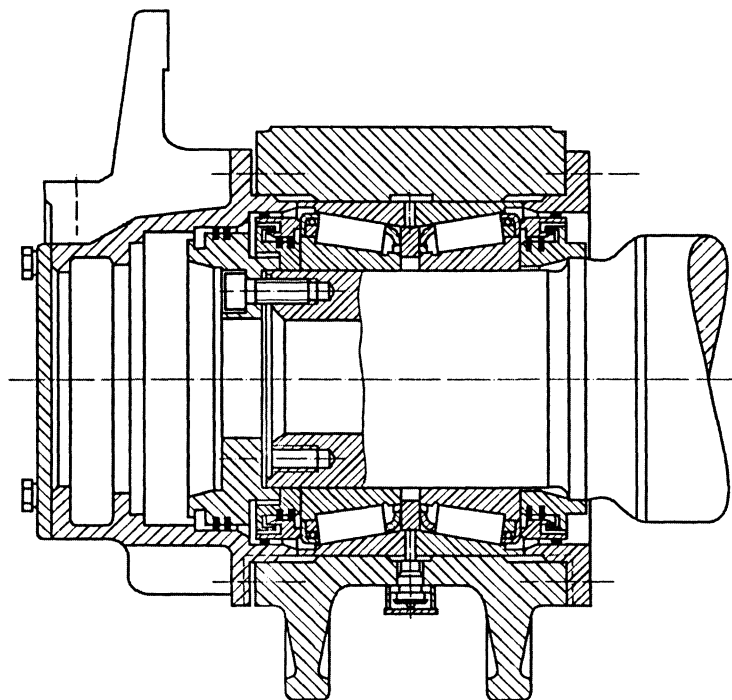


Рис. 3.9. Букса для высокоскоростного подвижного состава

Конические двухрядные роликовые кассетные подшипники получили широкое распространение в ходовых частях высокоскоростного подвижного состава в силу следующих достоинств:

приспособленности к комбинированному нагружению высокого уровня, что гарантирует большие пробеги и эксплуатацию подвижного состава в пределах установленной периодичности его технического обслуживания;

соответствия геометрических характеристик подшипников условиям высокоскоростного движения;

компактного конструктивного исполнения;

кассетного конструктивного принципа, обеспечивающего значительные преимущества при организации экономически эффективного централизованного технического обслуживания.

В отечественных тележках нового поколения для скоростей движения до 200 км/ч (модели 68–4075, 68–4076) устанавливают буксовые узлы, аналогичные показанному на рис. 3.9. Такой буксовый узел имеет корпус буксы и кассетный двухрядный конический подшипник размером 130х230х150 мм. С каждой стороны буксового узла расположены внутренние и наружные крепительные крышки, между которыми размещаются уплотнительные кожухи. Внутренние крепительные крышки фиксируют в осевом направлении внутренние кольца подшипника, наружные — наружное кольцо. Задняя внутренняя крепительная крышка напрессовывается на предподступичную часть оси. Передние внутренняя и наружная крышки крепятся болтами соответственно к торцу оси и к корпусу буксы.

Лабиринтное уплотнение буксы обеспечивается кожухами совместно с кольцами, которые устанавливаются в кольцевые канавки внутренних передней и задней крышек.

Специалистами компании Brenco (США) и МПС России разработан двухрядный конический роликовый подшипник для работы на железных дорогах России в пассажирских вагонах со скоростью движения до 200 км/ч и в грузовых с увеличенными осевыми нагрузками.

Кассетный буксовый узел (рис. 3.10) представляет собой готовую к установке конструкцию, отрегулированную на заводе-изготовите-

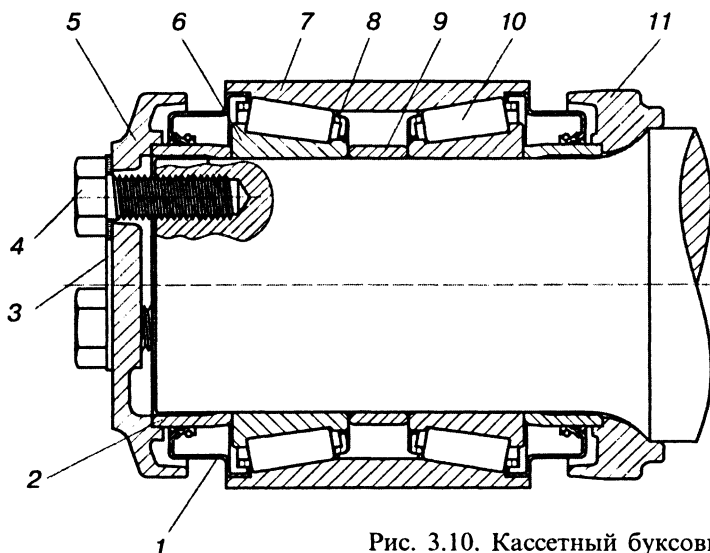


Рис. 3.10. Кассетный буксовый узел

ле, заправленную смазкой и снабженную внутренними уплотнениями. Он имеет меньшие размеры и массу (55 кг), чем типовой буксовый узел (105 кг), а также требует в 2 раза меньшее количество смазки на заправку узла. Для монтажа двух подшипников на колесную пару требуется 2 минуты.

Буксовый узел состоит из двухрядного подшипника, включающего два ряда внутренних колец 6, двух комплектов конических роликов 10, двух сепараторов 8 и единого наружного кольца 7, выполняющего роль корпуса буксы. Положение подшипника на шейке оси фиксируется передней 5 и задней 11 крепительными крышками, а также тремя упорными кольцами (передним 2, средним дистанционным 9 и задним). Задняя 11 крепительная крышка за счет натяга имеет тугую посадку на шейке оси, а передняя 5 крепится к торцу оси тремя болтами 4, которые фиксируются от самопроизвольного отворачивания стопорной шайбой 3. Герметизация подшипника от проникновения пыли и влаги обеспечивается уплотнительными кожухами 1 (передним и задним) с упругими сальниками.

Монтаж типовых буксовых узлов. Для выполнения монтажа (сборки) букс с роликовыми подшипниками на горячей посадке предварительно производится подбор лабиринтного кольца и цилиндрических подшипников. Лабиринтное кольцо подбирается по натягу — положительной разности внутреннего посадочного диаметра кольца и диаметра предподступичной части оси — равному 0,08–0,15 мм. Подбор цилиндрических подшипников, устанавливаемых на одну шейку оси, производится по натягу внутренних колец (0,04–0,065 мм), а также по разности радиальных зазоров (не более 0,02 мм) и осевому зазору.

Сборка начинается с установки нагретого до температуры 125–150°C лабиринтного кольца 12 на предподступичную часть оси 13 (рис. 3.11, а). Надевая кольцо, необходимо следить за тем, чтобы оно дошло до упора в торец предподступичной части оси.

После полного остывания кольца лекальным угольником проверяется перпендикулярность его установки, а щупом — плотность посадки. Проверив правильность установки кольца в его лабиринт закладывают смазку.

Далее на резьбовую часть оси навинчивают направляющий стакан, предохраняющий ее от повреждений при последующей установке внутренних колец подшипников. Сначала надевают предварительно нагретое до 100–120°C внутреннее кольцо 11 зад-

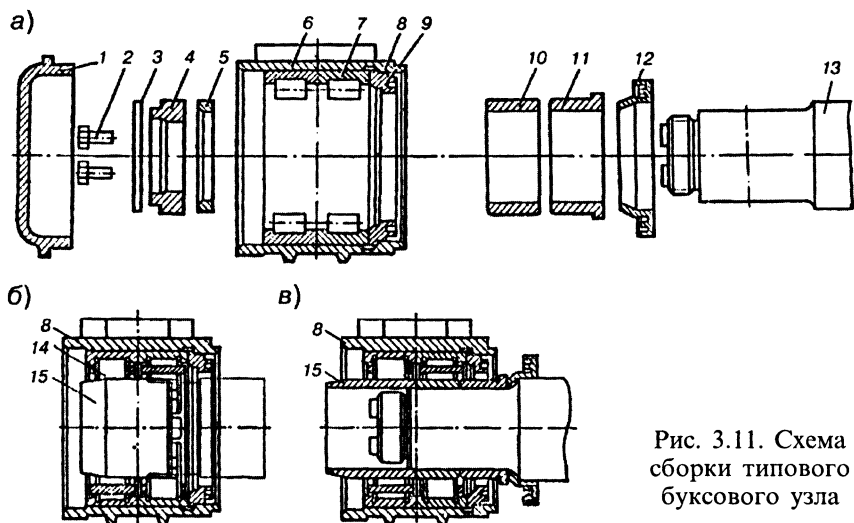


Рис. 3.11. Схема сборки типового буксового узла

него подшипника бортом вперед и при помощи монтажной втулки продвигают его вплотную к лабиринтному кольцу. Затем устанавливают нагретое *внутреннее кольцо 10 переднего подшипника*.

Далее, сняв направляющий стакан, на шейку оси устанавливают упорное кольцо 5. Торцевой гайкой 4 (или торцевой технологической шайбой с болтами) все надетые на шейку оси детали затягивают в осевом направлении. По мере остывания внутренних колец гайку (или болты шайбы) подтягивают. После остывания внутренних колец отвинчивают гайку (или болты шайбы), снимают упорное кольцо и проверяют щупом плотность прилегания внутренних колец подшипников и лабиринтного кольца друг к другу.

В корпус 8 буксы, покрытый предварительно внутри тонким слоем смазки, последовательно устанавливают *блоки заднего 7 и переднего 6 подшипников*. Каждый блок представляет собой наружное кольцо с роликами. При установке блоков следят за тем, чтобы маркировка на кольце блока заднего подшипника была обращена к лабиринтной части корпуса, на кольцо блока переднего подшипника — к передней части корпуса. Пространство между роликами и наружными кольцами заполняется смазкой.

Корпус буксы, подготовленный таким образом, надвигается на ось по внутренним кольцам подшипников вплотную к лабиринтному кольцу. При надевании корпуса буксы (рис. 3.11, б) на внутренние кольца подшипников необходимо предварительно вставить специальную втулку 15 и раздвинуть ролики 14. После окончания надвига корпуса 8 (рис. 3.11, в) втулка 15 выйдет из буксы.

Далее на шейку оси надевают *упорное кольцо* 5 переднего подшипника и на резьбовую часть оси навинчивают *торцевую гайку* 4 до соприкосновения с упорным кольцом или закрепляют болтами *торцевую шайбу*. Под болты ставят *стопорные шайбы*, концы которых загибают на грань головки каждого болта.

При креплении подшипников торцевой гайкой в паз оси устанавливают *стопорную планку* 3, таким образом чтобы хвостовик планки вошел в одну из прорезей (шлиц) гайки. Стопорную планку закрепляют *болтами* 2 с пружинными шайбами. Болты связывают вязальной проволокой, пропущенной через отверстия в головках.

Далее в процессе сборки одна треть свободного пространства передней части буксы заполняется смазкой. Корпус буксы закрывается соединенными между собой *крепительной и смотровой крышками* 1, которые крепят к корпусу болтами с пружинными шайбами. Затяжка болтов должна быть равномерной. Между крышками устанавливают резиновую прокладку, а между торцом корпуса и фланцем крепительной крышки — резиновое кольцо.

После сборки измеряют зазор между фланцем крепительной крышки и торцом корпуса (должен быть не менее 0,3 мм) и проверяется легкость вращения буксы относительно шейки оси.

3.3. ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ БУКСОВЫХ УЗЛОВ

Увеличение скоростей движения и осевых нагрузок требует постоянного повышения эксплуатационной надежности буксовых узлов. Повышение эксплуатационной надежности буксовых узлов ведется исследователями и конструкторами по следующим направлениям: повышение надежности и долговечности подшипников; улучшение качества смазки; повышение надежности и долговечности торцевого крепления подшипников; уменьшение

динамических нагрузок, действующих на подшипники; контроль за состоянием подшипников перед монтажом, строгое соблюдение требований монтажа; контроль за состоянием букс в поездах.

Повышение надежности и долговечности подшипников. Работоспособность подшипников качения в последние годы заметно повысилась в результате применения новых материалов для их элементов, совершенствования технологии изготовления, улучшения геометрии контактных поверхностей и совершенствования конструктивных элементов — сепаратора, роликов и колец.

Выполняются исследования по совершенствованию формы роликов и геометрии контакта роликов с бортами колец. Можно отметить в связи с этим “бомбинирование” роликов, т.е. внедрение новой конструкции роликов со скруглением несущей поверхности кромок (бомбиной), и введение гарантированного развала колец.

Особое внимание уделяется вопросам повышения усталостной прочности отдельных элементов подшипников.

Изготовление колец и роликов из хромистой стали регламентированной прокаливаемости ШХ4, т.е. стали с поверхностным упрочнением, позволило повысить их усталостную прочность и долговечность в 2 раза, а также исключить разрывы внутренних колец и сколы бортов в процессе эксплуатации.

Упрочнение углов окон сепараторов методом холодной пластической деформации обеспечило повышение усталостной прочности сепаратора в 2–3 раза, а применение для их изготовления новой марки латуни ЛЦ400МцЗЖ увеличило усталостную прочность в 3–4 раза. В результате значительно сократилось число разрушений сепараторов и отцепок вагонов в пути следования.

Таким образом, в настоящее время внедрены предложения, исключающие разрушение наиболее ответственных деталей подшипника — внутреннего кольца и сепаратора.

В мировой практике широко применяются пластмассовые сепараторы. Их важнейшие преимущества — незначительная масса, хорошие антифрикционные качества, возможность изготовления методом литья или под давлением с незначительными затратами. При недостаточной смазке пластмассовые сепараторы проявляют свои аварийные ходовые качества. В результате они нашли широкое применение за рубежом в качестве заменителей массивных латунных сепараторов.

В настоящее время разработана и принята к серийному производству рамная конструкция отечественного сепаратора из стеклонаполненного полиамида, обеспечивающая существенное повышение надежности работы буксового узла за счет устранения износов сепаратора по центрирующей поверхности и переключкам. При этом устраняются окисление смазки, задиры торцов роликов и бортовых колец, исключается заклинивание подшипников из-за разрушения сепаратора. Новая конструкция сепаратора позволила повысить живучесть буксового узла в аварийном режиме и снизить необрессоренную массу подшипника.

Для вагонов нового поколения с осевой нагрузкой 245 кН разработана конструкция усиленной буксы, в которой применяются подшипники размером 140x260x80 мм.

Улучшение качества смазки. Надежность работы буксовых узлов во многом определяется качеством смазки. Консистентные смазки должны обеспечивать надежное разделение поверхностей трения элементов подшипника (торцов роликов и бортов колец) в условиях граничных режимов смазки. Применяемая в буксах смазка ЛЗ-ЦНИИ обладает хорошими противозадирными и противоизносными свойствами, обеспечивая нормальную работу буксы при отсутствии обводнения. Технический ресурс ее работы по времени установлен 5 лет.

Проводятся работы по созданию новых влагостойких смазок на литевой основе со специальными присадками. Так, ВНИИЖТом разработана смазка "буксол", обладающая высокими противозадирными и противоизносными свойствами, как при нормальных, так и при обводненных условиях работы.

Повышение надежности и долговечности торцевого крепления подшипников. В течение продолжительного времени проводятся комплексные работы, направленные на повышение надежности и долговечности торцевого крепления подшипников. Рассмотрим основные из них.

На осях РУ1, изготавливаемых на автоматических линиях, резьба М110х4 выполняется накаткой, что увеличивает ее прочность в 1,5–2 раза по сравнению с нарезанной резьбой.

Внедрена гайка с кольцевой выточкой, что повышает ее податливость, а, следовательно, и упругость. Кольцевая выточка глубиной 23 мм, придавая гайке упругость, обеспечивает включение в работу увеличенного числа витков резьбы со стороны заднего торца. Лучшее распределение нагрузки по виткам резь-

бы способствует тому, что усилие первоначальной затяжки дольше сохраняется при действии осевых нагрузок.

При монтаже буксового узла производится предварительное обжатие резьбы М110х4, а окончательная затяжка гайки выполняется по углу или с применением специальных стендов или гайковертов.

В осях типа РУ1Ш внедрено торцевое крепление подшипников шайбой с четырьмя болтами М20 вместо трех. Введена регламентированная затяжка болтов М20 динамометрическим ключом, повышен класс прочности болтов до 4,8 вместо 3,6, и резьба в них выполняется накаткой вместо нарезки.

Торцевую тарельчатую шайбу предложено изготавливать из стали 40Х и ввести ее термическую обработку, что придаст ей более высокие упругие свойства. Изменена конструкция стопорения болтов М20 от самоотвинчивания. В частности, наиболее повреждаемый элемент — прижимные шайбы заменены пластинчатой отгибной объединенной шайбой для четырех болтов. Отработана технология монтажа болтов М20 с целью выравнивания усилий затяжки.

Гарантийный срок эксплуатации колесной пары по качеству сборки торцевого крепления подшипников установлен до трех лет.

Уменьшение динамических нагрузок, действующих на подшипники. Снижение действующих на подшипники динамических сил обеспечивается введением резиновых прокладок между корпусом буксы и рамой тележки или между наружными кольцами подшипников и элементом, передающим нагрузку на подшипники от рамы тележки.

Первый путь использован в конструкции тележек моделей 18–115 и 18–131. Наиболее эффективен — второй путь. Он реализован в *конструкции бескорпусного буксового узла с упругим элементом*. Передача нагрузки от боковой рамы на наружные кольца подшипников осуществляется в такой буксе через специальный промежуточный элемент — адаптер. Корпуса буксы как такового нет. Его роль выполняют наружные кольца подшипников. Применение массивной резиновой прокладки между наружными кольцами подшипников и адаптером повышает долговечность подшипников за счет снижения воздействия динамических нагрузок.

Контроль за состоянием подшипников перед монтажом и соблюдением требований монтажа. Исследования проведенные

ВНИИЖТом показали, что начиная с 1981 г. на сети дорог наблюдается тенденция увеличения числа отцепок вагонов из-за недопустимого нагрева букс в пути следования поездов. Среди основных причин, приводящих к разрушению роликовых подшипников, решающими являются нарушения технологии ремонта буксовых узлов в роликовых цехах вагонных депо и вагоноремонтных заводов.

Учитывая, что надежность существующей конструкции буксового узла с цилиндрическими подшипниками во многом зависит от качества ремонтных работ ведется разработка новой *безремонтной конструкции буксового узла кассетного типа* с двухрядным малогабаритным коническим роликовым подшипником. Такие буксовые узлы (см. рис. 3.9 и 3.10) применяются за рубежом в высокоскоростном движении и в отечественных тележках нового поколения для скоростного движения.

Контроль за состоянием букс в поездах. Цель такого контроля — своевременное изъятие из эксплуатации колесных пар, у которых подшипники или стопорные устройства находятся в стадии разрушения.

Внешним проявлением ненормальной работы буксы является повышенная температура ее корпуса. Поэтому буксы пассажирских вагонов оборудованы термодатчиками, позволяющими своевременно получать сигналы о чрезмерном нагреве буксы. Световой и звуковой сигнал перегрева поступают в купе проводника, который обязан принять меры к остановке поезда.

Грузовые вагоны оборудовать такими устройствами не представляется возможность. Поэтому выявление греющихся букс в грузовых поездах производится с помощью систем ПОНАБ (приборов для обнаружения аварийно нагретых букс) и ДИСК-Б (комплексной дистанционно-информационной системы обнаружения перегретых букс).

Системы ПОНАБ и ДИСК-Б используются для обнаружения бесконтактным способом нагретых букс в движущемся подвижном составе. Принцип их действия основан на улавливании от перегретых (свыше 110°C) букс вагонов тепловых инфракрасных излучений. Обычно регистрируется наличие нагретой буксы, порядковый номер вагона (оси) и сторона вагона. Система ДИСК осуществляет кроме этого контроль состояния колесной пары, наличия дефекта по кругу катания, а также наличия негабаритных предметов на движущемся поезде.

3.4. РАСЧЕТ РОЛИКОВЫХ ПОДШИПНИКОВ

Буксовые узлы в эксплуатации передают все основные статические и динамические нагрузки от рамы тележки вагона вращающимся колесным парам. Они должны обеспечивать при этом высокую надежность в сложных условиях эксплуатации, выдерживать нормируемую долговечность работы. Наиболее ответственным элементом буксового узла является подшипник.

Долговечность подшипников представляет собой срок службы, измеряемый километрами пробега или числом оборотов, в течение которого не должны появляться признаки усталости металла не менее чем у 90% подшипников данной их группы при одинаковых условиях эксплуатации. На этом понятии основаны значения динамической грузоподъемности, приводимые в каталогах и используемые при расчете долговечности вагонных подшипников.

Долговечность роликовых подшипников в километрах пробега вагона для типового буксового узла

$$L_{\text{п}} = \left(\frac{C_r}{P_3} \right)^{3,33} \pi D_{\text{к}} \cdot 10^{-3}, \quad (3.1)$$

где C_r — динамическая радиальная грузоподъемность подшипников: определяется по ГОСТ 18855 либо по каталогу;

$D_{\text{к}}$ — диаметр круга катания среднеизношенного колеса: при номинальном диаметре колеса 0,95 м принимается $D_{\text{к}} = 0,9$ м;

P_3 — эквивалентная динамическая сила на один подшипник.

Эквивалентная динамическая сила, приходящаяся на роликовый подшипник,

$$P_3 = P_{\text{ст}} K_{\text{д}}, \quad (3.2)$$

где $P_{\text{ст}}$ — вертикальная статическая сила, действующая на один подшипник в эксплуатации, Н,

$$P_{\text{ст}} = \frac{1}{2n_{\text{п}}} \left(\frac{m_{\text{бр}}}{m_{\text{о}}} - m_{\text{кп}} \right) g; \quad (3.3)$$

$m_{\text{бр}}$ — масса вагона брутто;

$m_{\text{кп}}$ — масса колесной пары;

- m_o — число колесных пар в вагоне;
 n_n — число подшипников в одной буксе, воспринимающих радиальные нагрузки: для типовой буксы $n_n = 2$;
 K_d — коэффициент, учитывающий динамичность приложения нагрузки в эксплуатации: $K_d = 1,2$ — для пассажирских вагонов, $K_d = 1,3$ — для грузовых.

Расчетная долговечность роликовых подшипников, определенная по формуле (3.1), должна быть не менее 3 млн. км для пассажирских и 1,5 млн. км для грузовых вагонов.

Определив расчетную долговечность в километрах пробега, можно подсчитать число сделанных оборотов подшипником за этот пробег, используя формулу

$$N_n = \frac{L_n}{\pi D_k}. \quad (3.4)$$

В случае проверки на долговечность нетипового подшипника (данные о котором в каталоге отсутствуют) или при нетиповом его нагружении динамическая грузоподъемность C_r определяется по формуле, рекомендуемой стандартом для роликовых радиальных и радиально-упорных конструкций.

Наряду с расчетом долговечности элементы роликовых подшипников проверяются на контактную прочность.

Контактные напряжения на поверхностях соприкосновения наиболее нагруженного ролика (рис. 3.12) и колец цилиндрического подшипника, МПа,

$$\sigma = 0,1925 \sqrt{\frac{P_{op}}{l_p} \left(\frac{2}{d_p} \pm \frac{1}{R_{в(н)}} \right)}, \quad (3.5)$$

где P_{op} — наибольшая нагрузка на ролик, Н;

l_p, d_p — соответственно фактические длина и диаметр ролика, м;

$R_{в}, R_{н}$ — радиусы дорожек качения соответственно внутреннего и наружного колец, м: знак плюс принимается для внутреннего кольца, минус — для наружного.

Расчетная радиальная нагрузка, действующая в эксплуатации на наиболее нагруженный ролик цилиндрического подшипника (см. рис. 3.12),

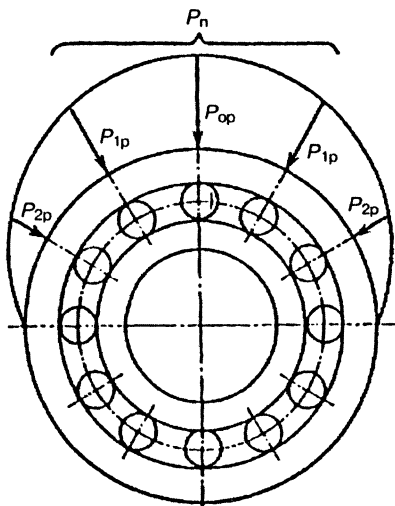


Рис. 3.12. Схема нагружения роликового подшипника

$$P_{op} = \frac{4,6 P_{ст}}{z}, \quad (3.6)$$

где $P_{ст}$ — статическая нагрузка на один подшипник;
 z — число роликов в подшипнике.

Полученные по формуле (3.5) контактные напряжения не должны превышать допускаемых, т.е. должно соблюдаться условие

$$\sigma \leq [\sigma], \quad (3.7)$$

где $[\sigma]$ — допускаемые контактные напряжения, которые для стали марки ШХ15СГ принимаются равными $[\sigma] = 3500$ МПа.

Пример. Определить контактные напряжения в материале роликов, дорожках качения внутреннего и внешнего колец цилиндрического подшипника с условным обозначением 42726.

Исходные данные: масса вагона брутто $m_{бр} = 94$ т, масса колесной пары $m_{кп} = 1,206$ т, число подшипников в одной буксе $n_n = 2$, число роликов в подшипнике $z = 14$, фактическая длина ролика (фактическая длина контакта ролика с кольцом) $l_p = 38$ мм, диаметр ролика $d_p = 32$ мм, $R_b = 80$ мм, $R_n = 112$ мм.

Решение. 1. Определим статическую нагрузку, приходящуюся на один подшипник, по формуле (3.3)

$$P_{\text{ст}} = \frac{1}{2 \cdot 2} \left(\frac{94}{4} - 1,206 \right) 9,81 = 54,68 \text{ кН}.$$

2. Подсчитаем радиальную нагрузку, действующую на наиболее нагруженный ролик цилиндрического подшипника, по формуле (3.6)

$$P_{\text{ор}} = \frac{4,6 \cdot 54,68}{14} = 17,97 \text{ кН} = 17,97 \cdot 10^3 \text{ Н}.$$

3. По формуле (3.5) рассчитаем контактные напряжения в материале наиболее нагруженного ролика цилиндрического подшипника и дорожек качения колес:

внутреннего

$$\sigma_{\text{в}} = 0,1925 \sqrt{\frac{17,97 \cdot 10^3}{0,038} \left(\frac{2}{0,032} + \frac{1}{0,08} \right)} = 1146 \text{ МПа};$$

наружного

$$\sigma_{\text{н}} = 0,1925 \sqrt{\frac{17,97 \cdot 10^3}{0,038} \left(\frac{2}{0,032} - \frac{1}{0,112} \right)} = 969 \text{ МПа};$$

Таким образом, соблюдается условие (3.7), т. е. контактная прочность материала роликовых подшипников с условным обозначением 42726, применяемых в рассматриваемом вагоне, обеспечена.

4. РЕССОРНОЕ ПОДВЕШИВАНИЕ

4.1. НАЗНАЧЕНИЕ, СОСТАВ И КЛАССИФИКАЦИЯ РЕССОРНОГО ПОДВЕШИВАНИЯ

Рессорное подвешивание вагонов связывает колесные пары с рамой тележки и кузовом и предназначено для уменьшения динамического воздействия пути на вагон и вагона на путь. Оно состоит из упругих элементов, возвращающих устройств и гасителей колебаний. *Упругие элементы* смягчают (амортизируют) толчки и удары от пути движущемуся вагону в вертикальной плоскости, а *возвращающие устройства* — в горизонтальной плоскости. *Гасители колебаний* служат для гашения (демпфирования) колебаний обрессоренных масс вагона с тем, чтобы уменьшить амплитуду колебаний.

Упругие элементы вагона обычно расположены между колесными парами и кузовом. Под действием динамических сил со стороны колесной пары при перемещении вагона они деформируются и обеспечивают плавные колебательные движения обрессоренных масс, уменьшая ускорения и силы, воспринимаемые кузовом. В качестве упругих элементов вагонов в основном используются витые пружины. Применяются также резинометаллические элементы, пневматические, торсионные, кольцевые и другие типы упругих элементов. В старотипных тележках встречаются листовые рессоры.

Если в системе рессорного подвешивания силы сопротивления отсутствуют или неоправданно малы, то при движении вагона по периодическим неровностям пути могут возникнуть большие амплитуды колебаний кузова на рессорах и особенно при резонансе, когда частоты вынужденных и собственных колебаний равны. Поэтому для гашения таких колебаний в систему рессорного подвешивания вводят специальные устройства — фрикционные или гидравлические гасители (демпферы). Они снижают ускорения колебательного движения и уменьшают воздействие динамических сил на вагон, обеспечивая плавный ход. Для того чтобы динамические силы

были минимальными и не превышали допустимых значений, а плавность хода оставалась постоянной в процессе длительной эксплуатации вагона, необходима высокая надежность работы подвешивания. Кроме того, параметры рессорного подвешивания должны соответствовать расчетным значениям и несущественно изменяться с течением времени.

Рессорное подвешивание различается:

числом ступеней — одинарное и двойное;

местом размещения в тележке — буксовое и центральное;

типом возвращающих устройств (горизонтальным подрессориванием) — люлечной, безлюлечной и поводковой конструкции;

конструкцией упругих элементов — с металлическими, резинометаллическими и пневматическими упругими элементами;

типом и конструкцией демпфирующих устройств — с гасителями колебаний сухого и вязкого трения, т.е. с фрикционными и гидравлическими гасителями.

4.2. УПРУГИЕ ЭЛЕМЕНТЫ И ВОЗВРАЩАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

Упругие элементы. В рессорном подвешивании современных вагонов наибольшее распространение получили цилиндрические пружины (рис. 4.1). Они просты в изготовлении, надежны в работе и хорошо амортизируют вертикальные и горизонтальные толчки и удары. Однако они не могут гасить колебания обрессоренных масс вагона и поэтому применяются только в сочетании с гасителями колебаний.

Пружины изготавливают в соответствии с ГОСТ 14959. Опорные поверхности пружин делают плос-

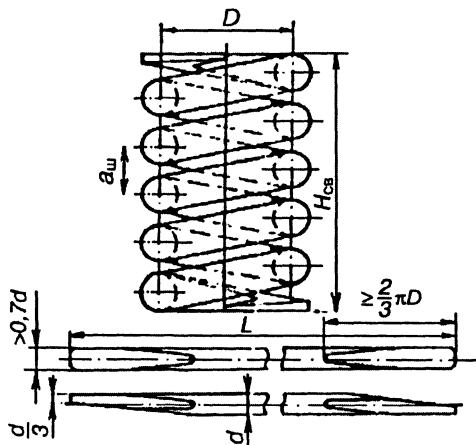


Рис. 4.1. Цилиндрическая пружина

кими и перпендикулярными к оси. Для этого концы заготовки пружины оттягиваются на $1/3$ длины окружности витка. В результате этого достигается плавный переход от круглого к прямоугольному сечению. Высота оттянутого конца пружины должна быть не более $1/3$ диаметра прутка d , а ширина — не менее $0,7d$.

Характеристиками цилиндрической пружины являются: диаметр прутка d , средний диаметр пружины D , высота пружины в свободном $H_{св}$ и сжатом $H_{сж}$ состояниях, число рабочих витков n_p и индекс m . *Индексом пружины* называется отношение среднего диаметра пружины к диаметру прутка, т.е. $m = D/d$.

Для изготовления вагонных пружин применяются стали 55С2, 55С2А, 60С2, 60С2А (ГОСТ 14959). Химический состав сталей в процентах: углерода — 0,52–0,60 (55С2), 0,53–0,58 (55С2А), 0,57–0,65 (60С2), 0,58–0,63 (60С2А); кремния — 1,5–2,0 (55С2, 55С2А, 60С2), 1,6–2,0 (60С2А); марганца — 0,60–0,90; хрома — не более 0,30. Механические свойства термически обработанных сталей 55С2 и 60С2: предел текучести 1175 МПа, при относительном удлинении 6% и сужении площади сечения 30 и 25% соответственно.

Рессора Галахова (рис. 4.2) состоит из двух половин I незамкнутых листовых рессор, наложенных друг на друга. Каж-

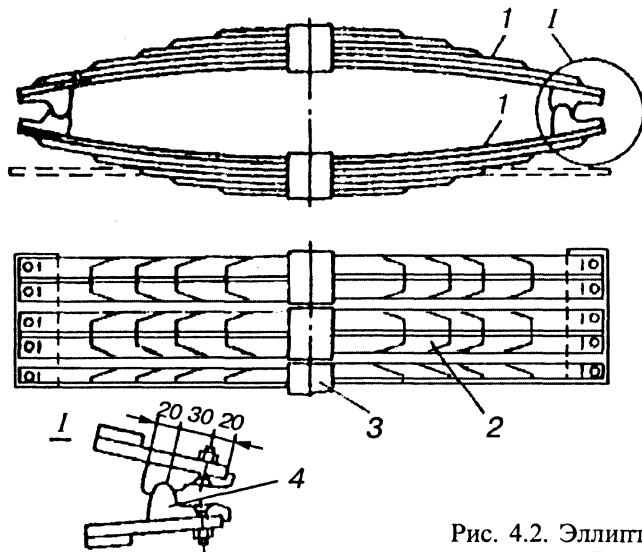


Рис. 4.2. Эллиптическая рессора Галахова

дая половина составлена из пяти рядов 2, а ряд из шести-семи листов желобчатой стали. Листы каждой половины ряда 2 соединены шпилькой и стянуты посередине хомутом 3, надетым в горячем состоянии и обжатом прессом. По концам половин к коренным листам рессор приклепаны наконечники 4. Наконечники нижней половины имеют буртики с вырезом длиной 40 мм, а верхней половины — желоба с выступами, размеры которых соответствуют вырезам в нижней половине. Наличие вырезов и выступов не допускает сдвига половин рессор относительно друг друга в поперечном направлении.

Пневматические рессоры используются в тележках вагонов скоростного поезда ЭР-200 и вагонов метрополитена. За рубежом они находят применение в тележках грузовых и пассажирских вагонов, особенно в вагонах высокоскоростных поездов. Эти рессоры способны поддерживать кузов на одном уровне относительно головок рельсов независимо от величины нагрузки. Кроме того, они имеют меньшую массу и обладают вибро- и шумогасящими свойствами. Недостаток пневмоподвешивания — сложность конструкции и эксплуатации, так как его работа требует наличия источника питания рессор воздухом, системы трубопроводов и арматуры. В рессорном подвешивании вагонов применяются пневморессоры баллонного (рис. 4.3, а), диафрагменного (рис. 4.3, б) и смешанного типов (рис. 4.3, в). Наибольшее распространение получили рессоры диафрагменного типа, так как они имеют регулируемые характеристики вертикальной и горизонтальной жесткости.

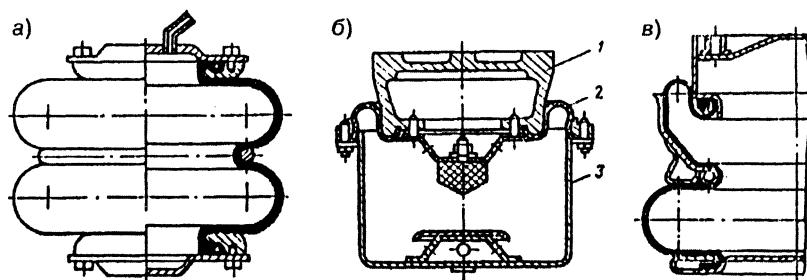


Рис. 4.3. Типы пневматических рессор:

а — баллонный; б — диафрагменный; в — смешанный; 1 — надрессорная балка; 2 — диафрагменный баллон; 3 — корпус

Резиновые и резинометаллические упругие элементы (рис. 4.4) для подвешивания в магистральных вагонах отечественного производства пока применяются ограниченно, несмотря на хорошую способность резины амортизировать толчки, а также гасить вибрационные и звуковые колебания. Объясняется это тем, что резина обладает характерными свойствами, существенно влияющими на параметры подвешиваний. Основной физико-механический показатель резины, от которого зависят параметры резинового элемента, — твердость. Кроме того, на параметры резинового элемента оказывают влияние его форма и размеры, вид деформации (сжатие, сдвиг) и характер нагружения (статический, динамический).

Резиновые элементы используются в тележках пассажирских вагонов в виде прокладок в буксовом подвешивании и скользящих для гашения высокочастотных колебаний и уменьшения шума. Резина применяется также в шкворневых узлах тележек скоростных вагонов, моторных тележек вагонов электропоездов и всех типов тележек дизель-поездов, в ограничителях отклонения люлек пассажирских тележек, в узлах соединения бус с рамой тележек вагонов дизель-поездов.

Возвращающие устройства. Для смягчения (амортизации) горизонтальных толчков вагона, возникающих при извилистом движении колесной пары и набегании гребня на рельс, а также при входе тележки в кривую и прохождении стрелочных переводов, в рессорном подвешивании вагонов устанавливаются возвращающие устройства. Такие устройства упруго препятствуют горизонтальным отклонениям надрессорных балок тележек от центрального положения за счет создания возвращающей силы.

В тележках грузовых вагонов функции возвращающих устройств выполняют пружины, у которых возвращающая сила пропорциональна их горизонтальной деформации.

В тележках пассажирских вагонов используют возвращающие устройства люлечного, безлюлечного и поводкового типов.

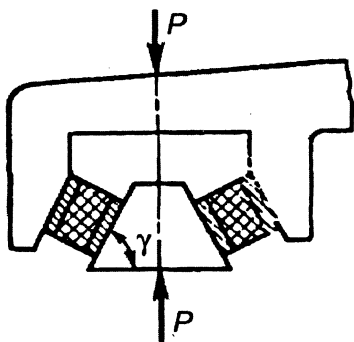


Рис. 4.4. Резиновая рессора

Возвращающее устройство люлечного типа (рис. 4.5) состоит из двух люлек, подвешенных к раме тележки. Каждая люлька состоит из поддона 5 и люлечных подвесок 2, шарнирно соединенных между собой и с рамой. Поддоны предназначены для размещения пружин 4 центрального подвешивания, которые в свою очередь служат опорой надрессорной балки 3 тележки. При отклонении кузова 1 в поперечном направлении надрессорная балка 3, подвешенная на двух люльках, перемещается относительно рамы тележки. При этом происходит отклонение люлечных подвесок 2 и дополнительное сжатие пружин 4, что и вызывает возникновение возвращающего усилия.

Люлечные подвески выполняют вертикальными или наклонными, однозвенными или двухзвенными. В тележках типа КВЗ-ЦНИИ применяются вертикальные шарнирно-сочлененные двухзвенные люлечные подвески. В этом случае при больших отклонениях надрессорной балки создаются дополнительные возвращающие усилия за счет перемещения нижнего звена, когда верхнее звено отклонилось до упора. В типовых тележках используются вертикальные однозвенные люлечные подвески (см. рис. 4.5).

Возвращающие устройства люлечного типа применяются в тележках пассажирских вагонов для скоростей движения до 160 км/ч.

В тележках скоростных пассажирских вагонов и вагонов дизель-поездов, а также в тележках нового поколения пассажирских вагонов для скоростей движения до 160 км/ч используются *возвращающие устройства безлюлечного типа*. В этих тележках функции возвращающих устройств выполняют упругие элементы центрального подвешивания — пружины или пневматические рессоры. Возвращающие усилия в этом случае создаются за счет сил упругой деформации пружин и резино-кордной оболочки пневматических рессор.

Возвращающее устройство поводкового типа состоит из двух продольных поводков, упруго связывающих надрессорную балку с рамой тележки. Такие устройства применяются в тележках пассажирских вагонов с опиранием кузова на боковые скользуны.

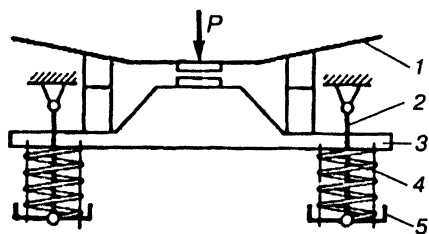


Рис. 4.5. Схема возвращающего устройства люлечного типа

4.3. ГАСИТЕЛИ КОЛЕБАНИЙ

Гасители колебаний вводятся в рессорное подвешивание для создания сил сопротивления колебательному процессу обрессоренных масс вагона и уменьшения амплитуд при резонансах. Применяемые в подвешивании вагонов гасители колебаний по характеру сил сопротивления можно разделить на две группы: фрикционные и гидравлические.

Фрикционные гасители колебаний. Во фрикционных гасителях необходимое сопротивление колебаниям обрессоренных частей вагона создается силами трения, возникающими при относительном смещении трущихся деталей. Эти силы могут быть постоянными или переменными за один цикл в зависимости от конструктивных особенностей гасителей.

Достоинством фрикционных гасителей колебаний является простота конструкции и надежность работы. Поэтому они широко применяются в рессорном подвешивании тележек грузовых вагонов, а также в буксовом подвешивании тележек пассажирских вагонов. К недостаткам таких гасителей можно отнести: недостаточную стабильность работы, т.е. изменение характеристик гасителя в результате изменения состояния трущихся поверхностей; невозможность регулирования сил трения в зависимости от режима колебаний вагона; большие силы трения покоя, препятствующие прогибам рессорного подвешивания при малых скоростях движения.

Имеются различные типы фрикционных гасителей колебаний: клиновые, телескопические, дисковые и рычажные. Наибольшее распространение в рессорном подвешивании вагонов получили клиновые фрикционные гасители.

Фрикционный клиновой гаситель колебаний двухосной тележки модели 18-100 грузовых вагонов (рис. 4.6) имеет два фрикционных клина 2, размещенных между наклонными поверхностями надрессорной балки 1 и фрикционными планками 3, укрепленными

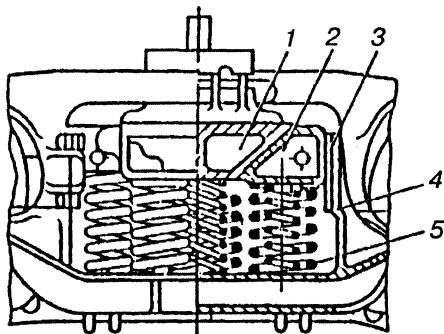


Рис. 4.6. Фрикционный гаситель колебаний тележки модели 18-100

ми на колонках 4 боковой рамы тележки. Клинья опираются на двухрядные цилиндрические пружины 5. При колебании обрессоренных масс вагона фрикционные клинья перемещаются относительно фрикционных планок и наклонных поверхностей наддрессорной балки, в результате чего возникают силы трения, способствующие созданию сопротивления колебательному процессу. Величина силы трения пропорциональна прогибу пружин. Она возрастает по мере увеличения прогиба, так как в этот момент возрастают силы, прижимающие клинья к фрикционной планке.

Фрикционный клиновой гаситель колебаний трехосной тележки типа УВЗ-9М грузовых вагонов (рис. 4.7) имеет два фрикционных клина 2, стакан 5, нажимной конус 1, опорное кольцо 3 и пружину 4. Нагрузка от наддрессорной балки передается через нажимной конус 1 на фрикционные раздвижные клинья 2, прижимая их к внутренней поверхности стакана 5. Силы трения гасителя возникают при относительных перемещениях клиньев и стакана. Восстановление сжатого гасителя обеспечивается пружиной 4.

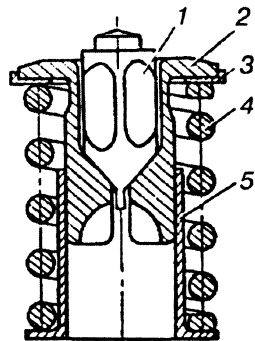


Рис. 4.7. Фрикционный гаситель колебаний тележки типа УВЗ-9М

Фрикционные клиновые гасители колебаний буксового подвешивания современных тележек пассажирских вагонов размещены внутри пружин рессорного подвешивания. В этом гасителе (рис. 4.8) имеется втулка 3, надетая на шпиринтон 12 рамы тележки. Вокруг втулки расположены шесть фрикционных клиньев (конусных секторов) 5. Под давлением пружины 2 конусные кольца 4 и 13 прижимают клинья к втулке. В процессе колебаний рамы 15 тележки относительно буксы 14 происходит перемещение клиньев по втулке. В результате этого возникают силы трения, которые гасят колебания.

Гидравлические гасители колебаний. Такие гасители устанавливаются в тележках пассажирских вагонов. В гидравлических гасителях сила сопротивления создается за счет перетекания жидкости через узкие (дрессельные) отверстия из подпоршневой полости рабочего цилиндра в надпоршневую и резервуар (при ходе поршня вниз) и из надпоршневой полости рабочего цилиндра и резервуара в подпоршневую (при ходе поршня вверх). При этом силы сопротивления с те-

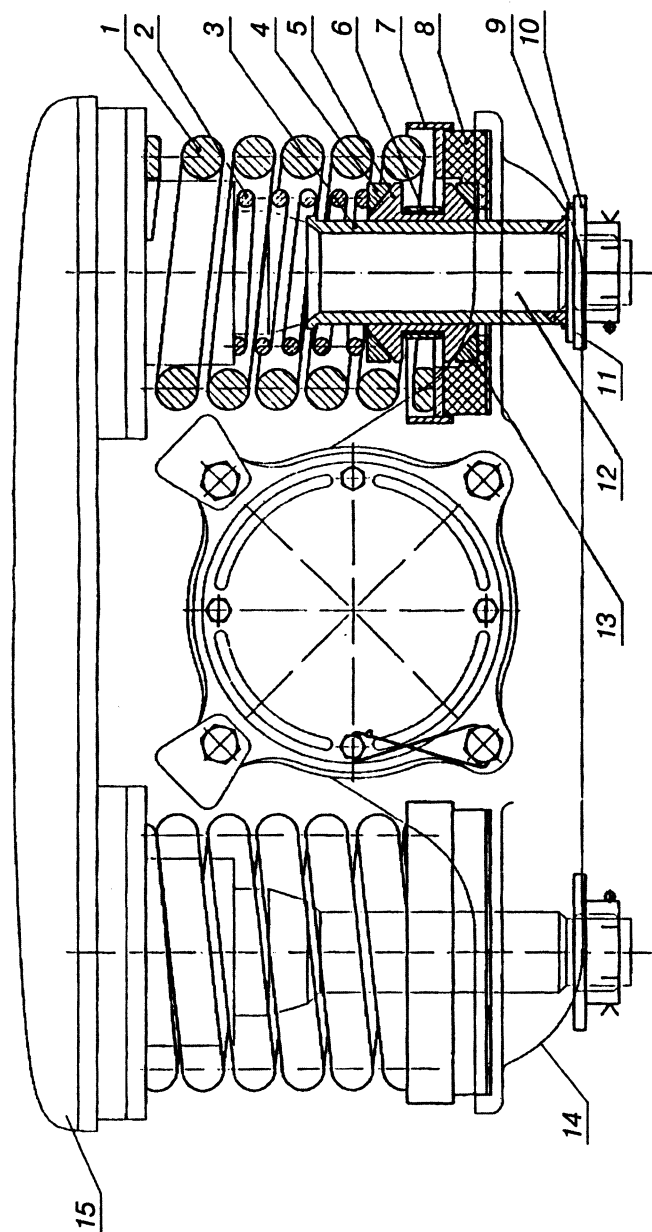


Рис. 4.8. Фрикционный гаситель колебаний типовой тележки пассажирского вагона

чением времени мало изменяются, так как они зависят в основном от вязкости жидкости и износа посадочных поверхностей клапанов и дроссельных отверстий, которые в эксплуатации мало изменяются.

Гидравлические гасители колебаний проектируют двух типов: с силой сопротивления, пропорциональной скорости или квадрату скорости перемещения поршня. В рессорном подвешивании вагонов обычно применяют гасители первого типа, т.е. гасители с линейной характеристикой сопротивления.

Гидравлические гасители обеспечивают более плавный ход вагона и обладают высокой стабильностью работы, компактны и имеют малую массу. Силы сопротивления в них изменяются в зависимости от режима колебаний вагона. Эти качества гидравлических гасителей колебаний являются их достоинством, но у них есть и недостаток — относительная сложность конструкции.

Гидравлический гаситель колебаний (рис. 4.9) состоит из следующих основных частей: рабочего цилиндра 4, поршня 6 со штоком 1, резервуара 5, верхнего 7 и нижнего 8 клапанов, корпуса 3 и направляющей втулки 2. Гаситель заполнен вязкой жидкостью (веретенным, приборным или трансформаторным маслом, а также другими специальными жидкостями). В качестве рабочей жидкости в гасителях колебаний вагонов используется приборное масло МВП (ГОСТ 1805).

При движении поршня вниз (*ход сжатия*) верхний клапан приподнимается и жидкость из подпоршневой полости цилиндра перетекает в надпоршневую. Однако вследствие движения штока давление в полости рабочего цилиндра повышается и часть жидкости с большим гидродинамическим сопротивлением перетекает через дроссельное отверстие нижнего клапана в резервуар. В это время давление жидкости в надпоршневой и подпоршневой полостях цилиндра одинаковы, так как полости соединены между собой через отверстия верхнего клапана и поршня.

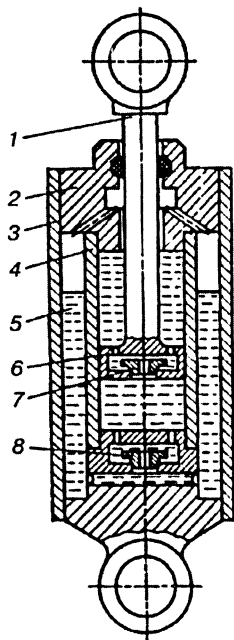


Рис. 4.9. Принципиальная схема гидравлического гасителя колебаний

При движении поршня вверх (*ход растяжения*) верхний клапан закрывается, давление жидкости в надпоршневой полости цилиндра повышается и жидкость с большим гидродинамическим сопротивлением перетекает через дроссельное отверстие верхнего клапана в подпоршневую полость цилиндра. Одновременно в этой полости наступает разрежение, так как объем перетекаемой в нее жидкости из надпоршневой полости, меньше объема подпоршневой полости. Вследствие этого нижний клапан поднимается и часть жидкости засасывается в подпоршневую полость из резервуара, заполняя освобожденное штоком пространство.

На тележках современных пассажирских вагонов устанавливают гидравлические гасители колебаний, имеющие одинаковую силу сопротивления как при движении поршня вверх, так и при его движении вниз (с симметричной характеристикой сопротивления).

Гаситель колебаний, устанавливаемый на современных отечественных тележках, имеет (рис. 4.10) цилиндр 8, который одним концом установлен в углубление фланца 14 нижнего клапана 11 и прижат направляющей втулкой 19. Шток 23 с поршнем 16 ввернут в верхнюю головку 24 и закреплен винтом 25. Верхний клапан 9 ввернут в углубление поршня и штока и закреплен пружинным кольцом 10. Нижний клапан 11 с пружинным кольцом 12 во фланце 14 свободно вставлен в углубление нижней головки 13. Через фрезерованные канавки головки нижняя часть клапана 11 сообщается с резервуаром Б. К головке 13 приварен корпус 18, который является базой для сборки всех частей гасителя и, кроме этого, наружной стенкой резервуара. Для защиты от повреждения корпуса и штока и предотвращения проникновения пыли к верхней головке 24 привернут болтами 3 кожух 4.

Для предотвращения перетекания жидкости из полости А в надпоршневую и обратно поршень 16 снабжен чугунным уплотнительным кольцом 17. Главное уплотняющее устройство штока на выходе из цилиндра — направляющая втулка 19, вспомогательное — каркасный сальник 22. При чем сальник 22 обеспечивает снятие жидкости с поверхности штока при выходе его из цилиндра, а также снятие пыли и грязи при входе штока в цилиндр. Каркасный сальник смонтирован в обойме 21. Торцы цилиндра 8 уплотнены алюминиевыми кольцами 15.

Внутренние части гасителя (втулка 19, цилиндр 8, фланец клапана 14) закреплены гайкой 20, которая ввернута в верхнюю часть корпуса 18. Гайка 20 через металлическую шайбу и резиновое уп-

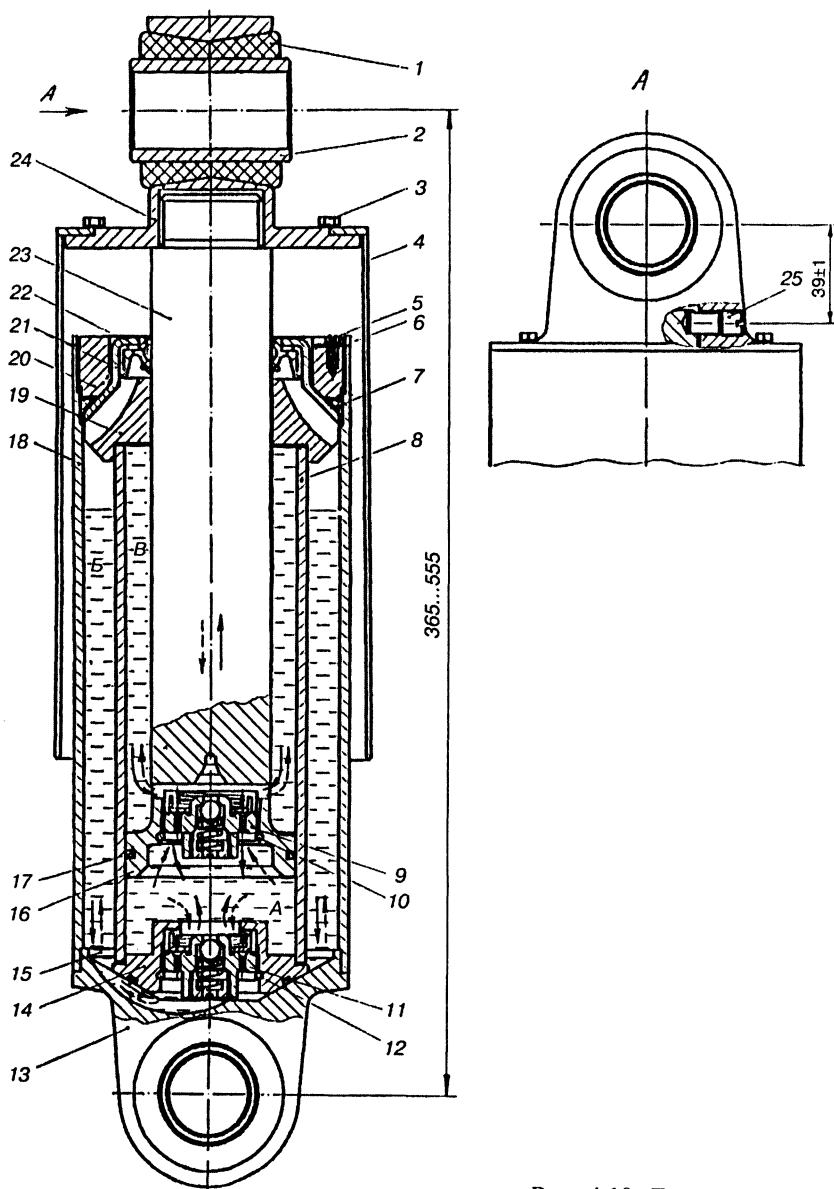


Рис. 4.10. Гидравлический гаситель колебаний

лотнение 7 упирается в обойму 21 и через нее нажимает на направляющую втулку 19, цилиндр 8, фланец 14 и нижнюю головку 13. Гайка 20 заstopорена планкой 6, один конец которой прикреплен к нему винтом 5, а другой входит в прорезь корпуса 18.

Для крепления гасителя к надрессорной балке и раме тележки в верхней и нижней головках гасителя имеются отверстия с металлическими 2 и резиновыми 1 втулками.

Верхний 9 и нижний 11 клапаны взаимозаменяемы и снабжены предохранительными шариковыми устройствами для ограничения сопротивления гасителя при чрезмерных скоростях перемещения штока или повышения вязкости жидкости при низкой температуре. В этих случаях шариковое устройство срабатывает и перепускает часть жидкости, минуя дроссельные каналы, выполненные в виде прямоугольных прорезей на седле клапана.

При сжатии поршень со штоком движется вниз (показано штриховой стрелкой), масло из полости *A* под давлением поршня дросселируется через калиброванные отверстия нижнего клапана и перетекает в полость *B* между цилиндром и корпусом. Давление масла под поршнем возрастает и, как только преодолевает силу нажатия пружины на шайбу верхнего клапана, он открывается и масло попадает в надпоршневую полость *B*. При ходе растяжения гасителя (обратный ход или отдача) поршень движется вверх (на рис. 4.5 показано сплошной стрелкой), масло в надпоршневой полости *B* под давлением дросселируется через калиброванные отверстия верхнего клапана и перетекает в подпоршневую полость *A*. Кроме этого, в полость *A* масло поступает из полости *B*. Таким образом, усилие при растяжении зависит от давления масла в надпоршневой полости *B* и степени разрежения в подпоршневой полости *A* гасителя.

Гаситель колебаний, показанный на рис. 4.10, устанавливается в типовой тележке наклонно, а в скоростных тележках с вертикально и горизонтально.

4.4. УПРУГИЕ СВОЙСТВА ЭЛЕМЕНТОВ РЕССОРНОГО ПОДВЕШИВАНИЯ

Упругие свойства элементов рессорного подвешивания оцениваются силовой характеристикой, жесткостью или гибкостью.

Силовая характеристика выражает зависимость прогиба f упругого элемента от внешней нагрузки P . На рис. 4.11 показаны графики силовых характеристик упругих элементов.

Жесткость упругого элемента численно равна силе, вызывающей прогиб этого элемента, равной единице:

$$c = \frac{P}{f}, \quad (4.1)$$

где P — внешняя сила, действующая на упругий элемент, Н;
 f — прогиб упругого элемента, м.

Гибкость упругого элемента — величина, обратная жесткости, численно равная прогибу от силы, равной единице:

$$\lambda = \frac{f}{P} = \frac{1}{c}. \quad (4.2)$$

Жесткость или гибкость упругого элемента зависят от его конструкции, линейных размеров и материала, из которого он изготовлен.

В рессорное подвешивание вагона обычно ставится несколько упругих элементов, которые могут размещаться или парал-

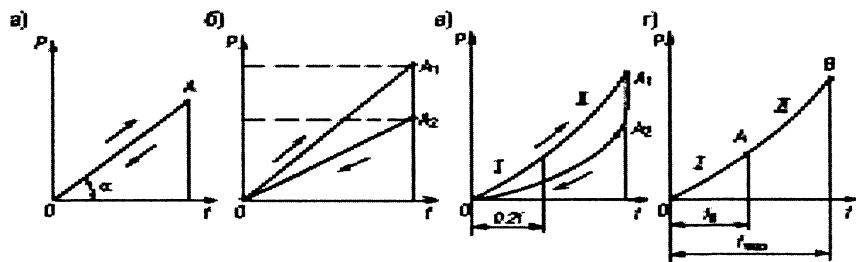


Рис. 4.11. Силовые характеристики:

a — цилиндрической пружины; $б$ — листовой рессоры; $в$ — резиновой рессоры; $г$ — пневматической рессоры

лельно (рис. 4.12, а), или последовательно (рис. 4.12, б), имея при этом разные размеры и характеристики. Упругие элементы, показанные на рис. 4.12, нагружены общей силой P и имеют постоянные жесткости c_1, c_2, c_3 и гибкости $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$.

При параллельном соединении (параллельной работе) общий прогиб комплекта упругих элементов будет равен прогибу каждого упругого элемента в отдельности, а общая жесткость комплекта равна сумме жесткостей всех упругих элементов, т.е.

$$f = f_i \text{ и } c = \sum_{i=1}^n c_i, \quad (4.3)$$

где n — число упругих элементов в комплекте.

Общая гибкость комплекта из трех или двух упругих элементов определяется соответственно по формулам

$$\lambda = \frac{\lambda_1 \lambda_2 \lambda_3}{\lambda_1 \lambda_2 + \lambda_1 \lambda_3 + \lambda_2 \lambda_3} \text{ или } \lambda = \frac{\lambda_1 \lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2}. \quad (4.4)$$

Параллельное соединение упругих элементов имеет место в каждой отдельной ступени подвешивания грузовых и пассажирских тележек.

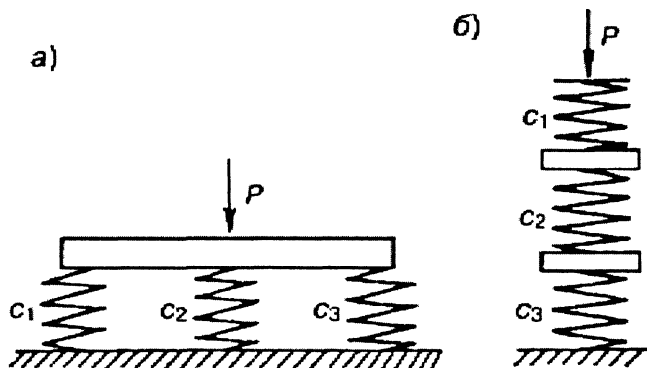


Рис. 4.12. Схемы соединений упругих элементов:

а — параллельное; б — последовательное

При *последовательном соединении* упругих элементов общий прогиб f и общая гибкость λ комплекта рассчитываются по формулам

$$f = \sum_{i=1}^n f_i \quad \text{и} \quad \lambda = \sum_{i=1}^n \lambda_i. \quad (4.5)$$

Общая жесткость комплекта из трех или двух последовательно работающих упругих элементов определяется из выражений

$$c = \frac{c_1 c_2 c_3}{c_1 c_2} \quad \text{или} \quad c = \frac{c_1 c_2}{c_1 + c_2}. \quad (4.6)$$

Последовательное соединение комплектов упругих элементов имеет место в тележках с двойным подвешиванием (буксовым и центральным).

Рассмотрим характеристики упругих свойств пружин и рессор, применяемых в рессорном подвешивании вагонов.

Цилиндрическая пружина имеет линейную силовую характеристику (см. рис. 4.11, *а*), не зависящую от прогиба и постоянную при нагружении и разгрузке. Жесткость ее определяется тангенсом угла наклона линии OA к оси абсцисс, т.е. $c = \operatorname{tg} \alpha$.

Листовая рессора имеет силовую характеристику в виде замкнутой линии (рис. 4.11, *б*), верхняя ветвь которой OA_1 отражает зависимость между нагрузкой и прогибом, а нижняя $A_1 A_2 O$ — при разгрузке. Разница по вертикали между ветвями обусловлена силами трения, возникающими между ее листами и способствующими затуханию колебаний вагона. Площадь, ограниченная ветвями, представляет собой работу, затраченную на преодоление сил трения между листами рессор. Обычно сила трения увеличивается пропорционально прогибу, так как соответственно возрастают силы прижатия листов друг к другу.

Величина трения в рессоре оценивается коэффициентом относительного трения, равным отношению силы трения F к силе P , создающей упругую деформацию рессоры f , т.е.

$$\varphi_{\tau} = \frac{F}{P}. \quad (4.7)$$

Сила трения F связана с прогибом f и жесткостью c зависимостью

$$F = \varphi_{\tau} P = \varphi_{\tau} c f. \quad (4.8)$$

Резиновая рессора при малых деформациях (до 20% при сжатии и до 35% при сдвиге) имеет линейную силовую характеристику (см. рис. 4.11, в, зона I), которая при больших прогибах становится нелинейной (зона II). Вследствие сил внутреннего трения резиновой рессоры жесткость ее при нагружении и разгрузке неодинакова. Поэтому диаграмма работы такой рессоры представляет собой замкнутую кривую, верхняя часть которой OA_1 показывает зависимость между нагрузкой и прогибом рессоры при ее нагружении, а нижняя часть A_1A_2O — при разгрузке.

Жесткость резинового упругого элемента:

при сдвиге (рис. 4.13, б)

$$c = \frac{FG}{h}; \quad (4.9)$$

при сжатии (рис. 4.13, а)

$$c = \frac{FE}{h}; \quad (4.10)$$

при совместном сдвиге и сжатии (рис. 4.13, в)

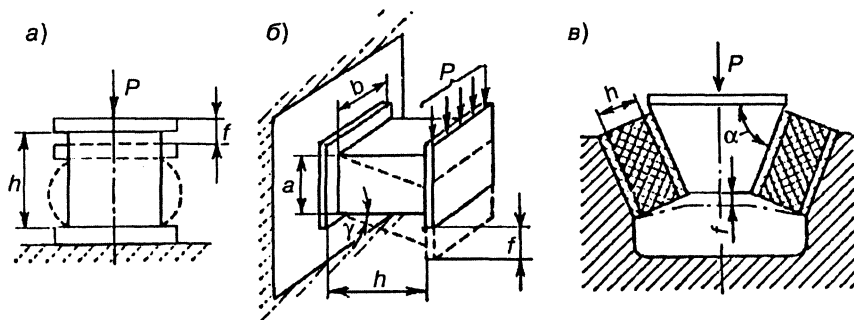


Рис. 4.13. Схемы нагружения резиновых рессор:

а — при сжатии; б — при сдвиге; в — при сжатии и сдвиге

$$c = \frac{2F(G\sin^2\alpha + E\cos^2\alpha)}{h}, \quad (4.11)$$

где G , E — модуль упругости резины соответственно при сдвиге и сжатии, МПа;

F — площадь поперечного сечения резинового элемента, м²;

h — высота, длина или толщина резинового элемента (см. рис. 4.13), м²;

α — угол наклона резиновых пакетов к вертикальной плоскости.

Пневматическая рессора имеет линейную силовую характеристику (рис. 4.11, ε) при статическом нагружении (зона I) и нелинейную — при динамическом нагружении (зона II).

Жесткость пневматической рессоры без учета влияния динамической нагрузки

$$c = k \frac{(p_0 + 1)nF_{\text{эф}}^2}{V}, \quad (4.12)$$

где p_0 — номинальное давление воздуха в пневморессоре;

n — показатель политропы, $n = 1,2-1,3$;

$F_{\text{эф}}$ — эффективная (несущая) площадь пневморессоры;

V — суммарный объем пневморессоры и дополнительного резервуара;

k — коэффициент, учитывающий жесткость материала оболочки и каркаса пневморессоры, $k = 1,05-1,1$.

4.5. ОСНОВНЫЕ СХЕМЫ И ПАРАМЕТРЫ РЕССОРНОГО ПОДВЕШИВАНИЯ

При проектировании рессорного подвешивания необходимо, во-первых, выбрать рациональную схему подвешивания; во-вторых, выбрать упругие и демпфирующие параметры этого подвешивания, обеспечивающие наилучшие ходовые качества вагона

Основные схемы рессорного подвешивания. Выбор схемы рессорного подвешивания определяется требованиями по обеспечению плавности хода, устойчивости и динамических качеств вагона, которые зависят от статического прогиба упругих элементов. Рациональные значения статических прогибов для разных типов вагонов устанавливаются Нормами.

В зависимости от количества последовательно соединенных систем упругих элементов подвешивание может быть одинарным, двойным и тройным. Последовательное соединение систем упругих элементов позволяет увеличить общий прогиб и общую гибкость рессорного подвешивания тележки (формула (4.5)), а следовательно, улучшить ходовые качества вагона. Наибольшее распространение в мировой практике вагоностроения получили одинарное (одноступенчатое) и двойное (двухступенчатое) рессорные подвешивания вагонов.

Одинарное подвешивание может быть буксовым или центральным.

В *буксовом подвешивании* (рис. 4.14, а) упругие элементы размещены между буксой 1 и рамой 2 тележки, в *центральной* (рис. 4.14, б) — между рамой 2 и надрессорной балкой 3. Вертикальное и горизонтальное подрессоривание кузова обеспечивается при этом упругими элементами, а демпфирование колебаний — фрикционными гасителями. Одинарное подвешивание применяется, как правило, в тележках грузовых вагонов, за исключением изотермических.

Каждый вариант размещения упругих элементов имеет свои достоинства и недостатки. Система с буксовым подвешиванием позволяет уменьшить массу необрессоренных частей тележки. Однако при этом усложняется конструкция тележки. Система с центральным подвешиванием наиболее проста и поэтому нашла наибольшее распространение.

Двойное подвешивание (рис. 4.14, в, г) широко распространено в тележках пассажирских и изотермических ва-

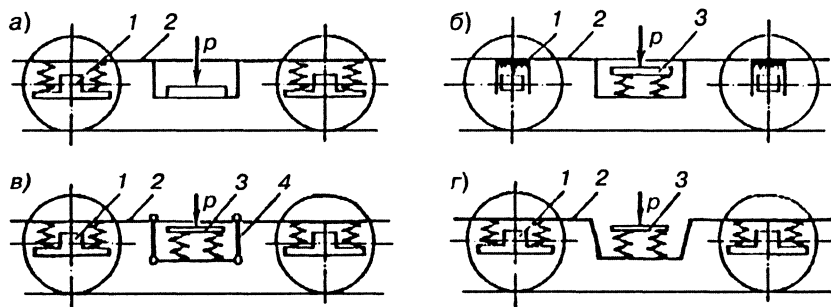


Рис. 4.14. Схемы рессорного подвешивания вагонов:

а — буксовое; б — центральное; в — двойное: буксовое и центральное люлевное; г — двойное: буксовое и центральное безлюлевное

гонов. Оно состоит из буксового (первичного) подвешивания, размещенного между буксой 1 и рамой 2, и центрального (вторичного) — между рамой 2 и надрессорной балкой 3. Центральное подвешивание при этом может быть люлечным или безлюлечным, буксовое — бесчелюстным или челюстным.

В люлечном центральном подвешивании (рис. 4.14, в) кузов опирается на надрессорную балку 3, а балка через комплекты упругих элементов — на люльку 4, шарнирно связанную с рамой 2 тележки при помощи подвесок.

В безлюлечном центральном подвешивании (рис. 4.14, г) надрессорная балка 3 опирается на раму 2 через комплекты упругих элементов.

В центральном подвешивании вертикальное подрессоривание кузова обеспечивается упругими элементами, а горизонтальное — люлечными устройствами (люлечное подвешивание) или упругими элементами (безлюлечное подвешивание). Демпфирование колебаний осуществляется исключительно гидравлическими гасителями колебаний. В тележках с лучшими ходовыми качествами используются гидравлические демпферы, обеспечивающие раздельное гашение вертикальных и горизонтальных колебаний.

Люлечное центральное подвешивание имеют тележки пассажирских и изотермических вагонов, безлюлечное — тележки скоростных пассажирских вагонов и вагонов дизель-поездов, а также тележки нового поколения для скоростей движения до 160 км/ч.

В бесчелюстном буксовом подвешивании (рис. 4.14, в) вертикальное и горизонтальное подрессоривание обеспечиваются упругими элементами, а демпфирование колебаний — фрикционными или гидравлическими гасителями. Для тележек с лучшими ходовыми качествами используют гидравлические гасители. В буксовой ступени подвешивания ограничение перемещений колесной пары относительно рамы тележки осуществляется при помощи шпинтонов, а иногда — упругих поводков. В этих конструкциях отсутствует трение между рамой тележки и буксами, поэтому они не изнашиваются и менее трудоемки в ремонте. Бесчелюстное подвешивание имеют тележки пассажирских и изотермических вагонов локомотивной тяги.

В челюстном буксовом подвешивании рама тележки своими челюстями охватывает сверху корпус буксы, опираясь на их кронштейны через упругие элементы. При такой конструкции горизонтальные, продольные и поперечные перемещения корпуса буксы

ограничены челюстями рамы тележки. Челюстное подвешивание применяется только в тележках моторных вагонов электропоездов.

Существующие схемы рессорного подвешивания в грузовом и пассажирском вагоне строении прошли проверку многолетней практикой и показали свою высокую работоспособность.

Основные параметры рессорного подвешивания. Ходовые качества вагона зависят от параметров рессорного подвешивания. В свою очередь они определяются типом вагона, его назначением и техническими характеристиками.

Основными параметрами рессорного подвешивания являются: статический прогиб или вертикальная жесткость, длина эквивалентного математического маятника или горизонтальная жесткость, конструкционный запас прогиба и коэффициенты сопротивления (относительного трения) гасителей колебаний.

О б р а т и т е в н и м а н и е:

- Вертикальное подрессоривание вагона условно можно представить в виде пружины, несущей груз, а горизонтальное (поперечное) — в виде маятника с грузом на конце. Поэтому основными параметрами упругости подвешивания в вертикальном направлении является статический прогиб, в горизонтальном — длина эквивалентного математического маятника.

Статический прогиб $f_{\text{ст}}$ — это прогиб, получаемый упругими элементами рессорного подвешивания под воздействием только статической нагрузки. Статический прогиб выбирают при проектировании из условий, обеспечивающих необходимые ходовые качества. При этом следует стремиться к уменьшению частот собственных колебаний ν кузова, что достигается увеличением статического прогиба рессорного подвешивания. Чем больше $f_{\text{ст}}$, тем лучшие ходовые качества вагона.

В то же время увеличение статического прогиба может привести к недопустимой по условиям формирования поездов разницы продольных высот автосцепок вагонов в порожнем и груженом состояниях. Особенно это актуально для грузовых вагонов. В рессорном подвешивании пассажирских вагонов высокие значения $f_{\text{ст}}$ не должны приводить к частотам собственных колебаний ниже 1 Гц. Уменьшение ν ниже 1 Гц может привести к повышенной валкости кузова на упругих элементах, что потребует введения стабилизаторов поперечной устойчивости, т.е. усложнения конструкции подвешивания.

Нормами рекомендуются следующие проектные значения $f_{\text{ст}}$:

для тележек грузовых вагонов общего назначения под нагрузкой брутто — 45–65 мм; для тележек изотермических вагонов под нагрузкой брутто — 80–120 мм; для тележек почтовых и багажных вагонов под нагрузкой брутто — 130–180 мм; для тележек пассажирских вагонов общего назначения под тарой — 150–200 мм.

Выбранные значения $f_{\text{ст}}$ исходя из сказанного выше проверяются на выполнимость условий:

ограничения допустимого перепада высот продольных осей автосцепок под нагрузкой от тары и брутто вагона

$$f_{\text{ст}}^{\text{бр}} - f_{\text{ст}}^{\text{т}} \leq 55 \text{ мм}; \quad (4.13)$$

ограничения валкости кузова на рессорах (для двойного подвешивания)

$$f_{\text{ст}} \leq \frac{b_{\text{б}}^2}{(h_{\text{б}} + 1,5)[\alpha + \gamma^2(1 - \alpha)]}, \quad (4.14)$$

где $f_{\text{ст}}^{\text{бр}}, f_{\text{ст}}^{\text{т}}$ — статические прогибы подвешивания тележки от брутто и тары вагона, м;

$2b_{\text{б}}, 2b_{\text{ц}}$ — поперечные расстояния соответственно между рессорами буксового и центрального подвешивания, м;

$h_{\text{б}}$ — высота центра тяжести кузова над осью колесной пары, м;

α — доля прогиба буксового подвешивания в общем прогибе тележки;

γ — коэффициент, равный отношению $b_{\text{б}}/b_{\text{ц}}$.

В тележках пассажирских вагонов общего назначения с двойным рессорным подвешиванием рекомендуется следующее распределение общего статического прогиба по ступеням подвешивания:

$$f_{\text{ст}}^{\text{б}} = (0,20-0,30)f_{\text{ст}}; \quad f_{\text{ст}}^{\text{ц}} = f_{\text{ст}} - f_{\text{ст}}^{\text{б}}, \quad (4.15)$$

где $f_{\text{ст}}^{\text{б}}, f_{\text{ст}}^{\text{ц}}$ — статические прогибы соответственно буксовой и центральной ступеней подвешивания;

$f_{\text{ст}}$ — общий статический прогиб рессорного подвешивания.

Для обеспечения надежной работы рессорного подвешивания упругие элементы должны иметь необходимый конструкционный запас статического прогиба. Коэффициент конструкционного запаса прогиба $K_{\text{кз}}$ характеризует вероятность безударной работы упругих элементов. Чем больше $K_{\text{кз}}$, тем меньше вероятность возникновения жестких ударов при прохождении вагоном неровностей пути.

Согласно рекомендациям Норм значения $K_{кз}$ для упругих элементов, имеющих постоянную жесткость, следует принимать не менее: для тележек грузовых вагонов с $f_{ст}$ до 50 мм — 1,8; для тележек грузовых вагонов с $f_{ст}$ свыше 50 мм — 1,75; для тележек изотермических вагонов — 1,65; для тележек пассажирских вагонов всех типов — 1,5.

Наибольший полный расчетный прогиб f_p упругого элемента рессорного подвешивания, когда он полностью сжимается, определяется по формуле

$$f_p = f_{ст} K_{кз}, \quad (4.16)$$

который при отсутствии достоверных данных о максимальных динамических усилиях используется для расчета упругих элементов на прочность.

При проектировании пневматического рессорного подвешивания с регулированием давления задается так называемый *эквивалентный статический прогиб*. Это обусловлено тем, что высота пневматических рессор благодаря автоматическому регулированию давления в них остается постоянной независимо от нагрузки.

Эквивалентный статический прогиб может быть определен из выражения

$$f_{эв} = \frac{p_o F_{эф}}{c} = \frac{P_{ст}}{c}, \quad (4.17)$$

где $P_{ст}$ — вертикальная статическая нагрузка на пневморессору, т.е. вес вагона брутто, приходящийся на один упругий элемент;

c — вертикальная жесткость пневморессоры, вычисляемая по формуле (4.12).

Статический прогиб $f_{ст}$ и *вертикальная жесткость c рессорного комплекта связаны выражением (4.1).*

Параметрами упругости возвращающих устройств (горизонтального подвешивания) являются *длина эквивалентного математического маятника $l_{пр}$ или горизонтальная жесткость c_r подвешивания, которые связаны зависимостью*

$$l_{пр} = \frac{P_{ст}}{c_r}, \quad (4.18)$$

где $P_{ст}$ — вертикальная статическая нагрузка, приходящаяся на рессорное подвешивание тележки.

Параметры демпфирования рессорного подвешивания в зависимости от типа демпфирующих устройств (гасителей колебаний) характеризуются коэффициентом относительного трения или коэффициентом сопротивления.

Коэффициент относительного трения φ_t является основным параметром фрикционного гасителя колебаний (демпфера) и определяется по формуле (4.7).

Коэффициент сопротивления β — основной параметр гидравлического гасителя колебаний, характеризующий его эффективность.

Значения коэффициента β гидравлического гасителя колебаний центральной ступени подвешивания рекомендуется определять по формулам:

при гашении вертикальных колебаний

$$\beta_v = (0,2-0,3)\beta_{кр}^v; \quad (4.19)$$

при гашении горизонтальных колебаний

$$\beta_r = (0,3-0,4)\beta_{кр}^r, \quad (4.20)$$

где $\beta_{кр}^v$, $\beta_{кр}^r$ — критические значения коэффициента демпфирования в вертикальном и горизонтальном подвешивании.

Для одновременного демпфирования вертикальных и горизонтальных колебаний кузова в пассажирских вагонах, предназначенных для скоростей до 160 км/ч, допускается использовать наклонно поставленные демпферы.

Угол наклона демпфера к горизонтали определяется в этом случае по формуле

$$\operatorname{tg} \alpha = \sqrt{\frac{\beta_v}{\beta_r}}. \quad (4.21)$$

Коэффициент сопротивления наклонного демпфера

$$\beta = \frac{\beta_v}{\sin^2 \alpha} = \frac{\beta_r}{\cos^2 \alpha}. \quad (4.22)$$

Фактическое значение коэффициента сопротивления гидравлического гасителя колебаний определяется по индикаторной

диаграмме (рис. 4.15), снятой при испытании гасителя на стенде и характеризующей зависимость силы сопротивления гасителя от величины перемещения поршня. Площадь диаграммы (эллипса) характеризует работу сил сопротивления P гасителя за один период (перемещение h поршня вверх и вниз) во время колебательного процесса кузова вагона. Коэффициент сопротивления гасителя в этом случае

$$\beta = k \frac{Am}{2\pi Hn}, \quad (4.23)$$

где k — коэффициент линеаризации, $k = 0,85-1,0$;

A — длина индикаторной диаграммы, мм;

m — масштаб записывающего устройства Н/мм;

H — ширина диаграммы, мм;

n — число двойных ходов поршня гасителя в секунду, с^{-1} .

Анализ диаграммы позволяет определить также максимальное усилие, развиваемое гасителем,

$$F_{\max} = \frac{Am}{2}. \quad (4.24)$$

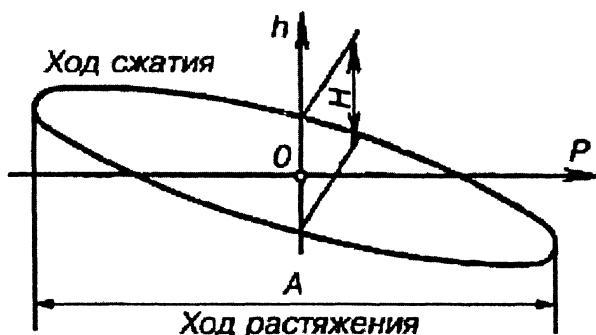


Рис. 4.15. Индикаторная диаграмма работы сил сопротивления гидравлического гасителя колебаний

Эти наибольшие усилия для каждого типа гасителя не должны превышать определенного предела, что гарантирует от повреждения как сам гаситель, так и узлы его крепления к раме и надрессорной балке.

По форме рабочей диаграммы устанавливают и возможные дефекты гасителя. Гаситель колебаний исправен, если форма рабочей диаграммы соответствует эллипсу, а параметр сопротивления находится в заданных технических условиях пределах.

В зависимости от места установки гасителя (в центральном или буксовом подвешивании), положения гасителя (вертикально, горизонтально или наклонно) в системе рессорного подвешивания коэффициент сопротивления колеблется от 35 до 150 кН·с/м.

Основные направления совершенствования конструкции рессорного подвешивания. Дальнейшее совершенствование рессорного подвешивания связано с созданием новых систем подвешивания с параметрами жесткости и демпфирования, изменяющимися в зависимости от загрузки вагона.

В тележках грузовых вагонов для улучшения ходовых качеств необходимо повышать гибкость рессорного подвешивания на порожнем режиме за счет применения нелинейного подвешивания. Наиболее приемлемым вариантом такого подвешивания является *билинейное подвешивание*. Это подвешивание с билинейной характеристикой — гибкой на порожнем режиме и более жесткой на груженом. Билинейность рессорного подвешивания достигается применением пружин разной высоты. Для улучшения динамических качеств тележек в горизонтальном направлении необходимо использовать гасители, обеспечивающие гашение как вертикальных, так и горизонтальных колебаний, вводить упругие связи между колесными парами и боковыми рамами и др.

В тележках пассажирских вагонов стремятся к улучшению связи колесных пар с рамой тележки в буксовом подвешивании, а в центральном — увеличению вертикальной и поперечной гибкости. Ведутся работы по созданию более совершенных и надежных гидравлических гасителей колебаний. Эти изменения в конструкции рессорного подвешивания направлены на повышение плавности хода вагонов при высоких скоростях движения поездов. Эффективно также применение пневматического рессорного подвешивания, позволяющего автоматически поддерживать кузов на определенном расстоянии от головок рельсов независимо от загрузки вагона.

4.6. РАСЧЕТ РЕССОРНОГО ПОДВЕШИВАНИЯ ВАГОНОВ

От применяемой системы и характеристик рессорного подвешивания существенно зависит уровень передаваемых на элементы вагона ускорений и усилий, что влияет на надежность работы конструкции в эксплуатации, качество перевозок грузов и комфортабельность пассажирских перевозок.

Расчетные силы. Наибольшая расчетная вертикальная сила, приложенная к упругому элементу рессорного подвешивания,

$$P_p = P_{ст} K_{кз} = c f_{ст} K_{кз}, \quad (4.25)$$

где $P_{ст}$ — вертикальная статическая нагрузка от веса вагона брутто, действующая на упругий элемент;

c — вертикальная жесткость упругого элемента рессорного подвешивания, принимаемая по справочным данным. Если справочные значения жесткости не известны, то ее можно определить по фактическим размерам.

Вертикальная статическая нагрузка от веса вагона брутто, приходящаяся на упругий элемент,

$$P_{ст} = \frac{P_{бр} - P_n}{n_3}, \quad (4.26)$$

где $P_{бр}$ — вес вагона брутто;

P_n — сила тяжести (вес) частей вагона, не воздействующих на рассчитываемые упругие элементы;

n_3 — число параллельно нагруженных упругих элементов в вагоне.

Вертикальная жесткость:

цилиндрической пружины

$$c = \frac{G d^4 \psi}{8 D^3 n_p}; \quad (4.27)$$

эллиптической рессоры

$$c = \frac{b h^3 E}{12 l^3} i (3 n_k + 2 n_n), \quad (4.28)$$

где G — модуль сдвига, $G = 0,385 E$;

d — диаметр прутка;

D — средний диаметр пружины;

n_p — число рабочих витков, $n_p = n_o - 1$, n_o — общее число витков;
 ψ — коэффициент, $\psi = \cos^2 \alpha$, α — угол подъема винтовой линии нагруженной пружины;
 b, h — ширина и толщина листа, м;
 E — модуль упругости, $E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа;
 l — половина длины рессоры в выпрямленном состоянии, м;
 i — число рядов в эллиптической рессоре;
 n_k — число коренных и подкоренных листов;
 n_n — число листов ступенчатой части (наборных). Для эллиптических рессор n_k и n_n принимаются для одной половины ряда рессор.

Если максимальная величина динамических усилий известна или имеется достоверная зависимость для определения наибольшего значения коэффициента вертикальной динамики, то расчетная сила

$$P_p = P_{ст}(1 + K_{дв}^{max}), \quad (4.29)$$

где $K_{дв}^{max}$ — максимальное значение коэффициента вертикальной динамики, полученное во время натурных динамических испытаний.

В расчетах на прочность максимальное значение коэффициента вертикальной динамики при существующих конструкциях ходовых частей, пути и условиях эксплуатации определяется по формуле (1.31).

Расчет однорядной цилиндрической пружины. Для приближенного расчета напряжений в однорядной витой цилиндрической пружине нагрузим ее вертикальной силой P_p (в дальнейшем P без индекса) и сделаем условный разрез по одному из витков (рис. 4.16). В центре сечения прутка приложим две равные и противоположно направленные силы P , что не нарушит равновесие пружины. В результате пара сил P на плече R вызовет действие крутящего момента в сечении прутка, а сила P , направленная вниз, — деформацию среза.

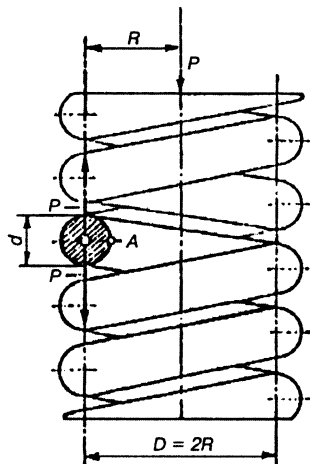


Рис. 4.16. Схема сил, действующих на цилиндрическую пружину

Таким образом, момент PR совместно с перерезывающей силой P вызовет в точке A поперечного сечения прутка пружины суммарное действие касательных напряжений от кручения τ_k и среза τ_c , т.е.

$$\tau = \tau_k + \tau_c = \frac{PR}{W_p} + \frac{P}{F}, \quad (4.30)$$

где τ_k — касательные напряжения от действия крутящего момента, вызванного парой сил P ;

τ_c — касательные напряжения, вызванные действием перерезывающей силы P ;

W_p , F — полярный момент сопротивления и площадь поперечного сечения прутка пружины соответственно.

Из технической механики известно, что полярный момент сопротивления и площадь круглого сечения подсчитываются по формулам:

$$W_p = \frac{\pi d^3}{16}; \quad F = \frac{\pi d^2}{4}. \quad (4.31)$$

Подставив эти геометрические характеристики сечения в формулу (4.30), получим

$$\tau = \frac{16PR}{\pi d^3} + \frac{4P}{\pi d^2}. \quad (4.32)$$

Формула (4.32) справедлива для прямого прутка круглого поперечного сечения, например для торсионной рессоры. Учитывая кривизну витой пружины, формула (4.32) примет вид:

$$\tau = \frac{16PR}{\pi d^3} \xi = \tau_k \xi. \quad (4.33)$$

где ξ — поправочный коэффициент, зависящий от индекса пружины m .

Для определения коэффициента ξ используется эмпирическая зависимость

$$\xi = 1 + \frac{1,25}{m} + \frac{0,875}{m^2}. \quad (4.34)$$

Исходя из условия прочности, полученные по формуле (4.33) напряжения не должны превышать допускаемых, т.е.

$$\tau \leq [\tau], \quad (4.35)$$

где $[\tau]$ — допускаемые касательные напряжения для рессорно-пружинной стали марок 55С2, 55С2А и 60С2, $[\tau] = 750$ МПа.

Расчет многорядных пружин. При расчете на прочность двухрядной пружины вертикальные силы, действующие на наружную P_n и внутреннюю P_v пружины, определяются пропорционально их жесткостям, т.е. используются соотношения:

$$\frac{P_n}{P} = \frac{c_n}{c}; \quad \frac{P_v}{P} = \frac{c_v}{c}, \quad (4.36)$$

где P, c — вертикальная сила и жесткость двухрядной пружины соответственно;

c_n, c_v — жесткости наружной и внутренней пружин.

Из формул (4.36) определяются P_n и P_v :

$$P_n = P \frac{c_n}{c}; \quad P_v = P \frac{c_v}{c}. \quad (4.37)$$

Исходя из параллельного расположения наружной и внутренней пружин общая жесткость двухрядной пружины равна сумме жесткостей каждой из них в отдельности, т.е.

$$c = c_n + c_v,$$

как и общая сила, приходящаяся на двухрядную пружину,

$$P = P_n + P_v.$$

Подобным образом, исходя из аналогичных соотношений, рассчитываются трехрядные пружины, применяемые в рессорном подвешивании тележек пассажирских вагонов. Следует отметить, что двухрядные и трехрядные пружины проектируются исходя из равенства прогибов и напряжений материала каждого из рядов как система параллельно расположенных упругих элементов.

Пример. Приближенным методом оценить прочность двухрядной пружины рессорного комплекта тележки четырехосного полувагона.

Исходные данные: масса вагона брутто $m_{бр} = 91,5$ т; масса необрессоренных частей вагона $m_n = 8,8$ т; число двухрядных пружин одной двухосной тележки модели 18–100 $n_{пр} = 14$; коэффициент конструкционного запаса прогиба $K_{кз} = 1,8$; модуль упругости материала пружин $E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа; модуль сдвига $G = 0,385 \cdot 2,1 \cdot 10^5 = 0,8 \cdot 10^5$ МПа; характеристика пружин: наружной — $D_n = 0,17$ м, $d_n = 0,03$ м, $n_{рн} = 4,2$, $m_n = 5,67$; внутренней — $D_b = 0,105$ м, $d_b = 0,019$ м, $n_{рв} = 7,2$, $m_b = 5,53$.

Решение. 1. Определим по формуле (4.26) вертикальную статическую нагрузку, приходящуюся на одну двухрядную пружину,

$$P_{ст} = \frac{(9,15 - 8,8)9,81}{2 \cdot 14} = 28,98 \text{ кН.}$$

2. Вычислим расчетную вертикальную силу, действующую на двухрядную пружину, по формуле (4.25):

$$P_p = 28,98 \cdot 1,8 = 52,16 \text{ кН.}$$

3. Определим, используя формулу (4.27) при $\psi = 1$ и формулу (4.3), вертикальную жесткость:

наружной пружины

$$c_n = \frac{0,8 \cdot 10^5 \cdot 0,03^4}{8 \cdot 0,17^3 \cdot 4,2} = 0,393 \text{ МН/м;}$$

внутренней пружины

$$c_b = \frac{0,8 \cdot 10^5 \cdot 0,019^4}{8 \cdot 0,105^3 \cdot 7,2} = 0,156 \text{ МН/м;}$$

двухрядной пружины

$$c = 0,393 + 0,156 = 0,549 \text{ МН/м.}$$

4. Подсчитаем по формулам (4.37) расчетные нагрузки, действующие на пружины:

наружную

$$P_n = 52,16 \frac{0,393}{0,549} = 37,34 \text{ кН} = 37,34 \cdot 10^{-3} \text{ МН;}$$

внутреннюю

$$P_b = 52,16 \frac{0,156}{0,549} = 14,82 \text{ кН} = 14,82 \cdot 10^{-3} \text{ МН};$$

5. Найдем по формуле (4.34) коэффициент, учитывающий кривизну витых пружин:
наружной

$$\xi_n = 1 + \frac{1,25}{5,67} + \frac{0,875}{5,67^2} = 1,25;$$

внутренней

$$\xi_b = 1 + \frac{1,25}{5,53} + \frac{0,875}{5,53^2} = 1,26;$$

6. Рассчитаем по формуле (4.33) напряжения в материале пружин:
наружной

$$\tau_n = \frac{16 \cdot 37,34 \cdot 10^{-3} \cdot 0,085}{3,14 \cdot 0,03^3} 1,25 = 749 \text{ МПа};$$

внутренней

$$\tau_b = \frac{16 \cdot 14,82 \cdot 10^{-3} \cdot 0,0525}{3,14 \cdot 0,019^3} 1,26 = 728 \text{ МПа}.$$

Таким образом, при данных условиях эксплуатации прочность пружин рессорного подвешивания обеспечена, т.е. расчетные напряжения наружной и внутренней пружин не превышают допускаемых $[\tau] = 750 \text{ МПа}$ для сталей 55С2, 55С2А и 60С2 и $[\tau] = 1050 \text{ МПа}$ для стали 60С2ХФА.

5. ТЕЛЕЖКИ ВАГОНОВ

5.1. НАЗНАЧЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕЛЕЖЕК

Тележки — ходовые части вагона. Они должны обеспечивать безопасность движения вагона по рельсовому пути с необходимой плавностью хода и наименьшим сопротивлением движению.

Тележки состоят обычно из следующих основных частей: колесных пар, буксовых узлов, рессорного подвешивания, рамы, наддрессорной балки с опорами кузова и тормозной передачи. В конструкциях трех- и четырехосных тележек возможно наличие и других частей — соединительной балки, шкворневой балки, балансиров и др.

Тележки вагонов классифицируются по следующим признакам: назначению, числу осей, устройству рессорного подвешивания, способу передачи нагрузки от кузова на ходовые части, а также от наддрессорной балки на раму тележки, устройству буксовой связи и конструкции рамы.

По назначению тележки делятся на грузовые и пассажирские. Тележки пассажирских вагонов обычно отличаются от тележек грузовых вагонов наличием люлечного устройства и двух ступеней подвешивания.

По числу осей тележки бывают двух-, трех-, четырехосные и многоосные. Наибольшее распространение получили двухосные тележки.

По способу передачи нагрузки от кузова различают тележки с опиранием кузова: на подпятник тележки (рис. 5.1, а); на подпятник и упругие фрикционные скользуны (рис. 5.1, б); непосредственно на скользуны (рис. 5.1, в); на упругие элементы тележки (рис. 5.1, г).

Первый и второй способы применяют в грузовых вагонах. При этом наличие упругих фрикционных скользунов обеспечивает гашение колебаний боковой качки кузова и виляния тележки. Третий способ характерен для пассажирских вагонов локомотивной тяги. Его достоинство — высокие ходовые качества за счет гашения колебаний виляния тележки и исключения боковой качки кузова. Четвертый способ используется в скоростных пассажирских вагонах и вагонах дизель-поездов.

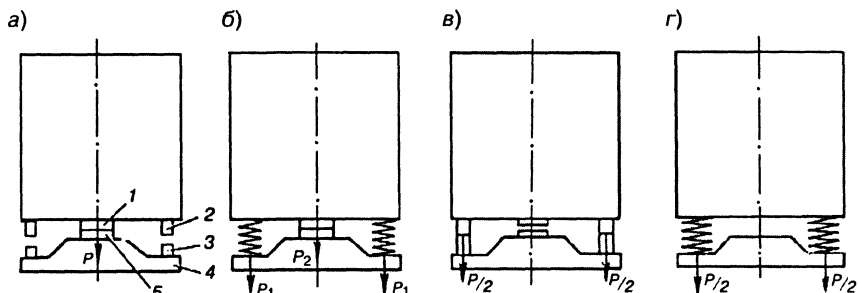


Рис. 5.1. Схемы опирания кузова на тележки:

а — через подпятник; *б* — подпятник и упругие скользуны; *в* — скользуны; *г* — центральное рессорное подвешивание; 1 — пятник кузова; 2 — скользуны кузова; 3 — скользуны тележки; 4 — надрессорная балка; 5 — подпятник надрессорной балки

По способу передачи нагрузки от надрессорной балки на раму различают тележки: с непосредственной передачей нагрузки на две боковые рамы (см. рис. 4.14, *а*); через упругие элементы (см. рис. 4.14, *б*, *г*); через упругие элементы, установленные в люльке (см. рис. 4.14, *в*).

Первый способ применяется в тележках грузовых вагонов с буксовым подвешиванием, второй — в тележках грузовых вагонов с центральным подвешиванием и в тележках пассажирских вагонов с безлюлочной центральной ступенью подвешивания, третий — в тележках пассажирских вагонов с люлочной центральной ступенью подвешивания.

По способу связи рамы с буксами тележки бывают: с челюстной связью (рис. 5.2, *а*) — со свободным опиранием рамы на буксы и ограничением перемещений букс относительно рамы за счет направляющих челюстей (в тележках грузовых вагонов); с упругой челюстной связью (рис. 5.2, *б*) — с опиранием рамы на буксы через упругие элементы (в тележках грузовых вагонов); с упругой балансирно-челюстной связью (рис. 5.2, *в*) — с опиранием рамы на буксы через пружины и балансиры (в тележках вагонов электропоездов); с упругой шпинтонно-бесчелюстной связью (рис. 5.2, *г*) — с опиранием рамы на кронштейны корпуса буксы через пружины и наличие специальных устройств — шпинтонов, ограничивающих перемещения букс в горизонтальной плоскости (в тележках пассажирских вагонов); с упругой поводково-бесчелюстной связью (рис. 5.2, *д*) —

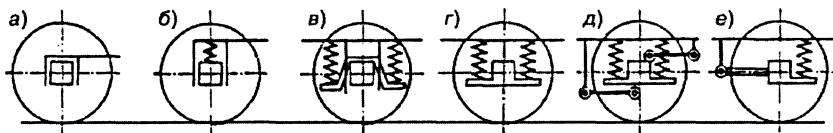


Рис. 5.2. Схемы связи рамы тележки с буксами:

а — с челюстной связью; *б* — с упругой челюстной связью; *в* — с упругой балансирно-челюстной связью; *г* — с упругой шпинтонно-бесчелюстной связью; *д* — с упругой поводково-бесчелюстной связью; *е* — с упругой рычажно-бесчелюстной связью

с опиранием рамы на кронштейны корпуса буксы через пружины и наличием дополнительной связи между ними в виде продольных поводков (в тележках скоростных пассажирских вагонов); с упругой рычажно-бесчелюстной связью (рис. 5.2, *е*) — с опиранием рамы на кронштейн корпуса буксы через пружину с одной стороны и наличием связи ее с рычагом корпуса буксы с другой стороны (в тележках вагонов дизель-поездов). Конструкция связи колесной пары с рамой тележки оказывает существенное влияние на величину горизонтальных поперечных сил и влияние колесных пар.

По конструкции рамы различают тележки с одной жесткой штампосварной рамой и с двумя литыми боковыми рамами, жестко связанными между собой.

К параметрам, характеризующим технико-экономические показатели тележек, относятся: собственная масса, база (расстояние между центрами крайних осей у двух- и трехосных тележек и между серединами рессорных комплектов сочлененных тележек для четырехосных), тип и параметры рессорного подвешивания, расстояние от уровня головок рельсов до опорного узла тележки, рессорная база, тип тормоза и конструкционная скорость.

Важное значение с точки зрения пригодности вагона для эксплуатации имеют его ходовые качества, которые определяются конструкцией тележек и параметрами рессорного подвешивания. Ходовые качества вагона характеризуются устойчивостью его против схода с рельсов, плавностью вписывания в кривые участки пути, величиной вертикальных и горизонтальных динамических сил и ускорений, а также показателем плавности хода.

Для того чтобы тележки обеспечивали требуемые ходовые качества вагону, они должны иметь рациональную конструктивную схему и оптимальное значение параметров рессорного под-

вешивания. В опорах кузова на тележки должно быть достаточное трение, необходимое для гашения колебаний виляния и ограничения поворота тележки относительно кузова.

5.2. ТЕЛЕЖКИ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

Под кузова грузовых вагонов подкатывают двух-, трех- и четырехосные тележки. Основной тип двухосной тележки грузовых вагонов — тележка модели 18-100 Эта тележка подкатывается под все грузовые четырехосные магистральные вагоны, кроме изотермических, с осевыми нагрузками до 230 кН (23,5 тс) и скоростями движения до 120 км/ч. Изотермические вагоны выпускают с тележками типа КВЗ-И2. Четырехосные тележки подкатываются под кузова восьмиосных цистерн и полувагонов. В эксплуатации встречаются шестиосные вагоны с тележками модели 18-102 (УВЗ-9М), а вагоны промышленного транспорта строятся с тележками типа УВЗ-11А. Характеристика тележек грузовых вагонов приведена в табл. 5.1.

Таблица 5.1. Техническая характеристика тележек грузовых вагонов

Показатель	Модели и типы					
	18-100	18-131	18-115	18-102	18-101	КВЗ-И2
Число осей	2	2	2	3	4	2
Масса, т	4,8	5,1	4,7	8,6	12,0	7,8
База, мм	1850	1850	1850	3500	3200	2400
Конструктивная скорость, км/ч	120	120	140	120	120	120
Расстояние от уровня головок рельсов до опорной поверхности подпятника, м	0,806	0,810	0,812	0,815	0,858	0,805
Тип рессорного подвешивания	Одинарное центральное					Двойное
Гибкость рессорного подвешивания, м/МН	0,125	0,116	0,173	0,148	0,075	0,144
Статический прогиб от массы брутто, мм	48	52	68	52	50	70

Тележка модели 18-100. До 1972 г. тележка имела наименование ЦНИИ-ХЗ. Тележка (рис. 5.3) состоит из двух колесных пар 1, четырех букс 5, двух литых боковых рам 2, двух комплектов центрального рессорного подвешивания 3, литой наддрессорной балки 4 и тормозной рычажной передачи 6. Тормоз тележки — колодочный с односторонним нажатием колодок. Связь рамы с буксами — непосредственная челюстная, опора кузова на тележку через подпятник 7 наддрессорной балки, а при наклоне кузова — дополнительно через скользуны 8. Тележка допускает осевую нагрузку до 230 кН (23,5 тс) при скорости движения 120 км/ч и 235 кН (24 тс) при скорости 100 км/ч.

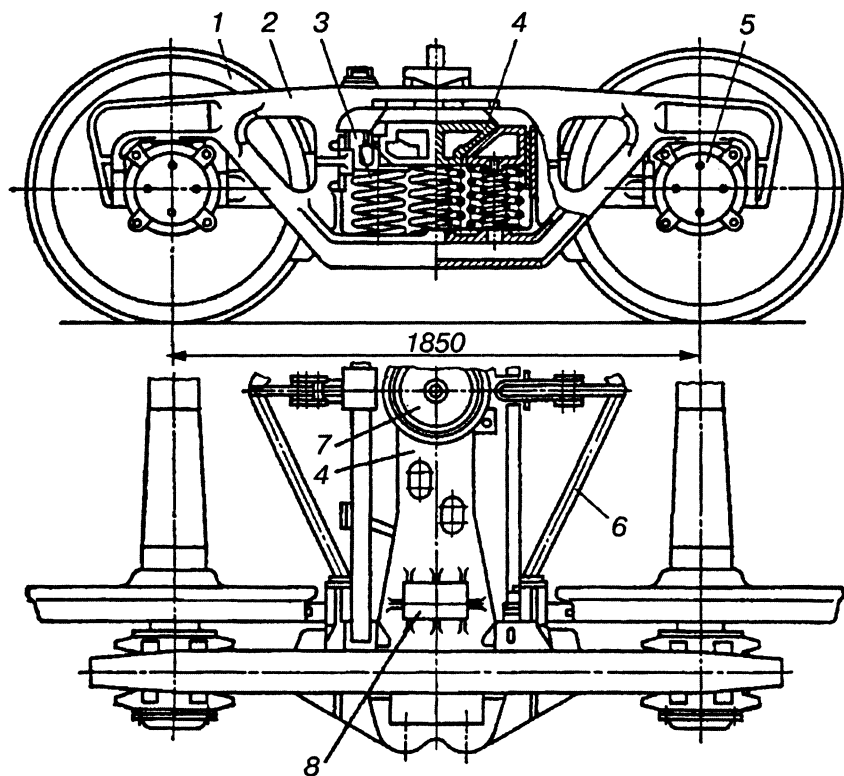


Рис. 5.3. Тележка модели 18-100

Боковая рама тележки (рис. 5.4) отлита из низколегированной стали 20ГЛ, 20Г1ФЛ или 20ФТЛ. Рама состоит из горизонтальных и наклонных поясов, а также колонок. В середине рамы имеется проем для центрального рессорного подвешивания, а по концам — буксовые проемы. Сечения наклонных поясов и вертикальных колонок корытообразной формы. Горизонтальный участок нижнего пояса имеет замкнутое коробчатое сечение. По бокам среднего проема расположены направляющие 6, ограничивающие поперечные перемещения фрикционных клиньев, а внизу имеется опорная поверхность с бонками и буртами 7 для размещения и фиксирования пружин рессорного комплекта. С внутренней стороны этой поверхности имеются полки 9, являющиеся опорами для наконечников и удержания триангеля в случае обрыва подвесок. В местах расположения фрикционных клиньев в каждой колонке 5 рамы приклепано по одной планке 8. На верхнем поясе боковой рамы расположены кронштейны 4 для крепления подвесок тормозных башмаков. Буксовые проемы имеют в верхней части кольцевые приливы 2, которыми рама опирается на буксы, а по бокам — челюсти 1.

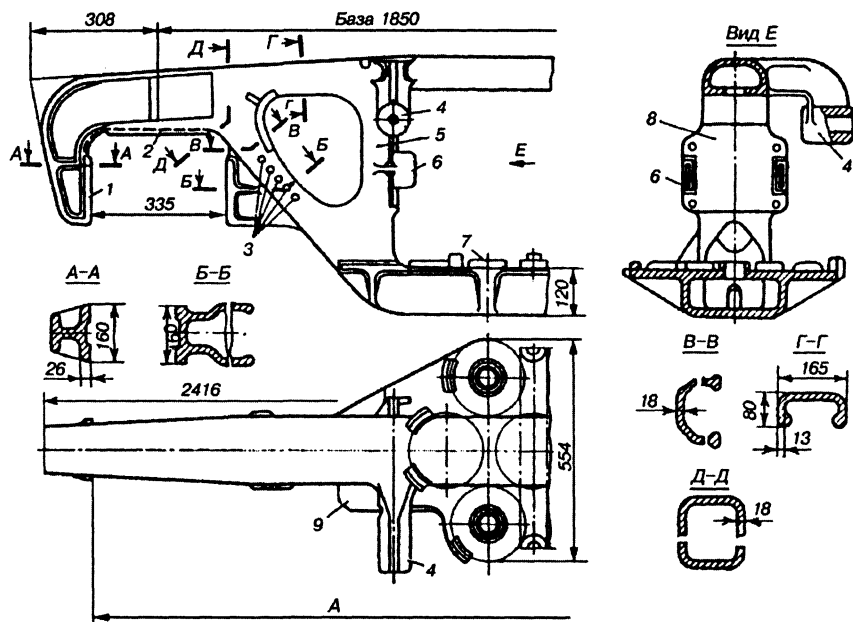


Рис. 5.4. Боковая рама тележки модели 18-100

На внутренней стороне верхнего пояса (с 1984 г.) или внутренней стороне наклонного пояса рамы (до 1983 г.) отлиты пять шишек 3, которые служат для подбора боковых рам при сборке тележек. Подбор производят по числу оставленных (несрубленных) шишек, соответствующему определенному размеру A между наружными челюстями буксовых проемов. Это обеспечивает соблюдение параллельности осей колесных пар. Размер A имеет шесть градаций: № 0 – № 5. Если все шишки срублены, то рама имеет градацию № 0 с размером между наружными челюстями 2181 ± 1 мм, при одной несрубленной шишке — градацию № 1 с размером 2183 ± 1 мм и т.д., увеличиваясь на 2 мм.

Надрессорная балка (рис. 5.5, а) отлита из стали 20ГЛ или 20Г1ФЛ в виде бруса равного сопротивления изгибу замкнутого коробчатого сечения. Она имеет подпятник 1, полку 7 для крепления кронштейна 2 мертвой точки рычажной передачи тормоза, опоры 3 для скользунов, выемки 6 для размещения

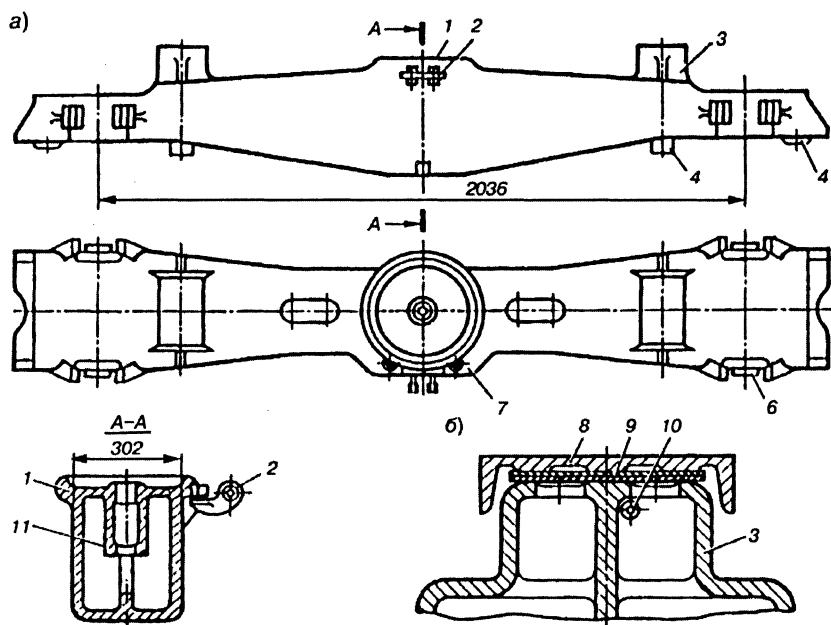


Рис. 5.5. Надрессорная балка и скользян тележки модели 18-100:

а — надрессорная балка; б — закрытый скользян

фрикционных клиньев, бурты 5, ограничивающие смещение внутренних пружин рессорного комплекта, и выступы 4, удерживающие наружные пружины от смещения при движении тележки.

На подпятник 1 опирается пятник кузова, через центры которых проходит шкворень. Опорой для шкворня является поддон 11, который располагается под подпятником посередине наддрессорной балки. Шкворень служит осью вращения тележки относительно кузова, а также передает тяговые и тормозные силы от тележки кузову и обратно. Боковые перемещения наддрессорной балки амортизируются поперечной упругостью пружин, на которые она опирается.

Скользун тележки (рис. 5.5, б) — боковая опора кузова — состоит из опоры 3, отлитой заодно с наддрессорной балкой, колпака 8, надетого на опору, прокладок 9 для регулировки зазоров между скользящими рамы вагона и тележки, болта 10, предохраняющего колпак от падения. Зазор между скользящими для основных типов четырехосных вагонов должен быть в пределах 6–16 мм.

Рессорное подвешивание состоит из двух комплектов, размещенных в рессорных проемах левой и правой боковых рам. В каждый комплект (рис. 5.6, а) входит пять, шесть или семь двухрядных цилиндрических пружин 2 и 3 и два клиновых 1 фрикционных гасителя колебаний. Каждая двухрядная пружина состоит из наружной и внутренней пружин, имеющих разную навивку — правую и левую соответственно. Количество двухрядных пружин в комплекте зависит от грузоподъемности вагона. Пять пружин ставят в тележки, подкатываемые под кузова вагонов грузоподъемностью до 50 т, шесть — до 60 т и семь — более 60 т. В связи с этим и расположение пружин в комплекте будет разное (рис. 5.6, б, в, г). Крайние боковые пружины комплекта поддерживают клинья гасителей колебаний. Снизу клинья имеют кольце-

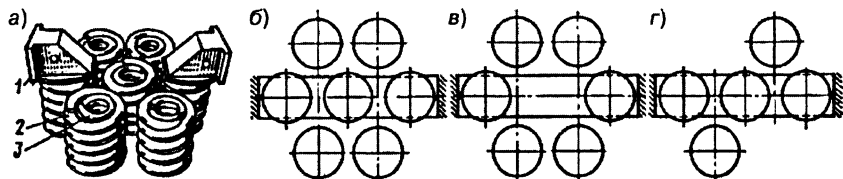


Рис. 5.6. Рессорный комплект тележки модели 18-100:

а — общий вид; б, в, г — схемы установки семи, шести и пяти двухрядных пружин соответственно

вые выступы, не допускающие смещения их относительно пружин в горизонтальной плоскости, а верхней своей частью входят в направляющие надрессорной балки. Работа клинового фрикционного гасителя колебаний тележки рассмотрена в п. 4.3.

Клинья отливают из стали 20Л. Пружины изготавливают из стали 55С2, а фрикционные планки — из стали марок 45, 30ХГСА или 40Х.

Статический прогиб рессорного подвешивания от тары — 8 мм, от массы брутто — 46–50 мм. Коэффициент относительного трения гасителя колебаний — 0,08–0,10.

Недостатки тележки. К недостаткам рессорного подвешивания относятся большая жесткость пружин для порожнего или малозагруженного режима работы вагона, а также большие силы трения покоя, низкая стабильность и недостаточная горизонтальная демпфирующая способность гасителей колебаний. Большие силы трения покоя клиновых фрикционных гасителей колебаний приводят к тому, что рессорные комплекты практически не работают при скорости движения до 60–70 км/ч. Поэтому почти во всем диапазоне эксплуатационных скоростей грузовых вагонов рессорное подвешивание выключено и вагон представляет собой одну необрессоренную массу. Низкая стабильность работы гасителя приводит либо к завышению, либо к занижению сил трения против расчетной.

Недостатком тележки является также то, что боковые рамы жестко связаны между собой надрессорной балкой и рессорными комплектами. Поэтому в ней возникают продольные забегания рам относительно друг друга, достигающие 15–20 мм. Величина их обусловлена зазорами в буксах и величиной горизонтальной деформации пружин. Такая конструкция рам вызывает также маятниковые колебания их относительно собственных продольных осей. В результате забегания рам возрастает интенсивность виляния тележки, что ухудшает плавность хода вагона. Маятниковые колебания рам приводят к перекосам подшипников, неравномерной передаче нагрузок на его элементы и снижению срока службы буксовых узлов.

Маркировка и клеймение деталей тележки. На *боковой раме* с наружной стороны: отлиты — условный номер завода (в овале), марка стали, год изготовления; выбиты клеймами — номер тележки, приемка после изготовления, маркировка государства-собственника.

Клейма приемки после ремонта выбивают на одном из торцов боковой рамы.

На верхней поверхности верхнего пояса боковой рамы наносят также белилами первую и три последних цифры номера вагона (обведены рамкой).

На *надрессорной балке* маркировку наносят на верхней поверхности балки на участке между подпятником и скользунами. Отливают номер завода, год изготовления и марку стали. Выбивают клеймами приемку после изготовления, приемку после ремонта, код государства-собственника. При ремонте выбивают также код государства-собственника на конце балки с правой стороны от кронштейна мертвой точки.

Марка стали отливается на деталях следующими буквами: НЛ — низколегированная марки 20Л, ГЛ — марганцовистая (с повышенным содержанием марганца), ГФЛ — марганцовисто-ванадиевая, ГТЛ — марганцовисто-титановая, ФЛ — ванадиевая, С — сталь с содержанием углерода более 0,25%.

Код государства-собственника выбивают в полосе длиной 300 мм и шириной 15 мм в месте, соответствующем порядковому номеру государства в таблице кодов. Длина места для кода — 20 мм, т.е. на полосе отведено место для кода каждого из 15 государств СНГ. Полоса на деталях изготавливается шлифовкой абразивным кругом.

На всех деталях тележки наносится *маркировка завода-изготовителя*: на фрикционных клиньях — на верхней поверхности; на тормозных башмаках — на боковой поверхности; на треугольях — на узкой стороне распорки ближе к струне; на подвесках башмака — на боковой поверхности проушины боковой ветви; на пружинах — на поверхности оттянутого конца пружины.

Тележка модели 18-115. Для специализированных грузовых вагонов, эксплуатирующихся со скоростью до 140 км/ч, разработанная двухосная тележка модели 18-115 (рис. 5.7) с улучшенными

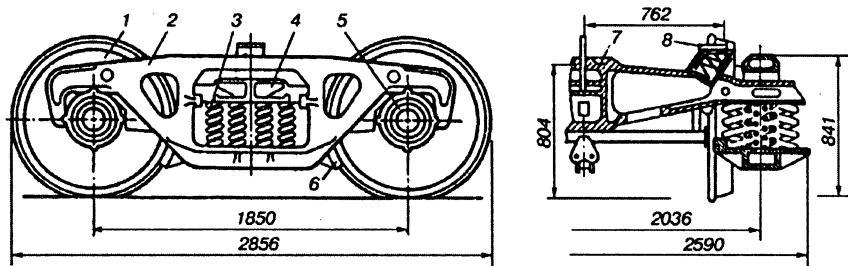


Рис. 5.7. Тележка модели 18-115

динамическими качествами. Особенность конструкции тележки — повышенная гибкость рессорного подвешивания. В ней применена новая схема опирания кузова на тележку одновременно через подпятник 7 и упругие фрикционные скользуны 8, а также предусмотрено упругое опирание боковых рам тележки на буксы через резиновые элементы.

Колесные пары тележки типовые, а буксовые узлы (рис. 5.8) с цилиндрическими роликовыми подшипниками 5 размером 130x250x80 мм и корпусами букс 1 цилиндрической формы. На потолочную часть корпуса установлена резиновая прокладка 4 переменной толщины, которая способствует более равномерному распределению нагрузок между роликами и повышению надежности работы буксового узла. Фиксация резиновой прокладки на корпусе буксы осуществляется специальными буртами 6 на их торцах.

Боковая рама 2 (см. рис. 5.7 и 5.8) тележки литая и незначительно отличается от рамы тележки модели 18–100. Буксовые проемы ее выполнены таким образом, что позволяют устанавливать съемные седла 3. Центрирование и фиксация седла в буксовом проеме осуществляется благодаря специальным выступам 7, входящим в выемки, выполненные на челюстях боковой рамы. Через эти съемные седла рама непосредственно опирается на резиновые прокладки 4 и корпус буксы 1.

Рессорное подвешивание 3 (см. рис. 5.7) включает два комплекта, устанавливаемых в центральных проемах боковых рам. Рес-

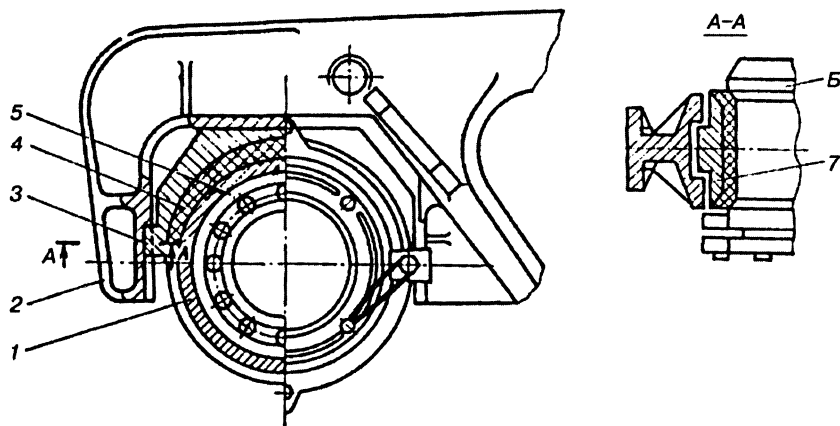


Рис. 5.8. Буксовый узел тележки модели 18-115

сорный комплект имеет линейную зависимость прогиба от нагрузки на всем диапазоне работы и включает в себя семь трехрядных пружин (во втором варианте двухрядных) и два клиновых гасителя колебаний. Расположение пружин в рессорном комплекте такое же, как в ытележке модели 18–100.

В качестве гасителя колебаний используется усеченный фрикционный клин. Его отличие от фрикционного клина тележки модели 18–100 состоит в том, что наклонная площадка клина развернута под углом 60° к продольной оси тележки. Такая конструкция клина обеспечивает лучшую связь боковых рам тележки в плане, чем клин тележки 18–100. Коэффициент относительного трения гасителя колебаний составляет 0,0785. Применение усеченного клина потребовало конструктивного изменения концевых частей надрессорной балки.

Надрессорная балка 4 (см. рис. 5.7) литой конструкции с наличием на верхней плоскости двух упругих фрикционных скользун. Фрикционные клинья размещаются в гнездах надрессорной балки и своими наклонными поверхностями взаимодействуют с наклонными поверхностями балки, а вертикальными поверхностями — с фрикционными планками, укрепленными на колонках боковой рамы.

Упругий фрикционный скользун (рис. 5.9) представляет собой Г-образную плиту 1 с приваренной к ней бонкой 2 для фиксации

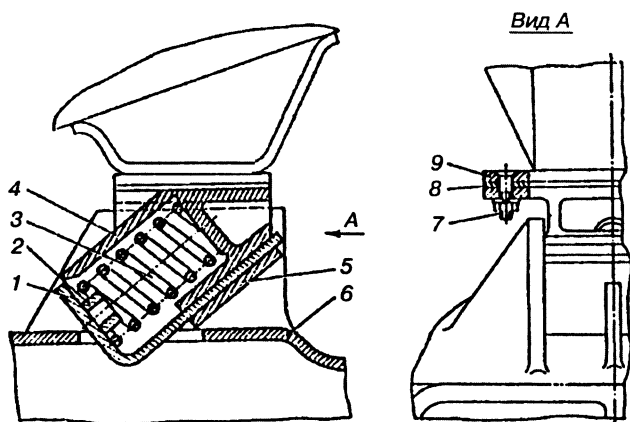


Рис. 5.9. Упругий фрикционный скользун тележки модели 18-115

пружины 3. Плита установлена на верхнем поясе надрессорной балки 6 и опирается на ребра 5. На пружину 3 установлен фрикционный клин 4, наклонная поверхность которого взаимодействует с опорной наклонной площадкой плиты 1. Между верхними поверхностями опорной части клина при сборке вагона делается начальный зазор 6–12 мм (при полной посадке пятника на подпятник). Величина зазора может регулироваться путем постановки прокладок 8 между верхней поверхностью клина 4 и фрикционной планкой 9 кузова. Крепление фрикционной планки и регулировочных прокладок к клину осуществляется болтами 7 с потайной головкой. Пружина 3 ставится под углом 40° к горизонтали. Такой же угол трения имеют поверхности трения клина и плиты, что обеспечивает деформацию пружины только вдоль оси без изгиба.

Применение упругих фрикционных скользунов обеспечивает более высокие ходовые качества вагона в результате гашения колебаний боковой качки кузова и виляния тележки. В первом случае, за счет трения между наклонными поверхностями фрикционного клина 4 и плиты 1, во-втором, — момента трения между горизонтальными поверхностями скользунов кузова и тележки. Скользун-демпфер обеспечивает начальное сопротивление наклону кузова порядка 14–20 кН и конечное сопротивление — 40–46 кН. Расчетный момент трения на скользунах в горизонтальной плоскости 10–16,7 кН·м.

Опорную плиту изготавливают штамповкой, а клин отливают из стали 20Л. Пружина выполнена из стального прутка диаметром 13 мм. Жесткость ее составляет 0,173 МН/м. Фрикционную планку изготавливают из стали 30ХГСА и термически обрабатывают.

Тележка модели 18-131. Для перспективных грузовых вагонов повышенной грузоподъемности с нагрузкой от колесной пары на рельсы 245 кН разработана ГПО “Уралвагонзавод” усиленная тележка модели 18-131. Она спроектирована на базе тележки модели 18-100.

Колесные пары тележек нетиповые, усиленные с шейками осей диаметром 140 мм. *Буксовые узлы* с роликовыми подшипниками размером 140х260х80 мм.

Боковая рама и надрессорная балка тележки — усиленные. Боковые рамы опираются на буксу через резиновые прокладки.

Рессорное подвешивание — центральное с семью двухрядными пружинами и двумя клиновыми фрикционными гасителями колебаний в комплекте. Жесткость одного комплекта рессорного

подвешивания 4,28 МН/м, а коэффициент относительного трения гасителей колебаний 0,08.

В тележке кузов опирается на надрессорную балку через подпятник. По своим ходовым качествам тележка отвечает современным и перспективным условиям эксплуатации со скоростями движения до 120 км/ч.

Тележка типа КВЗ-И2. Тележка (рис. 5.10) предназначена для изотермических вагонов, эксплуатирующихся со скоростями до 120 км/ч. Она состоит из двух колесных пар 5 с буксовыми узлами 2 на роликовых подшипниках, буксовой 6 и центральной 3 ступеней рессорного подвешивания, рамы 1 и тормозного оборудования 4.

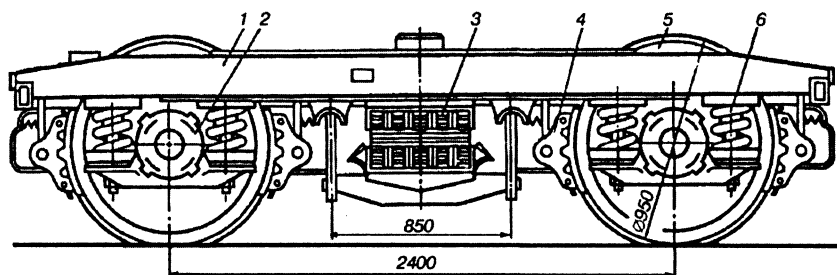


Рис. 5.10. Тележка КВЗ-И2

Рама тележки (рис. 5.11) сварная и образована двумя продольными боковыми 1, двумя средними поперечными балками 2, двумя концевыми поперечными 3 и четырьмя вспомогательными продольными 4 балками.

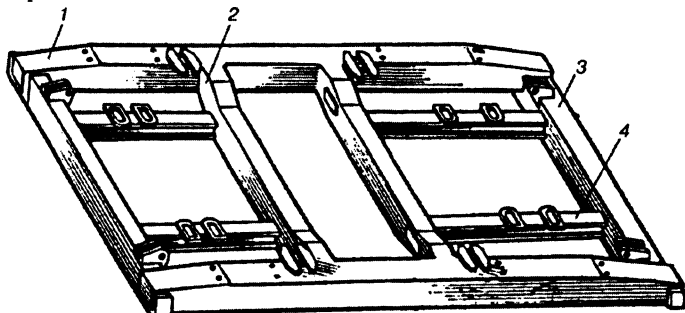


Рис. 5.11. Рама тележки КВЗ-И2

Буксовое подвешивание (рис. 5.12) включает две однорядные пружины 2, которые через резиновые шайбы 6 опираются на кронштейны 1 буксы, поддерживая раму тележки. Для дополнительной связи букс с рамой тележки в буксовом подвешивании используются стальные литые шпинтоны 5. Каждый шпинтон крепится к продольной балке 3 рамы тележки при помощи четырех болтов 4. На нарезную часть шпинтона навертывается гайка 7 так, что между шайбой и кронштейном буксы остается зазор *a*.

Центральное подвешивание тележки состоит из надрессорной балки сварной конструкции, двух эллиптических рессор, подрессорной балки, двух люлечных балок, четырех люлечных подвесок и предохранительных скоб.

Штампованная подрессорная балка вместе с подрессорными планками крепится болтами к подлюлечным балкам.

Тележка КВЗ-И2 построена по габариту 02-ВМ. Для обеспечения постоянства уровня автосцепок вагона тележки по высоте изготавливают четырех групп. Тележки I и II группы под-

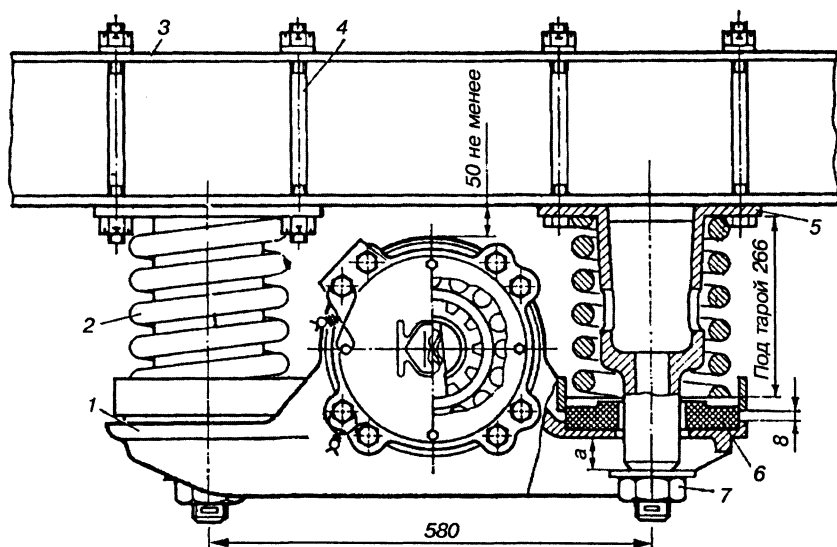


Рис. 5.12. Буксовое подвешивание тележки КВЗ-И2

катывают под кузова рефрижераторных грузовых вагонов, а III и IV — под кузова вагонов с машинным отделением, имеющих повышенную массу. Тележки III и IV групп имеют более жесткое рессорное подвешивание и большую высоту, чем I и II групп. Номер группы и высоту тележки наносят в виде трафарета на раму.

Трехосная тележка типа УВЗ-9М (модель 18-102). Тележка (рис. 5.13) предназначена для подкатки под шестиосные вагоны. Она имеет три колесные пары с буксами 1, четыре боковые рамы 2 и 5, два балансира 4, четыре комплекта рессорного подвешивания

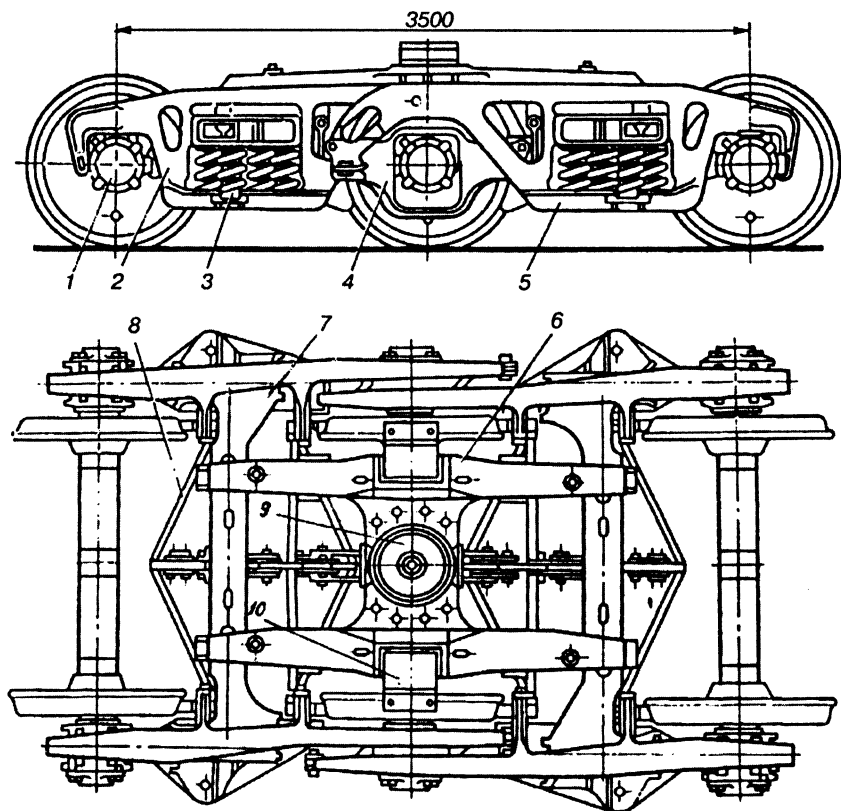


Рис. 5.13. Трехосная тележка типа УВЗ-9М

вания 3, две надрессорные балки 7, шкворневую балку 6 и тормозную рычажную передачу 8. Боковые рамы 2 и 5, шарнирно соединенные посредством балансиров 4, опираются на буксы крайних колесных пар непосредственно, а на буксы средней колесной пары — через балансиры.

Боковая рама тележки литая. В средней части рамы имеется проем для размещения рессорного комплекта и надрессорной балки. На нижнем поясе среднего проема отлиты бонки и ребра, фиксирующие пружины рессорного комплекта, а для установки амортизатора сделано углубление. На одном конце рамы предусмотрен проем для буксы, а на другом имеется хобот для опоры на противоположное плечо балансира средней колесной пары. Боковые рамы — взаимозаменяемые по диагоналям.

Шкворневая балка выполнена в виде Н-образной отливки. Она имеет опоры кузова: центральную — подпятник 9 и боковые — скользуны 10. На концах балки имеются челюсти и приливы для размещения надрессорных балок, а также отверстия для болтов, соединяющих надрессорные балки со шкворневой.

Балансир представляет собой стальную отливку в виде коромысла с центральным проемом для размещения буксы средней колесной пары. По концам балансир имеет отверстия для соединения с хоботами боковых рам при помощи валиков.

Надрессорная балка тележки литая, коробчатого сечения в форме бруса равного сопротивления изгибу. На одной вертикальной стене расположены направляющие выступы для челюстей шкворневой балки, а на другой — кронштейны с отверстиями для болтов соединения надрессорных и шкворневой балок.

Тележка имеет четыре комплекта *рессорного подвешивания*, каждый из которых состоит из четырех двухрядных цилиндрических пружин и одного пружинно-фрикционного амортизатора. Пружины взаимозаменяемы с пружинами тележки модели 18-100. Все литые детали (рамы, надрессорные балки, балансиры и шкворневая балка) изготавливают из углеродистой стали 20Л1 с пределом прочности 420 МПа.

Четырехосные тележки. Тележку модели 18-101 (рис. 5.14) подкатывают под кузова восьмиосных вагонов большой грузоподъемности. Конструкция тележки состоит из двух двухосных тележек 2 модели 18-100, связанных между собой штамповарной соединительной балкой 1.

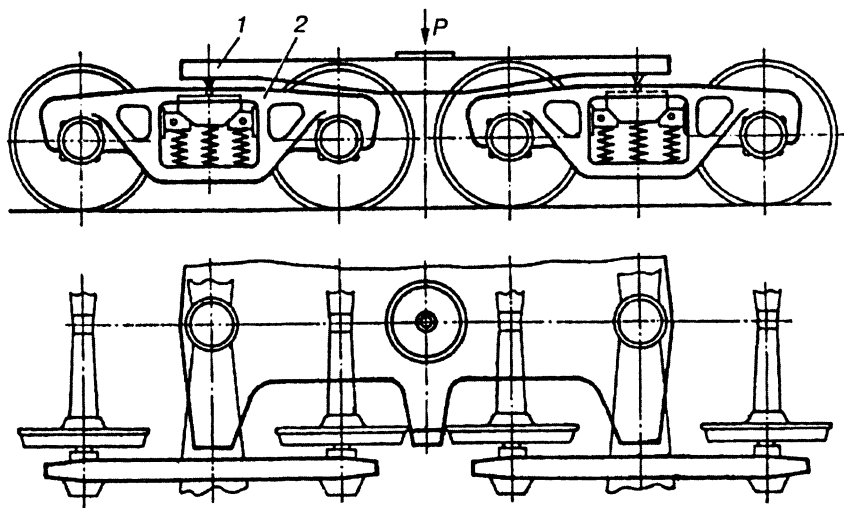


Рис. 5.14. Схема четырехосной тележки

Соединительная балка (рис. 5.15) изготовлена из прокатной стали 09Г2Д. Она состоит из двух штампованных элементов верхнего листа 1 толщиной 16 мм, нижнего листа 2 толщиной 20 мм, четырех опор крайних скользунов 5, двух крайних пятников 4 и одного центрального подпятника 8. Подпятник приваривается к верхнему листу балки, а крайние пятники — к нижнему.

Крайними пятниками 4 балка опирается на подпятники двухосных тележек. Центральный подпятник 8 тележки со шкворневым отверстием является опорой пятника рамы вагона. Балка усилена продольными ребрами жесткости 3 и поперечными 7. По бокам средней части балки приварены центральные скользуны 6, которые являются дополнительными опорами кузова при вписывании вагона в кривые участки пути или проходе стрелочных переводов.

Кроме штамповарной соединительной балки в четырехосных тележках, выпускавшихся до 1971 года, применялись балки литой конструкции. Балка отливается из мартеновской стали пустотелой формы.

Для снижения массы четырехосных тележек и улучшения плавности хода вагона разработана новая схема опирания кузова на двухос-

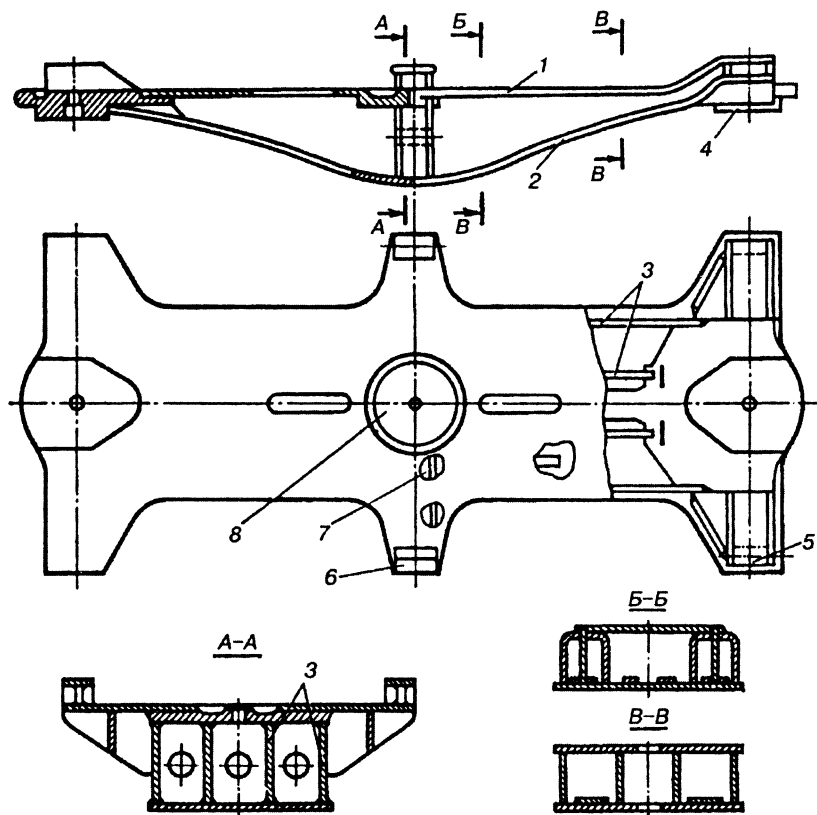


Рис. 5.15. Штамповварная соединительная балка

ные тележки (рис. 5.16, а) через скользуны 1. Благодаря тому, что вертикальная нагрузка при новой схеме опирания передается не на соединительную балку 3, ее выполнили облегченной (0,5 вместо 2,0 т). Соответственно и повреждения балки-связи практически исключаются, так как действующие на нее горизонтальные нагрузки вызывают малые напряжения. Для недопущения перегруза передних двухосных тележек при появлении продольных сил во время торможения или соударений вагонов опоры соединены тягами 2, позволяющими сбалансировать вертикальные нагрузки и равномерно распределить их по всем четырем скользунам четырехосной тележки.

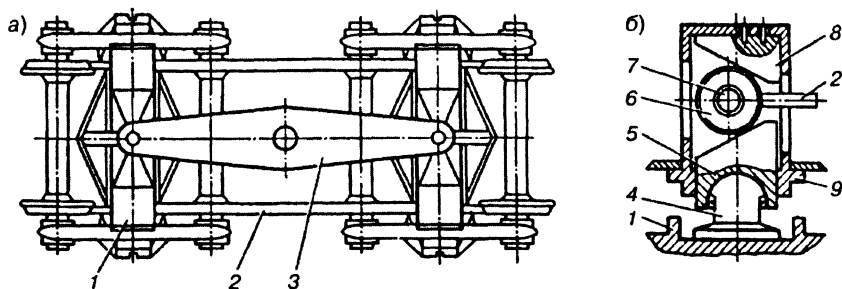


Рис. 5.16. Схема четырехосной тележки с опиранием кузова на скользуны двухосных тележек:

а — вид в плане; *б* — опорное устройство

Опорное устройство (рис. 5.16, б) включает в себя подвижный в вертикальном направлении шток 5, опирающийся на шаровую опору 4, установленную на скользуне 1 наддрессорной балки тележки, корпус 9, верхнюю плиту 8, жестко связанную с корпусом 9. Между штоком 5 и плитой 8 установлены на оси 7 опорные подшипники 6 (качения или скольжения) и тяга 2, соединяющая опорные устройства объединенных двухосных тележек. При возрастании нагрузки от кузова на корпус 9 передней тележки шток 5 и плита 8 начинают сближаться, перемещая подшипник 6 с тягой 2 влево. Этому перемещению оказывает сопротивление заднее опорное устройство, в котором подшипник стремится перекатыться в сужающееся пространство между штоком 5 и плитой 8.

В результате возникающих сил сопротивления нагрузка между передней и задней тележками выравнивается, предупреждая перегруз одной из них, что ведет к повышению надежности работы их деталей.

Основные направления развития конструкций тележек грузовых вагонов. Не прекращается поиск новых конструктивных решений, направленных на совершенствование выпускаемых тележек, а также работы по созданию новых перспективных тележек.

В ГПО «Уралвагонзавод» разработана новая двухосная тележка грузового вагона, по конструкции аналогичная тележке модели 18-100. В конструкции новой тележки предусмотрены упругие скользуны и полимерные прокладки в узлах трения (подпятниках и фрикционных клиньях). Боковые рамы опираются на

буксы через промежуточные элементы (пластины из стали марки 30ХГСА). Применение полимерных прокладок, выполненных на основе уретана, позволяет улучшить характер трения и обеспечить легкую их замену при износе.

Разработаны и изготовлены опытные образцы двухосных тележек с центральным подвешиванием, буксовым и двойным подвешиванием. Тележки выполнялись как с трехэлементной рамой (две боковые рамы и надрессорная балка), так и с жесткой рамой, как с жесткими связями боковых рам с надрессорной балкой в плане, так и с упругодиссипативными (упругофрикционными или упруговязкими) связями.

Проводятся исследования по созданию принципиально новой грузовой двухосной тележки с гидравлическими гасителями колебаний, а также тележек с самоустанавливающимися осями и с раздвижными колесными парами, обеспечивающими автоматический переход с колеи 1520 мм на 1435 мм. Разработана конструкция двухосной тележки с осевой нагрузкой 294 кН.

5.3. ТЕЛЕЖКИ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ

Отличительной особенностью современных пассажирских вагонов является наличие двойного рессорного подвешивания — буксового и центрального. Обе ступени подвешивания работают последовательно, обеспечивая тем самым высокую суммарную гибкость рессорного подвешивания.

Рама пассажирской тележки опирается на бесчелюстные буксы через упругие элементы буксового подвешивания, которые выполняют функции первичного подрессоривания. В центральном подвешивании в отличие от грузовых тележек для гашения колебаний используются исключительно гидравлические демпферы.

Типовыми пассажирскими тележками являются двухосные тележки моделей 68-875 (68-876) и 68-4065 (68-4066), обеспечивающие нормальную эксплуатацию вагонов со скоростью 160 км/ч. В эксплуатации имеются также тележки типа КВЗ-ЦНИИ.

Все эти тележки предназначены для пассажирских, почтовых, багажных, а также специальных вагонов массой брутто до 72 т и различаются жесткостью рессорного подвешивания.

Техническая характеристика тележек пассажирских вагонов приведена в табл. 5.2.

**Таблица 5.2. Техническая характеристика тележек
пассажирских вагонов**

Показатель	Модель			
	68-875	68-876	68-4065	68-4066
Масса, т	6,9	7,4	6,8	7,4
База, мм	2400		2400	
Конструктивная скорость, км/ч	160		160	
Тип рессорного подвешивания	Двойное: центральное люлечное и буксовое			
Суммарный статический прогиб от массы брутто, мм	225	233	199	215
Тормоз	Колодочный			
Габарит ГОСТ 9238	02-ВМ		02-ВМ	

Тележка модели 68-875 (ТВЗ-ЦНИИ-М). Тележка (рис. 5.17) представляет собой вариант дальнейшего развития конструкции тележки типа КВЗ-ЦНИИ. Она состоит из двух колесных пар с буксовыми узлами 2, двойного рессорного подвешивания — буксового 3 и центрального 5, рамы 1, надрессорной балки 6 и тормозной рычажной передачи 7. Кузов опирается на тележку через скользуны 10 надрессорной балки; связь рамы с буксами — упругая шпинтонно-бесчелюстная; тормоз — колодочный с двусторонним нажатием колодок.

Рама тележки (рис. 5.18) — сварная Н-образной формы. Она состоит из двух боковых 2, двух средних поперечных 10, четырех укороченных концевых 8 и четырех вспомогательных продольных 9 балок. Элементы рамы изготавливают из стали СтЗсп или 09Г2Д.

Боковые балки 2 рамы сварены из двух швеллеров № 20В и имеют замкнутое коробчатое сечение. В средней части сверху и снизу они перекрыты стальными усиливающими листами. К боковым балкам приварены снизу опорные плиты 3 с центрирующими кольцами, сбоку — кронштейны 5 и 7 для крепления соответственно гасителей колебаний и продольных поводков, а также упоры (вертикальные скользуны) 6 для ограничения перемещения надрессорной балки поперек вагона. К опорным плитам прикреплены болтами шпинтоны 1 буксового подвешивания. В нижней части каждой боковой балки имеются два овальных отверстия для пропуска тяг-подвесок люльки и четыре отверстия для предохранительных скоб центрального подвешивания.

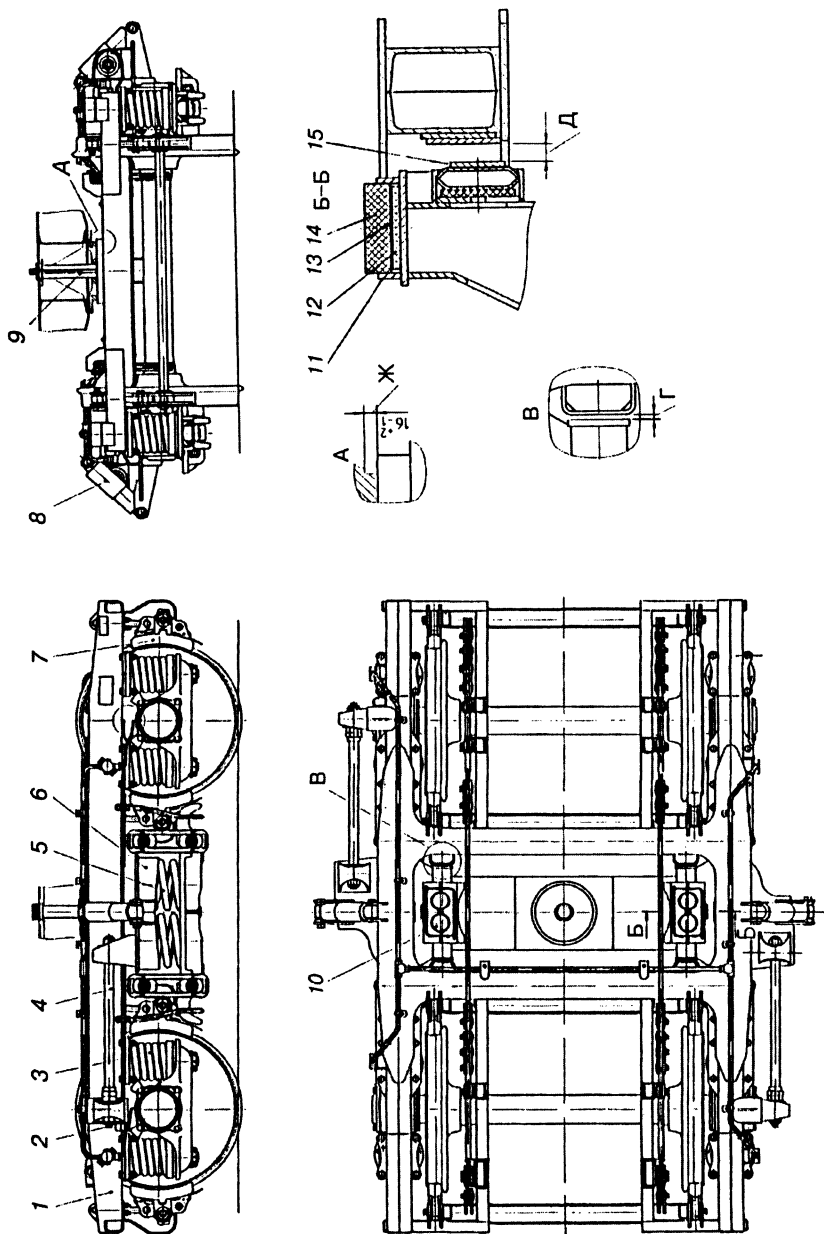


Рис. 5.17. Тележка модели 68-875

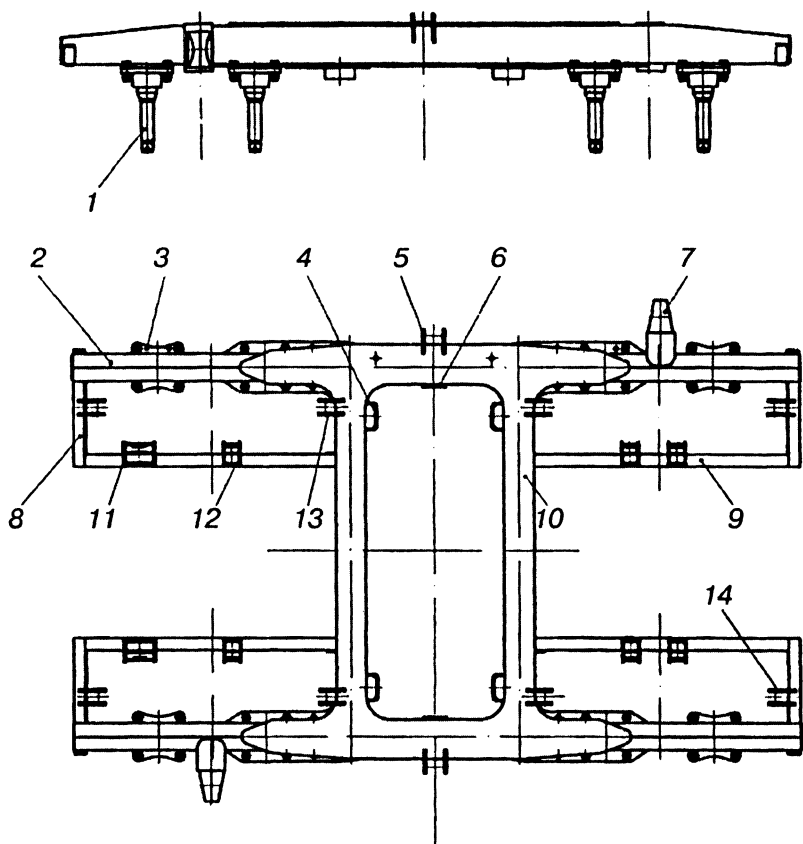


Рис. 5.18. Рама тележки модели 68-875

Средние поперечные балки 10 сварные коробчатого сечения и изогнуты на участках между боковыми и вспомогательными продольными балками. Каждая балка сварена из двух вертикальных и двух горизонтальных листов толщиной 10 мм. К балкам приварены упоры (вертикальные скользуны) 4, ограничивающие перемещения надрессорной балки вдоль вагона при выходе из строя продольных поводков, а также кронштейны 13 для подвесок тормозных башмаков. В отверстия этих кронштейнов вварены втулки.

Вспомогательные продольные 9 и укороченные концевые 8 балки предназначены для крепления деталей тормозной рычажной пе-

редачи. Эти балки отштампованы из листов толщиной 14 мм корытообразного профиля. У продольных балок этот профиль открытый, а у концевых закрыт приваренной планкой толщиной 8 мм. К вспомогательным продольным балкам приварены кронштейны 12 подвески рычагов и 11 мертвой точки, а к концевым — кронштейны 14 для подвесок тормозных башмаков.

Рессорное подвешивание — двойное: буксовое и центральное.

Буксовое подвешивание состоит из четырех комплектов. Каждый комплект подвешивания (см. рис. 4.8) — расположенный на одной буксе — включает две наружные пружины 1, поддерживающие раму 15 тележки и опирающиеся на кронштейны корпуса буксы 14, два фрикционных гасителя колебаний, расположенных внутри наружных пружин, и два резиновых кольца 8.

В этой ступени подвешивания для дополнительной связи букс с рамой тележки применяются *шпинтоны* 12, закрепляемые на боковой балке рамы. Шпинтоны не позволяют буксам, а следовательно, и колесным парам разъединяться с рамой тележки при сходе вагона с рельсов и совместно с пружинами ограничивают перемещения букс в горизонтальной плоскости.

Наружные пружины опираются на металлические поддоны 7, каждый из которых представляет собой опорное кольцо, сваренное заодно с кожухом. Между поддонами и кронштейнами корпуса буксы вводятся резиновые кольца 8, предназначенные для уменьшения высокочастотных колебаний рамы и снижения шума внутри вагона. Резиновые кольца устанавливаются в углублениях кронштейнов корпуса буксы.

К элементам *фрикционного гасителя колебаний* относятся шпинтонная втулка 3, шесть фрикционных клиньев 5, верхнее 4 и нижнее 13 опорные конусные кольца, а также внутренняя пружина 2. Фрикционные клинья, обхватывающие шпинтонную втулку, связаны кольцом 6. Стальная втулка 3 закрепляется неподвижно на шпинтоне 12 разрезным конусом 11, тарельчатой пружиной 9 и гайкой 10, накрученной на конец шпинтона. Фрикционные гасители демпфируют вертикальные колебания и создают еще одну дополнительную связь букс с рамой тележки в горизонтальной плоскости. Работа фрикционного гасителя колебаний тележки описана в п. 4.3. Коэффициент относительного трения фрикционного гасителя колебаний 0,05.

Центральное подвешивание (рис. 5.19) — люлечное. Оно состоит из двух люлек, четырех двух- или трехрядных пружин 5, двух гидравлических гасителей колебаний 4 и двух продольных поводков 1.

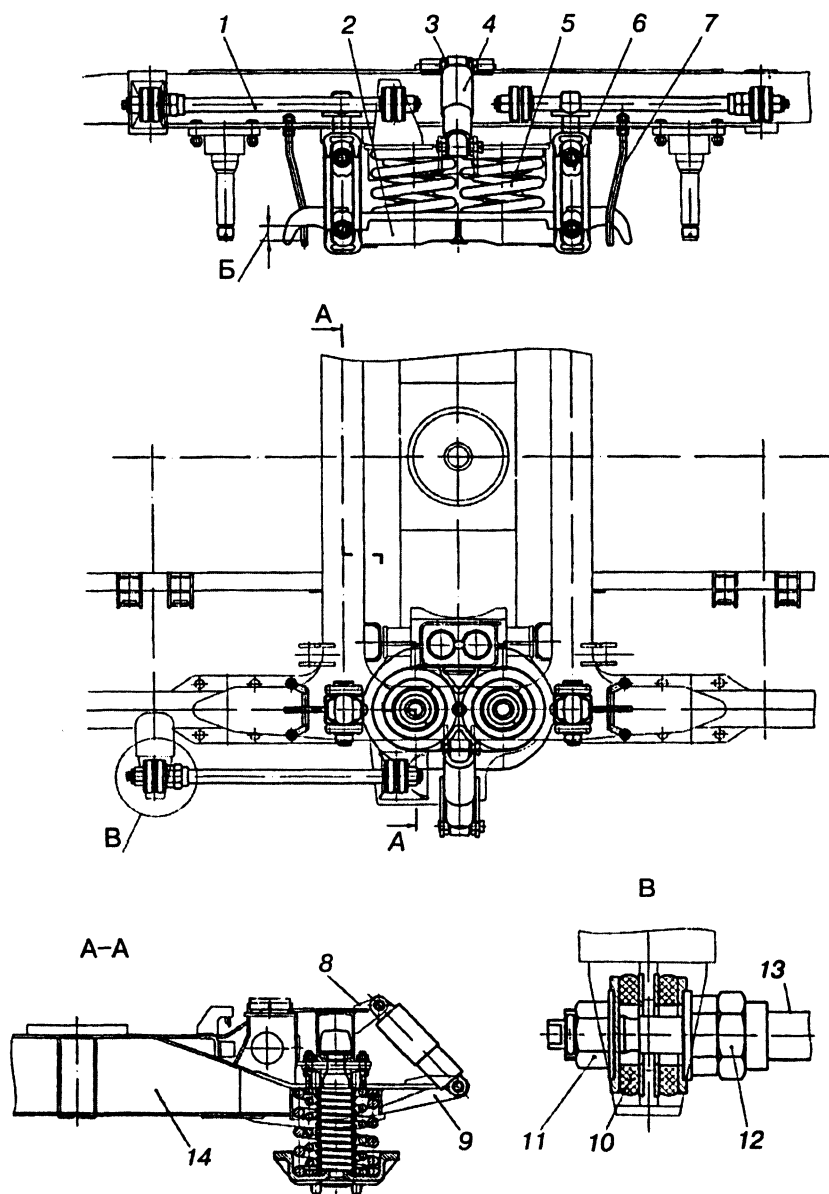


Рис. 5.19. Центральное подвешивание тележки модели 68-875

К элементам *люльки* относятся: стальной корытообразный поддон 2, шарнирно подвешенный к боковым балкам рамы при помощи вертикально расположенных люлечных сочлененных подвесок 6.

Основное преимущество тележки модели 68-875 по сравнению с КВЗ-ЦНИИ — увеличение поперечной гибкости центрального подвешивания. Обеспечивается это за счет перехода от двухзвенной шарнирно сочлененной люлечной подвески к однозвенной в поперечном направлении. Люлечная подвеска такой конструкции (рис. 5.20) имеет неподвижное звено — короткую тягу-подвеску 1 и подвижное звено — две серьги 7 увеличенной длины. Тяга-подвеска 1 соединена с серьгами 7 валиком 4. Серьги в верхней и нижней частях связаны валиками (4 и 6) с опорными шайбами 5. Поперечные колебания люльки осуществляются в этом случае только за счет серег. Неподвижное без поворотов в поперечном направлении

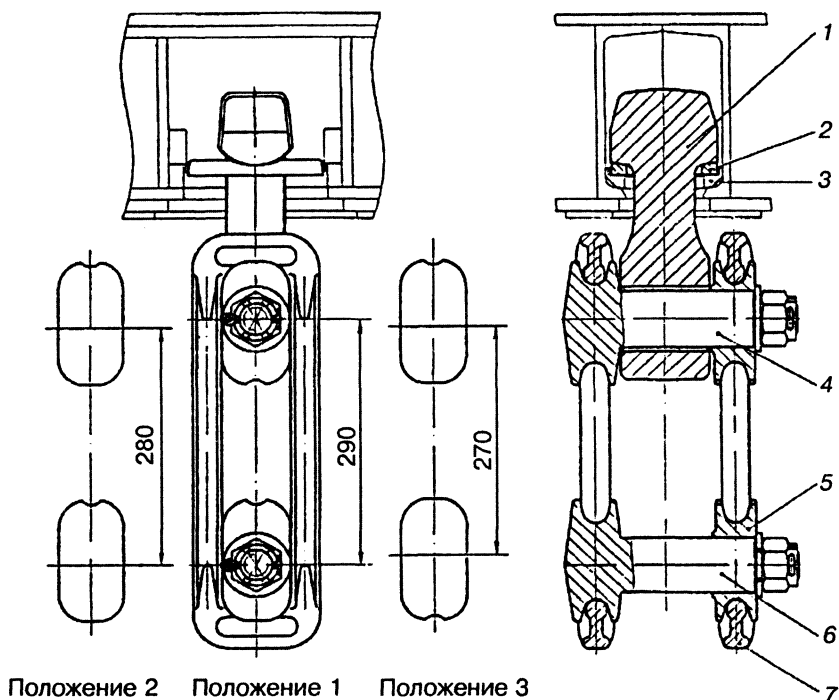


Рис. 5.20. Люлечная подвеска тележки модели 68-875

закрепление тяги-подвески достигается соответствующим конструктивным исполнением узла соединения ее с рамой тележки. В таком узле тяга-подвеска, имеющая Т-образную головку, опирается на рамку 2, установленную внутри боковой балки рамы на специальные вкладыши 3, приваренные к нижним полкам швеллеров боковой балки рамы. Наклонные сферические поверхности заплечиков Т-образной головки и сферические выемки на рамке исключают поворот тяги-подвески в поперечном направлении и в то же время обеспечивают свободный поворот ее в продольном.

На случай обрыва подвесок люльки и падения поддона с пружинами предусмотрено *предохранительное устройство* (см. рис. 5.19), состоящее из четырех скоб 7. Скобы закрепляются на боковых балках рамы и обхватывают снизу крюки поддона.

Люльки связаны надрессорной балкой 14 (см. рис. 5.19), которая опирается своими концевыми частями на пружины, размещенные в поддонах. На каждом поддоне установлено по две двух- или трехрядные пружины 5. Рядность пружин зависит от массы тары вагона. Более гибкие двухрядные пружины устанавливаются в тележки, подкатываемые под вагоны с массой тары до 54 т, а более жесткие трехрядные — под вагоны с массой тары более 54 т.

Колебания кузова в вертикальной и горизонтальной плоскостях гасят гидравлические гасители 4, устанавливаемые наклонно под углом 45° . Нижними концами гасители крепятся к кронштейнам 9 надрессорной балки, а верхними — к кронштейнам 8 рамы тележки через резиновую втулку 3. Коэффициент сопротивления гасителя $115 \text{ кН}\cdot\text{с/м}$, а ход — 190 мм.

Поводковые устройства (4 — на рис. 5.17 и 1 — на рис. 5.19), расположенные диагонально и связывающие надрессорную балку с рамой тележки, упруго препятствуют перекосу этой балки от действия момента сил трения, возникающих между скользящими тележек и кузова. *Продольный поводок* (см. рис. 5.19) тележки состоит из тяги 13, резинометаллических пакетов 10 и гаек 11 и 12. Длину поводка регулируют при помощи гаек 11 и 12 за счет запаса резьбы на левой цапфе тяги. Для поворота или удержания тяги от вращения ее левый конец имеет форму квадрата.

Надрессорная балка тележки (рис. 5.21) — сварная коробчатого сечения из стали марок СтЗсп или 09Г2Д. Верхний лист 5 балки состоит из трех частей: среднего толщиной 10 мм и концевых — 16 мм. Концевые части верхнего листа уширены и имеют в нижней части специальные посадочные места (гнезда) 7 для комплектов пружин.

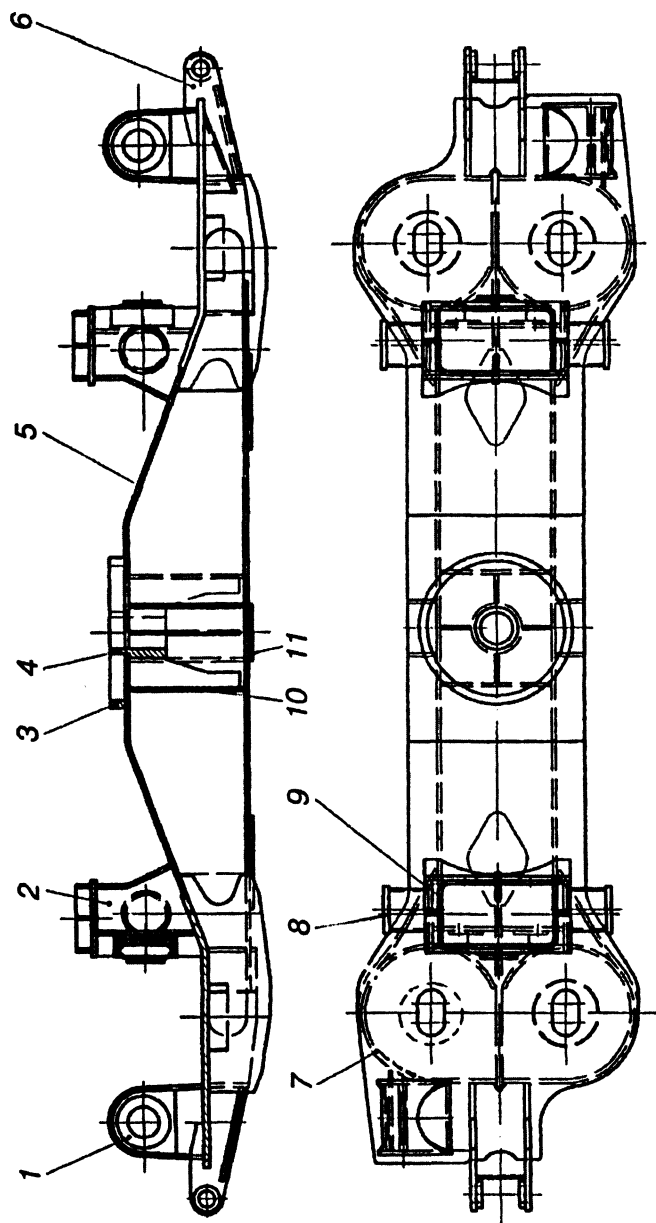


Рис. 5.21. Наддрессорная балка тележки модели 68-875

В средней части балки приварены кольцо 3, выполняющее роль подпятника, и втулка 4 для установки шкворня. Место размещения подпятника усилено ребрами 10 и планкой 11. К балке приварены также две опоры 2 с коробками 9 для опорных (горизонтальных) скользящих и с вертикальными скользящими 8. Вертикальные боковые скользящие соприкасаются со скользящими на средних поперечных балках и ограничивают продольные перемещения надрессорной балки. На опорах 2 крепятся кроме того вертикальные торцовые скользящие 15 (рис. 5.17), ограничивающие поперечные перемещения надрессорной балки. К надрессорной балке (рис. 5.21) приварены также кронштейны 1 для направляющих поводков и 6 для гасителей колебаний.

Опора кузова на тележку (см. рис. 5.17) имеет скользящий 14 тележки, металлическую 13 и резиновую 12 прокладку. Резиновая прокладка укладывается в коробку 11 под скользящий для амортизации и поглощения шума, металлическая — для регулирования высоты установки скользящего. При такой схеме опирания кузова на тележку повышается плавность хода вагона вследствие уменьшения боковой качки и гашения извилистого движения тележки. Для обеспечения свободного поворота тележки относительно кузова при прохождении кривых участков пути момент трения между скользящими подбирается в пределах 20–28 Н.м. Для реализации нормируемого момента трения в скользящих надрессорную балку связывают с рамой тележки продольными поводками и применяют разнородные материалы: скользящий кузова изготавливают из стали марки 40Х, а скользящий тележки — из полимерной композиции. Для исключения задиров рабочие поверхности скользящих шлифуют и смазывают.

Для принятой схемы опирания кузова на тележку между подпятником надрессорной балки и пятником кузова имеется зазор 16 мм. Подпятник в этом случае воспринимает только горизонтальные усилия и служит направляющей при посадке кузова на тележки. Пятник кузова вагона соединен с подпятником тележки замковым шкворнем. Шкворень (рис. 5.22) состоит из двух полушкворней и расположенной между ними замковой планки. Он позволяет быстро разъединить их, удалив вначале замковую планку, а затем оба полушкворня. Шкворень предупреждает отрыв

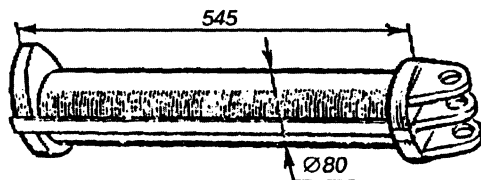


Рис. 5.22. Замковый шкворень

тележки от кузова и служит кроме того осью вращения тележки относительно кузова при прохождении кривых участков пути.

Установка надрессорной балки в среднее положение производится изменением длины продольных поводков. Регулируя длину поводка устанавливают требуемый зазор между вертикальными скользящими надрессорной балки и средними поперечными балками рамы. Для предотвращения падения надрессорной балки имеется предохранительная скоба.

Под котловую сторону вагона подкатываются тележки модели 68-875, под котловую — модели 68-876. Тележка модели 68-876 оборудована текстурно-карданным приводом к генератору от торца оси. Она имеет более жесткое подвешивание и концевую поперечную балку, на которой крепятся генератор, ведомый шкив привода с натяжным устройством и карданный вал.

Тележка модели 68-4065 (68-4066). Тележки подкатываются под вагоны с системой кондиционирования воздуха. Привод подвагонного генератора здесь повышенной мощности (32 кВт) и выполнен от средней части оси. Все остальные элементы тележек аналогичны тележкам 68-875 и 68-876.

Тележка типа КВЗ-ЦНИИ. Выпускалась до 1985 г. Отличается от тележки модели 68-875 (ТВЗ-ЦНИИ-М) прежде всего конструкцией и параметрами рессорного подвешивания. Незначительные изменения есть в конструкциях рамы и надрессорной балки.

В *буксовом подвешивании* под каждую наружную пружину устанавливается не одно, а два резиновых кольца. Между резиновыми кольцами размещено металлическое кольцо, предохраняющее их от истирания.

В *люлечном устройстве центрального подвешивания* (рис. 5.23) применяют двухзвенные сочлененные подвески, в которых и тяга-подвеска 4 и серьги 5 имеют возможность смещаться в поперечном направлении. Тяги-подвески крепятся шарнирно к боковым балкам рамы при помощи валика 3 и подшипников 2, которые расположены в упорах 1, приваренных к балке. Форма опорных валиков и проушин подвесок позволяет подвескам раскачиваться не только поперек, но и вдоль. В качестве упругих элементов используются трехрядные пружины, которые опираются на поддон через прокладки 6.

Предохранительное устройство люлечного подвешивания состоит из четырех болтов 5, проходящих внутри комплектов пружин. Болты Т-образными головками через резиновую шайбу 4 опираются на боковые балки рамы. Снизу на болты накрутывают гайки 7.

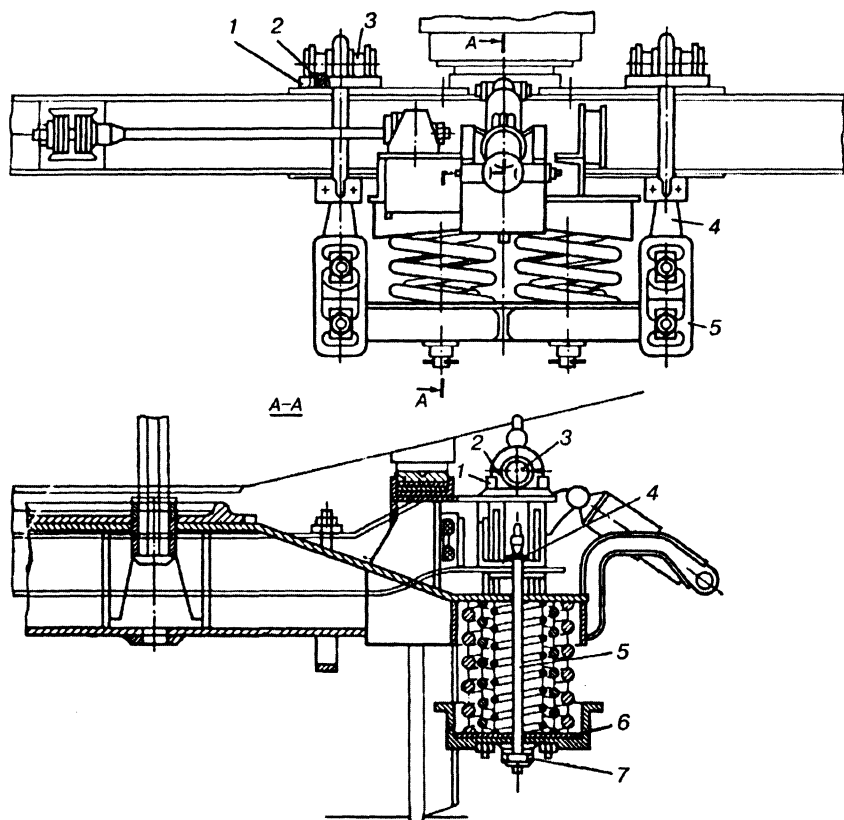


Рис. 5.23. Центральное подвешивание тележки типа КВЗ-ЦНИИ

Визуально тележка КВЗ-ЦНИИ отличается прежде всего конструктивным исполнением и местом расположения (снаружи на верхних полках боковых балок) узлов соединения подвесок с рамой, а также конструкцией люлечного предохранительного устройства (отсутствием предохранительных скоб и крюков у поддонов) и длиной серег.

Тележки КВЗ-ЦНИИ выпускались двух типов: КВЗ-ЦНИИ-I и КВЗ-ЦНИИ-II. Первая подкатывается под кузова вагонов с массой брутто до 60 т, а вторая — от 60 до 72 т. Различаются эти тележки по жесткости рессорного подвешивания (у тележки КВЗ-ЦНИИ-II

оно более жесткое) и по конструкции рамы. По внешнему виду тележки отличаются числом гасителей. У КВЗ-ЦНИИ-I с каждой стороны ставят по одному гидравлическому гасителю колебаний, а в КВЗ-ЦНИИ-II — по два.

Новые конструкции тележек пассажирских вагонов. Тверским вагоностроительным заводом разработаны для пассажирских вагонов нового поколения тележки моделей 68-4071 (68-4072) и 68-4075 (68-4076) соответственно для скоростей движения 160 и 200 км/ч. Техническая характеристика тележек приведена в табл. 5.3.

Рассматриваемые тележки спроектированы для подкатки под пассажирские вагоны магистральных железных дорог массой брутто до 62 т и обеспечивают повышенную плавность хода вагона.

Тележка модели 68-4071 (68-4072) — предназначены для пассажирских вагонов, эксплуатируемых со скоростью до 160 км/ч. Конструктивно они выполнены одинаково и различаются жесткостью рессорного подвешивания, а также наличием у тележки модели 68-4072 привода ручного тормоза и текстропно-карданного привода к генератору.

Тележка модели 68-4072 (рис. 5.24) состоит из двух колесных пар 1, четырех букс 6, буксового подвешивания 2, рамы 5, центрального подвешивания 3, надрессорной балки 4 и тормозного оборудования 7.

Таблица 5.3. Техническая характеристика новых конструкций тележек пассажирских вагонов

Показатель	Модель			
	68-4071	68-4072	68-4075	68-4076
Масса, т	6,85	7,30	7,10	7,15
База, мм	2500		2500	
Конструктивная скорость, км/ч	160		200	
Тип рессорного подвешивания	Двойное: центральное безлюлечное и буксовое			
Суммарный статический прогиб от массы брутто, мм	270	288	285	290
Тормоз	Дисковый		Дисковый, магнитно-рельсовый	
Габарит ГОСТ 9238	1-ВМ		1-ВМ	

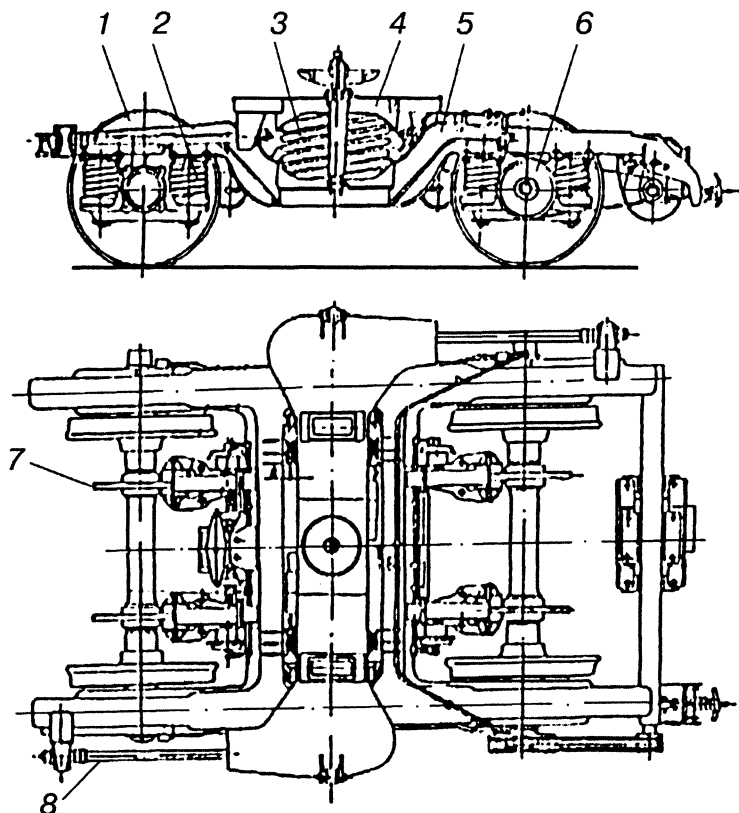


Рис. 5.24. Тележка модели 68-4072

Опора кузова производится на боковые скользящие надрессорной балки, связь надрессорной балки с рамой — посредством поводков 8.

Колесные пары оснащены тормозными дисками и противоюзными осевыми датчиками.

Рама — сварная с двумя продольными и двумя средними поперечными балками. Тележка имеет также концевую поперечную балку, на которой крепится генератор. На тележке модели 68-4071 концевая балка отсутствует. Продольные балки изогнуты посере-

дине, образуя горизонтальную площадку, к которой приварены поддоны для установки пружин центрального подвешивания.

Буксовое подвешивание — с цилиндрическими пружинами и фрикционными гасителями колебаний как у типовой тележки.

Центральное подвешивание — безлюлечное с четырьмя одно-рядными цилиндрическими пружинами и гидравлическими гасителями колебаний — двумя вертикальными и двумя горизонтальными, обеспечивающих раздельное гашение вертикальных и горизонтальных колебаний.

Тележка оборудована электропневматическим *дисковым тормозом* и имеет ручной тормоз. Дисковый тормоз выполнен из четырех отдельных клещевых механизмов. Каждый механизм состоит из тормозного цилиндра, рычагов, башмаков с фрикционными накладками и тормозного диска. Диски представляют собой кольца, соединенные внутренними ребрами, которые во время вращения создают поток воздуха, охлаждающего элементы тормоза.

Тележки моделей 68-4075 (68-4076) — предназначены для движения со скоростью до 200 км/ч.

В отличие от моделей 68-4071 (68-4072) в *буксовом подвешивании* рассматриваемых тележек (рис. 5.25) установлены вертикальные гидравлические гасители колебаний 1, двухрядные пружины 2 и продольные поводки 4 и 5, которые обеспечивают упругую связь буксы с рамой в продольном и поперечном направлениях

Центральное подвешивание по конструкции аналогично тележке модели 68-4071.

Колесные пары оборудованы тормозными дисками, противоюзными осевыми датчиками и тахогенератором.

Буксы специальной конструкции. С одной стороны они имеют кронштейн 6 для колебаний, крепления вертикально установленного гидравлического гасителя колебаний, а с другой — кронштейны для крепления поводков. Между верхней частью корпуса буксы и рамой расположены пружины 2. Буксы оснащены подшипниками кассетного типа.

Рама и надрессорная балка по конструкции аналогичны моделям 4071 и 4072.

Тележка оснащена двумя видами тормозов — *дисковым 7* и *магнитно-рельсовым 3*. Причем дисковый тормоз работает при служебном, а совместно с магнитно-рельсовым — при экстренном торможении. Кроме того тележка имеет ручной тормоз.

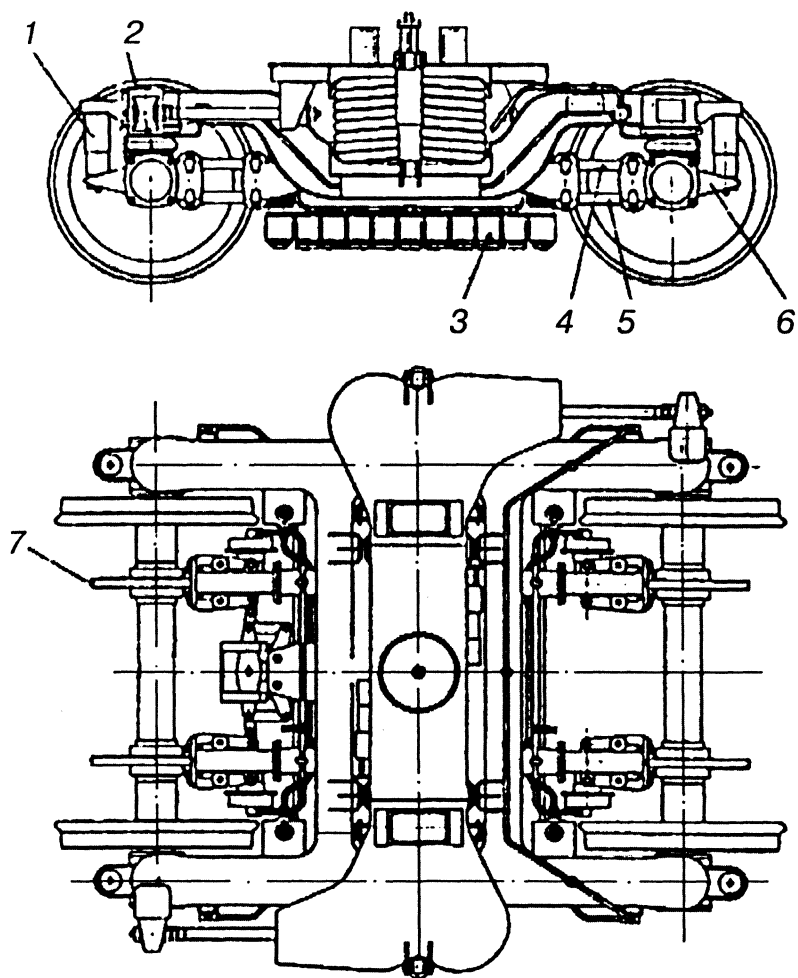


Рис. 5.25. Тележка модели 68-4075

Магнитно-рельсовый тормоз имеет башмаки и воздушные цилиндры-подъемники. Опускание башмаков обеспечивается сжатым воздухом, а подъем — пружинами, размещенными в подъемниках.

Большой статический прогиб и использование вязкого трения в обоих ступенях подвешивания обеспечивают высокие ходовые качества тележек при скоростях движения до 200 км/ч.

5.4. ПРИВОДЫ ГЕНЕРАТОРОВ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ

Все пассажирские вагоны локомотивной тяги оснащаются индивидуальной системой электроснабжения, к которой относятся генератор с приводом от оси колесной пары и аккумуляторные батареи. Электропитание вагона на стоянках осуществляется от блока аккумуляторных батарей, а во время движения — от генератора, приводимого во вращение от колесной пары. Приводы увеличивают частоту вращения якоря (ротора) в 3–4 раза по сравнению с частотой вращения колесной пары.

Приводы подвагонных генераторов должны обеспечивать: надежную работу, требуемую мощность в заданном скоростном режиме; иметь небольшую собственную массу и надежные предохранительные устройства, исключающие падение деталей на путь.

По расположению приводы бывают от торца или средней части оси колесной пары. Обычно приводы от торца оси применяются для генераторов малой мощности (5–8 кВт), а от средней части оси — большой мощности (38,4 кВт).

Применяются следующие типы приводов: ременные (плоскоременные, текстропно-редукторно-карданные, текстропно-карданные), редукторно-карданные (от торца оси, от средней части оси). Применение того или иного привода зависит от мощности и типа генератора, скорости движения поезда и года постройки вагона.

Ременные приводы подвагонных генераторов. *Плоскоременный привод* применяется на вагонах рефрижераторного подвижного состава и пассажирских вагонах прежних лет постройки, оборудованных генераторами мощностью 3,5–5,5 кВт. Привод этого типа (рис. 5.26) состоит из: двух шкивов 4 и 2, плоского ремня 3. Ведущий шкив 4 устанавливается на оси колесной пары, ведомый 2 меньшего диаметра на валу генератора. Ведущий шкив состоит из двух половин, которые стягиваются на оси четырьмя болтами. Между остью и шкивом устанавливают прокладки. Оба шкива имеют реборды, которые препятствуют соскакиванию ремней во время движения поезда. Рабочая поверхность шкивов имеет бочкообразную форму, уменьшающую растягивание ремней при прохождении вагоном кривых участков пути.

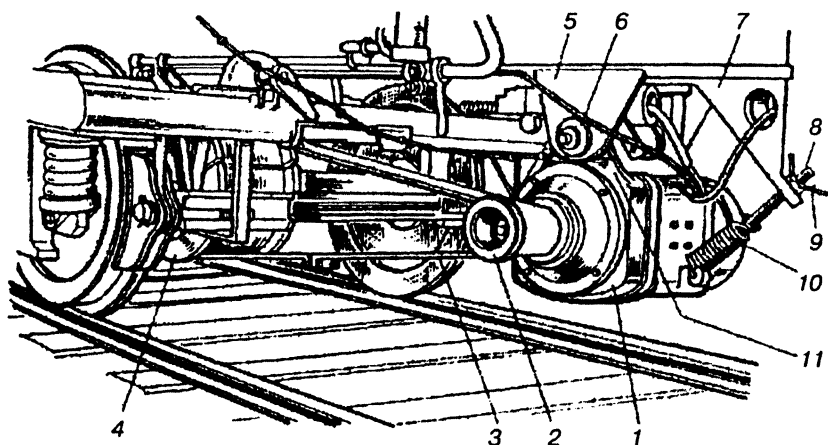


Рис. 5.26. Плоскоременный привод генератора РД-2Д:

1 — генератор; 2 — ведомый шкив; 3 — плоский ремень; 4 — ведущий шкив; 5, 7 — кронштейны; 6 — вал; 8 — натяжное устройство; 9 — рычажная гайка; 10 — пружина; 11 — проушина генератора

Плоский трехслойный ремень изготавливается из прорезиненной ткани шириной 110–125 мм. Длина ремня зависит от типа генератора 4,5–4,75 м. Концы ремня (рис. 5.27) 1 соединяются с помощью накладок 2, серег 4 и шпилек 3. На вагонах зарубежной постройки с помощью планок 5 и болтов 6.

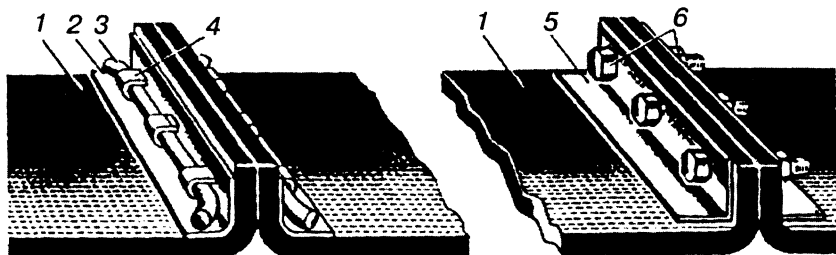


Рис. 5.27. Крепление концов плоского ремня:

1 — плоский ремень; 2 — накладка; 3 — шпилька; 4 — серга;
5 — планка; 6 — болты

Генератор подвешивается к раме кузова вагона с помощью вала 6 (см. рис. 5.26), проходящего через проушины 11 генератора и специальный кронштейн 5. Для натяжения ремней при движении поезда имеется натяжное устройство, состоящее из пружины 10, натяжного устройства 8, рычажной гайки 9 и кронштейна 7.

К достоинствам плоскоремennого привода относятся простота конструкции, небольшие затраты на изготовление, а к недостаткам — ограниченная передаваемая мощность, быстрый износ и проскальзывание ремней, сложная регулировка натяжения ремня.

Текстропно-редукторно-карданный привод (ТРКП) — наиболее надежный привод. Этими приводами оснащаются пассажирские и почтовые вагоны. Привод монтируют на одной стороне тележки КВЗ-ЦНИИ (рис. 5.28). К нему относятся: ведущий шкив 1, закрепленный на торце оси; четыре приводных ремня 3; ведомый шкив 2, посаженный на конусную часть вала редуктора 4; натяжное устройство 5; карданный вал 6; генератор 7 и предохранительные устройства 8 вала и генератора.

Ведущий шкив (рис. 5.29, а) представляет собой литой цилиндр 1, на поверхности которого имеются четыре канавки для

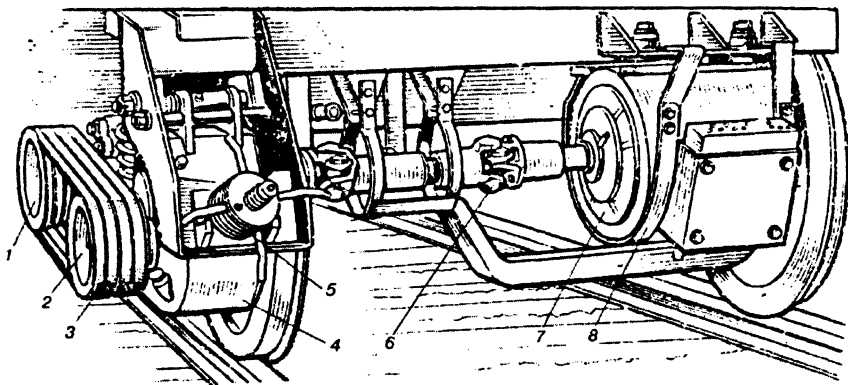


Рис. 5.28. Расположение текстрно-редукторно-карданного привода:
1 — ведущий шкив; 2 — ведомый шкив, 3 — четыре приводных ремня; 4 — редуктор; 5 — натяжное устройство; 6 — карданный вал; 7 — генератор; 8 — предохранительные устройства

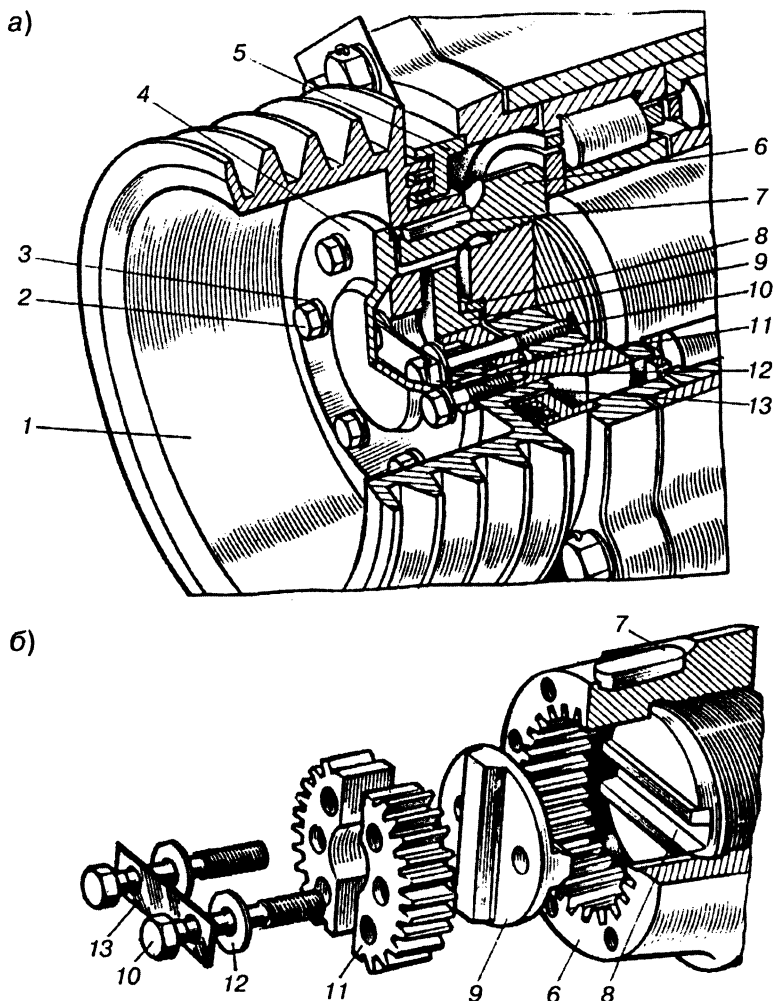


Рис. 5.29. Ведущий шкив ТРКП:

a — общий вид; *б* — детали крепления ведущего шкива:

1 — ведущий шкив; *2* — болт; *3* — шайба; *4* — крышка; *5* — крепительная крышка с лабиринтами; *6* — зубчатая гайка; *7* — призматическая шпонка; *8* — клин; *9* — крестовина; *10* — болт; *11* — зубчатый сектор; *12* — тарельчатая пружина; *13* — стопорная пластина

размещения клиновых ремней. Средняя торцовая часть шкива выполнена в виде втулки с лабиринтовыми канавками, которые входят в лабиринты крепительной крышки 5. Шкив на торце оси крепится при помощи зубчатой гайки 6, призматической шпонки 7, клиньев 8, крестовины 9, болтов 10, двух зубчатых секторов 11, тарельчатых пружин 12 и стопорной пластины 13. Болты 10 ввертывают в торец зубчатых секторов 11.

Торцовое крепление шкива закрывают крышкой 4, которая укреплена при помощи шести болтов 2 с шайбами 3.

Зубчатая гайка 6 представляет собой конусную втулку с резьбой на внутренней поверхности, которой (рис. 5.29, б) она навертывается на шейку оси. С другой стороны внутри гайки имеются зубья, которыми она соединяется с секторами 11. Каждый сектор имеет три отверстия с нарезкой для болтов. На торце оси ставят два клина 8, между которыми образуется паз для постановки крестовины 9. Второй выступ крестовины располагается между секторами 11.

Ведомый шкив 12 (рис. 5.30) привода крепится на конусную часть вала 8 редуктора, корпус 9 которого сварной. Внутри его размещены валы 8 и 5 с большим 7 и малым зубчатыми колесами, предназначенными для изменения частоты вращения ведомого вала. Вал 5 изготовлен заодно целое с малым зубчатым колесом, а на валу 8 надето большое зубчатое колесо 7. Валы вращаются в подшипниках 1, 4 и 10, 11. На валу 5 закреплена муфта 6, с помощью которой редуктор соединяется с карданным валом, передающим вращение генератору. Редуктор подвешен к кронштейнам рамы тележки шарнирно с помощью вала 2, размещаемого во втулках 3. Шарнирная подвеска редуктора позволяет производить натяжение ремней с помощью специального устройства.

В днище корпуса 9 редуктора имеется отверстие с пробкой для слива масла. В верхней части корпуса установлен сапун, связывающий внутреннюю полость с атмосферой и не допускающий повышения в нем давления. Зубчатые колеса редуктора смазываются смазкой ТС-10-ОТП ВТУ 38-1-149-68, а подшипники валов — смазкой ЛЗ ЦНИИ. В приводе используются ремни типа В2360Т.

Применение редуктора в приводе позволило увеличить передаточное отношение до 4,1, благодаря чему генератор включается при минимальных скоростях движения 37–42 км/ч.

Текстროпно-карданный привод (ТКП). На пассажирских вагонах постройки 1963–1964 гг. Калининским вагоностроительным

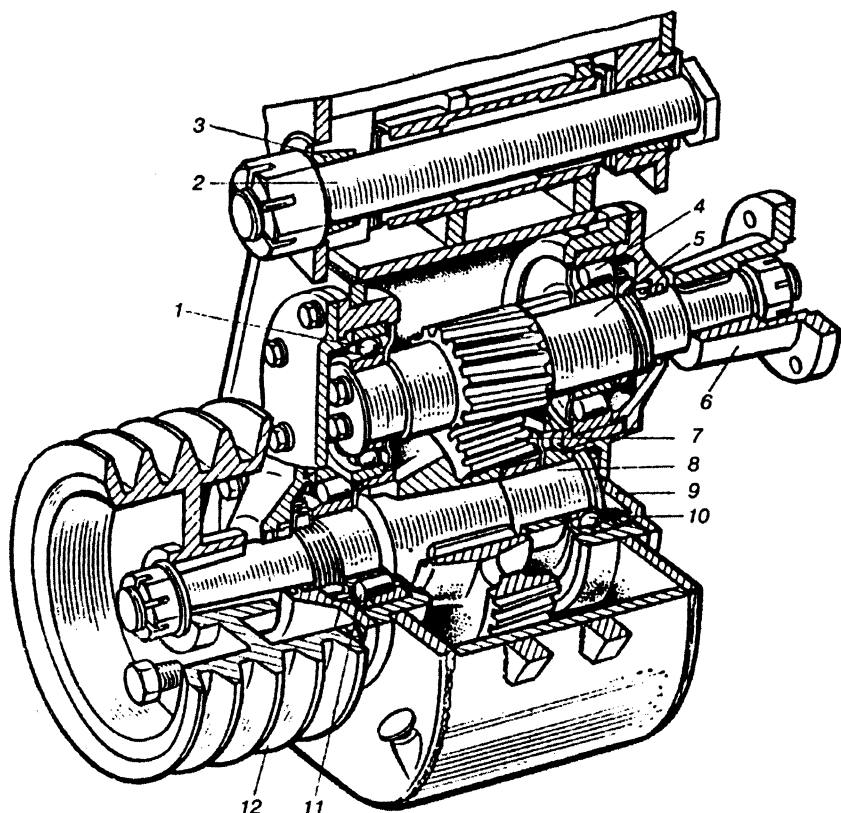


Рис. 5.30. Ведомый шкив ТРКП:

1 — подшипник шариковый; 2 — вал крепежный; 3 — втулка; 4 — подшипник роликовый; 5 — вал ведомый; 6 — муфта; 7 — колесо зубчатое; 8 — вал ведущий; 9 — корпус редуктора; 10 — подшипник шариковый; 11 — подшипник роликовый; 12 — шкив ведомый

заводом устанавливались другие типы приводов (безредукторные). Такие приводы были двух разновидностей: от торца и от средней части оси.

Эксплуатация таких приводов показала, что в связи с недо-

статочным передаточным отношением (1,78–2,4) генератор включается только при скорости движения свыше 85 км/ч.

С 1994 г. на пассажирских вагонах применяются текстропно-карданные приводы (ТК-2), обеспечивающие передачу мощности при скоростях от 40 до 160 км/ч. Передаточное отношение 2,7.

Текстропно-карданный привод (ТК-2) состоит из (рис. 5.31): ведущего шкива 1, пяти клиновых ремней 2, ведомого шкива 3, натяжного устройства 4, предохранительных скоб карданного вала 5, карданного вала 6, предохранительных скоб генератора 7, генератора 8, подвесок генератора 9. Привод ТК-2 отличается от ТРКП тем, что: ведущий шкив привода ТК-2 по диаметру больше ведущего шкива ТРКП; ведомый шкив привода ТК-2

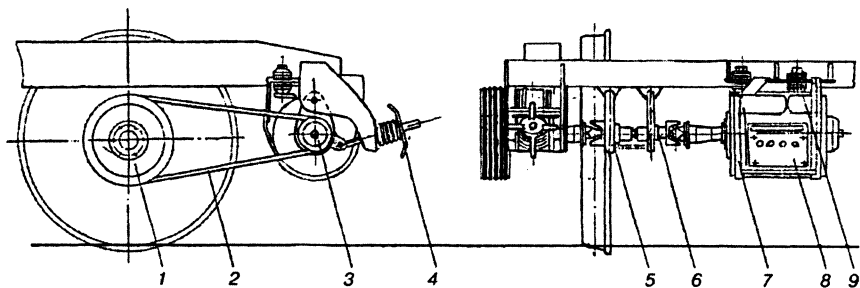


Рис. 5.31. Текстропно-карданный привод (ТК-2):

1 — ведущий шкив; 2 — клиновые ремни; 3 — ведомый шкив; 4 — натяжное устройство; 5 — предохранительные скобы карданного вала; 6 — карданный вал; 7 — предохранительные скобы генератора; 8 —

меньше ведомого шкива ТРКП. Вместо редуктора применен промежуточный вал (рис. 5.32). Количество ремней — пять, вместо четырех у ТРКП. Крепление ведущего шкива, конструкция натяжного устройства, карданного вала привода ТК-2 аналогично ТРКП.

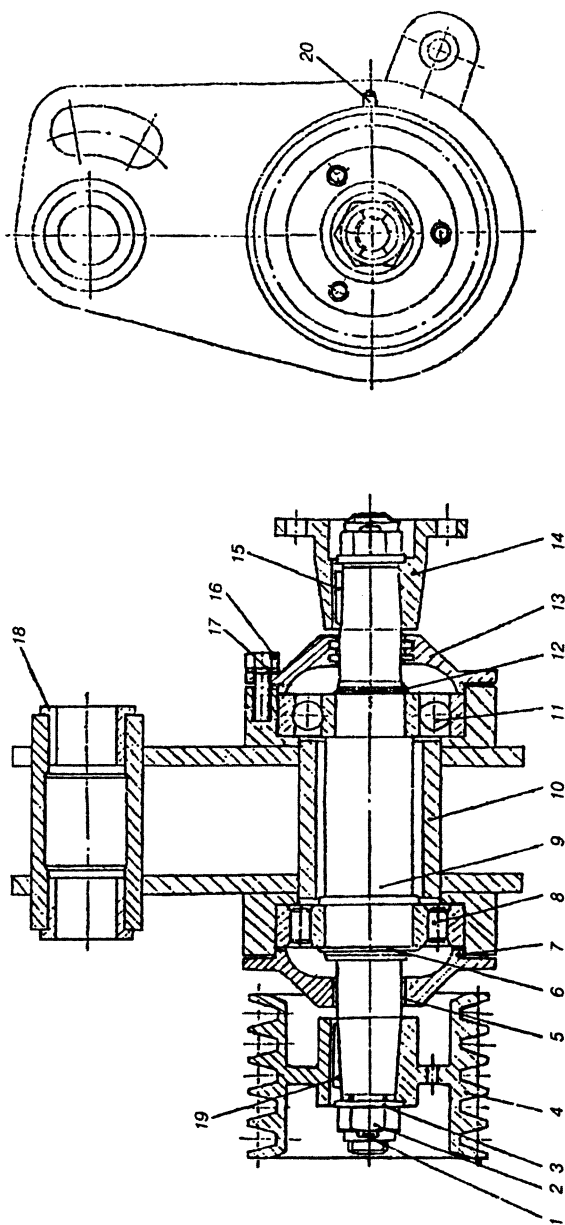


Рис. 5.32. Узел ведомого шкива:

1 — шплинт; 2 — гайка; 3 — шайба; 4 — ведомый шкив; 5 — войлочное кольцо; 6, 12 — пружинное кольцо; 7 — уплотнительное кольцо; 8 — роликовый подшипник; 9 — промежуточный вал; 10 — корпус; 11 — шариковый подшипник; 13 — крышка; 14 — фланец; 15, 19 — шпонка; 16 — болт; 17 — шайба; 18 — втулка; 20 — масленка

Редукторно-карданные приводы подвагонных генераторов. На пассажирских вагонах без кондиционирования воздуха, при передаче мощности до 10 кВт привод монтируется на торце оси и прикрепляется к корпусу буксы через промежуточную часть. Такое устройство имеют типы приводов, изготавливаемых на заводах им. Егорова (С.-Петербург), Фага (Германия), РК редукторно-карданный (Польша). Для генератора мощностью 20 кВт и более привод устанавливают на средней части оси через упругие прокладки, и применяется он на пассажирских вагонах с установками кондиционирования воздуха (УКВ).

Редукторно-карданный привод от торца шейки оси (рис. 5.33) имеет генератор 9, закрепленный на раме тележки под углом 6° к горизонтали, соединенный с редуктором 1 карданным валом 6, снабженным эластичными шарнирами 4 и 8. Для исключения падения карданного вала на путь предусмотрены предохранительные скобы 5 и 7. Редуктор имеет отверстия 2 для заливки масла, закрытое пробкой, и отверстие 3 для слива масла, закрытое пробкой с магнитом, собирающим частицы металла, образующиеся при износе деталей редуктора.

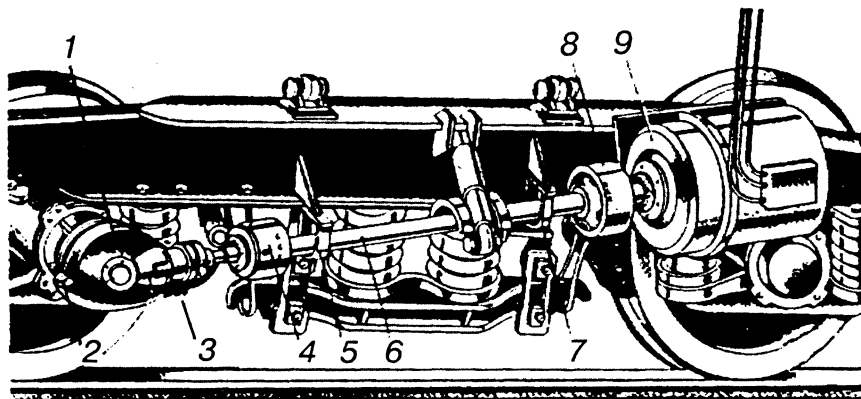


Рис. 5.33. Расположение редукторно-карданного привода от торца оси на тележке:

1 — редуктор; 2 — отверстие для заливки масла; 3 — эластичный шарнир; 5 — предохранительная скоба; 6 — карданный вал; 7 — предохранительная скоба; 8 — эластичный шарнир; 9 — генератор

С 1964 г. на тележках КВЗ-ЦНИИ устанавливают редуктор типа РК-6. Его конструкция подобна редукторам РК-1, РК-1А, но внесены некоторые изменения: улучшена система смазки, в зоне переднего подшипника установлен термодатчик и увеличена ширина масло-ограничительной шайбы в верхней ее части. Для размещения привода типа РК-6 ось колесной пары укорочена, что изменило конструкцию узла соединения редуктора с буксой. Между торцами промежуточного и наружного колец буксового подшипника установлена маслобойная шайба; предохраняющая резиновые части муфты сцепления от попадания смазки.

Редуктор РК-6 (рис. 5.34) имеет промежуточную часть 23, прикрепленную болтами 28 на торце буксы колесной пары. Внутри промежуточной части размещена эластичная муфта, соединяющая редуктор с осью. Муфта состоит из стальной ступицы 30, диска 31 и резинового уплотнения 24, которое привулканизировано к ступице и диску. Ступица соединяется с осью колесной пары ведомым клином 25, который входит в зацепление с ведущим кли-

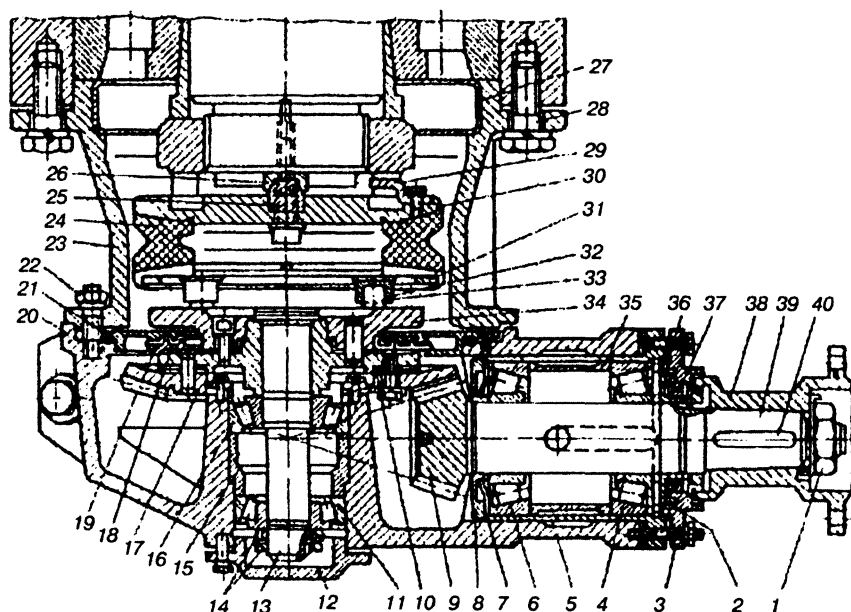


Рис. 5.34. Редуктор типа РК-6

ном 26. Клинья крепятся к торцу оси болтами. На диске 31 имеются четыре втулки 32, в которые входят пальцы 33 диска 34.

Букса отделена от промежуточной части шайбой 27. Самоотворачивание гайки на колесной паре предотвращает скоба 29, прикрепленная к эластичной муфте.

Корпус редуктора 20 литой, стальной. В нем размещена пара конических шестерен, передающих вращение от колесной пары вагона на генератор. На вал 13 напрессована ступица 18, к которой болтами крепится венец 17 большой шестерни. Вал вращается в двух конических подшипниках 11 и 16, разделенных между собой дистанционной втулкой 15. Подшипники фиксируются на валу гайками 14 со стопорными шайбами. К корпусу крепится крышка 12.

Подшипники и конические шестерни смазываются разбрызгиванием масла, залитого в корпус редуктора. Вытеканию масла из редуктора в промежуточную часть препятствует лабиринтное кольцо 21. Зазор между кольцом 19 и лабиринтным кольцом регулируется прокладками 10.

Малая коническая шестерня 9 изготовлена заодно с валом 39. Вал вращается в конических подшипниках 4 и 6, установленных в подшипниковую втулку 5, разделенную дистанционной втулкой 35. В полость между кольцами 7 и 8 попадает масло, разбрызгиваемое большой шестерней. Излишки масла стекают в корпус редуктора по каналам. Корпус редуктора крепится к промежуточной части болтами 22. На конус 39 вала насажена ступица 38. Ступица фиксируется шпонкой, установленной в отверстие 40 и гайкой 1. Подшипниковая втулка 5 закрывается крышкой 3 с уплотнительным кольцом 37, прокладкой 36 и лабиринтным кольцом 2. Для контроля за нагревом подшипников в корпус редуктора вворачивается термоматчик.

Приводной вал (рис. 5.35) представляет собой трубу 9 с двумя упругими резинометаллическими шарнирами, укрепленными на ней при помощи шпонки 4 и гайки 1 со стопорной шайбой 13 на концах конусных наконечников 8. Вал передает вращение от редуктора к валу генератора, а его резиновые вкладыши служат для компенсации перемещений редуктора и генератора при движении вагона, гашения ударных и инерционных нагрузок, а также для предотвращения заклинивания вала. При заклинивании вала происходит разрушение резинового вкладыша шарнира, передача вращения оси колесной пары валу генератора прекращается и приводной вал опускается на предохранительные скобы, прикрепленные к раме тележки.

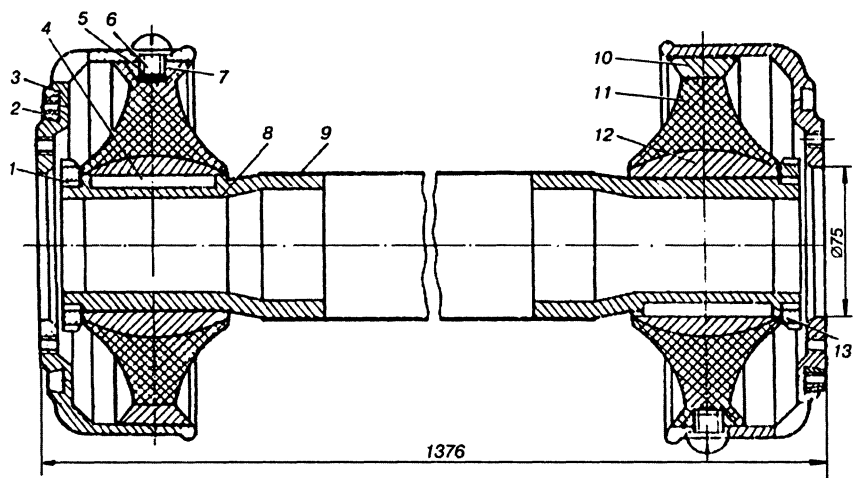


Рис. 5.35. Приводной вал:

1 — гайка; 2 — уравнивающие грузы; 3 — корпус; 4 — шпонка; 5 — регулировочные прокладки; 6 — болт; 7 — металлические заглушки; 8 — конусные наконечники; 9 — труба; 10 — металлические сегменты; 11 — вкладыш; 12 — ступица; 13 — стопорная шайба

Резинометаллический шарнир состоит из пяти металлических сегментов 10, ступицы 12 и привулканизированного к ним вкладыша 11 из масло-морозостойкой резины. Перед вулканизацией резьбовые отверстия сегментов закрывают металлическими заглушками 7. Вкладыш 11 по наружной поверхности скреплен с корпусом 3 болтами 6 с пружинными шайбами под их головками. При необходимости между корпусом муфты и вкладышем ставят регулировочные прокладки 5. В конусном пазу корпуса винтами укреплены уравнивающие грузы 2.

Редукторно-карданные приводы от средней части оси (рис. 5.36) устанавливают на тележках пассажирских вагонов, оборудованных установками кондиционирования воздуха. Редуктор такого привода монтируют на средней части оси, вращение от которой через пару конических шестерен передается карданному валу, муфте сцепления и якорю генератора. Для предохранения от падения на путь редуктора и карданного вала установлены кронштейны со скобами и подвесной поддон. Генератор под вагоном подвешен к сварной раме, которая крепится к раме кузова при помощи болтов с резиновыми кольцами.

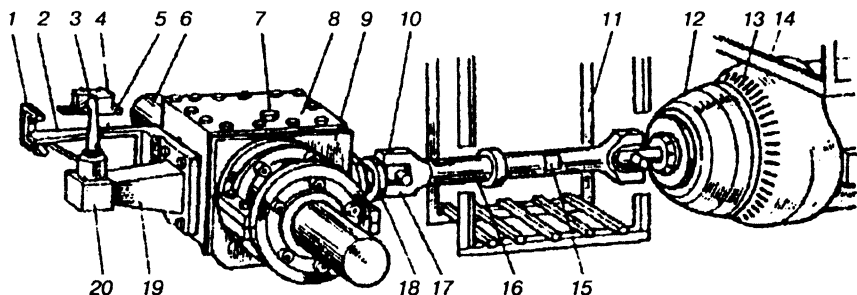


Рис. 5.36. Привод с редуктором EUK-160-1M:

1 — опорная скоба; 2 — предохранительный кронштейн; 3 — шаровая головка опоры момента; 4 — резиновый вкладыш (амортизатор); 5 — стержень опоры; 6 — ось колесной пары; 7 — клапан; 8 — крышка корпуса редуктора; 9 — редуктор; 10 — масленка карданного вала; 11 — подвесная рама; 12 — фрикционная муфта; 13 — генератор; 14 — рама; 15 — масленка шлицевого соединения; 16 — карданный вал; 17 — шарниры карданного вала; 18 — фланец карданного вала; 19 — кронштейн момента опоры; 20 — корпус момента опоры

Привод с редуктором EUK-160-1M монтируют на тележках КВЗ-ЦНИИ при максимальной мощности генератора 38,4 кВт. В корпусе редуктора (рис. 5.37) монтируется полый вал 9 вместе с ведущей конической шестерней 10, которая укреплена на фланце вала. Собранный вал надевают на среднюю часть оси и укрепляют двумя резиновыми кольцами 6. Кольца прижимаются к разъемным корпусам 5 через неразъемные кольца. Разъемные корпуса и резиновые кольца скреплены между собой болтами с корончатыми гайками, а с фланцами приводных колес 7 полого вала они соединены при помощи восьми болтов и двух направляющих штифтов. Приводные кольца 7 закреплены на полом валу посредством тугой посадки в горячем состоянии и зафиксированы призматическими шпонками.

Осевые и радиальные нагрузки, действующие на шестерню, воспринимаются подшипниками 8. Внутренние кольца подшипников ставятся на горячей посадке, а наружные — зажаты между упорами монтажных стаканов дистанционными кольцами и крышками с приводными кольцами 7. Зазор в зацеплении шестерен регулируется кольцами 11. Малая ведомая шестерня 3 изготовлена вместе с валом, установленным в подшипниках. Наружное кольцо подшипника запрессовано в отверстие прилива редуктора, а внутреннее — уста-

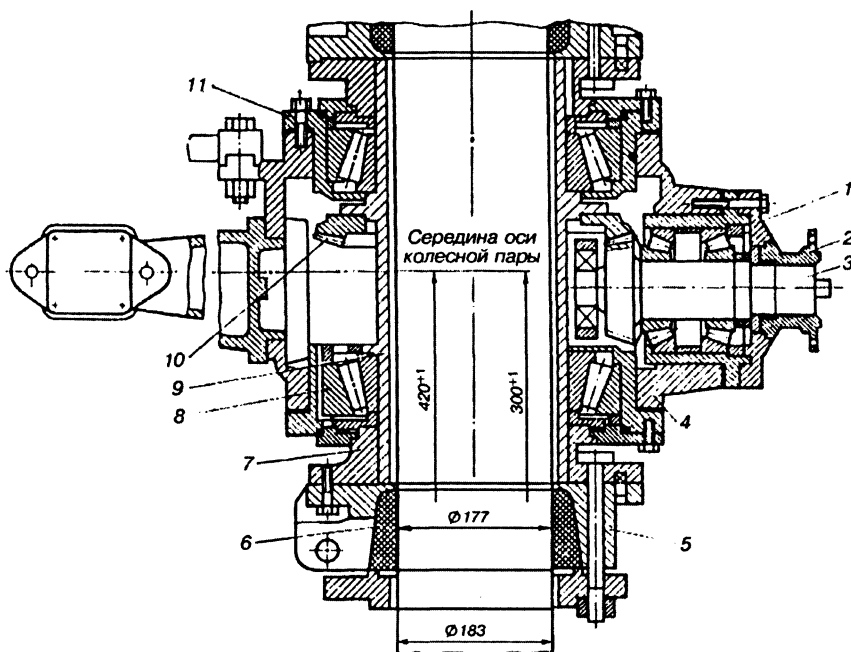


Рис. 5.37. Редуктор типа EUK-160-1M

новлено на хвостовике шестерни и застопорено пружинными кольцами. Наружные кольца подшипников зажаты буртами монтажного стакана, дистанционной втулкой, упорными кольцами, шайбами и крышкой 1. Внутренние кольца этих подшипников посажены горячим способом. Кольцо заднего подшипника упирается в шестерню через маслоотбойную шайбу, а переднего — в гайку. На шлицевой хвостовик шестерни посажена ступица втулки 2, которая упирается в лабиринтное кольцо. Уплотнение вала обеспечивается резиновым кольцом. Собранный блок малой шестерни после установки в корпус скрепляют с ним девятью болтами. Зазор зацепления шестерен регулируют полукольцами.

Корпус редуктора 4 закрыт крышкой, которая прикреплена к нему болтами. Масло в редуктор заливается через верхнее отверстие, а сливается через отверстие внизу. Разбрызгиваемая смазка стекает в накопители и каналы, расположенные в корпусе и других деталях редуктора, откуда попадает в подшипники, а затем

обратно в картер. Для совмещения маслоподающих и сливных отверстий в крышках ставят контрольные штифты, а снаружи на корпусе наносят риски. Для сброса излишнего давления в картере на верхней крышке установлен сапун. На корпусе редуктора с противоположной стороны блока малой шестерни укреплены предохранительный кронштейн и опора.

Карданный вал предназначен для передачи вращения от колесной пары на вал подвагонного генератора. Вилки 1 и 4 (рис. 5.38) шарнирно связаны между собой крестовиной 3, имеющей четыре шипа, взаимно расположенных под углом 90° . Шипы входят в игольчатые подшипники, корпуса 22 которых запрессованы в отверстие вилок и застопорены пружинными кольцами 2. Иглы 21 удерживаются в стакане упорной шайбой, опирающейся на пробковый самоподжимный сальник 20. Обойма сальника 19 упирается в буртик шипа крестовины.

Игольчатые подшипники смазываются от пресс-масленки 23, которая закрывается резиновым колпаком. Центрирование вала при его соединении обеспечивается кольцевыми выточками, которые расположены на торцах вилок. Вилка 4 одного шарнира приварена к трубе 6, а труба — к шлицевому наконечнику 11. Шлицевое соединение смазывается от масленки 9. Сальники 14 и 15 не допускают вытекания смазки. Сальники закрывают колпачком 17. Шлицевое со-

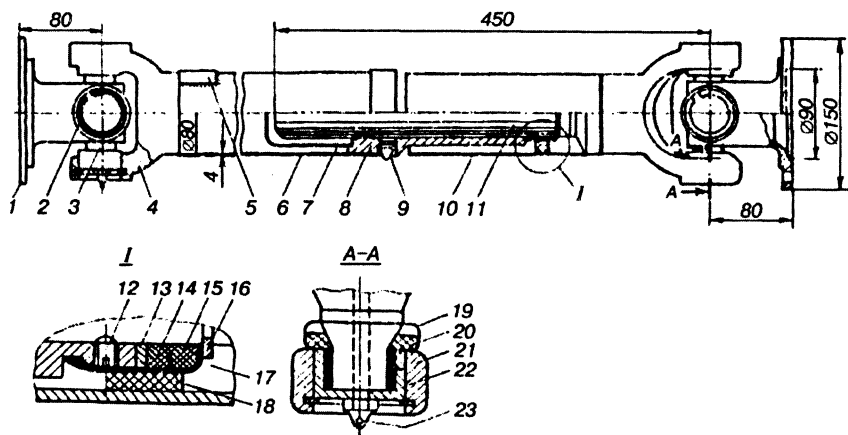


Рис. 5.38. Карданный вал

единение редуктора защищено металлическим чехлом 10, к которому прижато войлочное кольцо 18. Для того чтобы избежать биения вала, перед установкой на вагоны он подвергается балансировке. На обоих концах трубы приварены пластины 5, а на хвостовике переднего (со стороны редуктора) шарнира и шлицевой втулке вала выбиты стрелки. При сборке стрелки должны быть совмещены, для чего один из шлицов наконечника срезан, а во втулку ввернут винт 12. Здесь же установлена профильная шайба 15, ограничительное кольцо 16, установочный винт 12.

Фрикционная муфта сцепления (см. рис. 5.36) отключает вал генератора от карданного вала при малых скоростях движения и на стоянках, что дает возможность вращать генератор от асинхронного двигателя. Муфта подключает карданный вал привода к валу генератора при скорости движения 40 км/ч. Кроме того, муфта сцепления является эластичным и предохранительным элементом привода, автоматически отключающим вал генератора от карданного вала при резком торможении поезда и неисправности привода.

Муфта сцепления имеет два диска: диск трения, который жестко закреплен на валу генератора с помощью шпонки и корончатой гайки, и нажимной диск, связанный с карданным валом и имеющий резиновую прокладку с фрикционной накладкой. Внутренний механизм муфты вращается в двух шарикоподшипниках, для смазки которых служат два ниппеля с шариковым клапаном. На нажимной диск действуют шесть нажимных и шесть возвратных пружин. Возвратные пружины служат для выключения сцепления.

Работа муфты сцепления основана на действии центробежной силы, возникающей при вращении кулачков, и противодействующей силы нажимных и возвратных пружин. Когда муфта не вращается, давление пружин на нажимной диск уравновешено давлением возвратных пружин, передающемся через упоры кулачков. В этом случае между фрикционным кольцом нажимного диска и диском трения образуется зазор 1 мм; таким образом, вал генератора отключается и может свободно вращаться от асинхронного двигателя. При движении вагона карданный вал вращает механизм муфты, при этом кулачки под действием центробежной силы расходятся, сжимая возвратные пружины.

Когда усилие нажимных пружин превысит усилие возвратных, нажимной диск с фрикционными накладками продвинется в сторону диска трения и начнет прижиматься к нему, передавая вращающий момент от карданного вала валу генератора.

С 1978 г. на вагонах постройки Германии с генератором переменного тока DGG-4435 применяется привод типа WBA-32/2 (рис. 5.39) который состоит из редуктора 7, карданного вала 6 и предохранительной эластичной муфты 4. Генератор 2 крепится к раме 3 и имеет предохранительные скобы 1. Подвесная рама 5 предохраняет карданный вал от падения на путь при повреждениях.

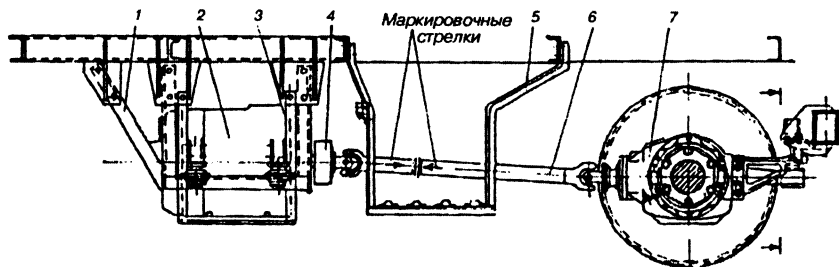


Рис. 5.39. Привод типа WBA-32/2

Редуктор (рис. 5.40) устроен и монтируется на вагоне в основном также, как и редуктор типа ЕUK-160-1М.

Серьезный недостаток существующих приводов с шарнирной подвеской генератора — зависимость тяговой способности от направления движения вагона. Только в приводах ТРКП это различие обусловлено шарнирной подвеской редуктора. При работе генератора под нагрузкой из-за разницы вращающих моментов на входном и выходном валах в редукторе возникает реактивный момент, который увеличивает натяжение при верхней ведущей ветви передачи и уменьшает его при нижней.

Для уменьшения влияния этого реактивного момента на натяжение передачи разработано натяжное устройство с дополнительной пружиной повышенной жесткости, которая включается в работу при воздействии реактивного момента в сторону уменьшения натяжения передачи.

Внедрение этого устройства позволило стабилизировать величину натяжения при нижней ведущей ветви, однако достигнуть требуемой мощности не удалось. Кроме этого, усложнение конструкции привода привело к увеличению затрат на его ремонт и обслуживание. Крепление ведущего шкива на шейке оси сдерживает внедрение унифицированной оси для всего подвижного состава.

Таким образом, эксплуатирующиеся в настоящее время приводы вагонных генераторов, отличаясь большим конструктивным разнообразием, в полной мере не отвечают требованиям, предъявляемым к ним. Исследования показывают, что наиболее перспективен привод от средней части оси с разъемными или клиновыми ремнями и размещением генератора на раме тележки.

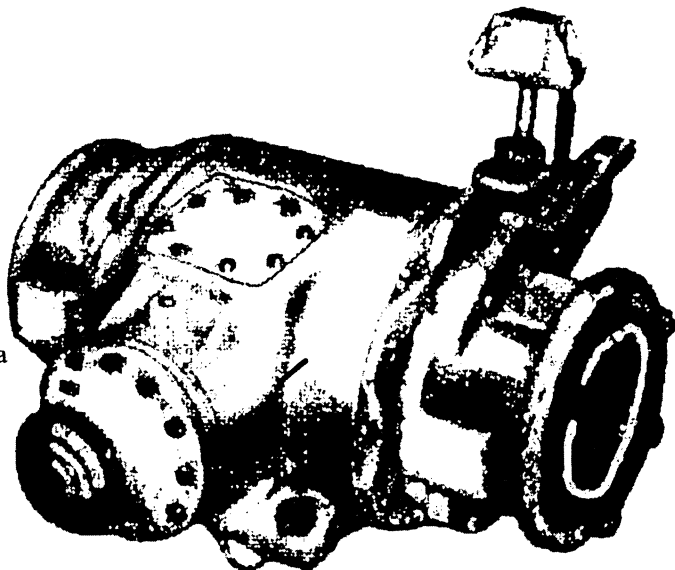


Рис. 5.40.
Редуктор типа
WBA-32/2

5.5. РАСЧЕТ ДЕТАЛЕЙ ТЕЛЕЖЕК ВАГОНОВ

Расчетные нагрузки. Для обеспечения высокой надежности и особенно безотказной эксплуатации вагонов согласно требованиям Норм все несущие элементы рам тележек и надрессорные балки рассчитывают на восприятие неблагоприятного сочетания максимальных сил. Основными же расчетными нагрузками для них являются вертикальные, учет которых при расчете в первом приближении позволяет оценивать их прочность.

Вертикальные статическая и динамическая нагрузки на рассматриваемый элемент тележки определяются по формулам (1.29)

и (1.30) соответственно. При этом, для тележек грузовых вагонов, проектируемых с учетом возможности их использования в вагонах различных типов, вес вагона брутто определяют по формуле

$$P_{\text{бр}} = m_{\text{o}} p_{\text{o}}, \quad (5.1)$$

где m_{o} — осноть вагона;

p_{o} — допускаемая осевая нагрузка от колесной пары на рельсы.

Действующие на вагон боковые и продольные инерционные силы приложены на различной высоте, поэтому они создают относительно рассматриваемого элемента моменты, которые могут увеличить вертикальную загрузку этого элемента за счет частичной разгрузки других.

Центробежная сила, действующая в кривых, вызывает дополнительное вертикальное нагружение элементов тележек с одной стороны вагона и соответствующее разгружение с другой. Величина такого дополнительного нагружения — *вертикальная нагрузка от центробежной силы* — определяется по формуле

$$P_{\text{б}} = \frac{H_{\text{ц}} h_{\text{ц}}}{mb}, \quad (5.2)$$

где $H_{\text{ц}}$ — центробежная сила вагона: при вычислении ее для рассматриваемой части тележки по формуле (1.39) вместо $P_{\text{бр}}$ подставляется $(P_{\text{бр}} - P_{\text{ч}})$, т.е. числитель формулы (1.29);

$h_{\text{ц}}$ — вертикальное расстояние от места приложения силы $P_{\text{б}}$ до точки приложения силы $H_{\text{ц}}$;

m — число одноименных параллельно нагруженных элементов, расположенных с одной стороны вагона;

b — расстояние между точками приложения сил $P_{\text{б}}$ дополнительного нагружения и разгружения рассчитываемого элемента тележки.

Дополнительное вертикальное нагружение передней по ходу движения тележки и такое же разгружение задней тележки вызывают продольные силы инерции. Величина такого дополнительного нагружения — *вертикальная нагрузка от продольных сил инерции* — рассчитывается по формуле (1.35).

Расчет необходимого момента трения в скользянах. Усилия от кузова на тележку передаются посредством пятников либо других устройств, воспринимающих вертикальные и горизонтальные (продольные и боковые) силы. Кроме того, при вписывании ваго-

на в кривые участки пути и действии боковых колебаний кузова относительно тележек часть нагрузки передается на скользуны. В некоторых конструкциях тележек сила тяжести кузова передается полностью через опорные скользуны. В этом случае извилистое движение тележек подавляется за счет момента сил трения, возникающего в опорах в горизонтальной плоскости, что благоприятно сказывается на повышении плавности хода вагона. Поэтому конструкции с полным или частичным опиранием кузова на скользуны тележек находят все большее распространение в пассажирских, а также грузовых вагонах.

Необходимый момент трения, возникающий в скользунах при повороте тележки относительно кузова в горизонтальной плоскости, рекомендуется определять по формуле:

$$M_{\text{тр}} = \frac{m_{\text{бр}} v^2}{2} \left(1 + \frac{2m_{\text{т}}}{m_{\text{бр}}} \right) \frac{ns}{D_{\text{к}}} \frac{\delta}{2l_{\text{т}}}, \quad (5.3)$$

где $m_{\text{бр}}$ — масса вагона брутто;

v — скорость движения вагона, м/с;

$m_{\text{т}}$ — масса одной тележки;

n — расчетная коничность поверхности катания колеса: для стандартного профиля $n = 0,05$;

s — половина расстояния между кругами катания колесной пары, м;

$D_{\text{к}}$ — диаметр колеса по кругу катания, м;

δ — расчетное значение поперечного зазора колесной пары в рельсовой колее на прямом участке пути, $\delta = 0,020$ м;

$2l_{\text{т}}$ — база тележки, м.

Расчет надрессорной балки тележки грузового вагона. Надрессорная балка рассматривается как балка, свободно лежащая своими концами на двух опорах — рессорных комплектах (рис. 5.41, а). При этом, основным является ее расчет на изгиб в вертикальной плоскости.

Возможны две схемы нагружения балки в вертикальной плоскости:

1) при движении вагона по прямой (см. рис. 5.41, б), когда отсутствует центробежная сила и вся вертикальная нагрузка передается через подпятник;

2) при движении вагона в кривой (см. рис. 5.41, в), когда действует центробежная сила, вызывающая наклон кузова на боко-

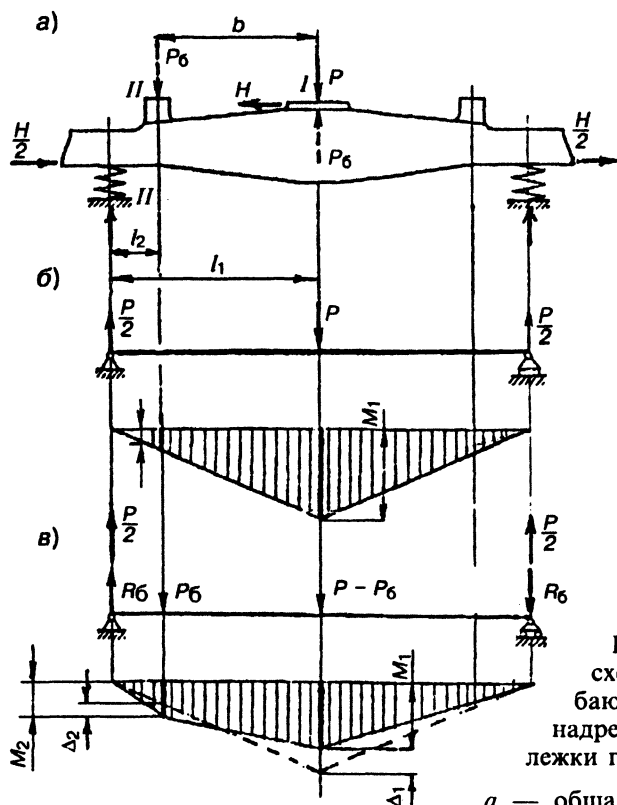


Рис. 5.41. Расчетные схемы и эпюры изгибающих моментов для наддрессорной балки тележки грузового вагона:

a — общая схема загрузки наддрессорной балки; *б* — первая схема загрузки; *в* — вторая схема загрузки

вые скользуны. При этом вертикальная нагрузка распределяется между подпятником и скользуном.

Первая из этих схем нагружения неблагоприятна для прочности среднего сечения балки, вторая — для сечения по скользуну.

В первой схеме нагружения расчет балки производится на действие силы P , приложенной к центру подпятника:

$$P = P_{\text{ст}} + P_{\text{д}} + P_{\text{и}}. \quad (5.4)$$

где $P_{\text{ст}}$, $P_{\text{д}}$ и $P_{\text{и}}$ — вертикальные нагрузки — статическая, динамическая и от сил инерции.

Сила P уравнивается двумя реакциями, величиной $P/2$.

Расчетными сечениями наддрессорной балки являются сечения: $I-I$ — по середине балки; $II-II$ — по скользяну.

Изгибающие моменты в расчетных сечениях:
по середине балки ($I-I$)

$$M_1 = \frac{P}{2} l_1; \quad (5.5)$$

по скользяну ($II-II$)

$$M_2 = \frac{P}{2} l_2; \quad (5.6)$$

где l_1, l_2 — расстояния от центра рессорного комплекта до расчетных сечений $I-I$ и $II-II$ соответственно.

Эпюра изгибающих моментов в данном случае имеет форму треугольника, которая показана на рис. 5.41, *б* сплошными линиями. В соответствии с эпюрой максимальный изгибающий момент действует в сечении $I-I$ по середине балки.

Во второй схеме загрузки кроме основной расчетной силы P учитывается дополнительная вертикальная нагрузка P_6 от действия центробежной силы H_u .

Вертикальная нагрузка P_6 с одной стороны дополнительно загружает скользян (на рис. 5.41, *б* — левый), а с другой разгружает подпятник. Она определяется по формуле (5.2).

П р и м е ч а н и е. В вертикальной плоскости на наддрессорную балку действует также горизонтальная сила H от центробежной силы H_u (рис. 5.41, *а*). Сила H уравнивается двумя горизонтальными реакциями $H/2$. Однако эта сила обычно не учитывается при расчете прочности наддрессорной балки, так как вызванные ею напряжения растяжения-сжатия и изгиба крайне малы.

Сила P уравнивается двумя реакциями, величиной $P/2$ каждая. Дополнительные вертикальные реакции опор балки, возникающие от действия боковых нагрузок, определяются из равенства моментов пар сил

$$R_6 2l_1 = P_6 b,$$

откуда

$$R_6 = P_6 \frac{b}{2l_1}. \quad (5.7)$$

Изгибающие моменты в расчетных сечениях:
по середине балки (*I-I*)

$$M_1 = \left(\frac{P}{2} + R_6 \right) l_1 - P_6 b; \quad (5.8)$$

по скользяну (*II-II*)

$$M_2 = \left(\frac{P}{2} + R_6 \right) l_2. \quad (5.9)$$

Эпюра изгибающих моментов для второй схемы загрузки надрессорной балки приведена на рис. 5.41, в. Анализ эпюр по обеим схемам нагружения показывает, что изгибающий момент в среднем сечении *I-I* балки уменьшается на величину Δ_1 по сравнению с первой схемой загрузки (эпюра показана штриховыми линиями на рис. 5.41, в), а в сечении *II-II* по скользяну он увеличится на Δ_2 .

Таким образом, при расчете средних сечений надрессорной балки данной конструкции следует использовать первую схему загрузки, когда отсутствуют боковые нагрузки. Расчет сечений балки по скользяну или близкого к нему необходимо производить по второй схеме загрузки, т.е. с учетом действия центробежной силы.

Напряжения в материале надрессорной балки в расчетных сечениях от вертикальных сил определяются по формуле

$$\sigma_{vi} = M_i / W_i, \quad (5.10)$$

где M_i — изгибающий момент в расчетном сечении балки, МН·м;
 W_i — момент сопротивления балки при изгибе в том же сечении, м³;
 i — номер расчетного сечения.

В приближенных расчетах надрессорной балки действие горизонтальных нагрузок можно учесть увеличением расчетных напряжений от вертикальных сил на 20%. Тогда условие прочности материала в сечениях балки запишется в виде:

$$1,2\sigma_b \leq [\sigma], \quad (5.11)$$

где $[\sigma]$ — допускаемые напряжения материала надрессорной балки. Для стали марки 20ГФЛ $[\sigma] = 150$ МПа.

Расчет надрессорной балки тележки пассажирского вагона. Особенности работы надрессорных балок типовых пассажирских тележек является загрузка балки вертикальной нагрузкой непосредственно через скользуны. Расчетная схема надрессорной балки будет иметь вид, показанный на рис. 5.42. При проверке ее прочности возможны также две схемы загрузки:

- 1) *при движении вагона на прямой* (рис. 5.42, а);
- 2) *при движении вагона в кривой* (рис. 5.42, б).

При первой схеме загрузки расчетная вертикальная сила P от кузова на тележку, определяемая по формуле (5.4), распределяется поровну между скользунами. Во второй схеме загрузки

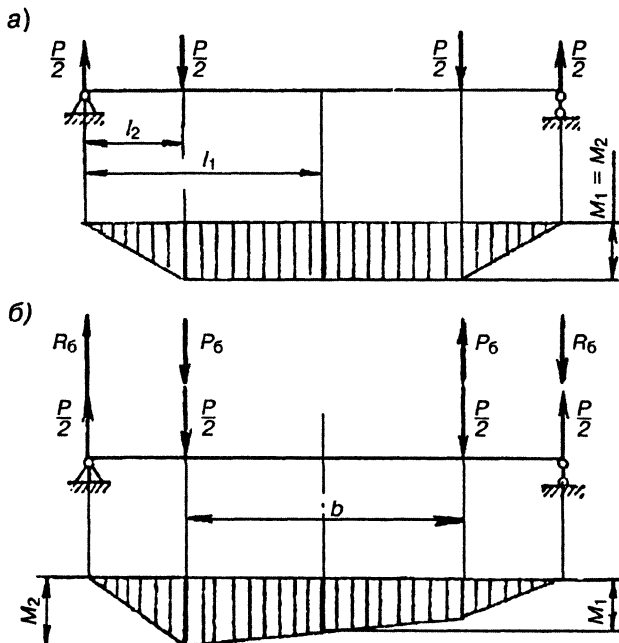


Рис. 5.42. Расчетные схемы и эпюры изгибающих моментов для надрессорной балки тележки пассажирского вагона:

а — первая схема загрузки; б — вторая схема загрузки

балки учитывается также и дополнительная вертикальная нагрузка P_6 от действия центробежной силы, рассчитываемая по формуле (5.2). Дополнительные реакции опор при этом определяются из условия равновесия моментов пар сил по формуле (5.7).

Изгибающие моменты в расчетных сечениях балки: при первой схеме загрузки (см. рис. 5.42, а)

$$M_1 = M_2 = \frac{P}{2} l_2; \quad (5.12)$$

при второй схеме загрузки (см. рис. 5.42, б)

$$M_1 = \left(\frac{P}{2} + R_6 \right) l_1 - \left(\frac{P}{2} + P_6 \right) \frac{b}{2}; \quad (5.13)$$

$$M_2 = \left(\frac{P}{2} + R_6 \right) l_2. \quad (5.14)$$

Напряжения и условия прочности определяются по формулам (5.10) и (5.11).

Пример. Проверить прочность усиленного варианта надрессорной балки двухосной тележки 18–100 с обычным пятниковым опиранием кузова четырехосного крытого вагона. В момент вписывания вагона в кривой участок пути произведено служебное торможение.

Исходные данные: допускаемая осевая нагрузка $p_0 = 230$ кН; осьность вагона $m_0 = 4$; база вагона $2l = 10$ м; расстояние от опорной плоскости пятников до центра тяжести кузова $h_u = 1,98$ м; масса тележки $m_t = 4,68$ т; масса надрессорной балки $m_{nb} = 0,45$ т; скорость движения вагона $v = 33$ м/с; статический прогиб рессорного подвешивания тележки $f_{ст} = 0,05$ м; расстояния от центра рессорного комплекта до расчетных сечений I–I и II–II — $l_1 = 1,018$ м, $l_2 = 0,256$ м; расстояние между точками приложения сил P_6 — $b = 0,762$ м; моменты сопротивления балки изгибу в вертикальной плоскости для верхних и нижних волокон расчетных сечений I–I и II–II: $W^a_1 = 3466 \cdot 10^6$ м³, $W^n_1 = 2802 \cdot 10^6$ м³, $W^a_2 = 1135 \cdot 10^6$ м³, $W^n_2 = 1344 \cdot 10^6$ м³; материал надрессорной балки сталь 20ГФЛ; допускаемые напряжения для стали 20ГФЛ — $[\sigma] = 150$ МПа.

Решение. 1. Определим вес элементов вагона, через которые передается нагрузка от надрессорной балки на рельсы,

$$P = 2(m_t - m_{nb})g = 2(4,68 - 0,45)9,81 = 83 \text{ кН}.$$

2. Вычислим вес вагона брутто, используя формулу (5.1),

$$P_{\text{бр}} = 4 \cdot 230 = 920 \text{ кН.}$$

3. Рассчитаем вертикальную статическую нагрузку, приложенную к подпятнику надрессорной балки, по формуле (1.29)

$$P_{\text{ст}} = \frac{920 - 83}{2} = 418,5 \text{ кН.}$$

4. Найдем, используя формулы (1.32) и (1.31), среднее и максимальное значения коэффициента вертикальной динамики

$$\overline{K}_{\text{дв}} = 0,1 + 3,6 \cdot 10^{-4} \cdot 1 \cdot \frac{33 - 15}{0,05} = 0,23;$$

$$K_{\text{дв}} = 2,114 \frac{0,23}{1,13} = 0,43.$$

5. Подсчитаем вертикальную динамическую нагрузку, действующую на подпятник надрессорной балки, по формуле (1.30)

$$P_{\text{д}} = 418,5 \cdot 0,43 = 179,76 \text{ кН.}$$

6. Определим массу кузова брутто

$$m_{\text{бр}}^{\text{кз}} = \frac{P_{\text{бр}}}{g} - 2m_{\text{т}} = \frac{920}{9,81} - 2 \cdot 4,68 = 84,42 \text{ т.}$$

7. Вычислим величину продольной силы инерции кузова брутто по формуле (1.24) при $a_{\text{прод}} = 0,2g$

$$N_{\text{и}} = 84,42 \cdot 0,2 \cdot 9,81 = 165,64 \text{ кН.}$$

8. Рассчитаем вертикальную составляющую от сил инерции при торможении по формуле (1.35)

$$P_{\text{и}} = \frac{165,64 \cdot 1,98}{10} = 32,8 \text{ кН.}$$

9. Определим расчетную вертикальную силу, приложенную в центре подпятника наддрессорной балки, по формуле (5.4)

$$P = 418,5 + 179,76 + 32,8 = 631,06 \text{ кН.}$$

10. Приближенным методом рассчитаем центробежную силу, действующую на кузов при прохождении вагоном кривого участка пути,

$$H_{\text{ц}} = 0,075(920-83) = 62,78 \text{ кН.}$$

11. Определим вертикальную нагрузку, вызванную действием центробежной силы, по формуле (5.2)

$$P_6 = \frac{62,78 \cdot 1,98}{2 \cdot 0,762} = 81,56 \text{ кН.}$$

12. Вычислим вертикальную дополнительную реакцию рессорного комплекта от действия сил P_6 по формуле (5.7)

$$R_6 = 81,56 \frac{0,762}{2 \cdot 1,018} = 30,52 \text{ кН.}$$

13. Определим величины изгибающих моментов:

в среднем сечении (сечении $I-I$) для первой схемы загрузки по формуле (5.5)

$$M_1 = \frac{631,06}{2} 1,018 = 337,9 \text{ кН} \cdot \text{м} = 337,9 \cdot 10^{-3} \text{ МН} \cdot \text{м};$$

в сечении по скользуно (сечении $II-II$) для второй схемы загрузки по формуле (5.9)

$$M_2 = \left(\frac{631,06}{2} + 30,52 \right) 0,256 = 88,59 \text{ кН} \cdot \text{м} = 88,59 \cdot 10^{-3} \text{ МН} \cdot \text{м.}$$

14. Подсчитаем, используя формулу (5.10), нормальные напряжения в расчетных сечениях наддрессорной балки.

Напряжения в среднем сечении балки ($I-I$) равны:

в верхних волокнах

$$\sigma_{\text{в1}}^{\text{в}} = \frac{337,9 \cdot 10^{-3}}{3466 \cdot 10^{-6}} = -97,49 \text{ МПа};$$

в нижних волокнах

$$\sigma_{\text{в1}}^{\text{н}} = \frac{337,9 \cdot 10^{-3}}{2802 \cdot 10^{-6}} = 120,59 \text{ МПа}$$

Напряжения в сечении балки по скользяну (II-II):
в верхних волокнах

$$\sigma_{в2}^в = \frac{88,59 \cdot 10^{-3}}{1135 \cdot 10^{-6}} = -78,05 \text{ МПа.}$$

в нижних волокнах

$$\sigma_{в2}^н = \frac{88,59 \cdot 10^{-3}}{1144 \cdot 10^{-6}} = 65,92 \text{ МПа;}$$

15. Учет действие на надрессорную балку горизонтальных нагрузок, увеличивая расчетные напряжения от вертикальных сил на 20%,

$$\sigma = 1,2 \cdot 120,59 = 144,7 \text{ МПа.}$$

Поскольку максимальные нормальные напряжения, возникающие в материале надрессорной балки, не превышают допускаемых, равных 150 МПа, можно сделать вывод о том, что прочность балки обеспечена.

6. АВТОСЦЕПНОЕ УСТРОЙСТВО

6.1. АВТОСЦЕПНОЕ УСТРОЙСТВО ЧЕТЫРЕХОСНЫХ ВАГОНОВ

Назначение и типы автосцепного устройства. Автосцепное устройство относится к ударно-тяговому оборудованию вагона и предназначено для сцепления вагонов между собой и локомотивом, удержания их на определенном расстоянии друг от друга, восприятия передачи и смягчения воздействия растягивающих и сжимающих усилий, возникающих во время движения. От исправного состояния этого оборудования во многом зависит безопасность движения поездов.

Это оборудование относится к объединенным устройствам, где совмещаются все функции ударных и тягово-сцепных приборов. До перевода подвижного состава железных дорог на автосцепку он оборудовался отдельными приборами, когда в качестве ударных приборов устанавливали буферные комплекты, а сцепных — винтовую упряжь. На каждом вагоне современной конструкции установлено два комплекта автосцепного устройства, размещенных по концам вагонной рамы.

Перевод подвижного состава на автосцепку позволил: рационально использовать силу тяги локомотивов, увеличить массу поезда и тем самым повысить провозную и пропускную способность железных дорог, устранить тяжелый и опасный труд сцепщика, ускорить процесс формирования поездов и оборот вагона, уменьшить тару вагонов за счет снятия буферных комплектов, облегчения боковых и концевых балок.

Автоматические сцепки делятся на три типа: нежесткие, жесткие и полужесткие. *Нежесткие*, автосцепки (рис. 6.1, а) допускают относительное перемещение сцепленных корпусов в вертикальном направлении. В случае разницы по высоте продольных осей нежесткие автосцепки располагаются ступенчато, сохраняя горизонтальное положение. Перемещение в горизонтальной плоскости в них обеспечивается сравнительно простыми по конструкции шарнирами на

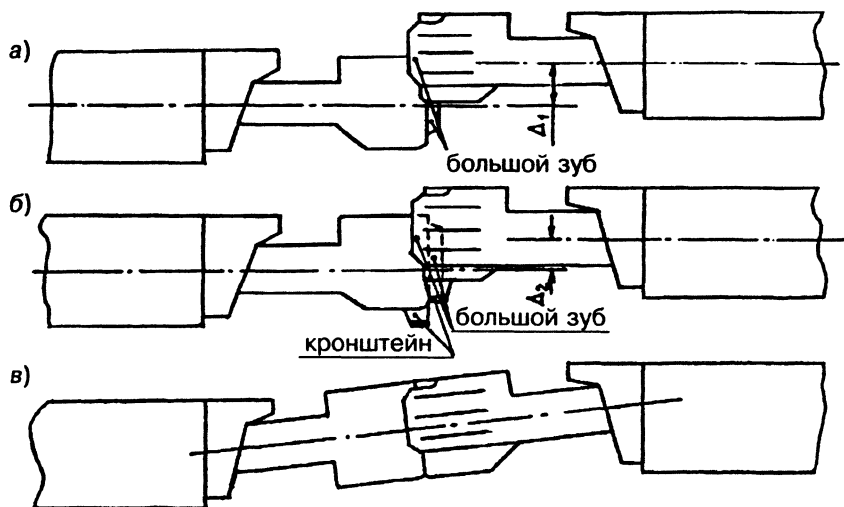


Рис.6.1. Схемы перемещения сцепленных автосцепок:

а — нежесткого типа; *б* — полужесткого типа; *в* — жесткого типа

концах корпуса автосцепок. *Жесткие* автосцепки (рис. 6.1, *в*) исключают относительное перемещение сцепленных корпусов в вертикальной плоскости. Если до сцепления вагонов имела разность высот продольных осей, то после сцепления они совместятся и займут наклонное положение, располагаясь по одной прямой. На концах корпуса таких автосцепок имеются сложные шарниры, обеспечивающие относительные вертикальные и горизонтальные угловые перемещения. *Полужесткие* автосцепки (рис. 6.1, *б*) взаимодействуют друг с другом в процессе работы как нежесткие, однако вертикальные перемещения их относительно друг друга ограничены предохранительными кронштейнами, расположенными на малых зубьях корпусов. Полужесткие автосцепки применяются в вагонах, имеющих удлиненную консольную часть рамы (восьмиосные и некоторые специализированные вагоны). Каждая из этих видов автосцепок обладает своими достоинствами и недостатками и поэтому применяется на таких типах вагонов, где это наиболее целесообразно.

К преимуществам жестких автосцепок относятся: простота автоматического соединения воздушной магистрали и электрических линий; более плавный ход вагона вследствие малых зазоров

и меньших ударов между сцепляющимися поверхностями; облегчение работы механизма автосцепок в результате меньших перемещений деталей; уменьшение шума при движении вагонов, что важно для создания комфорта пассажирам.

К достоинствам нежестких автосцепок относятся: обеспечение гарантированного сцепления вагонов со значительной разницей продольных осей по высоте, особенно при сцеплении груженого с порожним вагоном; отсутствие сложных концевых шарниров; меньшая масса автосцепки, простота конструкции. Нежесткие автосцепки применяются в вагонах наземных железных дорог, а жесткие — в вагонах метрополитена.

В зависимости от типа вагонов автосцепные устройства подразделяются на конструкции, предназначенные для четырех-, шести- и восьмиосных грузовых вагонов, а также пассажирских вагонов, включая электро- и дизель-поезда. Четырехосные грузовые вагоны с малой базой оснащены типовой нежесткой автосцепкой СА-3 (советская автосцепка, третий вариант).

Четырехосные вагоны с большой базой (рефрижераторные, леса в хлыстах, пассажирские и др.) оборудуются полужесткой автосцепкой СА-3, а восьмиосные грузовые вагоны — модернизированной (усиленной) автосцепкой СА-3М.

Автосцепное устройство четырехосных вагонов. Автосцепное устройство типа СА-3 грузовых вагонов размещается в консольной части хребтовой балки рамы кузова. Основные части автосцепного устройства (рис. 6.2): корпус автосцепки с деталями механизма, ударно-центрирующий прибор, упряжное устройство, упоры и расцепной привод.

Корпус автосцепки 13 с механизмом предназначен для сцепления и расцепления вагонов, восприятия и передачи ударно-тяговых усилий упряжному устройству. Корпус установлен в окно ударной розетки 9 и своим хвостовиком соединен при помощи клина 8 с тяговым хомутом 6. Корпус автосцепки (рис. 6.3) представляет собой пустотелую фасонную отливку, состоящую из головной части и хвостовика. Внутри головной части размещены детали механизма автосцепки. Она имеет большой 1 и малый 4 зубья, которые соединяясь, образуют зев. Торцовые поверхности малого зуба и зева воспринимают сжимающие усилия, а тяговые усилия передаются задними поверхностями большого и малого зубьев. На вертикальной стенке зева возле малого зуба имеется окно для замка 3, а рядом — окно для замкодержателя 2. В верхней части головы отлит выступ 5, который

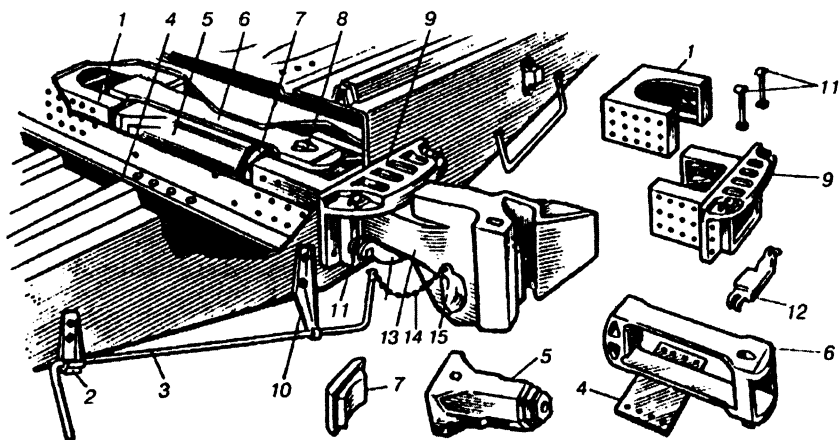


Рис. 6.2. Автосцепное устройство четырехосного вагона

воспринимает жесткий удар при полном сжатии поглощающего аппарата и передает его через розетку на раму вагона (рис. 6.2). Со стороны малого зуба внутри головы отлита полочка для верхнего плеча предохранителя замка от саморасцепа, а со стороны большого зуба имеется шип для навешивания замкодержателя. В нижней части головы выполнены отверстия для выступов замка автосцепки и горизонтальное отверстие для постановки валика подъемника. В пустотелом хвостовике сделано продолговатое отверстие 6 (рис. 6.3) для клина, соединяющего корпус с тяговым хомутом. Торец хвостовика 7 служит для передачи ударных нагрузок и имеет цилиндрическую поверхность, обеспечивающую горизонтальные повороты автосцепки. Горизонтальная проекция зубьев, зева и выступающей части замка называется *контуrom зацепления*.

Центрирующий прибор воспринимает от корпуса автосцепки избыточную энергию удара после полного сжатия поглощающего аппарата и центрирует корпус автосцепки. Прибор (см. рис. 6.2) имеет ударную розетку 9, две маятнико-

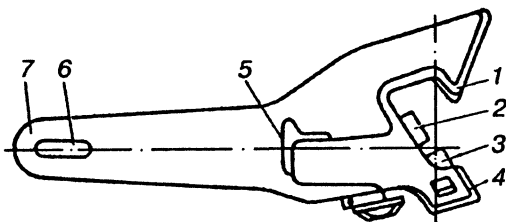


Рис. 6.3. Корпус нежесткой автосцепки в сборе

вые подвески 11 и центрирующую балочку 12. Ударная розетка 9 отлита заодно целое с передним упором и приклепана или приварена к концевой балке рамы. У розетки есть окно для постановки корпуса автосцепки и отверстия для маятниковых подвесок, а также ребра жесткости в верхней ударной части. Центрирующая балочка 12 омегаобразной формы с двумя плоскостями и двумя ограничителями (продольными и боковыми). При установке балочки на место продольный ограничитель захватывает нижнюю вертикальную стенку ударной розетки. Боковые ограничители удерживают корпус автосцепки при максимальных отклонениях в поперечном направлении. Маятниковые подвески 11 имеют вид стержня диаметром 25 мм с двумя головками (верхней более широкой и нижней). Верхними головками подвески опираются на ударную розетку, а на нижние уложена центрирующая балочка.

Упоры автосцепки задние 1 и передние 9 служат для передачи растягивающих и сжимающих усилий на раму и кузов вагона. Передний упор совместно с розеткой представляет собой П-образную коробку с ребрами жесткости. На расстоянии 625 мм от упорных плоскостей переднего упора к хребтовой балке приклепан или приварен задний упор 1 (см. рис. 6.2), который также представляет собой П-образную отливку с ребрами жесткости. У четырехосных вагонов с укороченными консольными частями (крытые вагоны и цистерны) задние упоры отливают заодно целое с надпятниковыми коробками. Для предупреждения истирания вертикальных стенок хребтовой балки поглощающим аппаратом на них между упорами приклепывают по две предохранительные планки.

Упряжное устройство передает упорам продольные силы от корпуса автосцепки и смягчает их действие. Оно размещено между передними и задними упорами автосцепного устройства и состоит из тягового хомута 6, поглощающего аппарата 5, клина 8, упорной плиты 7 и крепежных деталей клина и поддерживающей планки. Нижней опорой тягового хомута и поглощающего аппарата является поддерживающая планка 4, прикрепляемая восемью болтами снизу к хребтовой балке. Тяговый хомут 6 представляет собой раму, внутри которой размещен поглощающий аппарат и упорная плита. В головной части хомута имеется отверстие для клина. Внизу головной нижней части расположены приливы с отверстиями для болтов, предохраняющих клин от выпадения. Опорная площадка хомута снабжена усиливающими ребрами. Клин тягового хомута прямоугольного сечения со скругленными кромками в нижней части имеет заплечики, которыми он опирается на бол-

ты, удерживающие его от выжимания. Выемки в верхней части боковых поверхностей клина сделаны для уменьшения его массы.

Расцепной привод служит для расцепления автосцепок. Привод (см. рис. 6.2) представляет собой двуплечий рычаг 3, удерживаемый кронштейном 2 с полочкой и державкой 10. Цепь 14 соединяет короткое плечо рычага с валиком подъемника 15.

Для обеспечения надежности и долговечности автосцепного устройства основные его узлы и детали (корпус автосцепки, тяговый хомут и упоры) отливают из низколегированных сталей 20ГФЛ или 20ГЛ, 20ФЛ. Характеристика этих сталей после термической обработки: предел прочности 530—550 МПа, относительное удлинение 18%, относительное сужение 30% и ударная вязкость при температуре 20°C 0,49 МДж/м².

Упорная плита и предохранитель замка от саморасцепа механизма автосцепки изготовлены штамповкой из стали 38ХС (ГОСТ 4543). Другие детали механизма автосцепки, центрирующая балочка и кронштейны расцепного привода отлиты из углеродистой стали 20 Л.

6.2. УСТРОЙСТВО И РАБОТА МЕХАНИЗМА АВТОСЦЕПКИ СА-3

Механизм автосцепки (рис. 6.4) — это замок 1 замкодержатель 2, предохранитель от саморасцепа 3, подъемник замка 4, валик подъемника 5 и болт 6.

Замок 1 предназначен для запираания двух сцепленных автосцепок. Он представляет собой плоскую деталь сложной конфигурации. Утолщение его замыкающей части препятствует выжиманию замка из зева внутри

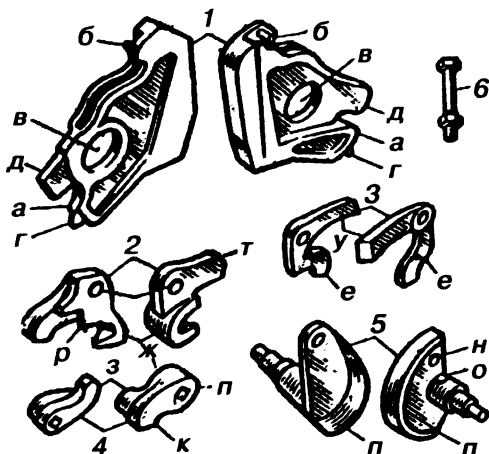


Рис. 6.4. Детали механизма автосцепки

кармана корпуса силами трения при смещении смежных автосцепок. Вверху замок снабжен шипом *б*, служащим для навешивания предохранителя. Внизу замок имеет радиальную поверхность *а*, которой он опирается на дно кармана головы корпуса автосцепки и может перекачиваться по ней. В средней части замка находится овальное отверстие *в*, через которое пропускается валик подъемника. Снизу замка расположены направляющий зуб *г* и сигнальный отросток *д*, окрашенный в красный цвет.

Замкодержатель 2 вместе с предохранителем *3* удерживает замок в нижнем положении при сцепленных автосцепках, а вместе с подъемником *4* фиксирует его в верхнем положении при расцепленных автосцепках до разведения вагонов. Он имеет лапу *жс*, овальное отверстие *с* и противовес *т*. Лапа замкодержателя взаимодействует со смежной автосцепкой. В собранном механизме лапа под действием противовеса выходит в зев автосцепки. Овальное отверстие *с* служит для навешивания замкодержателя на шип, расположенный внутри кармана корпуса. Снизу под овальным отверстием находится расцепной угол *р*, взаимодействующий с подъемником замка.

Предохранитель 3 имеет форму двуплечего рычага. В сцепленном состоянии автосцепок торец верхнего плеча *у* перекрывается упором противовеса замкодержателя, препятствуя уходу замка внутрь кармана и предохраняя автосцепки от саморасцепа. Нижнее фигурное плечо *е* взаимодействует с подъемником при расцеплении автосцепок. Отверстие предохранителя служит для навешивания его на шип *б* замка *1*.

Подъемник 4 служит для подъема верхнего плеча предохранителя, увода замка внутрь кармана и удержания его вместе с замкодержателем в утопленном положении. Подъемник имеет два пальца, из которых широкий *з* за нижнее плечо поворачивает предохранитель, поднимая его верхнее плечо, и уводит замок внутрь кармана, а узкий палец *к* взаимодействует с расцепным углом замкодержателя, удерживает замок внутри кармана до разведения вагонов.

Валик подъемника 5 предназначен для поворота подъемника замка при расцеплении автосцепок и удержания подъемника в вертикальном положении. В средней части валик имеет квадратное сечение. Балансир валика *п* облегчает возвращение его в начальное положение. Отверстие *п* служит для соединения балансира валика с цепью привода, а выемка *о* — для установки запорного болта *б*. Стержень валика имеет толстую, тонкую цилиндрическую и квадратную части. В собранной автосцепке цилиндрические части вали-

ка располагаются в отверстиях вертикальных стенок корпуса, а квадратная часть входит в соответствующее отверстие *л* подъемника 4. Болт *б* с двумя гайками и шайбами служит для закрепления валика подъемника, удержания деталей механизма в собранном состоянии.

Сборка и разборка механизма автосцепки. Вначале осматривают карман корпуса для того, чтобы там не оказалось посторонних предметов. Затем подъемник замка 4 укладывают в карман на полукруглую опору, расположенную на правой стенке, т.е. со стороны большого зуба, так, чтобы широкий палец его был вверх, а квадратное отверстие обращено внутрь кармана. После этого в карман корпуса на шип навешивают овальным отверстием замкодержатель 2 так, чтобы его лапа *жс* выступала в зев. На шип *б* замка 1 надевают предохранитель 3 и замок вводят в корпус. При этом тонким стержнем нажимают на нижнее фигурное плечо *е* предохранителя 3 так, чтобы верхнее его плечо у расположилось выше полочки, а направляющий зуб *г* замка 1 вошел в отверстие на дне кармана корпуса. После этого ставят валик подъемника так, чтобы отверстие *и* в балансире *и* было вверх. Затем проверяют подвижность замка нажатием на него рукой. При этом замок должен свободно входить внутрь и возвращаться в первоначальное положение. Аналогично проверяется подвижность замкодержателя нажатием на его лапу. Отсутствие заедания в деталях собранного механизма проверяют поворотом валика подъемника против часовой стрелки. При отпуске валика все детали должны свободно возвращаться в исходное положение.

Проверенный таким образом механизм автосцепки закрепляют болтом *б*, который вставляют сверху в отверстие прилива корпуса так, чтобы он прошел через выемку *о* валика подъемника 5, и снизу ставят лепестковую шайбу и гайку. Механизм разбирают в обратной последовательности.

Автосцепка СА-3 обеспечивает: автоматическое сцепление при соударении вагонов; автоматическое запираение замка у сцепленных автосцепок; расцепление подвижного состава без захода человека между вагонами и удержание механизма в расцепленном положении до разведения автосцепок; автоматическое возвращение механизма в положение готовности к сцеплению после разведения автосцепок; восстановление сцепления случайно расцепленных автосцепок, не разводя вагоны; производство маневровых работ (положение на “буфер”), когда при соударении автосцепки не должны соединяться.

До сцепления автосцепки могут занимать различные взаимные положения: оси их находятся на одной прямой; оси могут

быть смещены по вертикали или горизонтали. Смещение осей по вертикали допускается в грузовом поезде до 100 мм и пассажирском скоростном до 50 мм, а в горизонтальном направлении до 175 мм, при которых обеспечивается надежное автоматическое сцепление вагонов в эксплуатации.

Сцепление автосцепок происходит следующим образом (рис. 6.5). При соударении вагонов малый зуб корпуса одной автосцепки скользит по направляющей поверхности малого или большого зубьев (в зависимости от отклонения головок в горизонтальной плоскости в одну или другую сторону). Затем малый зуб входит в зев и нажимает на выступающую часть замка 5. При совпадении продольных осей автосцепок замки нажимают друг на друга. В результате этого замки уходят внутрь карманов корпуса, а вместе с ними перемещаются предохранители замков, верхние плечи 3 которых скользят по полочкам и проходят над упорами 2 противовесов 1 замкодержателей. Продвигаясь в зевах дальше, малые зубья нажимают на лапы 4 замкодержателей, заставляя их поворачиваться. В этот момент противовесы 1 замкодержателей размещаются под верхними плечами 3 предохранителей, создавая для них опору. Когда малые зубья займут крайнее правое положение в упор к большим зубьям, замки 5 освобождаются от нажатия и под действием собственного веса выпадают снова в зевы, заполняя образовавшееся пространство в контуре зацепления, и обеспечивают запираение автосцепок. Вновь войти внутрь карманов корпуса замки не могут, так как верхние плечи 3 предохранителей, соскользнув с противовесов 1 замкодержателей на полочки 7,

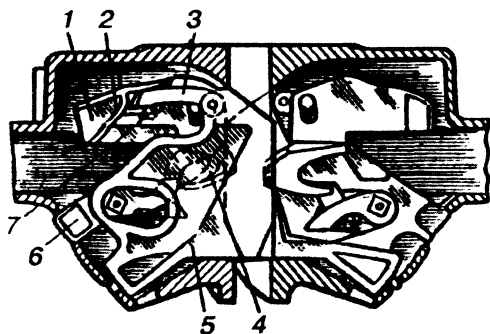


Рис. 6.5. Положение деталей механизма сцепленных автосцепок

располагаются против упоров 2 противовесов замкодержателей, обеспечивая удержание замка в этом положении. Противовес замкодержателя в этот момент находится в верхнем положении и опуститься не может, так как на его лапу нажимает малый зуб соседней автосцепки. Такое положение деталей предотвращает саморасцеп автосцепок при движении поезда. Сигнальные отростки 6 замков 5

сцепленных автосцепок находятся внутри кармана корпуса и не видны снаружи.

Чтобы *расцепить автосцепки* (рис. 6.6, а), достаточно увести внутрь кармана корпуса хотя бы один из замков, что освобождает пространство и дает возможность выхода малых зубьев из зевов. Для этого необходимо поворотом рычага расцепного привода посредством цепочки повернуть валик подъемника. Тогда подъемник 1, посаженный на квадратную часть 8 валика, приподнимется и своим широким пальцем 3 нажмет на нижнее фигурное плечо 5 предохранителя и поднимет верхнее его плечи 4 выше упора противовеса 6 замкодержателя. Таким образом происходит выключение предохранителя от саморасцепа. При дальнейшем вращении валика широкий палец 3 подъемника, упираясь в выступ замка, нажмет на него и уведет замок 9 внутрь кармана. Узкий палец 3 (рис. 6.6, б) подъемника при этом нажмет снизу на горизонтальную грань расцепного угла 2 замкодержателя. Благодаря наличию овального отверстия в замкодержателе он приподнимается вверх, пропуская узкий палец 3 подъемника 1 мимо вертикальной грани расцепного угла 2. Освобожденный от нажатия снизу, замкодержатель под действием собственной тяжести благодаря овальному отверстию опустится вниз. При этом узкий палец 3 подъемника упрется в вертикальную грань расцепного угла и будет удерживаться в вертикальном положении, не позволяя замку выйти в зев. При этом положении сигнальный отросток 7 замка будет выступать из корпуса, указывая на то, что автосцепки расцеплены. В таком состоянии механизм будет находиться до разведения вагонов. При разведении вагонов малые зубья

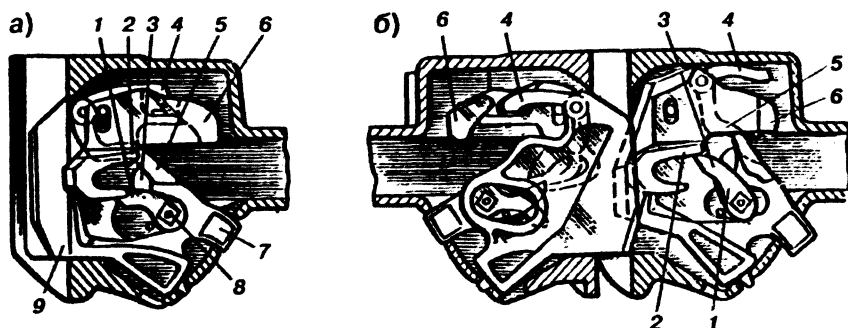


Рис. 6.6. Положение деталей механизма при расцеплении:

а — выключение предохранителя; б — конец расцепления

смежных автосцепок выходят из зевов, лишая лапу замкодержателя упора. Замкодержатель под действием противовеса поворачивается, его лапа выходит в зев, а расцепной угол 2 освобождает подъемник 1 и замок, которые под действием собственной тяжести опускаются в нижнее положение, обеспечивающее готовность механизма к последующему сцеплению.

Если автосцепки были ошибочно расцеплены, то сцепленное положение механизма можно восстановить без разведения вагонов путем поднятия замкодержателя вверх. Для этого в корпусе снизу предусмотрено отверстие, через которое пропускается тонкий стержень, которым нажимают на лапу замкодержателя. Благодаря овальному отверстию замкодержатель поднимается, а детали механизма опускаются вниз — автосцепки сцеплены и предохранены от саморасцепа,

При маневровой работе возникает необходимость толкания вагонов без сцепления автосцепок. Для этого механизм автосцепки ставят в положение на “буфер”. Расцепным приводом поворачивают валик подъемника, а рукоятку привода укладывают на полочку кронштейна. В этом случае детали механизма займут расцепленное положение, которое сохраняется за счет натянутой цепи привода, выключая механизм из действия. Для восстановления готовности механизма к сцеплению необходимо рукоятку снять с полочки кронштейна и опустить ее в вертикальное положение, поставив плоскую часть рычага в вертикальный вырез кронштейна.

6.3. АВТОСЦЕПНОЕ УСТРОЙСТВО ПОЛУЖЕСТКОГО ТИПА ЧЕТЫРЕХ- И ВОСЬМИОСНЫХ ВАГОНОВ

Серийная автосцепка СА-3 нежесткого типа допускает в сцепленном состоянии неограниченное вертикальное смещение вплоть до выхода из зацепления со смежной автосцепкой. В некоторых случаях, например при прохождении горба сортировочной горки, это приводит (особенно у длиннобазных вагонов) к саморасцепу автосцепок с вытекающими отсюда нежелательными последствиями. В отдельных аварийных ситуациях автосцепка может не только выйти из зацепления, но и ударить в смежную единицу подвижного состава, например в котел цистерны, что может привести к более тяжелым последствиям.

Согласно правилам технической эксплуатации в сформированном поезде разность уровней сцепляемых автосцепок должен быть не более 100 мм по условиям обеспечения надежного и прочного соединения автосцепок в процессе движения поезда. Практически эта разность может достигать 130 мм, а это требует перекидки вагонов в таких случаях и соответственно увеличения времени формирования поездов.

Поэтому для четырехосных вагонов имеющих большую базу (рефрижераторных, специализированных для леса в хлыстах, платформ для большегрузных контейнеров, пассажирских и др.) разработана полужесткая автосцепка (рис. 6.7), отличающаяся от нежесткой автосцепки СА-3 только тем, что к ее малому зубу 2 снизу приваривается предохранительный кронштейн 3, ограничивающий вертикальное перемещение смежных автосцепок. Это достигается тем, что большой зуб 1 корпуса одной из автосцепок при вертикальном смещении упирается в предохранительный кронштейн 3 смежной автосцепки и не позволяет ей выйти из зацепления.

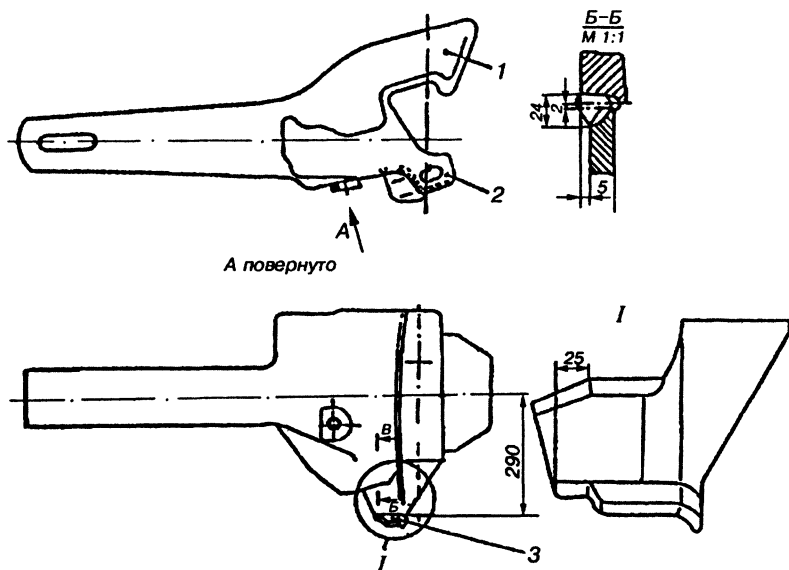


Рис. 6.7. Корпус полужесткой автосцепки

Восьмиосные грузовые вагоны оборудованы модернизированными автосцепками СА-3М полужесткого типа (рис. 6.8). В данной конструкции малый зуб корпуса заканчивается кронштейном 17, который не позволяет смежной автосцепки выйти из зацепления при прохождении горба сортировочной горки. Корпус автосцепки имеет стандартный профиль зацепления. Для облегчения сцепления вагонов захват автосцепки в плане увеличен по 25 мм на каждую сторону. В отличие от СА-3 у СА-3М толщина стенок корпуса увеличена в среднем на 30%, что повысило его надежность и увеличило массу на 18%.

Поглощающий аппарат 10 имеет энергоемкость 55кДж. Передние 4 и задние 11 упоры, а также расцепной привод 15 типовые. В ударной розетке предусмотрено гнездо 2 под пружины 1.

Восьмиосные вагоны с удлиненной консольной частью оборудованы устройством для принудительного отклонения автосцепки в кривых участках пути малого радиуса. Одно плечо П-образного упругого рычага 13 связано с соединительной балкой 12 тележки, а другое — с кронштейном 3 центрирующего прибо-

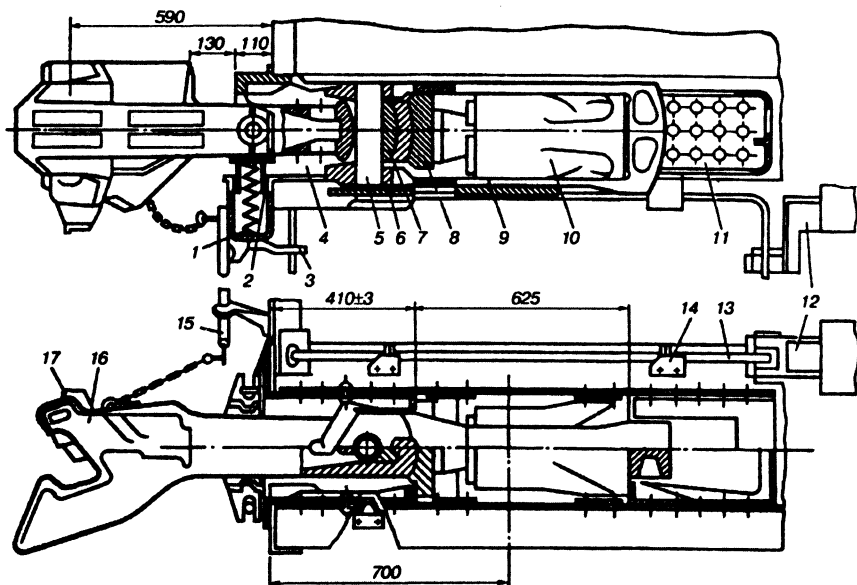


Рис. 6.8. Автосцепное устройство восьмиосного вагона

ра автосцепки. Рычаг проходит внутри отверстий кронштейнов 14, закрепленных на раме вагона.

При движении вагона по кривому участку пути малого радиуса соединительная балка тележки поворачивает рычаг, а следовательно, отклоняет центрирующую балочку вместе с автосцепкой в направлении к центру кривой, что обеспечивает автоматическое сцепление. Корпус автосцепки, тяговый хомут и упоры отлиты из сталей 20ГЛ, 20ФГЛ, а детали механизма, центрирующая балочка и кронштейны — из стали 20Л или 25Л. Упорная плита и предохранитель механизма автосцепки изготовлены штамповкой из стали 38ХС.

Тяговый хомут 9 автосцепки усилен и соединяется с хвостовиком не клином, а валиком 5. Между валиком и перемычкой хвостовика установлен сменный вкладыш 7. Сопрягаемые поверхности упорной плиты 8 и хвостовика корпуса имеют сферическую форму, что обеспечивает свободный поворот автосцепки в вертикальной и горизонтальной плоскостях, а также центрирует передачу при этом продольной нагрузки. Валик 5 от выпадания удерживается планкой 6, положение которой фиксируется двумя болтами. В восьмиосных вагонах в центрирующем устройстве установлены вертикальные пружины 1, которые опираются на балочку 3, что обеспечивает подпружинивание корпуса автосцепки и возможность упругого вертикального его отклонения. Пружины имеют предварительную затяжку усилием 10 кН, которая обеспечивается стяжными болтами.

6.4. ПОГЛОЩАЮЩИЕ АППАРАТЫ ГРУЗОВЫХ И ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ

Поглощающие аппараты обеспечивают гашение части энергии удара, уменьшение продольных растягивающих и сжимающих усилий, которые передаются через автосцепку на раму кузова. Принцип действия их основан на возникновении в аппарате сил сопротивления и превращении части энергии удара в другие виды энергии.

По типу рабочего элемента, создающего силы сопротивления, и принципу действия поглощающие аппараты делятся на: пружинные, пружинно-фрикционные, с резинометаллическими элементами и гидравлические. Работа пружинных аппаратов основана на возникновении сил сопротивления упругой деформации пружин при их сжатии. Такие аппараты применяются только в упругих площадках пассажирских вагонов.

Работа пружинно-фрикционных аппаратов основана на превращении кинетической энергии соударяемых вагонов в работу сил трения фрикционных элементов и потенциальную энергию деформации пружин. В аппаратах с резиновыми элементами эта энергия затрачивается на работу сил внутреннего трения резины.

В гидравлических (газодинамических) аппаратах кинетическая энергия удара затрачивается на преодоление сил вязкого сопротивления жидкости при перетекании ее из одной камеры в другую через калиброванные отверстия.

Выбор типа поглощающего аппарата для вагона определяется его параметрами: энергоемкостью, ходом, величинами начального и конечного сжатия, величиной необратимо поглощенной энергии, стабильностью и готовностью аппарата к работе (показатель заклинивания). Параметры поглощающих аппаратов выбирают в соответствии с Нормами.

Энергоемкость аппарата представляет собой величину кинетической энергии, которую он воспринимает при полном сжатии.

После сжатия аппарата его подвижные части необходимо возвратить в исходное положение, поэтому они проектируются так, чтобы не вся энергия поглощалась необратимо. Это свойство оценивается *коэффициентом необратимо поглощенной энергии*. *Коэффициент готовности аппарата* определяется, при испытаниях как отношение числа нагружений, при которых произошло заклинивание аппарата, к общему числу. *Показатель стабильности работы аппарата* характеризует способность сохранять основные его параметры при многократных его нагружениях.

На вагонах железных дорог наибольшее распространение получили пружинно-фрикционные аппараты и аппараты с резино-металлическими элементами. Пружинно-фрикционные аппараты широко применяются на грузовых вагонах, так как они просты по конструкции и надежны в эксплуатации. Однако они имеют низкую стабильность работы и ограниченную энергоемкость при существующих габаритных размерах.

Поглощающие аппараты с резино-металлическими элементами устанавливаются на пассажирские вагоны, так как они обеспечивают хорошую плавность хода при соударениях, высокую надежность и бесшумность работы.

Пружинно-фрикционные аппараты изготовляют по ГОСТ 22253.

Четырехосные грузовые вагоны оснащены пружинно-фрикционными аппаратами типов: Ш-1-ТМ (постройки до 1979 г.) Ш-2-В

(1979-88 гг.) и Ш-6-ТО-4 (с 1989 г.), а восьмиосные вагоны — аппаратами Ш-2-Т. (Здесь Ш — шестигранный, 1,2,6-варианты конструкции, Т — термоупроченный, М — модернизированный, В — взаимозаменяемый, О — объединенный и 4 — для грузовых вагонов).

Рефрижераторные вагоны и цистерны для сжиженных газов оснащены пластинчатыми аппаратами ПМК-110А.

Пассажирские вагоны оснащены аппаратами типа Р-2П и Р-5П с резинометаллическими элементами.

Для вагонов, перевозящие опасные и легкоповреждаемые грузы, разрабатываются гидравлические поглощающие аппараты повышенной энергоемкости.

Все типы пружинно-фрикционных аппаратов по конструкции аналогичны и отличаются в основном параметрами (табл. 6.1).

Таблица 6.1. Типы и параметры пружинно-фрикционных аппаратов автосцепки

Параметры	Тип аппарата				
	Ш-1-ТМ	Ш-2-В	Ш-2-Т	Ш-6-ТО-4	ПМК-110А
Энергоемкость после приработки, кДж	38	50	55	88,3	80
Ход, м	0,070	0,090	0,110	0,120	0,110
Усилия сжатия, МН:					
начальное	0,24	0,24	0,26	0,75	0,24
конечное	2,8	2,0	2,5	2,0	2,5
Габаритные размеры, мм	568×312× ×230	568×318× ×230	568×318× ×246	1080×318× ×246	1080×318× ×246

Аппарат Ш-2-В (рис. 6.9) имеет литой корпус 3, три штампованных фрикционных клина 4, штампованный нажимной конус 1, наружную 5 и внутреннюю 6 пружины и стяжной болт 7 с гайкой 2. Масса аппарата 134 кг. Детали его изготавливают из стали марок: пружины — 60С2ХФА (ГОСТ 14959); корпус — 30ГСЛ-Б, или 32Х06Л-У; болт с гайкой — сталь Ст. 3сп5 (ГОСТ 380).

Аппарат работает следующим образом. При сжатии усилием 240 кН клинья начинают перемещаться по горловине внутрь корпуса и сжимать пружины. Между горловиной и клиньями возникают силы трения, пропорциональные давлению между трущимися поверхностями. Давление клиньев на корпус увеличивается по мере сжатия пружин и к концу хода аппарата оно достигает наибольшего значения.

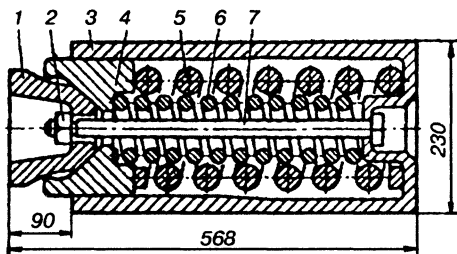


Рис. 6.9. Поглощающий аппарат Ш-2-В

Чтобы клинья при своем перемещении не смещались в одну сторону и не перекашивались, горловина корпуса аппарата выполнена шестигранной. Окончанием хода аппарата считается положение, при котором нажимной конус полностью входит в корпус аппарата, а упорная плита касается горловины корпуса. После уменьшения сжимающей силы происходит восстановление (отдача) аппарата за счет упругих сил пружин. Для облегчения возвращения клиньев в исходное положение грани горловины корпуса выполнены с наклоном 2° .

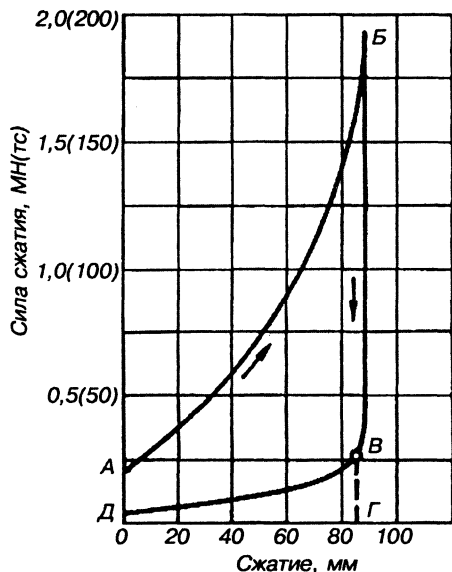


Рис. 6.10. Силовая характеристика аппарата Ш-2-В

Основные параметры аппарата определяются при испытании его на прессе по рабочей диаграмме (рис. 6.10). Площадь *ОАВГ* на диаграмме характеризует энергоемкость аппарата, площадь *ДАБВ* — необратимо поглощенную энергию, а *ОДВГ* — потенциальную энергию деформации пружин, которая обеспечивает возвращение деталей в исходное положение. Точка *А* соответствует начальному сжатию аппарата, а точка *Б* — усилию конечного сжатия.

Сборка аппарата ведется в такой последовательности (см. рис. 6.9). В отверстие корпуса вставляют стяжной болт 7, под головку которого

устанавливают временную прокладку, исключаящую его поворот при навинчивании гайки. Затем ставят две пружины, на которые укладывают три фрикционных клина, а на них — нажимной конус. Собранный аппарат сжимают под прессом, на болт навинчивают гайку, под которую ставят временную подкладку, обеспечивающую свободную постановку поглощающего аппарата на вагон. После первого удара подкладка выпадает, а аппарат занимает нормальное положение, в распор между задним и передним упорами.

Аппарат Ш-6-ТО-4 для четырехосных вагонов (рис. 6.11, *а*), имеет корпус 2 объединенный вместе с тяговым хомутом 1. Днище 3 со-

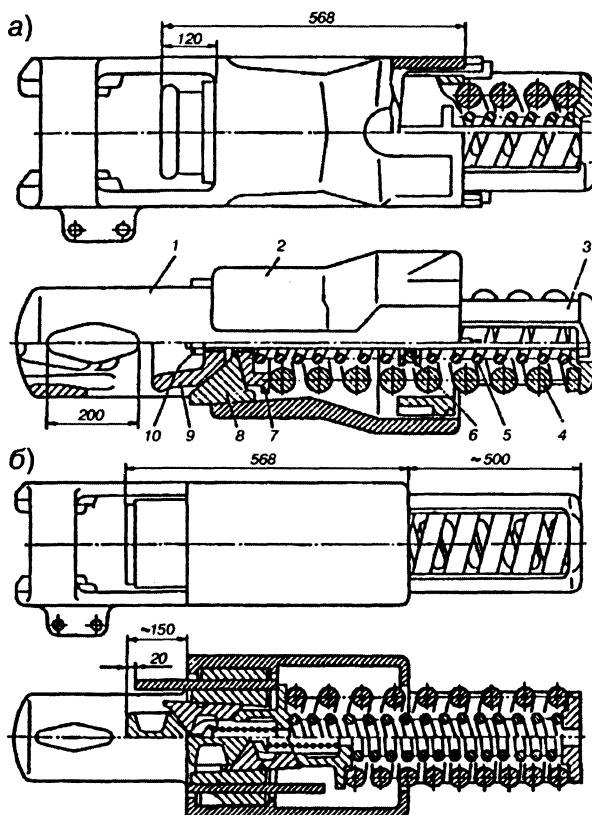


Рис. 6.11. Поглощающие аппараты повышенной энергоемкости:

- а* — пружинно-фрикционный объединенный Ш-6-ТО-4;
б — пластинчатый ПМК-110А

едино с корпусом разъемно и выступающая часть размещена в пространстве между задними упорами. Такая конструкция в существующих габаритах позволяет установить в поглощающем аппарате пружину 4 большей высоты и увеличить ход аппарата до 120 мм, а энергоемкость в приработанном состоянии — до 88–90 кДж. В горловине корпуса аппарата установлена шайба 7, три фрикционных клина 8, нажимной конус 9 и стяжной болт 10. Внутренняя пружина 5 выполнена из двух частей, разделенной шайбой 6.

Ударопоглощающий аппарат Ш-6-ТО-4 допускает безопасное со-ударение грузовых вагонов с массой брутто до 100 т со скоростью до 11 км/ч и эксплуатацию вагонов в поездах массой до 10 тыс. т. Следует иметь в виду, что в настоящее время масса грузовых поездов на магистральных железных дорогах составляет 5–5,5 тыс. т.

Одной из особенностей ударопоглощающего аппарата Ш-6-ТО-4 является то, что ввиду завышения предварительной затяжки пружинного комплекта (около 75 кН) усилия до 450–500 кН воспринимаются аппаратом и передаются на вагон жестко.

Аппарат ПМК-110А устанавливается на рефрижераторные вагоны и цистерны для перевозки сжиженных газов (рис. 6.11, б). Его энергоемкость 70–80 кДж. Повышение энергоемкости достигнуто в результате увеличения хода (110 мм) и использования сухого трения не сталь по стали, а сталь по металлокерамике. Аппарат ПМК-110А взаимозаменяем со всеми пружинно-фрикционными аппаратами. Аппараты Ш-6-ТО-4 и ПМК-110А не являются перспективными, так как первые вследствие большой предварительной затяжки (75 кН) усилия до 500 кН воспринимают и передают на вагон жестко, а вторые обладают невысокой надежностью. Через 3 года эксплуатации у 44% металлокерамических элементов возникают отколы оснований.

Поглощающий аппарат Р-2П (рис. 6.12) — резиновый, второй вариант, пассажирский устанавливается на пассажирские вагоны, включая электро- и дизель-поезда. Применение резины позволяет проектировать аппараты более простой и надежной конструкции, меньших габаритных размеров и массы, чем пружинно-фрикционные с высокой энергоемкостью при хорошей стабильности работы в эксплуатации.

В качестве упругого элемента в этом аппарате применяются резинометаллические секции, каждая из которых состоит из двух металлических пластин толщиной 2 мм, между которыми размещен слой специальной резины 7-ИРП-1348, соединенной ме-

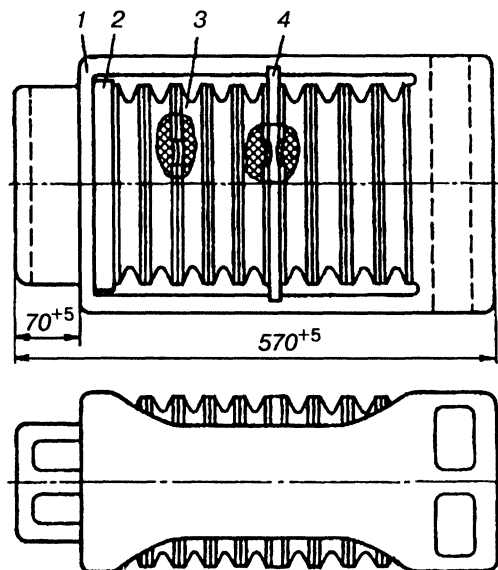


Рис. 6.12. Резинометаллический поглощающий аппарат Р-2П

тодом вулканизации. Резиновая часть секции по периметру имеет параболическую выемку, не допускающую выжимание резины за пределы пластин при полном сжатии аппарата. Толщина каждой секции 41,5 мм, сечение 265х220 мм.

Чтобы исключить смещение резино-металлических секций при сжатии аппарата, на его днище, нажимной и промежуточной плитах и на стальных пластинах секций имеются выступы и соответствующие им впадины. Характеристика аппарата: энергоемкость 22 кДж, ход 70 мм, усилие конечного сжатия 1 МН, коэффициент необратимо поглощенной энергии 0,45. В корпусе 1 аппарата (рис. 6.12) установлена нажимная плита 2, девять резинометаллических элементов 3 и промежуточная плита 4.

На пассажирских вагонах нового поколения для скоростей до 160 км/ч и 200 км/ч устанавливаются поглощающие аппараты Р-5П энергоемкостью 40 кДж. Их ход 80 мм, сила начальной затяжки 5–11 тс, масса 253 кг. Конструктивно от аппаратов Р-2П они отличаются тем, что имеют не 9, а 15 резино-металлических элементов.

Гидрогазовые поглощающие аппараты разработаны в двух разновидностях: ГА-100М и ГА-500.

Гидрогазовый аппарат типа ГА-500 (рис. 6.13) имеет корпус 2, в котором размещаются поршень 10, промежуточное дно 4, шток 5, плавающие поршни 3 и 7, газовая камера низкого давления *А* и гидравлическая *В*. Газовая камера высокого давления *Б* находится в поршне 10. В этот поршень ввернута диафрагма 6, которая совместно со штоком 5 образует отверстие переменного сечения для дросселирования жидкости. Предусмотрены также направляющая 8 для поршня 10, гайка 9 для крепления собранного аппарата, резиновые уплотнительные кольца с защитными шайбами из фторопласта и штуцера 1 для зарядки газом (азотом). Расчетное давление в камере *А* составляет 3,5 МПа, а в камере *Б* — 9 МПа. Камера *В* заполнена маслом АМГ-10.

Действует аппарат следующим образом. Внешнее усилие перемещает поршень 10 внутрь корпуса 2, вытесняя жидкость из камеры *В* через отверстия жиклеров, расположенных в промежуточном дне 4, в полость под плавающим поршнем 3 и сжимая газ в камере *А*. При дальнейшем перемещении поршня 10 плавающий поршень 3 упирается в дно корпуса 2, затем жидкость из камеры *В* через отверстия жиклеров в диафрагме 6 и профильные канавки штока 5 перетекает в полость над плавающим поршнем 7 и сжимает газ в камере *Б*.

При перетекании жидкости через указанные отверстия возникает сопротивление, зависящее от скорости приложения нагрузки к аппарату. После снятия нагрузки части аппарата возвращаются в исходное положение под действием сжатого газа.

Динамическая энергоемкость аппарата, соответствующая силе 2 МН, достигает 140 кДж, что обеспечивает безопасное соударение четырехосных вагонов при скорости 15 км/ч, а восьмиосных — 10 км/ч.

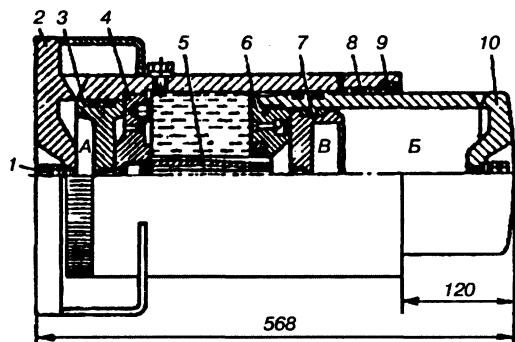


Рис. 6.13. Гидрогазовый поглощающий аппарат типа ГА-500

6.5. ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИИ АВТОСЦЕПНОГО УСТРОЙСТВА

Сохранность вагона и перевозимого груза напрямую зависит от автосцепного устройства. Разрывы поездов в пути следования или на станциях происходит из-за поломок корпусов автосцепок, тяговых хомутов или саморасцепов.

Созданная в 30-е годы автосцепка СА-3 и до настоящего времени серийно изготавливается и применяется на подвижном составе железных дорог России и СНГ, что говорит о ее удачной конструкции и надежной работе в эксплуатации. Автосцепка не раз претерпевала изменения, что способствовало поддержанию технического уровня в соответствии с растущими требованиями эксплуатации.

В то же время длительный опыт использования автосцепки СА-3 показал, что ее конструкция требует принципиальных усовершенствований, реализация которых позволила бы создать автосцепку, отвечающим не только современным, но и перспективным условиям эксплуатации.

Существующее автосцепное устройство имеет четыре принципиальных недостатка:

- недостаточную прочность корпуса автосцепки и тягового хомута. Через 10 лет эксплуатации в них возникают трещины, вызывающие их разрушения со всеми вытекающими последствиями. По современным требованиям эти детали должны работать 30 лет без разрушения. Корпуса автосцепок отлитые из низколегированных сталей разрушаются при усилии 3,8–4,0 МН;

- нежесткие автосцепки допускают явления саморасцепа при прохождении сортировочных горок;

- механизм зацепления не всегда обеспечивает сцепления автосцепок при скоростях соударения 10 км/ч и более;

- поглощающие аппараты по своим характеристикам не отвечают требованиям обеспечения нормируемых продольных сил и сохранности перевозимых грузов.

Для решения проблемы прочности деталей автосцепного устройства проектом ГОСТ 22703 предусматриваются некоторые изменения в механических характеристиках сталей применяющихся для их изготовления.

Детали первой группы (корпуса автосцепок и тягового хомута) намечено выпускать из новых марок сталей (20Г2СЛ, 20ГФТЛ и

20ХГСФТАЛ) с пределом прочности $\sigma_b = (670\text{--}840)$ МПа, вместо существующей стали 20ГФЛ с пределом прочности $\sigma_b = 539$ МПа. Детали второй группы (упоры, замок, замкодержатель, подъемник, валик подъемника и центрирующая балочка) будут изготавливаться из стали 20ГФЛ, вместо стали 20Л ($\sigma_b = 420$ МПа), а упорная плита и предохранитель замка от саморасцепа — штампованными из стали 38ХС с $\sigma_b = 930$ МПа. Ожидается, что внедрение указанных марок сталей повысит технический ресурс деталей автосцепного устройства до 30 лет без разрушения.

Для предупреждения саморасцепа при прохождении сортировочных горок и при соударении вагонов ВНИИЖТ совместно с ПО Уралвагонзавода разработали усовершенствованную конструкцию автосцепки, в которую внесены следующие конструктивные изменения:

- малый зуб корпуса автосцепки в верхней и нижней частях снабжен кронштейнами, которые выполнены и расположены таким образом, чтобы, с одной стороны, не препятствовать сцеплению и нормальному взаимодействию автосцепок, а с другой, ограничивать чрезмерное вертикальное относительное смещение сцепленных автосцепок;

- нижний кронштейн расположен на таком расстоянии от горизонтальной оси автосцепки, при котором у сцепленных автосцепок обеспечивается разность уровней не более 100 мм независимо от начальной разности уровней сцепляемых автосцепок;

- детали механизма имеют более рациональное исполнение и кинематику их взаимодействия, что повышает надежность работы механизма сцепления. Он менее подвержен отрицательному влиянию действия вертикальных и горизонтальных ускорений с точки зрения снижения вероятности выключения предохранителя и саморасцепа автосцепок;

- замок выполнен горизонтально перемещающимся и подпружиненным, что позволяет уменьшить его габариты по высоте при сохранении площади зацепления замков у сцепленных автосцепок, а также ускорить выход замка в исходное положение и тем самым обеспечить автоматическое сцепление при повышении скорости соударения до 15 км/ч;

- важным преимуществом нового механизма сцепления является его комплектность, что позволяет существенно уменьшить габариты корпуса автосцепки по высоте при одновременном упрощении его конструкции (табл. 6.2).

Т а б л и ц а 6.2. Параметры типовой и усовершенствованной автосцепки

Параметр	Автосцепка	
	СА-3	Усовершенствованная
Ограничение вертикального смещения сцепленных автосцепок	Не обеспечивается	Обеспечивается
Обеспечение разности уровней сцепленных автосцепок в поезде не более 100 мм	Не обеспечивается	Обеспечивается
Выполнение необходимых рабочих процессов	Обеспечивается	Обеспечивается
Надежность действия предохранителя автосцепки	Имеется вероятность самопроизвольного выключения	Самопроизвольное выключение практически исключено
Вероятность опережения включения предохранителя при сцеплении автосцепок	Имеется	Имеется, но на порядок ниже
Вероятность саморасцепа сцепленных автосцепок при изломе деталей механизма	Имеется	Практически отсутствует
Габаритный размер корпуса автосцепки по высоте, мм	440	340
Масса автосцепки с механизмом сцепления	204	180

Существующие пружинно-фрикционные поглощающие аппараты грузовых вагонов обладают тремя принципиальными недостатками: заниженной в 2–3 раза энергоемкостью против потребной, низкой надежностью и завышенной величиной начальной затяжки аппарата для отдельных видов вагонов. Как следствие это приводит в работе к росту продольных сил против нормируемых величин и жесткой передачи сил в момент трогания поезда с места, сопровождающееся потерей сохранности некоторых видов груза.

Практика работы железных дорог России и стран СНГ, исследования, выполненные ВНИИЖТом, а также зарубежный опыт свидетельствуют о том, что поглощающие аппараты должны создаваться с характеристиками наиболее полно отвечающие требованиям к сохранности перевозимого груза и самого вагона. Таких поглощающих аппаратов должно быть три класса.

К первому классу поглощающих аппаратов следует относить пружинно-фрикционные или с использованием эластичного материала (подобно американскому материалу ТЕКСПАК) для вагонов общего назначения, например для перевозки песка, угля, руды, различных строительных материалов и т.д.

Ко второму классу должны быть отнесены гидравлические или эластомерные, которые обеспечивают повышенную в 2–3 раза по сравнению с существующими серийными аппаратами энергоемкость и допускающие как минимум в 2 раза выше скорость соударения вагонов. Этот класс аппаратов предназначен для вагонов, перевозящих опасные и легко повреждаемые грузы. Стоимость таких аппаратов существенно выше, чем серийных.

В настоящее время разработаны новые энергоемкие аппараты: эластомерные, созданные совместно с польской фирмой «КА-МАКС», которые серийно производятся на российско-польском предприятии; гидравлические, разработанные с участием специалистов американской компании «КИСТОУН» и прошедшие весь цикл приемочных сертификационных испытаний.

Эластомерные аппараты энергоемкостью до 250 кДж разработаны и проходят испытания в Брянском техническом университете транспортного машиностроения.

К третьему классу аппаратов относятся концевые амортизаторы с ходом более 160 мм для специальных вагонов перевозящих особо опасные и ценные грузы, а также для вагонов массой брутто более 120 т. Предлагаемая классификация поглощающих аппаратов в полной мере отвечает намечаемому в перспективе увеличению парка специализированных вагонов.

На рис. 6.14 приведен поглощающий аппарат ЭПА-120 с эластомерным материалом конструкции Брянского государственного технического университета.

Поглощающий аппарат ЭПА-120 состоит из корпуса 1, объединенного с тяговым хомутом 2, плунжера 3 и штока 4, опирающегося на днище 5, соединенного с корпусом 1 и располагающегося в проеме заднего упора автосцепного устройства. Полости 6 плунжера, штока и днища заполнены объемно-сжимающим рабочим телом — силиконовым эластомером.

Под действием сжимающей нагрузки, плунжер аппарата 3 перемещается внутрь корпуса 2, при этом эластомер, располагающийся в полостях плунжера, штока и днища, сжимается. Сила сжатия при ударе значительно повышается за счет сопротивле-

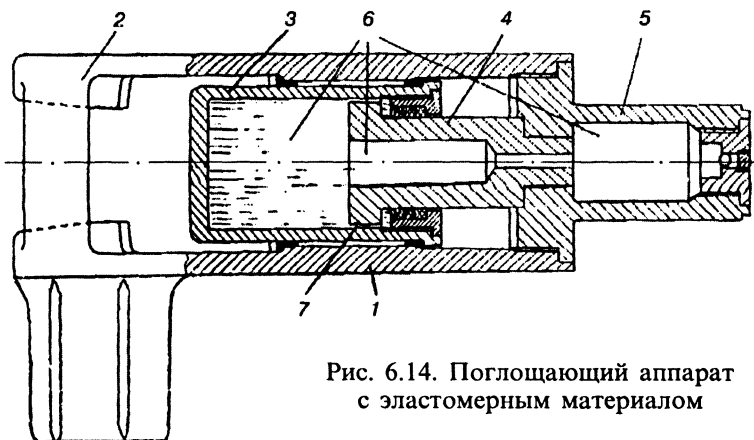


Рис. 6.14. Поглощающий аппарат с эластомерным материалом

ния перетекания силиконового эластомера через кольцевой зазор 7 между плунжером и штоком.

За счет дополнительного зазора в днище аппарата ЭПА-120 по сравнению с другими аппаратами этого типа, например, 73ZW, удалось более, чем 1,5 раза, увеличить объем используемого эластомера, снизить вдвое рабочее давление и, соответственно, существенно повысить его эксплуатационные характеристики и надежность при меньшей стоимости.

Его основные характеристики:

ход аппарата — 120 мм;

статическая сила сжатия 1,7 МН;

статическая энергоемкость — 110 кДж;

динамическая энергоемкость при силе 2 МН — 145 кДж;

динамическая энергоемкость при силе 2,5 МН — 250 кДж.

Автосцепное устройство полужесткого типа СА-3У (рис. 6.15) оборудовано автосоединителем воздухо-, электроприводов с боковым расположением мундштуков. Для этой цели предусмотрены отверстия в ребрах большого зуба для установки несущего вала 1 закрепляемого гайкой 2. На валу размещена пружина кручения 3, служащая для выдвижения коробки 4 и автосоединителя вперед за ось зацепления автосцепки. Автосоединитель обеспечивает соединение одного воздухопровода, оканчивающегося мундштуком 5, и одного электропровода, для чего в соединителе вмонтированы два контакта 6, соединенные параллельно. Коробка 4 шарнирно подвешена на несущем валу 1 с помощью рычага 7.

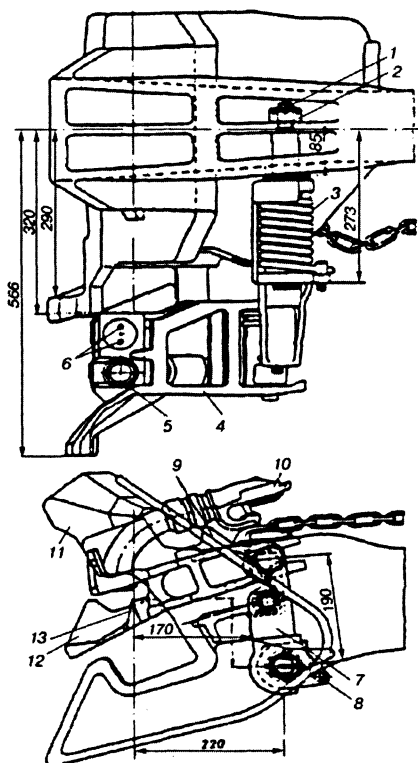


Рис. 6.15 Автосцепка СА-3У полужесткого типа с автосоединителем воздухо-, электропроводов:

1 — несущий вал; 2 — гайка; 3 — пружина; 4 — коробка выдвижная; 5 — мундштук; 6 — контакты; 7 — рычаг; 8 — штифт; 9 — прилив; 10 — головка тормозного рукава; 11 — крыло направляющее; 12 — рог направляющий; 13 — выступ коробки

Один, короткий, конец пружины кручения 3, закреплен штифтом 8, а другой, длинный, закреплен на корпусе за прилив 9 со стороны малого зуба и обеспечивает предварительную натяжку пружины. Длинный конец пружины одновременно служит рычагом, выводящим автосоединитель при необходимости из сцепленного состояния (без разведения вагонов). Патрубок воздухопровода оканчивается головкой 10 тормозного рукава, что позволяет вручную соединять тормозные рукава при сцеплении вагонов с автосоединителем и без него. Центрирование по вертикали до разности высот продольных осей автосцепок в 100 мм осуществляется с помощью направляющего крыла 11, а автосоединителя — с помощью направляющего рога 12. После сцепления автосцепок мундштуки и электроконтакты располагаются соосно. Окончательное центрирование осуществляется с помощью выступа 13, имеющего соответствующее углубление с противоположной стороны коробки 4. Необходимое усилие прижатия коробок друг к другу создает пружина 3, которая также служит для компенсации износов деталей автосоединителей при эксплуатации. По ре-

зультатам эксплуатации в грузовых и пассажирских поездах совершенствуется конструкция автосоединителя.

Техническая характеристика автосцепки СА-3У:

— зона улавливания в сторону зуба, мм:

малого — 240;

большого — 175;

— тип центрирующего прибора — маятниковый с эластичной опорой хвостовика автосцепки;

— тип автосоединителя воздухо-электропроводов — с боковым расположением мундштуков, постоянно выдвинут за ось автосцепки;

— рабочая нагрузка на автосцепку при эксцентриситете 50 мм, тс — 250;

— масса, кг:

автосцепки — 205;

автосоединителя — 25.

Автосцепка СА-3У проходит опытные испытания и ведется ее доработка до эксплуатационных требований.

Для исключения повреждения задних и передних упоров клепанной конструкции необходимо применение в консольных частях хребтовых балок их сварных вариантов.

6.6. УПРУГИЕ ПЕРЕХОДНЫЕ ПЛОЩАДКИ И АМОРТИЗИРУЮЩИЕ УСТРОЙСТВА ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ

Недостатком конструкции существующего автосцепного устройства является то, что в контуре зацепления, в узлах соединения хвостовика с хомутом и упорной плитой образуются зазоры в сумме до 40 мм, которые по мере изнашивания деталей увеличиваются до 100 мм. Автосцепки и вагоны в пределах этих зазоров могут свободно взаимно перемещаться в продольном направлении под действием сжимающих и растягивающих сил. В это время поглощающие аппараты не вступают в работу. В пределах этих зазоров вагоны, сближаясь, набирают скорость, после чего происходят резкие удары. Для смягчения таких ударов пассажирские вагоны оборудуют амортизирующими устройствами, обеспечивающими постоянное упругое натяжение сцепленных автосцепок, ликвидируя свободные зазоры. В качестве амортизирующих устройств на вагонах устанавливают упругие переход-

ные площадки, которые, кроме упругого натяжения автосцепок и амортизации ударов при сцеплении вагонов и трогании поезда, обеспечивают также безопасный переход пассажиров из вагона в вагон во время движения поезда. В вагонах встречается три типа упругих площадок: с листовой рессорой и гармоникой, с подвижной рамой и резиновыми суфле.

Боковой буфер упругой площадки (рис. 6.16) это полый стержень 1, внутри которого установлена шайба 2 с горловиной для упора и центрирования внутренней пружины 3. Другим концом пружина 3 упирается в дно стакана 4, который своим буртиком опирается на наружную пружину 5, надетую на патрубок поддона 9, связанного с буферным стаканом 6 двумя болтами 8 с гайками. Стержень 1 запирается в стакане двумя продольными клиньями 7. Буферный комплект крепится четырьмя болтами к концевой балке рамы. Вначале сжатия сопротивление буфера незначительное и увеличивается медленно, так как обе пружины работают последовательно: вначале сжимается более гибкая внутренняя пружина 3, а когда в буртик стакана 4 упрется шайба 2 (при ходе 110 мм), сопротивление буфера резко возрастает, так как начинает сжиматься большая пружина 5, имеющая повышенную жест-

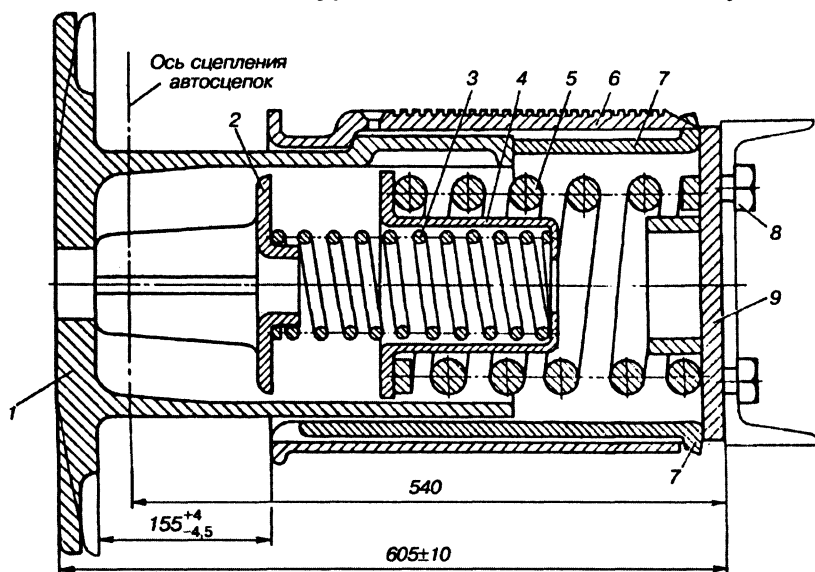


Рис. 6.16. Боковой буфер упругой площадки

кость. При сцепленных вагонах верхняя рессора обеспечивает взаимное прижатие наделок, вызывая дополнительное трение при вертикальных и горизонтальных смещениях упругих площадок, что приводит к более спокойному ходу вагонов.

Упругая площадка с резиновым уплотнением без верхней рессоры (рис. 6.17) устанавливается на вагонах новой постройки. Вместо переходной гармоникой или рамки в конструкции этой площадки применены резиновые уплотнения 1 специального замкнутого профиля (суфле), закрепленные на нижней части соединительной планки 2, связывающей шпинтоны 3, а вверху — на подвижной рамке 4 кузова вагона. Плотность переходного соединения обеспечивается за счет упругости резиновых уплотнений.

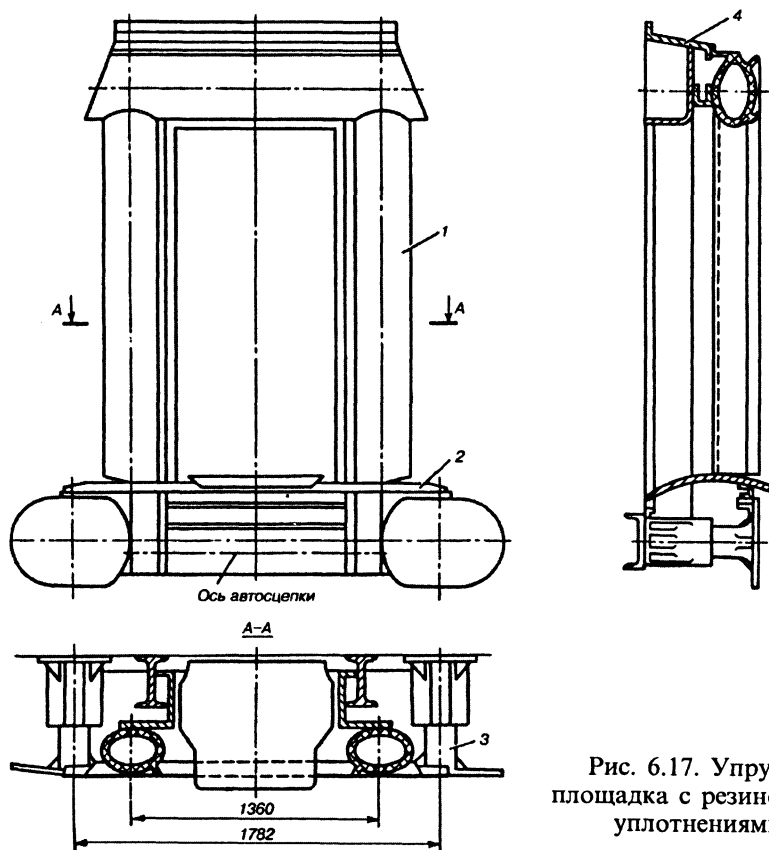


Рис. 6.17. Упругая площадка с резиновыми уплотнениями

6.7. УДАРНО-ТЯГОВЫЕ ПРИБОРЫ ВАГОНОВ МЕЖДУНАРОДНОГО СООБЩЕНИЯ

Министерство путей сообщения Российской Федерации приступило к реализации программы «Разработка и производство в России грузового подвижного состава новой поколения (до 2010 года) для бесперегрузочного сообщения «Восток–Запад» (ускоренный переход с колея 1435 мм на колею 1520 мм и наоборот).

Для использования грузовых вагонов в международном сообщении необходимо, чтобы они отвечали определенным требованиям. На европейских железных дорогах нормальной колеи 1435 мм действуют правила Международного союза (МСЖД) по использованию грузовых вагонов (RJV), Кодекс МСЖД и требования БЭИ МСЖД. Для сети СНГ руководящими документами являются Правила МПС и требования ГОСТов. Поэтому требуется стыковка этих требований и, в частности, по ударно-тяговым приборам. На вагонах, входящих в МСЖД, как правило, применяются тяговые устройства в виде винтовой сцепки по документу МСЖД 520, а в качестве ударного устройства — буфера по документу МСЖД 526-1.

Вагоны стран СНГ оснащены автосцепкой СА-3, и не могут быть соединены с вагонами европейских железных дорог (рис. 6.18), оборудованных винтовой сцепкой и ударными приборами — буферами (рис. 6.19).

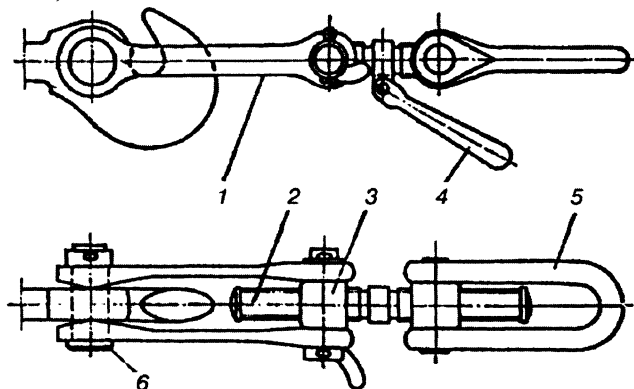


Рис. 6.18. Винтовая сцепка вагонов Польской Республики:

1 — серьги; 2 — винт; 3 — гайка; 4 — рукоятка; 5 — скоба;
6 — валик

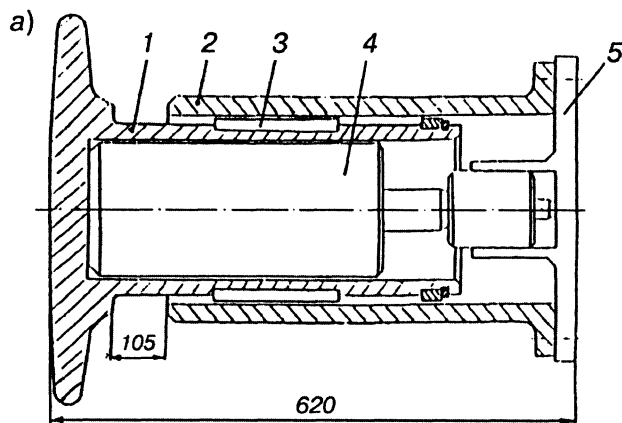


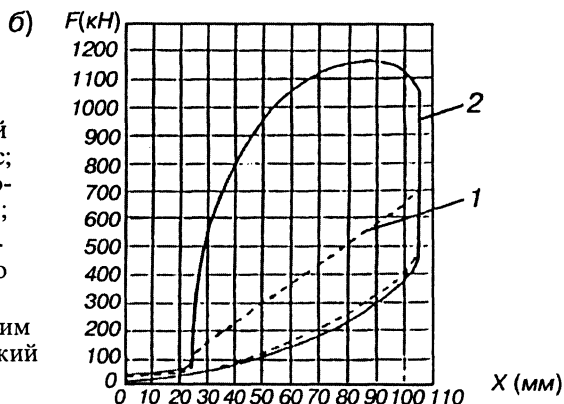
Рис. 6.19. Буферное устройство:

а — конструкция буфера:

1 — стакан с ударной тарелью; 2 — корпус; 3 — клин; 4 — эластомер; 5 — плита опорная;

б — силовая характеристика эластомерного буферного устройства:

1 — статический режим работы; 2 — динамический режим работы



Винтовая сцепка служит для соединения вагонов между собой и передачи тяговых усилий через крюк.

Ударные приборы служат для восприятия сжимающих нагрузок. Они выполнены в виде буферного устройства (см. рис. 6.19) снабженного эластомерным амортизатором (Польша).

Его характеристики:

— в статике

ход — 105 мм; сила предварительной затяжки — 20 кН; максимальное усилие сжатия — 100 кН; энергоемкость — 34 кДж и коэффициент восприятия энергии — 0,85;

— в динамике

ход — 105 мм; сила предварительной затяжки — 25 кН; максимальное усилие сжатия — 1150 кН; энергоемкость — 72 кДж и коэффициент восприятия энергии — 0,15.

Для эластичного восприятия тягового усилия (рис. 6.20) крюк 1 передает раме 4 нагрузку через упор 3 и вязкоупругий поглощающий аппарат 5 типа 73ZW (Польша) энергоемкостью 55 кДж (в статике) и 130 кДж (в динамике). Аппарат 73ZW (рис. 6.21, а) взаимозаменяем с аппаратами отечественного производства и может размещаться в тяговом хомуте автосцепного устройства СА-3. Его упорная плита 1 соединена с корпусом 3 четырьмя болтами 2.

Внутри корпуса аппарата размещен плунжер 5 с эластомерным материалом КАМАХИЛ, который сжимаясь плунжером 4, создает вязкое сопротивление ударной нагрузке.

КАМАХИЛ, представляет собой вязкую и упругую жидкость, обладающей большой способностью воспринимать энергию удара.

Характеристика аппарата (рис. 6.21, б): энергоемкость в статике 7 – 55 кДж, в динамике 6 – 130 кДж, ход аппарата — 90 мм, сила предварительной затяжки — 200–220 кН, максимальная сила сжатия — 1000–1500 кН и коэффициент восприятия энергии 0,4 (в статике) и 0,75 (в динамике).

Для совместимости европейских сцепок со сцепным устройством стран СНГ во вновь строящихся вагонах РФ и Украины предусматриваются посадочные места под буфера на концевых балках рам. Для обеспечения необходимой прочности и жесткости концевых балок, сами балки и в целом консольные части рам усиливаются для возможности восприятия сжимающихся нагрузок до 1000 кН через буфера. Тяговый

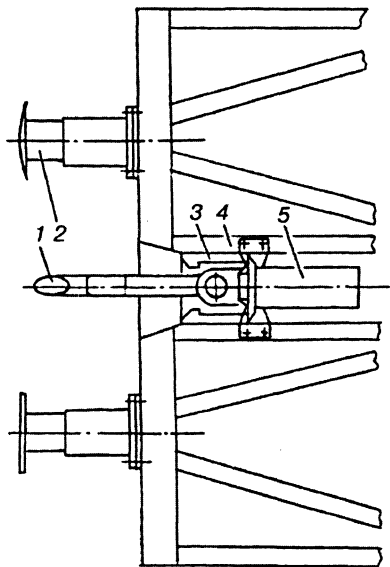
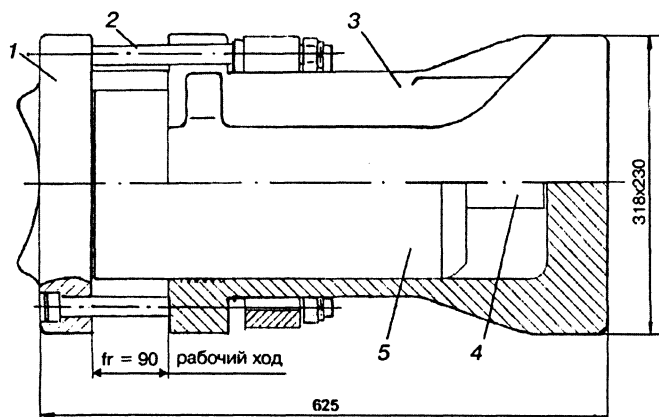
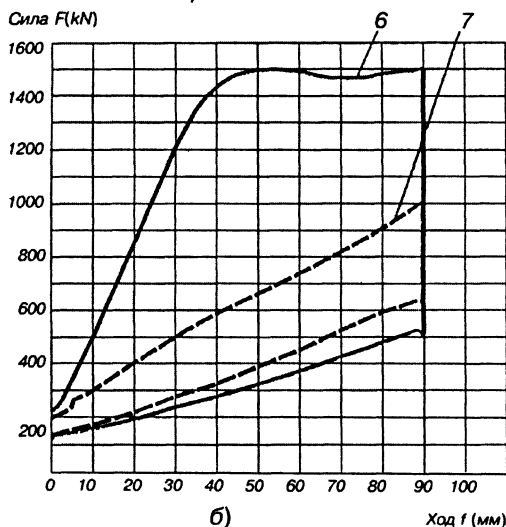


Рис. 6.20. Установка винтовой сцепки на раме вагонов Польши:

1 — крюк; 2 — буфер; 3 — упор;
4 — хребтовая балка; 5 —
поглощающий аппарат



а)



б)

Рис. 6.21.
Поглощающий
аппарат 73ZW:
а) конструкция;
б) силовая
характеристика

крюк разработан взаимозаменяемым с автосцепкой СА-3 и может соединяться с тяговым хомутом с помощью стандартного клина автосцепки. Планируется, что на приграничных станциях будет производиться замена одного вида сцепки на другой и продолжение движения поезда без перегрузки на Запад или Восток.

На перспективу фирмой Тиссен (Германия) разработана автосцепка ЛАФ, которая без затруднений позволяет осуществлять сцепление как с автосцепкой СА-3, так и с винтовой сцепкой.

7. ГРУЗОВЫЕ ВАГОНЫ И КОНТЕЙНЕРЫ

7.1. НАЗНАЧЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ КУЗОВОВ

Тип грузового вагона и устройство определяются его назначением и конструкцией кузова. *Кузовом* называется часть вагона, предназначенная для размещения в нем грузов. В эксплуатации находится большое разнообразие кузовов грузовых вагонов, поэтому они классифицируются в зависимости от: рода перевозимых грузов; материала обшивки; конструкции рамы и устройств для погрузки и выгрузки грузов.

В зависимости от рода перевозимых грузов кузова делятся на открытые (у платформ, полувагонов, думпкаров, хопперов — и дозаторов и транспортеров) и закрытые (у крытых, цистерн, изотермических, зерно- и цементовозов и других крытых вагонов бункерного типа). В зависимости от конструкции рамы — со сквозной хребтовой балкой и несквозной хребтовой балкой (без хребтовой балки). В зависимости от материала обшивки — на кузов с металлической и деревянной обшивкой. В зависимости от конструкции элементов для загрузки и выгрузки грузов — с дверями на боковых стенах или с люками в крыше и полу (при отсутствии крыши — только с люками в полу). В свою очередь закрытые делятся на кузова: без теплоизоляции, с теплоизоляцией и различными системами принудительного охлаждения (обогрева) грузов или без них.

Конструкция кузова того или иного типа вагона определяется его назначением. Поэтому кузова разных типов вагонов по своей конструкции различны, но у всех их много общего. Чтобы легче было в последующем изучать конструкцию соответствующего типа вагона, рассмотрены эти общие черты на примере устройства кузова восьмиосного полувагона.

Кузов этого вагона (рис. 7.1), как и любого другого вагона, имеет раму с настилом пола 13, боковых 1 и торцовых 14 стен (у некоторых других типов вагонов имеется еще и крыша). Сваренные в единую жесткую конструкцию эти элементы, с одной стороны, образуют помещение для грузов, а с другой — являют-

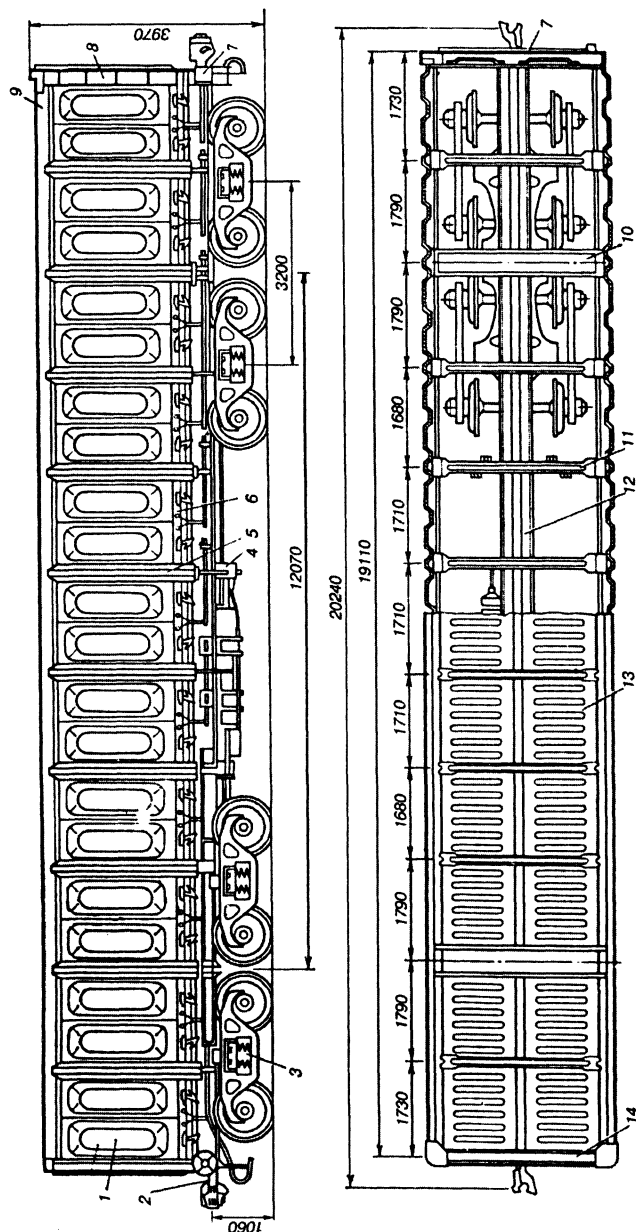


Рис. 7.1 Восьмиосный универсальный полуприцеп

ся несущей конструкцией, обеспечивающей восприятие всех видов эксплуатационных нагрузок.

Рама — это основание кузова, на которой монтируются стены 1 и 14, автосцепное 2 и тормозное 4 оборудование. Рама — наиболее нагруженный элемент кузова, воспринимающий наибольшую долю как продольных, так и вертикальных сил, и поэтому она выполнена из наиболее мощных и материалоемких прокатных профилей. У всех типов вагонов рама состоит из трех основных несущих продольных балок (хребтовой 12 и боковых 6) и набора поперечных (концевых 7, шкворневых 10 и промежуточных поперечных 11). У всех типов вагонов, кроме полувагонов, для поддержания настила пола в раме предусмотрены вспомогательные продольные и поперечные балки. У полувагонов эти функции выполняют подкрепляющие элементы крышек люков.

Хребтовая балка 12 служит для крепления на ней автосцепного и тормозного оборудования. Через автосцепное устройство она передает продольные силы на другие вагоны. Но поскольку она жестко связана и с другими элементами кузова, то наряду с продольными воспринимает также и вертикальные силы. Ее изготавливают из мощных прокатных Z-образных, швеллерных и двутавровых профилей.

Боковые продольные балки 6 рамы предназначены для соединения боковых стен с рамой. Они работают совместно со стенами и воспринимают, хоть и в меньшей степени, чем хребтовая балка, но тоже все виды эксплуатационных нагрузок.

Основные несущие поперечные балки связывают хребтовую балку с боковыми стенами в единую конструкцию. У всех типов вагонов к ним относятся две концевые 7, две шкворневые 10 и ряд промежуточных 11 поперечных балок, число которых зависит от типа вагона и его осности. Поперечные балки в большинстве типов вагонов выполняют переменной высоты: максимальной — в местах соединения с хребтовой и минимальной — в местах соединения с продольными боковыми балками. Сделано это для обеспечения равнопрочности конструкции и рационального распределения металла в раме вагона.

При этом у всех типов вагонов формы сечений основных поперечных балок также однотипны: у концевых — П-образное (швеллерное), у шкворневых — замкнутое коробчатое и у промежуточных — двутавровое.

Концевые балки 7 предназначены для восприятия части нагрузок от перевозимых грузов, а также для установки и крепления угловых стоек 8 стен. Концевые балки 7 сварной конструкции

изготавливают из листов толщиной 6—10 мм. На лобовом (вертикальном) листе концевой балки установлен поручень сцепщика, кронштейн для крепления стояночного тормоза и кронштейн расцепного привода автосцепки.

К нижним листам по концам концевых балок приварены планки для установки домкратов и ставлюк при ремонте вагонов.

Шкворневые балки 10 передают через пятник и скользуны на тележки 3 всех возникающих в процессе движения статических и динамических усилий. Они представляют собой конструкцию коробчатого сечения переменной высоты по длине и образованы верхним, двумя вертикальными и нижним листами. В пересечении с хребтовой шкворневые балки усилены надпятниковой коробкой.

Промежуточные поперечные балки 11 соединяют боковые стены с рамой. Они воспринимают часть нагрузок, действующих на раму. Балки представляют собой сварную конструкцию двутаврового сечения переменной высоты.

Стены кузова сварены из металлических листов обшивки 1 и подкрепляющего ее каркаса. Каркас состоит из верхней 9 и нижней 6 обвязок и набора стоек — угловых 8, шкворневых и промежуточных 5, соответственно расположенных против концевых, шкворневых и промежуточных поперечных балок рамы. Подкрепляя обшивку, каркас, придает ей необходимую устойчивость против выпучивания, а всему кузову обеспечивает жесткость. Эти подкрепляющие элементы, как правило, выполняются из гнутых элементов в форме омега- и зетообразных профилей,

У вагонов, имеющих крышу, ее металлическая обшивка приваривается к каркасу, который состоит из набора дуг, а также боковых и средних продольных балок.

Из сказанного следует, что несущая металлоконструкция, кузовов современных вагонов и их основных сборочных единиц (рам, стен и крыши) имеют принципиально однотипное конструктивное исполнение и отличаются лишь линейными размерами, формой профилей и толщиной сменок подкрепляющих элементов и обшивки. В кузовах, имеющих крышу, металлическая обшивка выполняется толщиной 1,5—3 мм, а в стенах кузовов без крыши — 4—5 мм. Кузова различаются также и другими особенностями:

конструкцией пола;

наличием или отсутствием внутренней обшивки и теплоизоляции;

конструкцией дверей или загрузочных и разгрузочных люков

и т.д.

Эти особенности изложены ниже при рассмотрении конструкции кузовов соответствующих типов вагонов.

7.2. ТРЕБОВАНИЯ К ГРУЗОВЫМ ВАГОНАМ

Требования к грузовым вагонам определены государственными стандартами. Они охватывают: общие требования, требования к материалам, надежности, безопасности работы обслуживающего персонала, маркировке и транспортированию, а также гарантийные обязательства завода-изготовителя.

Общие требования регламентируют климатические условия эксплуатации, параметры и размеры вагонов, габарит, прочность элементов вагонов, параметры наиболее ответственных узлов (тележек, автосцепного устройства, тормозного оборудования и др.), конструкцию кузова, окраску, виды, методы и периодичность контрольных испытаний, а также конструкцию отдельных элементов.

Грузовые вагоны изготавливаются в исполнении У для умеренного климата с температурами от +40 до -50°C. Параметры вагона (грузоподъемность, расчетная скорость, нагрузка от колесной пары на рельсы, объем кузова и габарит) подобраны такими, при которых обеспечивается наиболее экономичная эксплуатация вагонов. Все основные типы грузовых вагонов магистральных железных дорог рассчитаны на эксплуатацию со скоростями до 120 км/ч, а новые рефрижераторные и специализированные вагоны для перевозки большегрузных контейнеров — до 140 км/ч.

Требования к тележкам, автосцепному устройству, тормозному оборудованию и другим ответственным узлам направлены на обеспечение безопасности движения поездов и необходимой плавности хода вагонов, а к конструкции кузова и его отдельных элементов — на обеспечение сохранности перевозимых грузов и самих вагонов при использовании комплексной механизации погрузочно-разгрузочных работ.

Установленные виды, методы и периодичность контрольных испытаний направлены на повышение качества проектирования и изготовления вагона, улучшение его прочностных, ходовых динамических и эксплуатационных показателей, а также показателей надежности и долговечности при изменяющихся условиях эксплуатации железных дорог.

По надежности требования определяются установленным сроком службы вагонов до списания и сроками эксплуатации до первых деповского и капитального ремонтов. Поскольку обеспечение надежности вагонов зависит не только от завода- изгото-

вителя, но и от ремонтных предприятий, системы технического обслуживания и условий эксплуатации, то на вагоны устанавливаются также требования по обеспечению сохранности вагонов, определяемые государственным стандартом.

Требования по конструкции отдельных элементов определяются типом вагонов. Так, для универсальных крытых вагонов необходимо наличие боковых дверей, настенного несъемного оборудования, люков с вентиляционными решетками в боковых стенах, для универсальных полувагонов — разгрузочных люков в полу, для универсальных платформ — продольных и поперечных бортов.

Грузовые вагоны должны соответствовать «Типовым требованиям по технике безопасности и производственной санитарии для проектирования и постройки грузовых и пассажирских вагонов железнодорожного транспорта».

Требования безопасности предусматривают оснащение вагонов лестницами, подножками, поручнями, кронштейнами для сигнальных фонарей, рифлеными планками для постановки домкратов, а также нанесение знаков безопасности и предостерегающих надписей, обеспечивающих безопасную эксплуатацию вагонов.

Гарантийные обязательства завода-изготовителя устанавливаются сроками ответственности завода за качество изготовления вагона при соблюдении существующих и перспективных условий эксплуатации и ремонта грузовых вагонов.

7.3. ЗНАКИ И НАДПИСИ НА ВАГОНАХ

В соответствии с альбомом «Знаки и надписи на вагонах железных дорог» — для оценки принадлежности вагона МПС, его типа и технической характеристики на грузовые вагоны с наружной стороны кузова наносят знаки и надписи (рис. 7.2). Знаки, наносимые на боковой стене 9: товарный знак завода-изготовителя 4; знак МПС 5; знак кронштейна для подтягивания вагона 1; знак об оборудовании колесных пар роликовыми подшипниками 11; панель 8 с накладными цифрами номера вагона; черный прямоугольник 15 — место нанесения меловых надписей и наклейки ярлыков и знак «МС» 10 (знак транзитности). На наружной поверхности хребтовой балки прикрепляется табличка с указанием наименования предприятия-изготовителя, года постройки, марки стали, из которой выполнены кузов вагона, и знак «К» 13, означающий применение неметаллических колодок (композиционных).

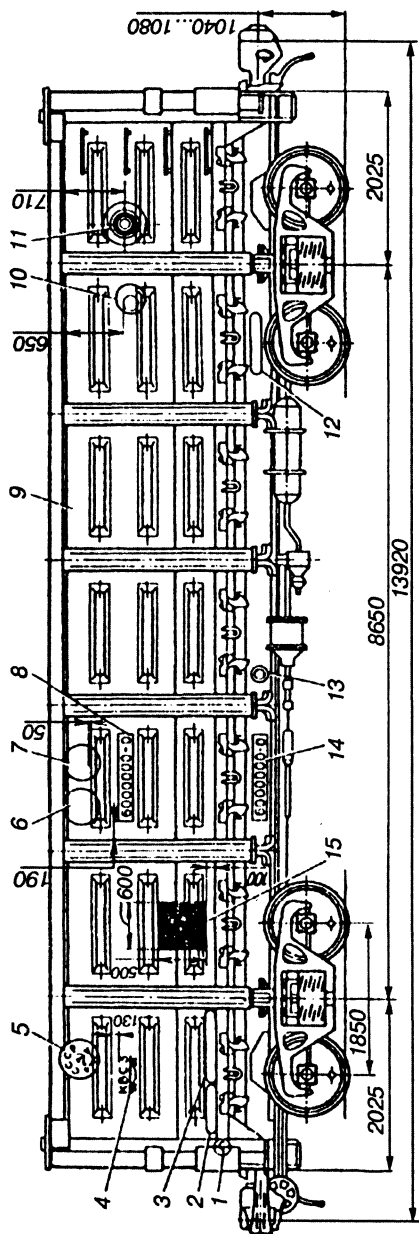


Рис. 7.2. Схема размещения знаков и надписей на четырехосном полувагоне

Надписи, наносимые на боковой стене: грузоподъемность 6, тара 2, объем кузова 7, дата постройки вагона 3, а на хребтовой балке — слово «Авторежим» 12, номер вагона 14.

Кроме того, на отдельных типах вагонов указывается род перевозимого груза, например: «Зерно», «Цемент», «Молоко», «Бензин», «Соляная кислота» и т.д.

После планового ремонта на боковых стенах кузовов наносится дата и пункт последнего ремонта вагона.

Номер вагона, наносимый на боковой стене и хребтовой балке рамы, у всех грузовых вагонов имеет восемь знаков. Он состоит из семи основных цифр, несущих информацию о типе вагона и его технических и коммерческих признаках. Восьмая цифра является контрольной. С ее помощью проверяется правильность передачи номера в документах.

Всего среди шести родов вагонов выделено 175 типов грузовых вагонов, в том числе 66 типов транспортеров. Каждый тип вагона включает в себя хотя бы один из признаков, отличающих его от вагонов других типов. В число таких основных признаков включены тип вагона (крытый, полувагон, платформа, цистерна, изотермический и специализированный вагон), осьность, длина по осям сцепления автосцепок, масса тары, объем кузова (котла), габарит, постоянные приспособления или специализация для перевозки определенных грузов.

В каждом типе подвижного состава вагоны сгруппированы по объединяющим признакам. Как правило, внутри группы вагоны распределены по длине, т.е. для типов вагонов, имеющих большую длину, установлена большая по значимости нумерация. Число номеров, отводимое для вагонов каждого типа, определяется их максимальным наличием в парке в данный момент времени с учетом перспективы. Внутри групп и типов предусмотрена резервная емкость, которая может быть использована для перспективных вагонов близких типов или увеличения числа вагонов имеющихся типов.

Первый знак номера кодирует тип вагона и ряд других технических средств на железнодорожном ходу: 0 — пассажирские вагоны, 1 — локомотивы, путевые машины, краны и другие механизмы, 2 — крытые грузовые вагоны, 4 — платформы, 5 — вагоны, находящиеся в собственности предприятий других министерств, 6 — четырех и восьмиосные полувагоны, 7 — четырех- и восьмиосные цистерны, 8 — изотермические четырехосные вагоны, 3 — транспортеры, шестиосные вагоны, четырехосные хопперы-дозаторы и думпкары и 9 — прочие четырехосные вагоны (для зерна, цистерна для кальцинированной соды и др.). Шестиосные вагоны и транспортеры отнесены к

прочим вагонам. Второй знак номера кодирует осьность и основную характеристику всех грузовых вагонов, кроме транспортеров: цифры 0–8 второго знака обозначают четырех-осные, а цифра 9 — восьмиосные. У шестиосных вагонов вторая цифра номера — 6. Одновременно наряду с осьностью второй знак несет в себе информацию об основных характеристиках вагона. Например, у крытых вагонов цифра 0 — означает, что объем кузова вагона равен 120 м³, цифры 2 и 3 — объем кузова более 120 м³, цифры 4–7 — кузов выполнен с уширенным дверным проемом.

Третий, четвертый, пятый и шестой знаки номера у всех вагонов, кроме транспортеров, характеристики не содержат, а седьмой знак также, кроме транспортеров, кодирует наличие или отсутствие переходной площадки: цифры 0–8 — седьмого знака означают, что у вагонов нет переходной площадки, а цифра 9 — свидетельствует о наличии площадки (табл. 7.1).

Т а б л и ц а 7.1. Принцип построения новой нумерации полувагонов

Тип	Основные характеристики	Расчетная длина, мм	Расчетная масса, т/L*	Первые шесть цифр номера вагона	Седьмой знак. Сведения о переходной площадке
600	Четырехосный полувагон с люками в полу и торцовыми дверями	13920	22,5/1,00	600000–609999	0–8
601	Четырехосный полувагон с люками в полу, торцовыми дверями и переходной площадкой	14410	24/1,04	600000–609999	9
620	Четырехосный полувагон с люками в полу без торцовых дверей	13920	22,0/1,00	620000–659999	0–8
621	То же, с переходной площадкой	14410	22,6/1,04	620000–659999	9
670	Четырехосный полувагон с глухим кузовом	13920	21,1/1,00	670000–679999	0–8
671	Четырехосный полувагон с переходной площадкой	14410	22,6/1,04	670000–679999	9

Примечание. L* — длина условного вагона, принятая равной 14 м.

Второй знак у транспортеров — 9. Третий знак (0–9) транспортеров характеризует их тип: 0, 1 и 2 — площадочные, 3 — платформенные, 4 и 5 — колodцевые, 6 и 7 — сцепные крайние платформы, 8 — сцепные средние платформы и 9 — сочлененные.

Четвертый знак (0–9) транспортеров характеризует дополнительные данные: длину и массу тары. Пятый, шестой и седьмой знаки номера характеристики не содержат.

7.4. КРЫТЫЕ ВАГОНЫ

В крытых вагонах перевозят штучные, тарно-штучные, пакетированные и насыпные грузы, требующие укрытия и защиты от воздействия атмосферных осадков. Конструкции кузовов этих типов вагонов имеют раму, боковые и торцовые стены, крышу и двери или люки для загрузки и выгрузки грузов. По своему назначению крытые вагоны разделяются на два типа: универсальные и специализированные. Отличительная особенность кузовов универсальных крытых вагонов — наличие боковых дверей, настенного несъемного оборудования и люков с вентиляционными решетками на боковых стенах. Из универсальных крытых вагонов наибольший удельный вес в вагонном парке составляют вагоны моделей 11-066, 11-217 и 11-270. Они имеют одинаковый объем кузовов (120 м³), но различную конструкцию. У вагонов модели 11-066 каркас (обрешетка) кузова выполнен раскосностоечной конструкции и имеет деревянную обшивку стен (всех или только боковых), а у моделей 11-217 и 11-270 — каркас без раскосов, с обшивками металлической наружной и деревянной внутренней, выполненной из влагостойкой фанеры. Технические требования на универсальные крытые вагоны определены государственным стандартом. Характеристика универсальных крытых вагонов приведена в табл. 7.2.

К специализированным крытым вагонам относятся вагоны для перевозки: скота, легковых автомобилей, холодногнущей стали, гранулированных полимеров, муки, апатитового концентрата, а также конструкции бункерного типа для перевозки зерна, цемента и минеральных удобрений. Кузова специализированных вагонов имеют цельнометаллическую конструкцию (кроме вагонов для перевозки скота) и, как правило, дверей в стенах не имеют. Для загрузки и выгрузки грузов кузова таких вагонов оборудованы люками.

Таблица 7.2. Техническая характеристика универсальных крытых вагонов

Показатель	Модель		
	11-217	11-270	11-260
Грузоподъемность, т	68	68,5	72
Тара, т	24	24,5	28
Объем кузова, м ³	120	122	140
База вагона, м	10	10	12,24
Длина, м:			
по осям сцепления автосцепок	14,73	14,73	16,97
по концевым балкам рамы	13,87	13,87	15,75
Ширина, м:			
максимальная	3,249	3,22	3,26
кузова внутри	2,77	2,764	2,77
Ширина дверного проема, м	3,825	3,8	3,973
Высота до уровня головок рельсов, м:			
максимальная	4,692	4,660	4,60
до уровня пола	1,286	1,286	1,285
Высота кузова внутри (по боковой стене), м	2,737	2,79	3,05
Коэффициент тары	0,35	0,357	0,388
Удельный объем, м ³ /т	1,77	1,78	2,09
Нагрузка от колесной пары на рельсы, кН	228	228	245
Конструкционная скорость, км/ч	120	120	120
Габарит по ГОСТ 9238	1-ВМ	1-ВМ	1-ВМ
Нагрузка на 1 м пути, т	6,2	6,3	5,9

Универсальный крытый вагон модели 11-217 (рис. 7.3) Алтайского вагоностроительного завода спроектирован по габариту 1-ВМ (О-Т) ГОСТ 9238 и предназначен для эксплуатации по железным дорогам СНГ колеи 1520 мм. Он может также эксплуатироваться по реконструированным линиям железных дорог колеи 1435 мм после соответствующей замены ходовых частей. Кузов таких вагонов имеет металлическую наружную обшивку и деревянную внутреннюю облицовку, а также оборудован двустворчатыми дверями, имеющими увеличенную ширину дверного проема (3825 вместо 2000 мм вагонов модели 11-066). Применение металлической обшивки кузова повышает его надежность работы в эксплуатации. Увеличение ширины дверного проема обеспечивает более быстрый процесс погрузки и выгрузки, а следовательно, сокращение простоя под грузовыми операциями и ускорение оборота вагона.

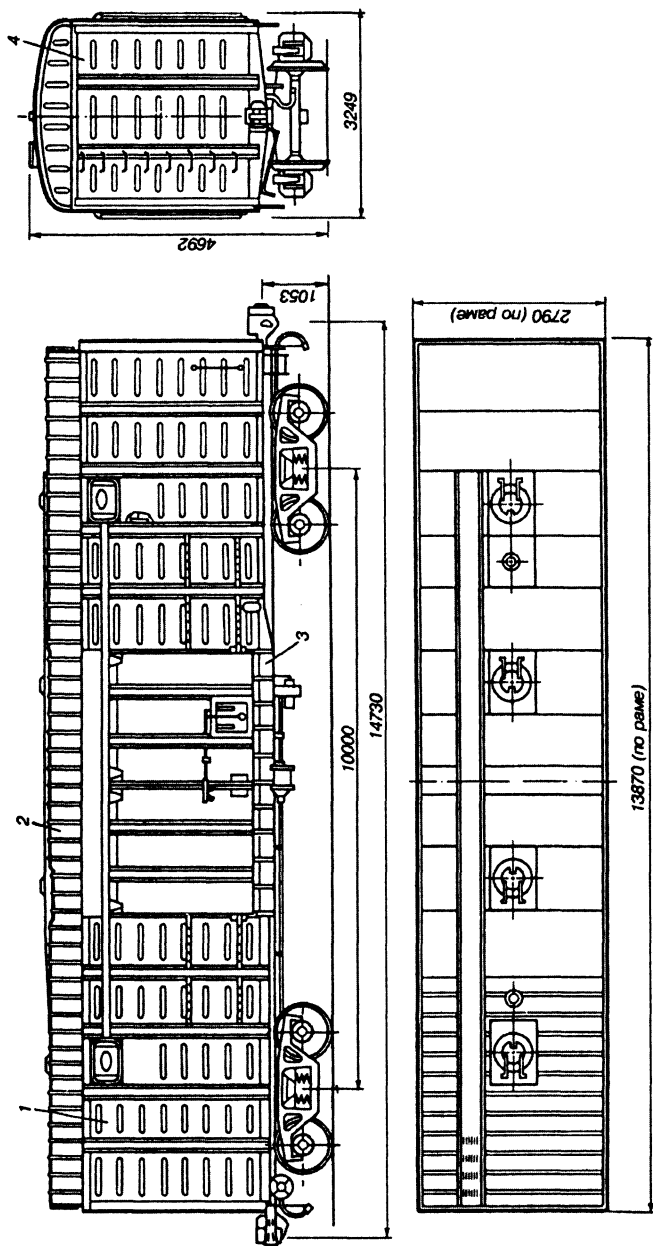


Рис. 7.3. Универсальный крытый вагон

Вагон загружают через двери 3 и люки в крыше 2 и боковых стенах 1. Уширенный дверной проем усилен, повышена прочность пола кузова из расчета работы автопогрузчиков с осевой нагрузкой до 43 кН. Вагон модели 11-217 имеет характеристику, приведенную в табл. 7.2.

Все несущие элементы рамы, стен 1 и 4 и крыши 2 изготовлены из низколегированной стали 09Г2Д, а обшивка торцовых 4 стен и крыши из низколегированной стали 10ХНДП.

Рама кузова (рис. 7.4) состоит из хребтовой балки 2, двух боковых 3, двух концевых 1, двух шкворневых 4, двух основных 7 и семи промежуточных 5 поперечных балок, четырех раскосов 10, шести продольных балок 6 для поддержания пола, одной балки для крепления тормозного цилиндра и двух подножек. Хребтовая балка 2 сварена из двух Z-образных профилей № 31. В концевых ее частях установлены задние упоры автосцепки, объединенные с надпятниковой отливкой шкворневого узла, а также розетки, отлитые заодно целое с передними упорами автосцепки. Боковые балки 3 выполнены из швеллеров № 20. В зоне дверного проема к балкам 3 приварены пороги из специальных Z-образных профилей. Концевые балки 1 сварные П-образного сечения и выполнены из листов тол-

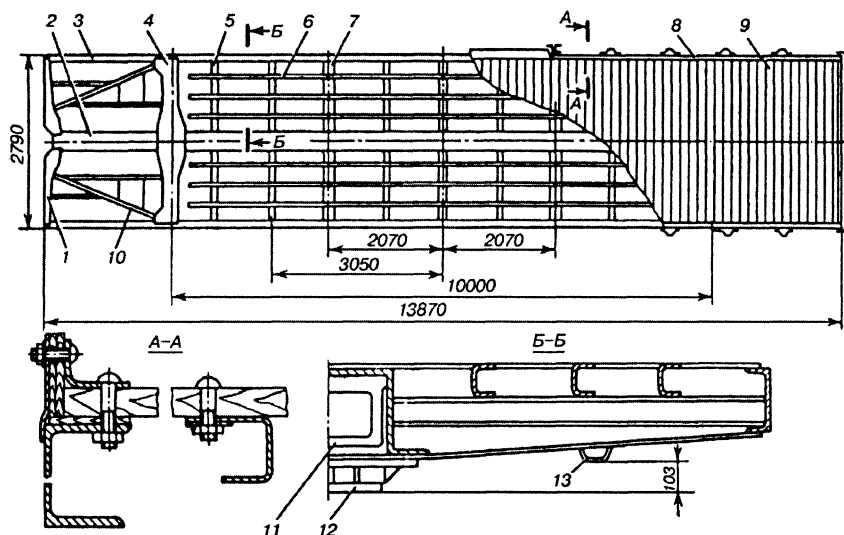


Рис. 7.4. Рама универсального крытого вагона

щиной 6 мм. В месте постановки розетки балка имеет нишу глубиной 180 мм, позволившую заглубить розетку и уменьшить вылет автосцепки с 610 до 430 мм. Такое решение позволило увеличить внутреннюю длину и повысить объем кузова без — изменения размеров вагона по осям сцепления автосцепок. Для безопасной работы составителей поездов на концевой балке установлены поручни. *Шкворневые балки 4* сварные коробчатого сечения. Каждая из них состоит из двух вертикальных толщиной 6 мм, верхнего (8 мм) и нижнего (10 мм) горизонтальных листов. В местах пересечения шкворневых балок с хребтовой установлены стальные надпятниковые коробки *11*, связывающие вертикальные стенки хребтовой балки, а также усиливающие пятниковый узел рамы. К нижним листам шкворневых балок приклепаны пятники *12* и скользуны *13*. Основные поперечные балки *7* сварные двутаврового сечения, выполненные из листов толщиной 6 мм. Для обеспечения равнопрочности конструкции рамы концевые, шкворневые и основные поперечные балки имеют переменную высоту по своей длине. Раскосы *10* рамы изготовлены из швеллера № 14, а поперечные *5* и продольные *6* вспомогательные балки для поддержания пола — из гнутых швеллеров 100х80х5 мм. Для передвижения вагонов лебедкой на каждом конце боковых балок рамы приварены специальные скобы. На раму настлан пол *9* из досок толщиной 55 мм, соединенных вчетверть. По периметру пол армирован уголком *8*. В зоне дверного проема, где интенсивно работают автопогрузчики, деревянный настил пола покрыт металлическими листами толщиной 4 мм.

Боковая стена (рис. 7.5) безраскосной конструкции. Стена имеет каркас и обшивку: металлическую *11* наружную и деревянную *10* внутреннюю. Для загрузки и выгрузки вагона в средней части стены расположены самоуплотняющиеся двери *6* и *7* и два люка *4*, снабженные вентиляционными решетками. Каркас стены включает обвязку *1*, две шкворневые *3*, шесть промежуточных *2* и две дверные *5* стойки. Верхняя обвязка *1* (разрез *A—A*) выполнена из уголка 90х56х8 мм, шкворневые и промежуточные стойки — из гнутого омегаобразного профиля толщиной 6 мм, а дверные стойки *13* (разрез *Д—Д*) — из Z-образного профиля размером 100х75х6,5 мм и направляющего уголка *15* размером 75х50х6 мм. К раме стена приварена через продольную боковую балку рамы *19*, а к торцовым стенам — через угловые стойки *12* (разрез *В—В*). Наружная обшивка *11* стен изготовлена из гофрированных листов толщиной 3 мм снизу и 2,5 мм сверху, а внутренняя *10* — из влагостойкой фанеры марки

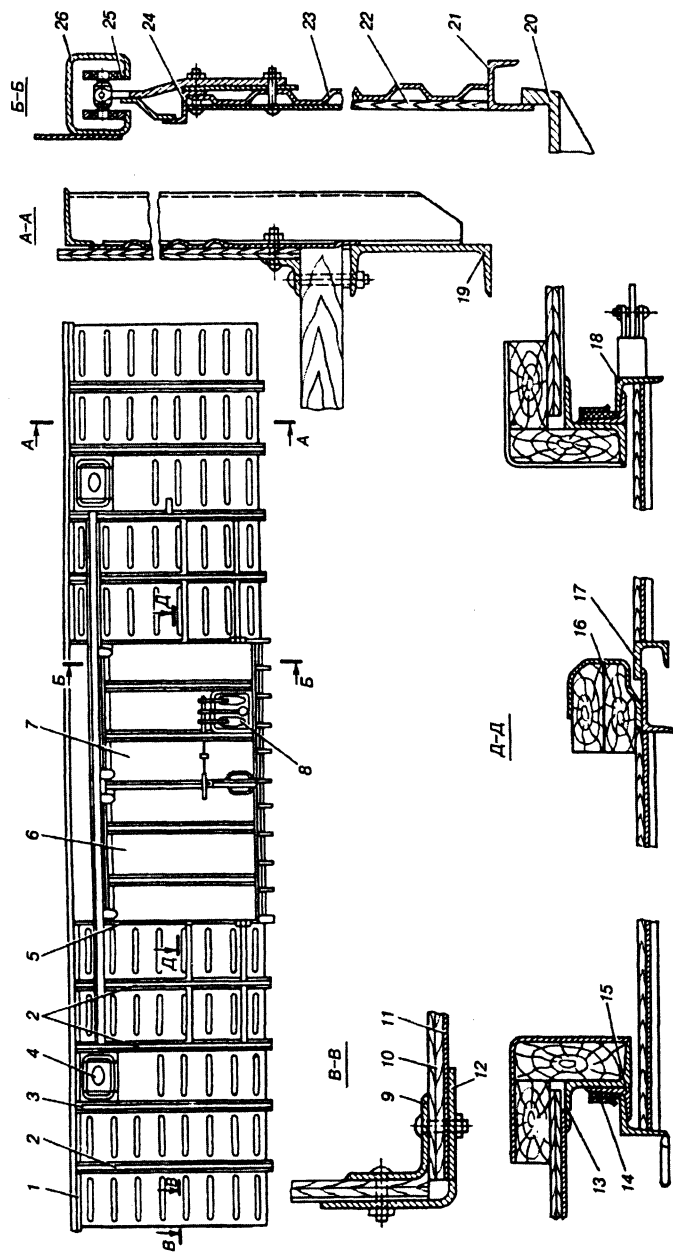


Рис. 7.5. Боковая стена кузова универсального крытого вагона

ФСФ толщиной 10 мм. Внутренняя обшивка прикреплена к каркасу болтами и обрамлена в стыках уголком 9. В каждом дверном приеме шириной 3825 мм установлено по две створки двери 6 и 7, на одной из которой в нижней части имеется обезгруживающий люк 8. Механизм открывания этого люка заблокирован с механизмом открывания и закрывания створок дверей и исключает его случайное открывание. Герметизация и самоуплотнение створок дверей по стопкам обеспечиваются давлением сыпучего груза и резиновыми элементами 14, а между собой в створе — обвязкой 16 левой двери специальной конфигурации, в паз которой заходит обвязка 17 правой двери. Герметизация дверей снизу обеспечивается давлением груза и прижатием нижней обвязки 21 к порогу 20 дверного проема. Каждая из створок дверей 6 и 7 состоит из каркаса, обшитого снаружи металлическими листами 23 толщиной 1,4 мм, а изнутри — фанерой 22 толщиной 8 мм. Створки двери перемещаются по прикрепленному над дверным проемом рельсу 26 на роликах 25 с шариковыми подшипниками. Каркасы створок дверей состоят из верхней, нижней и боковой обвязок. Верхние обвязки 24 имеют Z-образный профиль, нижние 21 — П-образный, боковые крайние 18 — уголки. Средние обвязки соответственно на левой створке двери имеют специальный профиль, свариваемый из уголка и гнутого элемента 16, внутрь которого для жесткости введены деревянные брусья, а на правой двери — П-образный 17 профиль. Для защиты правой створки двери от повреждений при резком открывании на второй от дверного проема стойке кузова установлен амортизатор, состоящий (рис. 7.6) из корпуса 1, пружины 3, шайбы 4 и стержня 2. Крышки боковых люков с вентиляционной решеткой выполнены из штампованных стальных листов толщиной 2 мм и замков, обеспечивающих удержание крышек в закрытом положении. Замки открываются только изнутри вагона.

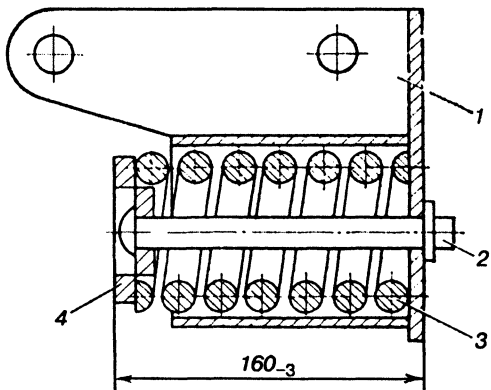


Рис. 7.6. Амортизатор двери крытого вагона

Торцовая стена (рис. 7.7) изготовлена из каркаса, наружной металлической 4 и внутренней деревянной 5 обшивок, обрамленных по полу уголком 6, а по углам — уголком 8. Каркас состоит из двух угловых 2 и двух промежуточных стоек 3, связанных верхней обвязкой 1. Наружная металлическая обшивка 4 выполнена из гофрированных листов толщиной 3 мм снизу и 2,5 мм сверху, а внутренняя 5 — из влагостойкой фанеры толщиной 10 мм. Угловые стойки 2 изготовлены из гнутого уголка 80x80x6 мм, промежуточные стойки 3 — из Ω -образного элемента 230x135x6 мм, а верхняя обвязка 1 — из специального профиля толщиной 6 мм. Нижней обвязкой стены служит концевая балка 7 рамы.

Крыша кузова (рис. 7.8) — цельносварная с четырьмя загрузочными люками 6 диаметром 400 мм и двумя типовыми печными разделками 4. К боковым и торцовым стенам кузова крыша крепится за-

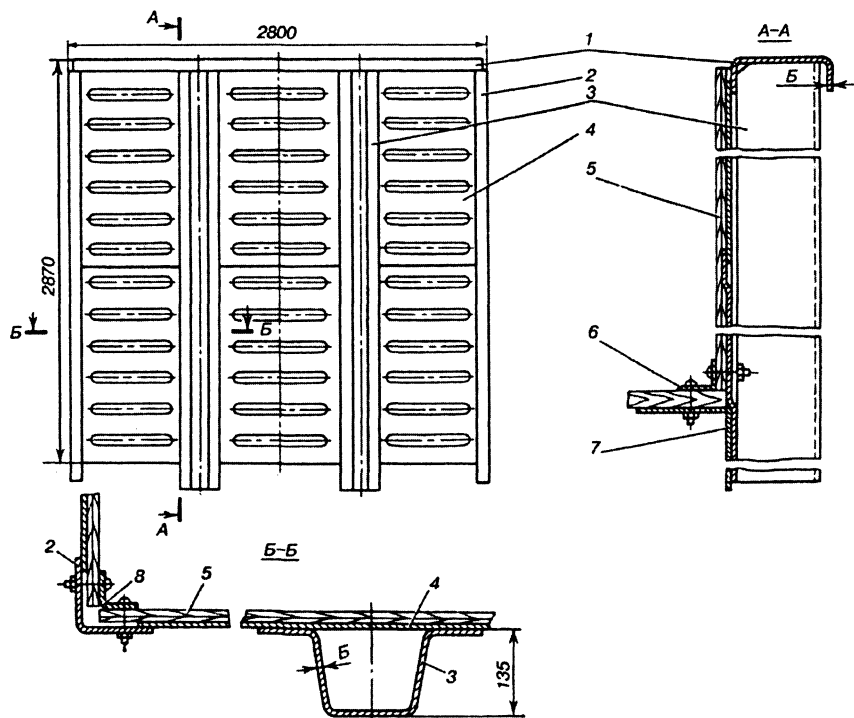


Рис. 7.7. Торцовая стена кузова универсального крытого вагона

клепками диаметром 10 мм и при ремонте может демонтироваться от кузова с меньшей трудоемкостью по сравнению с вагоном модели 11-066, у которого она крепится к стенам с помощью сварки. Печные разделки предусмотрены для установки труб печей отопления на случай людских перевозок. На крышу к загрузочным люкам 6 и печным разделкам 4 можно подняться по торцевой лестнице и подмосткам 5. Крыша имеет металлический каркас, обшитый снаружи гофрированными листами 3 толщиной 1,5 мм, и две фрамуги 11, с помощью которых крыша крепится к торцовым стенам. Фрамуги выполнены из металлических листов толщиной 2 мм с выштамповками для жесткости и древесноволокнистой подшивки. Каркас кры-

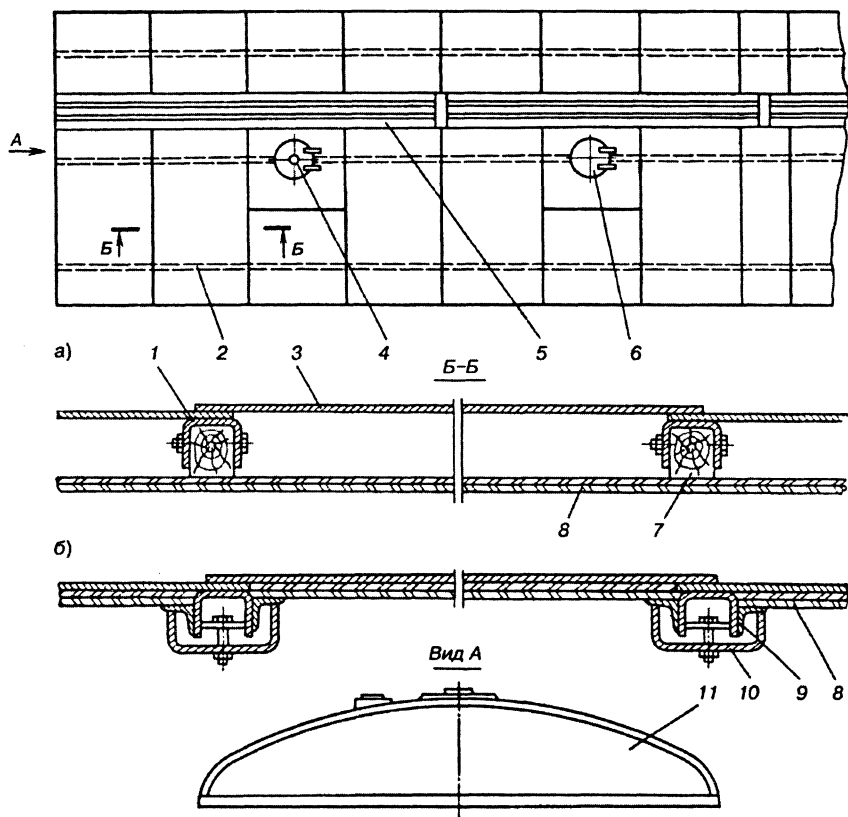


Рис. 7.8. Крыша универсального крытого вагона со старым (а) и новым (б) способами укладки и крепления подшивки

ши образован набором дуг 1, продольных элементов 2, расположенных в средней части, и двух боковых продольных обвязок. Дуги 1 выполнены из гнутых швеллеров 60х50х3 мм, средние продольные элементы 2 — из гнутого уголка 32х32х3 мм, а боковые обвязки — из двух уголков 56х56х5 мм. Листы наружной обшивки приварены к дугам, продольным элементам и верхней обвязке боковых стен. Между собой листы, крыши сварены внахлестку и для большей жесткости выполнены с поперечно расположенными гофрами высотой 22 мм. Изнутри (рис. 7.8, б) крыша подшита влагостойкой фанерой толщиной 4 мм в два слоя, которая плотно прилегает к листам кровли снизу, образуя потолок. Фанера прикреплена к обшивке уголками 9 и скобами 10. Такое крепление подшивки практически исключает ее повреждение при погрузке и выгрузке вагона. В предшествующих вариантах (рис. 7.8, а) подшивка 8 крепилась к деревянным брускам 7 с воздушной прослойкой, что приводило к частым повреждениям подшивки.

Крышки люков 4 крыши (рис. 7.9) двумя петлями 5 крепят к листу 6 и в закрытом положении фиксируют специальными зам-

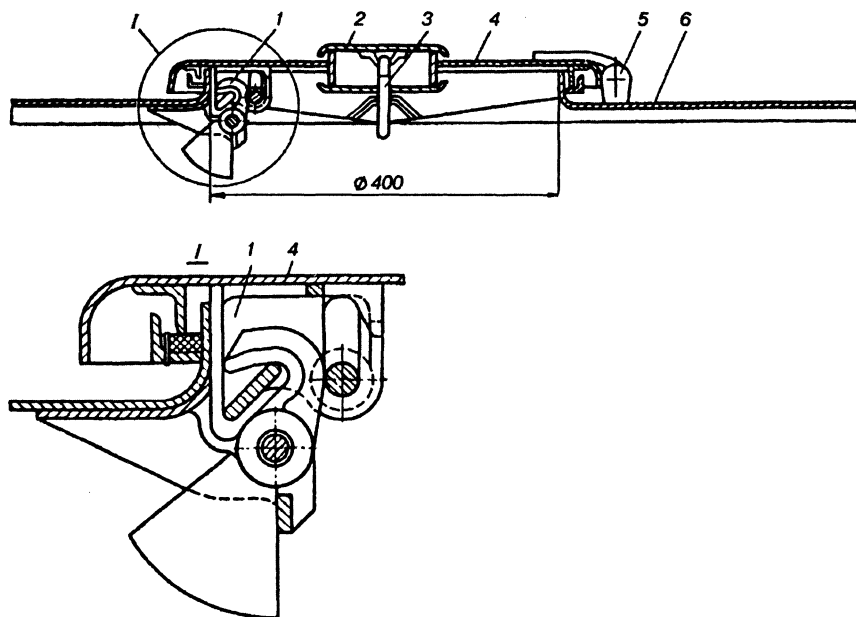


Рис. 7.9. Крышка люка крыши универсального крытого вагона

ками 1, открывающимися изнутри вагона. Крышки 2 печных разделок, установленных на крышках люков 4, удерживаются в закрытом положении винтами 3.

Конструкции кузовов специализированных крытых вагонов. Крытый вагон для легковых автомобилей модели 11-835 создан как этап дальнейшего развития вагонов подобного типа для повышения сохранности и товарного вида перевозимых автомобилей. Его характеристика приведена в табл. 7.3. Кузов вагона цельнометаллический,

Таблица 7.3. Техническая характеристика специализированных крытых вагонов

Показатель	Вагон для перевозки				
	легковых автомобилей, 11-835	скота (двухъярусный), 11-240	цемента, 19-758	зерна, 19-756	минеральных удобрений, 19-923
Грузоподъемность, т	25	22	72	76,5	70
Тара, т	35	25,4	19,2	23,5	23
Объем кузова, м ³	—	—	60	111	81
База вагона, м	17	10	7,7	10,5	8,98
Длина, м:					
по осям сцепления авто-сцепок	24,26	14,73	11,92	14,72	13,2
по концевым балкам рамы кузова внутри	23,24	13,87	10,7	13,5	11,9
Ширина максимальная, м	22,68	13,8	7,91	10,7	9,17
Высота максимальная от уровня головок рельсов, м	3,232	3,282	3,218	3,28	3,255
Ширина дверного проема	5,126	5,133	4,405	4,873	4,69
Размеры разгрузочных люков в свету, мм	2,1	2,0	—	—	—
Коэффициент тары	—	—	0,621	1,592х	2,382х
Удельный объем кузова, м ³ /т	1,4	1,15	0,27	х0,562	х0,840
Нагрузка от колесной пары на рельс, кН	—	—	0,83	0,307	0,329
Нагрузка на 1 м пути, т/м	—	—	0,83	1,45	1,125
Конструкционная скорость, км/ч	147	117	223,6	245	228
Габарит по ГОСТ 9238	2,47	3,2	7,65	6,8	7,05
	120	120	120	120	120
	1-Т	1-Т	1-Т	1-Т	1-Т

двухъярусный. Рама 6 (рис. 7.10) образует нижний ярус кузова. Кроме того, имеются верхний ярус 4, боковые стены 7, торцовые двери 2, крыша 1 и переездные площадки 3. Торцовые двери и переездные площадки обеспечивают беспрепятственный проезд автомобилей по всему составу. В средней части вдоль боковых стен вагона предусмотрены проемы 5, закрытые металлической сеткой.

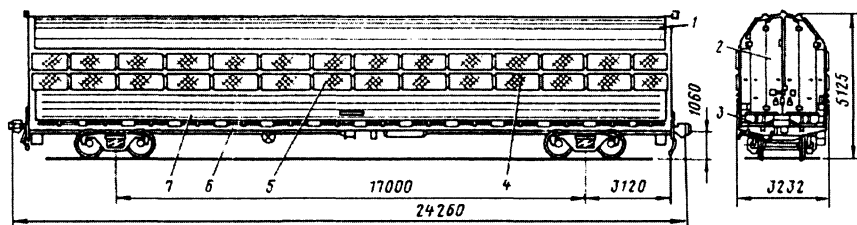


Рис. 7.10. Двухъярусный крытый вагон для легковых автомобилей

Основа рамы кузова (рис. 7.11) — хребтовая балка 5. Она соединена с двумя боковыми 2, двумя концевыми 1 балками, двумя шкворневыми 4, девятью поперечными 8 и четырьмя продольными 6 балками, а также четырьмя раскосами 3. Хребтовая балка выполнена из двух швеллеров № 30, соединенных между собой диафрагмами. В консольной ее части установлены передние и задние упоры автосцепки, а за шкворневыми балками размещены грузы 7 общей массой 2,7 т для придания устойчивости вагону против оп-

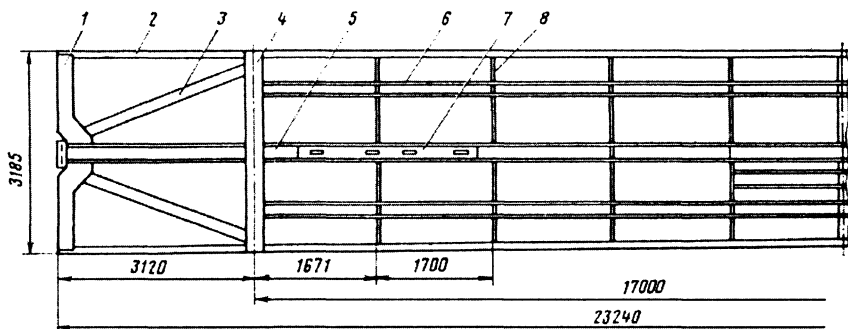


Рис. 7.11. Рама кузова двухъярусного крытого вагона для легковых автомобилей

рокидывания от центробежной силы и ветровой нагрузки. Боковые балки рамы изготовлены из швеллера № 20. Концевые балки сварные П-образного сечения и сварены из листов толщиной 12 мм. В месте постановки ударной розетки концевая балка имеет углубление на 100 мм, позволившее уменьшить вылет автосцепки с 610 до 510 мм. Для безопасности работы составителей поездов на концевых балках установлены поручни. Шкворневые балки сварные, коробчатого сечения. В зоне пересечения с хребтовой балкой на нижних листах шкворневых балок установлены пятники, усиленные сверху надпятниковыми коробками, а на расстоянии 762 мм от продольной оси вагона снизу приварены скользуны.

Поперечные промежуточные балки рамы выполнены из швеллеров № 14, продольные — швеллеров № 10, а раскосы — из швеллера № 30. Пол настил из металлических гофрированных листов толщиной 3 мм. Для установки колесных упоров, предназначенных для крепления автомобилей, в полу предусмотрены щелевые пазы.

Верхний ярус (рис. 7.12) кузова представляет собой раму с металлическим настилом пола из гофрированных листов толщиной 3 мм со щелевыми пазами для колесных упоров. Рама верхнего яруса состоит из двух боковых продольных 6, двух концевых и набора промежуточных поперечных балок 14. Продольные и концевые балки сварные замкнутого коробчатого сечения из гнутых

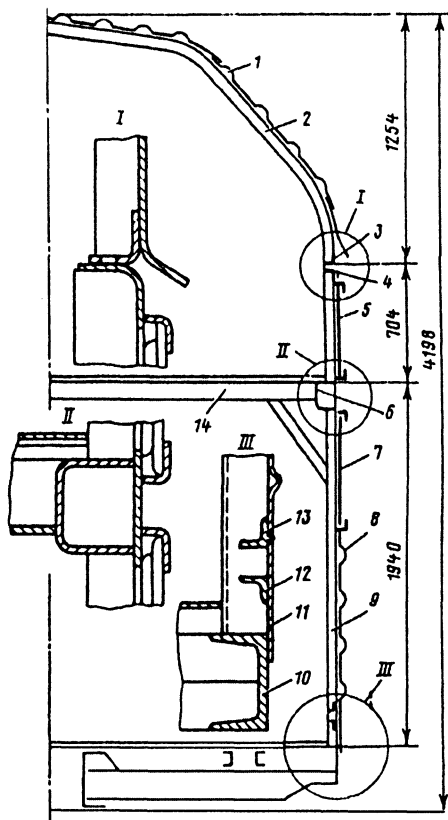


Рис. 7.12. Поперечное сечение кузова крытого вагона для легковых автомобилей

профилей, а поперечные балки — из гнутых П-образных элементов.

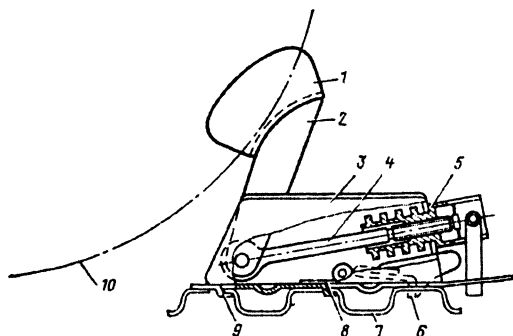
Боковые стены кузова цельнометаллические. Они состоят из каркаса, металлической обшивки и двух рядов окон 5 и 7, размещенных по всей длине вагона и закрытых сетками. Один из рядов 7 расположен на уровне крыши автомобилей нижнего яруса, а другой 5 — на уровне колес автомобилей верхнего яруса. Рамы окон изготовлены из гнутых уголков и приварены к стойкам, а также к верхней и средней продольной обвязкам стен. В рамки вделаны сетчатые решетки, выполненные из проволоки сечением 6 мм. Ячейки решетки имеют ромбическую форму с размерами большей диагонали 150 мм. Каркас стены включает верхнюю 4 и нижнюю 10 обвязки, среднюю продольную балку 6, являющуюся боковой балкой рамы верхнего яруса, две угловые и тринадцать промежуточных стоек 9, а также двенадцать раскосов. Раскосы поставлены только между нижней обвязкой и средней продольной балкой и направлены в противоположные стороны от середины вагона. Угловые стойки замкнутого коробчатого сечения, а верхняя обвязка — из гнутого уголка, нижняя обвязка — из прокатного швеллера № 20, промежуточные стойки и раскосы — из гнутых швеллеров. Обшивка стен 8 металлическая гофрированная. С нижней обвязкой 10 стена связана накладкой 11 и усилена уголками 12 и 13.

Крыша кузова металлическая сварная. Каркас крыши обшит гофрированными листами 1. Каркас выполнен из двух продольных обвязок 3 и набора дуг 2 соответственно уголкового и Z-образного профилей. Дуги крыши, стойки стен и поперечные балки лежат в одной плоскости, образуя замкнутые шпангоуты.

Торцовые стены обеих сторон кузова представляют собой двустворчатые двери. Переездные площадки при закрытии дверей поднимаются в вертикальное положение. При этом нижняя площадка располагается с наружной стороны дверей, а второго яруса — с внутренней стороны кузова. Стопорное устройство нижней площадки может быть заперто навесным замком, без открытия которого нельзя опустить переездную площадку и открыть двери. Для облегчения подъема переездные площадки снабжены пружинными компенсаторами.

Закрепление автомобилей в вагоне предусматривается съемными колесными упорами (рис. 7.13). Колесный упор имеет корпус 3, внутри которого размещены винт 4 с регулировочной гайкой 5 и закидка 6. Винт шарнирно соединен с рычагом 2, заканчивающим-

Рис. 7.13.
Упор колесный



ся башмаком 1, на который опирается колесо автомобиля 10. Подошва корпуса упора крепится к полу 7 рамы двумя захватами 9 через щелевые пазы и удерживается закидкой 6, которая прижимается к полу пружиной 8. При вращении гайки винт поступательно перемещается относительно нее, тянет за нижнее плечо рычага и прижимает башмак 1 к колесу. Обжатие всех четырех колес обеспечивает надежное закрепление автомобиля на вагоне.

Ходовые части, автосцепное устройство и тормозное оборудование — типовые. В качестве ходовых частей используются тележки грузовых вагонов модели 18-100 с четырьмя пружинами в комплекте вместо семи.

Специализированный крытый вагон хоппер для зерна модели 19-756 выпускается Крюковским вагоностроительным заводом. Вагон спроектирован по габариту 1-Т. Его характеристика указана в табл. 7.3. Вагон цельнометаллический (рис. 7.14), саморазгружаю-

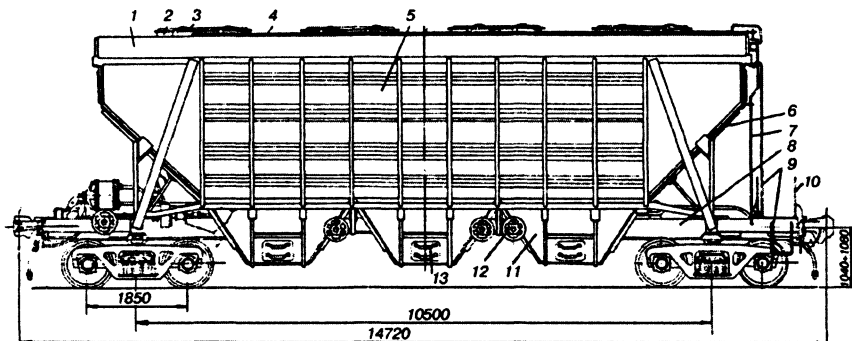


Рис. 7.14. Крытый вагон-хоппер для зерна

щийся, бункерного типа. Рама 8, боковые 5 и торцовые 6 стены и крыша 1 образуют кузов вагона. У вагона имеются шесть бункеров 11 по три с каждой стороны с механизмами 12 для открывания и закрывания разгрузочных люков. Для облегчения высыпания груза на бункерах предусмотрены устройства 13 для постановки вибраторов. Вагон загружают через четыре щелевых загрузочных люка 2, расположенных в крыше кузова. Люки закрывают крышками (1690х660 мм) с резиновыми уплотнениями. Каждая крышка запирается двумя упругими закидками 3, которые в закрытом положении заходят за захватные скобы, приваренные к крыше, и прижимают крышку к горловине люка. Для предупреждения самопроизвольного выхода закидок из захватных скоб крышки снабжены механизмом запирания. Он представляет собой вал 4, расположенный вдоль крышек люков по всей длине крыши, с приваренными к нему против каждой захватной скобы секторами. Привод вала 7 расположен на торцовой стене вагона. При повороте вала по часовой стрелке его сектора закрывают открытое пространство захватных скоб и исключают выход закидок 3 из-под них. При повороте вала против часовой стрелки сектора выходят из-под захватных скоб, выводят закидки из них и позволяют открыть крышки. Для влезания на крышу на торцовой стороне кузова и на раме установлены лестницы 9. Переходная площадка вагона снабжена ограждением 10. Все несущие элементы кузова выполнены из низколегированной стали 09Г2Д, а обшивка — из стали 10ХНДП-2.

Рама (рис. 7.15) состоит из хребтовой 3, двух боковых 2, двух концевых 5, двух шкворневых 1 и двух средних 4 балок. Хребтовая балка сварена из двух Z-образных профилей № 31, перекрытых в средней части коньком 8 (4 мм) для лучшего ссыпания груза. В консольной части хребтовая балка усилена розеткой 7 и упорами автоцепки. Боковые балки выполнены из уголка 125х80х10 мм. Концевые балки сварены Г-образной формы поперечного сечения из листов толщиной 4 мм. Для безопасной работы составителя на концевой балке установлены поручни 6. Шкворневые балки коробчатого сечения состоят из двух вертикальных 12 (6 мм) и двух горизонтальных 13 листов (10 мм). На нижнем горизонтальном листе балки укреплены скользуны 10 и пятник 11. Для обеспечения прочности опорного узла и повышения жесткости сопряжения шкворневой и хребтовой балок между ними установлена надпятниковая коробка 9. Средние поперечные балки состоят из вертикального 14 (6 мм) и нижнего наклонного 15 (8 мм) листов.

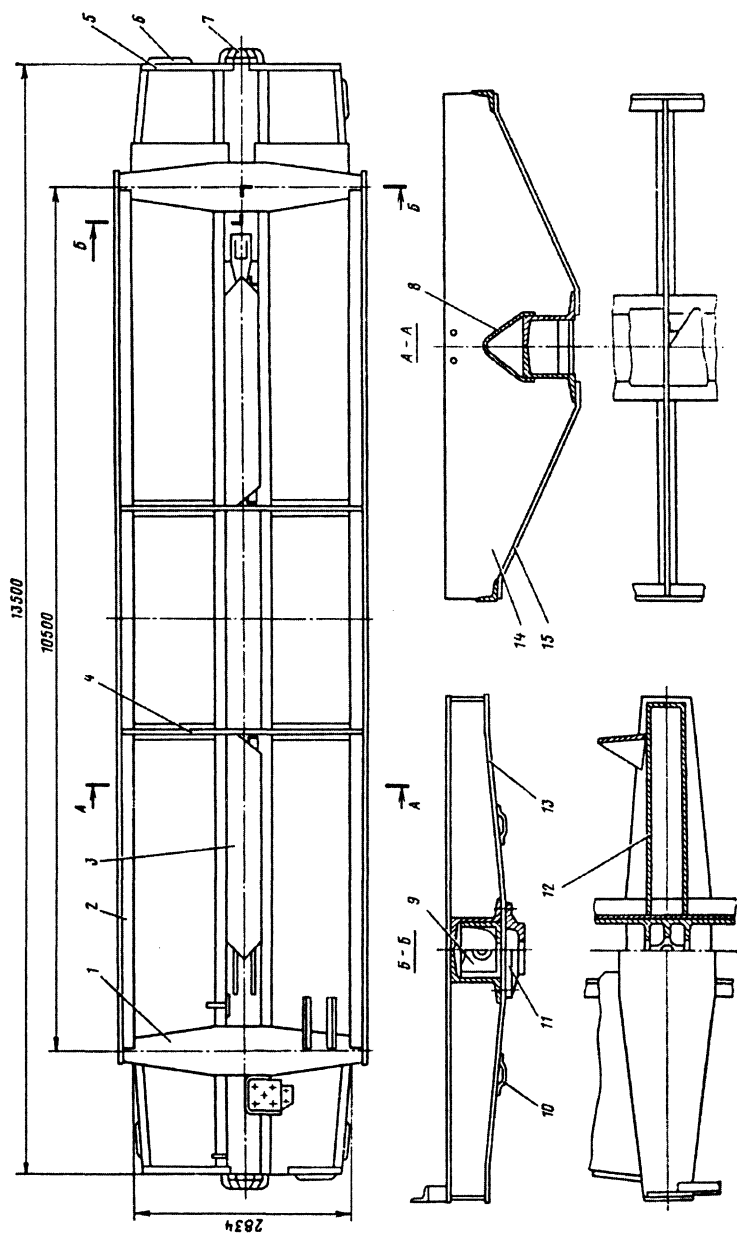


Рис. 7.15. Рама крытого вагона-хопера для зерна

Боковые стены (рис. 7.16) выполнены из гофрированных металлических листов 6 толщиной 3 мм, подкрепленных для жесткости десятью стойками 5, верхней 4 и нижней 7 обвязками. Стойки изготовлены из двутавра № 10, верхняя обвязка 4 — из гнутого специального профиля толщиной 6 мм, а нижняя — из прокатного уголка 125х80х10 мм. Для большей жесткости каждая стена связана с рамой двумя наклонными швеллерами № 14.

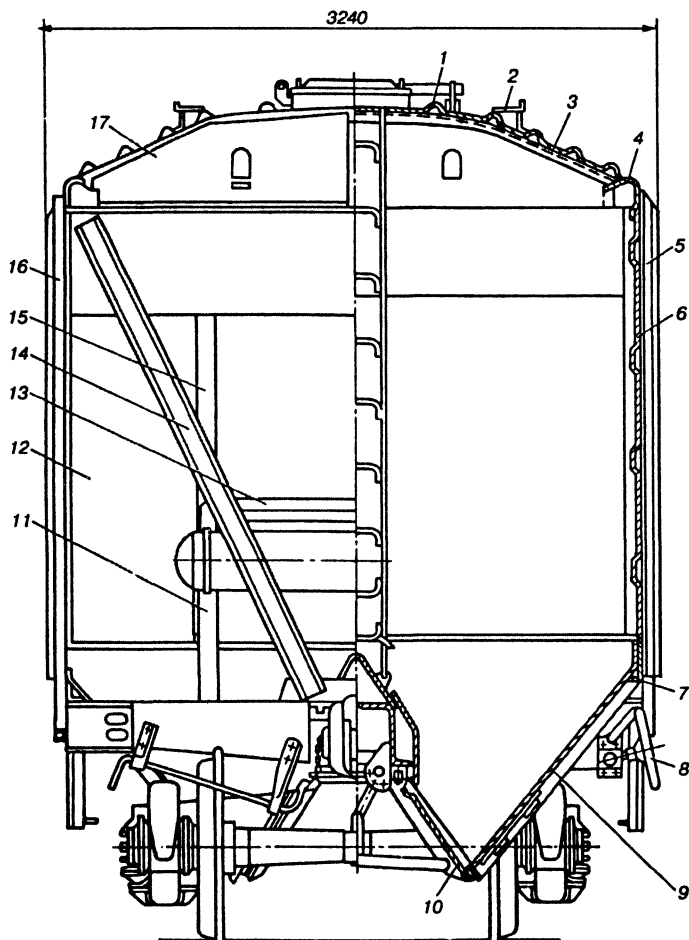


Рис. 7.16. Поперечное сечение кузова вагона-хoppers для зерна

Буйкера 9 сварены из листов толщиной 5 мм в форме усеченной пирамиды и имеют разгрузочные крышки 10 люков с резиновыми уплотнениями. Каждые два противоположные бункера снабжены одним рычажным механизмом разгрузки с приводным штурвалом 8. Механизм разгрузки обеспечивает попарное открывание и закрывание крышек люков бункеров, а также позволяет дозировать высыпание зерна или прекращать выгрузку в любой момент времени. Он состоит из винтового привода со штурвалом, укрепленного на кронштейне, и системы шарнирно связанных между собой рычагов и тяг с распорками, соединенными попарно с крышками разгрузочных люков. Закрывание крышек обеспечивается переходом осей распорок за «мертвую» точку, что предохраняет крышки от самопроизвольного открывания. Для более полной выгрузки вагона предусмотрена возможность установки на бункерах вибраторов. Наклонные торцовые стены кузова 12 располагаются под углом 55° к плоскости рамы. Они сварены из верхнего и нижнего листов толщиной 4 мм и двух боковых обвязок уголкового профиля сечением 60х60х6 мм. Верхний лист имеет отбортовку, которая выполняет роль верхней обвязки. В нижней части сделана фигурная подштамповка, которая, соединяясь с наклонным листом стены, образует поперечную балку коробчатого сечения. Нижний лист обшивки усилен двумя продольными 15 и одним поперечным 13 поясами и подкосами 11. Для придания консольным частям кузова достаточной прочности и жесткости каждая торцовая стена усилена двумя стойками-раскосами 14 и 16 из швеллера № 14.

Крыша кузова сварная и состоит из листовой гофрированной обшивки 1 толщиной 3 мм в середине и 1,8 мм по бокам, подкрепленной двенадцатью дугами 3, выполненными из уголка 75х50х5 мм. На крыше расположены четыре загрузочных люка щелевого типа. С торцовыми стенами крыша связана фрамугами 17, а с боковыми — непосредственно приваркой к верхней обвязке 4 стены. Для доступа на крышу и внутрь вагона имеются лестницы, а по всей длине крыши — трап 2.

Специализированный крытый вагон-хоппер для цемента модели 19-758 (рис. 7.17) имеет характеристику, указанную в табл. 7.3. Вагон бункерного типа служит для бестарной перевозки цемента к местам массового потребления, где имеются приемные устройства, расположенные между рельсами. Кузов цементовоза от кузова зерновоза отличается только своими размерами и числом

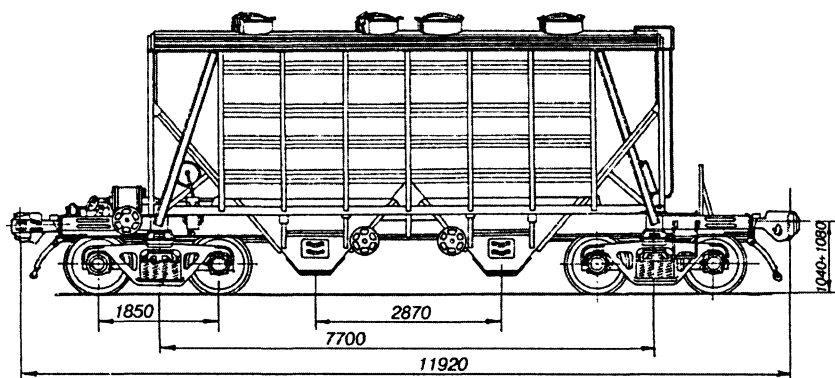


Рис. 7.17. Крытый вагон-хopper для цемента

бункеров, которых в вагоне четыре, а не шесть. Торцовые стены кузова наклонены под углом 50° к плоскости рамы.

Специализированный крытый вагон-хopper бункерного типа для минеральных удобрений модели 19-923 (рис. 7.18) имеет характеристику, приведенную в табл. 7.3. Вагон отличается от рассмотренных ранее бункерных типов тем, что загрузочные люки его в крышке (1630x480 мм) открываются, как и у всех вагонов, вручную, а разгрузочные (2382x840 мм) — от пневматической магистрали с локомотива или от стационарного источника питания воздухом. Кроме того, разгрузочные люки бункеров имеют не нижнюю, а боковую разгрузку.

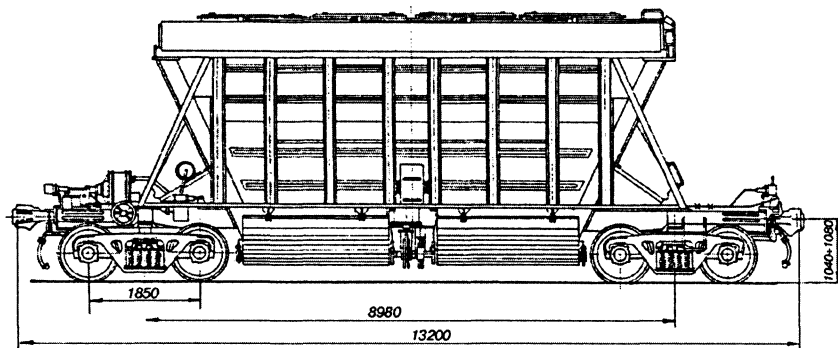


Рис. 7.18. Крытый вагон-хopper для минеральных удобрений

7.5. ПОЛУВАГОНЫ

Полувагоны предназначены для перевозки каменного угля, руды, леса, проката металлов, а также других сыпучих и штучных грузов, не требующих укрытия и защиты от воздействия атмосферной среды. Кузов полувагона не имеет крыши, что обеспечивает удобство использования разнообразных средств механизации при погрузке и выгрузке вагона. Полувагоны делятся на универсальные — с разгрузочными люками в полу и специализированные — с глухим кузовом (без крышек люков в полу и с глухими торцовыми стенами). Специализированные полувагоны с глухим кузовом предназначены для перевозки сыпучих грузов в замкнутых маршрутах с разгрузкой их на вагоноопрокидывателях. Наряду со специализированными полувагонами с плоским полом строятся также полувагоны-хопперы с кузовами бункерного типа. Характеристика полувагонов приведена в табл. 7.4.

В эксплуатации на железных дорогах России и стран СНГ находятся в основном четырехосные полувагоны постройки ГПО Уралвагонзавод (УВЗ) с глухими торцевыми стенами (моделей 12-119, 12-132) и полувагоны постройки Крюковского вагоностроительного завода (КрВЗ Украина) с торцевыми стенами в виде двустворчатых дверей (моделей 12-753, 12-1000 и 12-757).

Восьмиосные полувагоны УВЗ строились небольшими партиями с 1964 по 1983 гг. За этот период было разработано, построено и испытано 10 моделей вагонов грузоподъемностью 125–133 т. Однако на промышленное производство они не вышли из-за ряда технических проблем, возникших на начальной стадии их проектирования и эксплуатации.

Кузов полувагона модели 12-753 цельнометаллический, с четырнадцатью разгрузочными люками в полу и двустворчатыми торцовыми дверями (рис. 7.19). Он состоит из рамы 13, двух боковых 1 и двух торцовых стен 2, а также пола, образованного крышками люков. Торцовые створки двери навешиваются тремя петлями 4 на кронштейны угловых стоек боковых стен и при необходимости открываются вовнутрь. Левая створка фиксируется в закрытом положении нижним запором 6 в виде закидки, а правая — верхним клиновым запором 8. Наружная лестница 3 и поручень 5 установлены для удобства обслуживания вагона в эксплуатации. Для придания необходимой прочности крепления угловых стоек к концевым бал-

Таблица 7.4. Техническая характеристика полувагонов

Показатель	Универсальные					Специализированный модели 12-1592
	Четырехосные модели			Восьмиосные модели		
	12-132	12-119	12-753	12-541	12-124	
Грузоподъемность/т	70 (75)	69	69	125	130	71
Тара, т	24 (25)	22,5	22,5	43,3	46	21,2
Объем кузова, м³	88	76	74	140,3	150	83
База вагона, м	8,65	8,65	8,65	12,07	10,55	8,65
Длина, м:						
по осям сцепления автосцепок	13,92	13,92	13,92	20,24	18,88	13,92
по конечным балкам рамы	12,8	12,73	12,8	19,11	17,95	12,8
Ширина максимальная, м	3,22	3,13	3,21	3,19	3,3	3,14
Внутренние размеры, м:						
длина	12,75	12,7	12,324	18,74	17,57	12,7
ширина	2,968	2,875	2,878	2,84	2,967	2,878
высота	2,365	2,06	2,06	2,51	2,855	2,24
Высота от уровня головок рельсов, м:						
максимальная	3,78	3,49	3,48	3,97	4,312	3,492
до уровня пола	1,415	1,415	1,41	1,46	1,457	1,232
Число разгрузочных люков, шт	14	14	14	22	20	—
Размеры разгрузочных люков в свету, мм	1,327х х1,54	1,327х х1,54	1,327х х1,54	1,327х х1,54	1,327х х1,54	—
Коэффициент тары	0,34(0,32)	0,34	0,326	0,34	0,35	0,30
Нагрузка от колесной пары на рельс, кН	230(245)	228	228	218	215,75	228
Нагрузка на 1 м пути, т/м	6,7(7,18)	6,57	6,57	8,45	9,3	6,63
Конструкционная скорость, км/ч	120	120	120	120	120	120
Габарит по ГОСТ 9238	0-BM	0-BM	0-BM	1-T	1-Tпр	0-BM

кам рамы и нижним обвязкам стен их соединения усилены накладками 9, 10, 11 и 12. Соединения промежуточных стоек с поперечными балками рамы также усилены накладками 14. На конечных балках рамы предусмотрены посадочные места 7 для постановки буферных стаканов на случай сцепления с вагонами железных дорог колеи 1435 мм, оборудованных винтовой стяжкой.

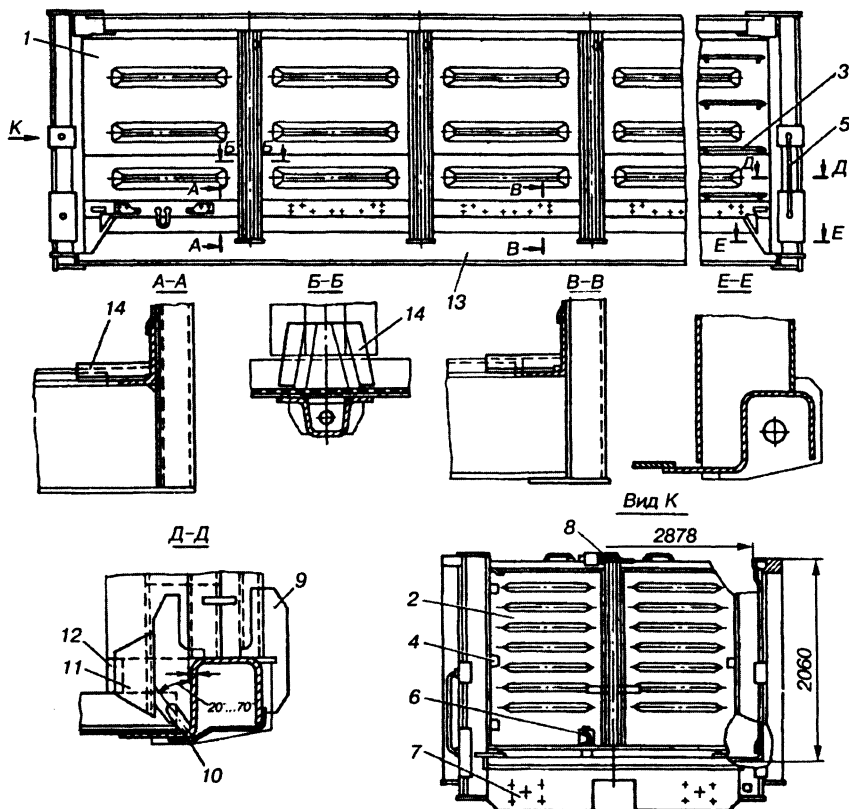


Рис. 7.19. Кузов универсального четырехосного полувагона

Рама (рис. 7.20) образована хребтовой 7, двумя концевыми 2, двумя шкворневыми 5 и четырьмя промежуточными поперечными 11 балками. Хребтовая балка сварена из двух Z-образных профилей 8 № 31, перекрытых двутавром 10 № 19, служащим для крепления петель 1 и навешивания на них крышек люков. В консольной части хребтовой балки установлены передние и задние упоры автосцепок. Передние упоры выполнены заодно целое с ударной розеткой 17. В зоне размещения поглощающих аппаратов снизу к хребтовой балке крепятся поддерживающие планки 14, а в зоне задних упоров — усиливающие накладки 13. Для крепления тормозного цилиндра на хребтовой балке установлены кронштейны 12.

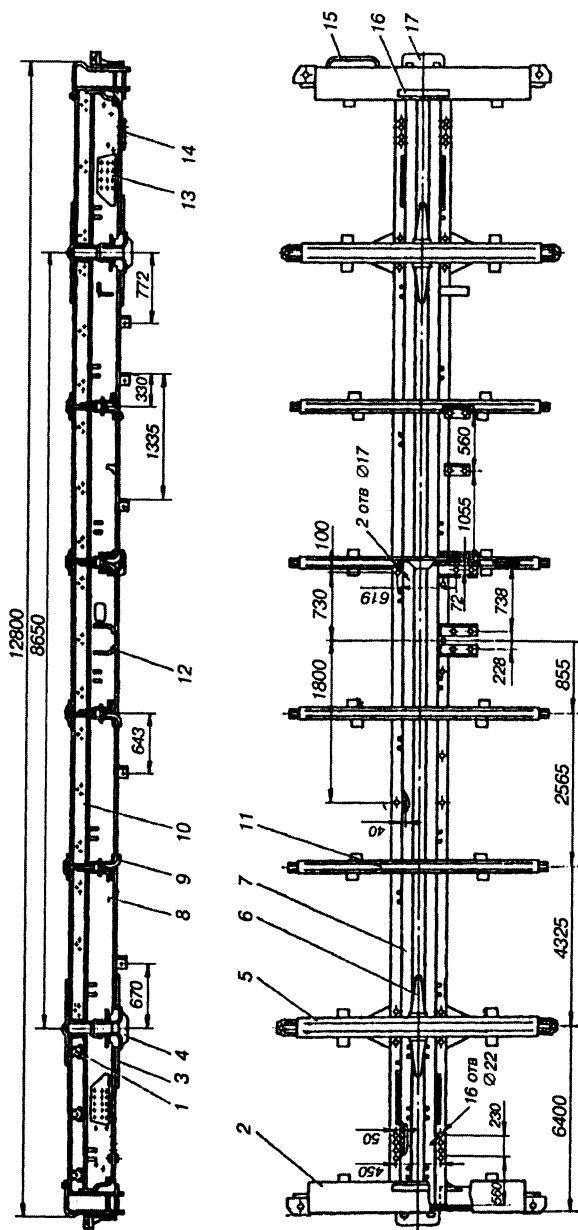


Рис. 7.20. Рама универсального четырехосного полувагона

Концевые балки 2 рамы значительно усилены по сравнению с балками выпускавшихся ранее моделей полувагонов, так как на них предусмотрены посадочные места для возможной установки буферных комплектов, через которые передаются значительные ударные нагрузки. Концевая балка 2 состоит из Г-образного элемента, нижнего горизонтального листа, опорной для угловой стойки планки и укороченного вертикального листа. Лобовой вертикальный лист на всей своей длине имеет выштамповку глубиной 50 мм, позволившую увеличить внутреннюю длину кузова и его объем без изменения длины вагона по осям сцепления автосцепок. В зонах постановки буферных стаканов балка дополнительно усилена накладками и ребрами. Соединение лобового вертикального и горизонтального листов усилено полосой 50x10 мм, а место примыкания нижнего листа к хребтовой балке — косынкой. С наружной стороны на лобовом листе укреплены поручень 15 и кронштейн стояночного тормоза. Сверху на концевой бадке приварен порог 16, который служит упором дверей, препятствуя открыванию их наружу кузова.

Шкворневая балка 5 замкнутого коробчатого сечения. Она сварена из двух вертикальных листов толщиной 8 мм, верхнего с выпуклым гофром (10 мм) и нижнего 3 гладкого (12 мм) листа. Место пересечения шкворневой и хребтовой балок усилено пятниковой коробкой и накладками 6. В этой зоне к нижнему горизонтальному листу шкворневой балки приклепан пятник 4, а на расстоянии 762 мм от продольной оси вагона — скользуны. Поперечные балки 11 сварные двутаврового сечения. Они состоят из вертикального листа толщиной 7 мм, верхнего гофрированного (8 мм) и нижнего гладкого (12 мм). Гофры на верхних листах шкворневых и поперечных балок служат для возвышения точек контакта длинномерных грузов над крышками люков и предупреждения их деформации. Шкворневые и промежуточные поперечные балки выполнены переменной высоты по длине для обеспечения их равнопрочности. Ко всем поперечным байкам приварены кронштейны 9 для опирания на них крышек люков в открытом положении.

Боковая стена (рис. 7.21) кузова цельнометаллическая. Она состоит из каркаса и гофрированных листов 9 и 10. Каркас стены сварен из восьми стоек — двух угловых 3 и шести промежуточных 11, связанных верхней 7 и нижней 12 обвязками. Верхняя обвязка 7 состоит из двух холодногнутых профилей толщиной 6 и 7 мм и имеет форму замкнутой коробки, а нижняя обвязка 12 выполнена из про-

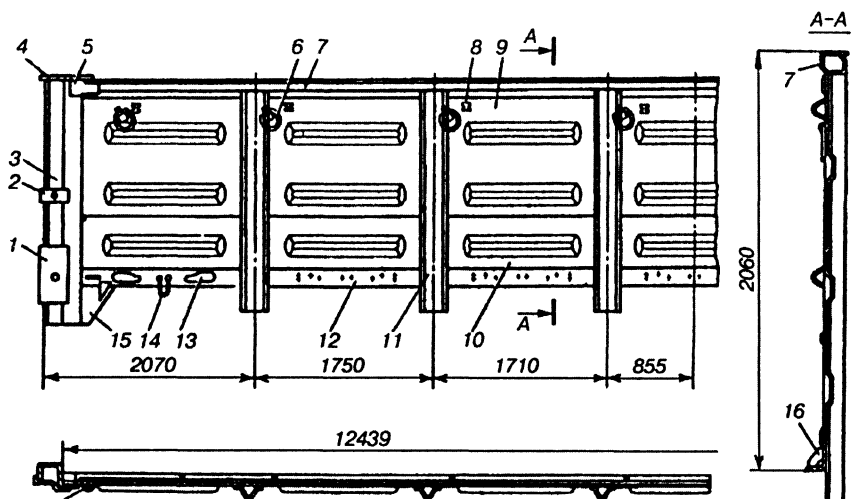


Рис. 7.21. Боковая стена универсального четырехосного полувагона

катного уголка размером 160x100x10 мм. Все стойки изготовлены из гнутых профилей: угловые 3 — из специального профиля корытообразного сечения толщиной 8 мм, а шкворневые и промежуточные 11 — из Ω -образного профиля толщиной 9–13 мм. Угловые стойки связаны с верхней обвязкой накладками 4 и 5, а с нижней обвязкой — косынкой 15. Для крепления поручня и придания основному профилю угловой стойки большей жесткости она по высоте связана накладками 1 и 2. Обшивка стены состоит из верхнего 9 толщиной 4 мм и нижнего 10 листов толщиной 5 мм. Для придания им необходимой жесткости листы снабжены продольными гофрами глубиной 40 мм.

Для увязки и крепления груза внутри кузова боковые стены оборудованы увязочными кольцами 6 и скобами 16, а для установки лесных стоек — скобами 8. Для подтягивания вагона с помощью лебедки предусмотрены зачалочные скобы 17. На нижней обвязке стен закреплены планки 13, необходимые для размещения в них секторов запоров крышек люков и скобы 14 с помощью которых подтягиваются крышки ломом.

Крышки люков (рис. 7.22), образующие пол кузова, служат для выгрузки сыпучего груза из вагона при открытом положении. Для облегчения закрывания крышек каждая из них снабжена торсион-

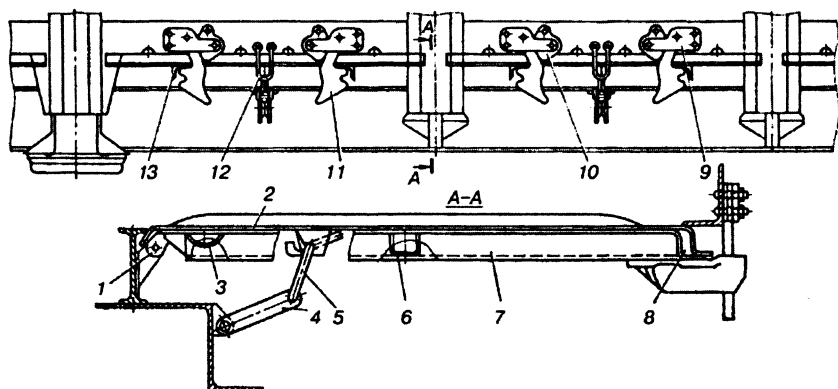


Рис. 7.22. Крышка люка с торсионным механизмом

ным устройством. Крышки к хребтовой балке шарнирно крепятся с помощью трех петель *1*. Крышки изготовлены из металлических гофрированных листов *2* толщиной 5 мм, подкрепленных элементами жесткости. К подкрепляющим элементам крышек относятся: боковые *7*, передняя *8* и средняя *6* балки, а также усиливающая планка *3*. Запор крышки люка состоит из закидки *11*, сектора *10* и планки *9*. Закидка имеет два зуба: при закрывании крышки вначале закидку ставят на нижний зуб, а затем через скобу *12* крышку подтягивают ломом так, чтобы запорные кронштейны *13* захватывались верхним основным зубом закидки. Сектор *10* служит для фиксации закидки *11* в закрытом положении и предупреждения самопроизвольного открывания закидки *11*, а следовательно, крышки люка.

Торсион 5 представляет собой упругий стержень с отогнутыми концами. Одним концом он шарнирно закреплен в крышке, а другим соединен с качающимся рычагом *4*, также шарнирно связанным с хребтовой балкой. При открывании запоров крышка под действием массы груза падает вниз и закручивает торсион, в результате чего в нем появляются упругие напряжения, а на концах — силы реакции, стремящиеся поднять крышку в горизонтальное положение. После выгрузки груза эти силы облегчают подъем и закрывание крышки люка. Груз через открытые люки высыпается из кузова по обе стороны самотеком.

Универсальный четырехосный полувагон модели 12-119 (рис. 7.23.)

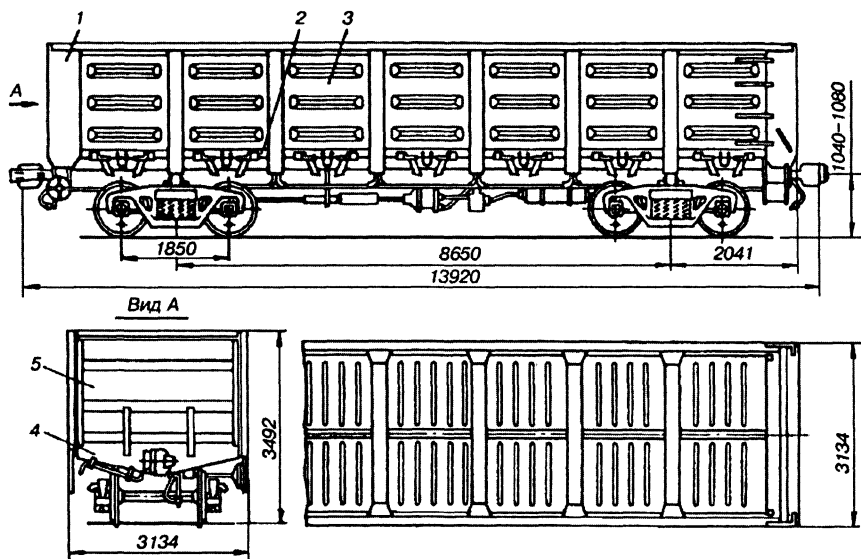


Рис. 7.23. Универсальный четырехосный полувагон с глухими торцевыми стенами

Уральского вагоностроительного завода отличается от вышеописанного конструкцией торцовых стен, угловых стоек и торсионных механизмов крышек разгрузочных люков. Характеристика полувагона приведена в табл. 7.4. Объем кузова вагона увеличен на 2 м³ по сравнению с вагонами модели 12-753. Достигнуто это за счет замены торцовых дверей на глухие стены 5, что позволило увеличить внутреннюю длину кузова с 12 126 до 12 700 мм без изменения продольных размеров рамы и вагона в целом.

Колцевые балки 4 не имеют посадочных мест под буферные стаканы. У них коробчатое сечение, образуемое из вертикального лобового, нижнего горизонтального и второго вертикального листов. На лобовом листе сделана выштамповка глубиной 16 мм для установки розетки переднего упора автосцепки. Боковые стены 3 отличаются конструкцией угловых стоек 1 и нижней обвязки 2. Угловые стойки 1 выполнены в виде пластин из листового проката толщиной 8 мм. Узлы заделок стоек в раму усилены планкой. Нижняя обвязка 2 прокатные уголки 160x100x12 мм.

Торцовые стены имеют цельную конструкцию, жестко привариваемую к боковым стенам. Каждая торцовая стена состоит из

металлического каркаса и гладкой листовой обшивки толщиной 4 мм. Каркас включает верхнюю и нижнюю обвязки, две боковые стойки, два горизонтальных пояса и две промежуточные полустойки. Обшивка приваривается к каркасу с внутренней стороны кузова. Верхняя обвязка каркаса сварена из гнутого элемента 160x145x90x6 мм и листа толщиной 5 мм. Боковые стойки выполнены из швеллера № 12, горизонтальные пояса — из Ω -образного профиля размером 250x102x9 мм, полустойки — из швеллера № 16, а нижняя обвязка — из уголка 160x100x12 мм. Боковые стойки с двух сторон приварены к угловым стойкам-пластинам боковых стен, а полустойки — к концевой балке 4 рамы. Для повышения прочности соединения верхних обвязок торцовых и боковых стен они усилены приваренными утолщенными накладками.

Крышки люков типовые с литыми косорасположенными кронштейнами и торсионными механизмами спаренного типа — двухпрутковыми.

Универсальный четырехосный полувагон модели 12-132 начал выпускаться УВЗ с 1993 г. на базе полувагона модели 12-119, как этап дальнейшего его развития. Он выполнен в двух исполнениях: первое — грузоподъемностью 70 т с осевой нагрузкой 230 кН и второе — грузоподъемностью 75 т с осевой нагрузкой 245 кН. Оба исполнения имеют один объем кузова 88 м³ (табл. 7.4). Рост объема кузова нового полувагона достигнуто за счет увеличения высоты боковой стены на 305 мм и длины кузова в свету на 50 мм. В зависимости от типа исполнения под полувагоны подкатываются либо тележки модели 18-100, либо — 18-131, а на раму ставится пятник диаметром 300 или 350 мм. Поскольку полувагон был спроектирован и рассчитан исходя из осевой нагрузки 245 кН (25 тс), то в конструкцию внесены некоторые изменения: усилены шкворневой узел и заделки стоек в раму. Глухая торцовая стена выполнена с тремя горизонтальными промежуточными балками и с четырьмя укороченными вертикальными, а не с двумя, как у модели 12-119 (рис. 7.24, а). Изменены по высоте также параметры холодногнутых и периодических профилей проката торцовых и боковых стоек. По требованию ЦВ МПС РФ полувагоны исполнения II, до разрешения эксплуатации грузовых вагонов по железнодорожным путям с осевой нагрузкой 25 тс, пока не выпускаются.

Универсальный четырехосный полувагон модели 12-757 КрВЗ (Украина) нового поколения, спроектированный на осевую нагрузку 245 кН (25 тс) грузоподъемностью 70 и 75 т (I и II исполнение), вы-

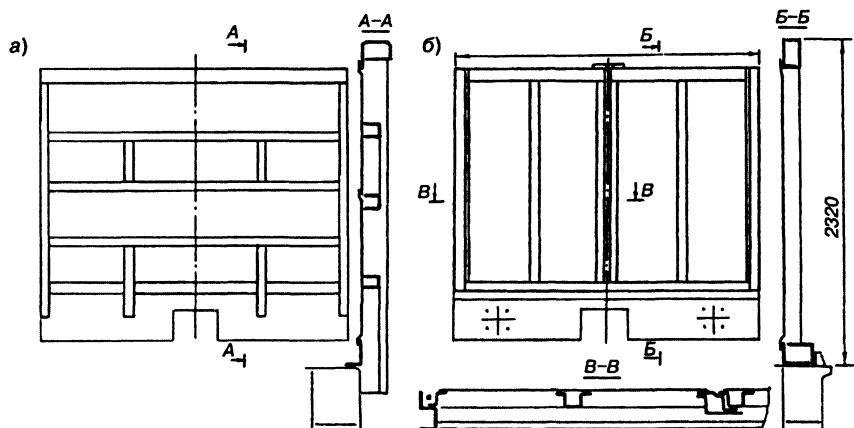


Рис. 7.24. Торцевые стены универсальных полувагонов моделей 12-132 и 12-757

пускается в первом исполнении с 1987 г. и эксплуатируется на путях колеи 1520 мм стран СНГ. От полувагона модели 12-132 он отличается объемом (85 м^3) и конструкцией торцовых стен (рис. 7.24, б), которые выполнены в виде двустворчатых дверей. Под него также подкатываются либо тележки 18-100, либо 18-131 в зависимости от его исполнения. Во втором исполнении полувагон пока не выпускается по тем же причинам, что и полувагон 12-132 (II).

Конструкция специальных полувагонов. Специализированный четырехосный полувагон с глухим кузовом модели 12-1592 (рис. 7.25) спроектирован на базе универсального полувагона, поэтому параметры и линейные размеры его мало изменились (табл. 7.4). Отличается он конструкцией торцевых стен и настила пола. Кузов специализированного полувагона не имеет крышек люков, которые заменены сплошным настилом пола из листов толщиной 6 мм, а торцовые стены выполнены глухими. Для стока воды и зачистки кузова в полу предусмотрены два люка, открывающиеся вовнутрь. Люки расположены по диагонали кузова в его углах. Рама полувагона отличается от рамы универсального тем, что в ней для поддержания пола между хребтовой балкой и каждой из боковых стен поставлено по дополнительной продольной балке из двутавра № 19. Кроме того, рама не имеет двутавра хребтовой балки, что позволило увеличить внутреннюю высоту и объем кузова до 83 м^3 , а грузоподъ-

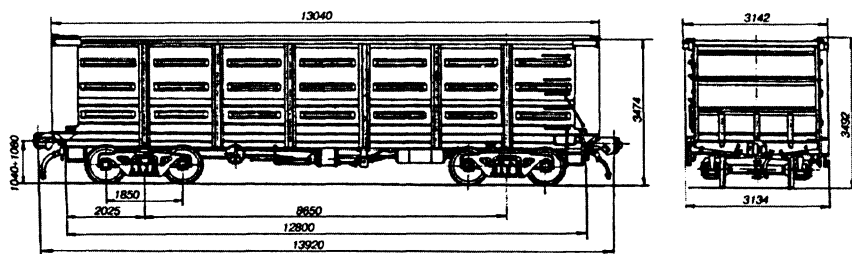


Рис. 7.25. Специализированный четырехосный полувагон с глухим кузовом

емность — до 71 т. Усовершенствована также торцовая стена, которая выполнена аналогично конструкции, применяемой в полувагоне модели 12-119. Остальные элементы кузова мало изменились по сравнению с конструкциями универсальных полувагонов.

Специализированные полувагоны с глухими кузовами, созданные для перевозки массовых сыпучих грузов в замкнутых маршрутах с выгрузкой на вагоноопрокидывателях, значительно эффективнее, чем универсальные, используемые для этих же целей. Это объясняется тем, что в специализированных полувагонах при перевозках сокращаются потери сыпучего груза (до 12%), снижаются капитальные затраты на изготовление вагонов (до 15%), уменьшается себестоимость перевозок (до 14%) при одинаковой осности и снижаются расходы на ремонт и техническое обслуживание кузовов в эксплуатации.

Наряду с описанными выше конструкциями специализированных полувагонов для промышленного транспорта строятся несколько разновидностей полувагонов с плоским полом, а также кузовом бункерного типа. К первым относятся четырехосные цельнометаллические полувагоны для технологической щепы, для медной руды. Они проектируются на базе универсальных полувагонов и имеют схожую с ними конструкцию. *Полувагон для технологической щепы* (рис. 7.26) имеет грузоподъемность 58 т, тару 25,8 т, объем кузова 135 м³, длину по концевым балкам 17,83 м, высоту кузова внутри 2,61 м и 20 разгрузочных люков. Вагон спроектирован по габариту 1-Т. Рама 2 кузова этого вагона сварена из прокатных профилей, пол 1 образуется типовыми крышками разгрузочных люков, а боковые стены 3 состоят из гладкой металлической обшивки и подкрепляющего ее каркаса. Торцовые стены 4 выполнены глухими. Принципиальным отличием этого вагона от универ-

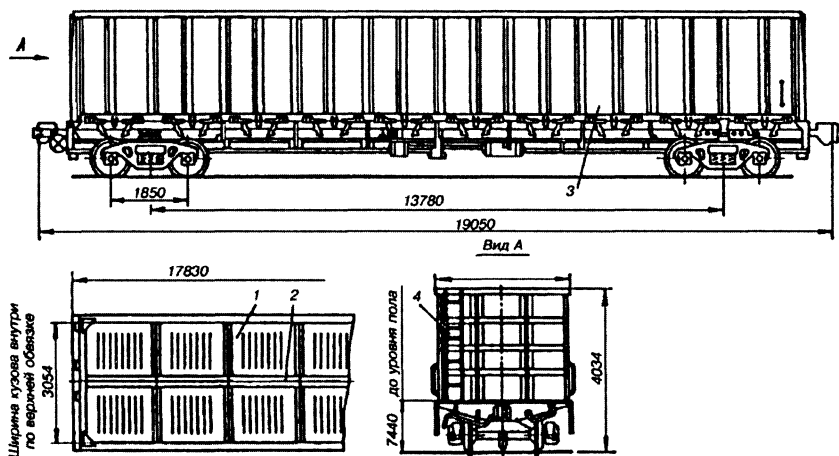


Рис. 7.26. Специализированный полувагон для технологической щепы

сального является увеличенный объем его кузова, что обусловлено потребностью реализации расчетной грузоподъемности при невысокой плотности перевозимого груза.

Специализированные саморазгружающиеся бункерные вагоны типа хоппер с открытыми кузовами строятся для перевозки массовых сыпучих грузов, не требующих укрытия. Количество типов и число строящихся вагонов-хопперов непрерывно возрастает, что способствует повышению уровня механизации погрузочно-разгрузочных работ за счет использования гравитационных свойств сыпучих грузов. К ним относятся полувагоны-хопперы для горячих окатышей и агломерата, для охлажденного кокса, для торфа и другие.

Специализированный полувагон-хоппер модели 22-471 (рис. 7.27) предназначен для перевозки горячих окатышей и агломерата с температурой груза до 700°C с места производства на приемные бункера доменной печи. Его характеристика: грузоподъемность 65 т, тара 23 т, объем кузова 42 м^3 , длина по концевым балкам рамы 10,78 м, габарит 1-ВМ.

Кузов полувагона-хоппера имеет раму 4, две боковые 2 вертикальные две торцовые 1 стены с углом наклона 41° к плоскости рамы и два бункера с двумя разгрузочными люками 3 размером $3500 \times 400 \times 560 \text{ мм}$. Рама кузова состоит из хребтовой балки, двух концевых, шкворневых и поперечных балок. Хребтовая балка вы-

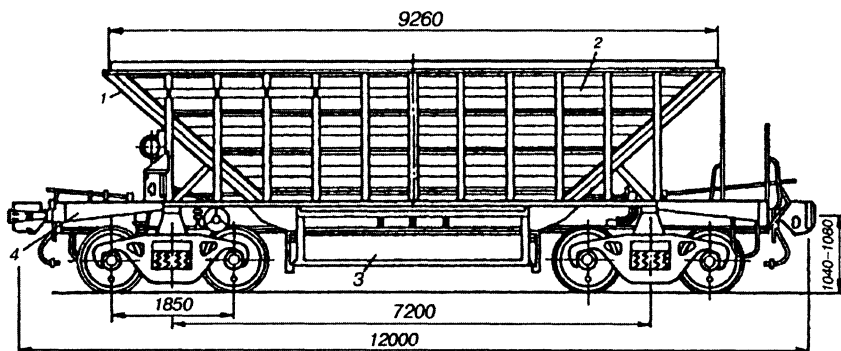


Рис. 7.27. Специализированный полувагон для горячих окатышей

полнена из двух двутавров № 45, перекрытых сверху и снизу листами. Концевые, шкворневые и поперечные балки сварные соответственно корытообразного, коробчатого и двутаврового сечений. Каркас боковой стены изготовлен из прокатных и гнутых профилей: верхний пояс коробчатого сечения из швеллера № 14 и гнутого элемента, нижний пояс и шкворневая стойка — из замкнутого прямоугольного профиля коробчатого сечения размером 160x80x7 мм. Нижний и верхний пояса соединены между собой двенадцатью стойками. Промежуточные стойки выполнены из швеллера № 14. Каркас торцевой стены сварен из швеллеров № 10 и 14. Обшивка стен представляет собой набор панелей из гнутого профиля, которые не имеют жесткого соединения с каркасом, что обеспечивает их подвижность при температурных расширениях для предупреждения коробления несущих элементов кузова. Крышки разгрузочных люков бункеров открываются и закрываются при помощи специального механизма разгрузки, который расположен под бункерами и представляет собой систему рычагов, приводимых в действие от пневматического цилиндра с дистанционным управлением. Все несущие элементы кузова выполнены из низколегированной стали 09Г2Д.

7.6. ПЛАТФОРМЫ

Платформы предназначены для перевозки колесных пар и гусеничной техники, грузов в ящичной упаковке, контейнеров, ме-

таллоконструкций, длинномерных и других народнохозяйственных грузов, не требующих укрытия и защиты от воздействия атмосферной среды. Платформы, как и все другие типы грузовых вагонов, разделяются на универсальные и специализированные. К универсальным платформам относятся четырехосные платформы с боковыми и торцовыми бортами, шарнирно связанными с рамой. Основные характеристики универсальных и специализированных платформ приведены в табл. 7.5.

К специализированным платформам относятся четырехосные платформы для перевозки большегрузных контейнеров, легковых автомобилей, леса в хлыстах и шестиосная платформа для перевозки трансформатора и др.

Особенностью конструкции универсальных платформ по срав-

Таблица 7.5. Техническая характеристика платформ

Показатель	Универсальные модели			Специализированные модели для	
	13-4012	13-401	13-491	контей- неров 13-470	легковых автомоби- лей 13-479
Грузоподъемность, т	71	70	73	60	20
Тара, т	21,4	21	27	22	26
Площадь пола, м ²	36,8	36,8	50,8	46	130
База вагона, м	9,72	9,72	14,4	14,72	16,5
Длина, м:					
по осям сцепления автосцепок	14,62	14,62	19,62	19,62	21,66
по концевым балкам рамы	13,4	13,4	18,4	18,4	20,8
внутри кузова	13,3	13,3	18,3	—	—
Ширина, м:					
максимальная	3,15	3,14	3,06	2,50	3,25
внутри кузова	2,77	2,77	2,87	—	—
Высота от уровня головок рельсов, м:					
максимальная	1,81	1,81	1,81	1,365	3,22
до уровня пола	1,32	1,30	1,30	1,30	1,21
Коэффициент тары	0,30	0,30	0,40	0,36	1,30
Удельная площадь, м ² /т	0,518	0,52	0,80	0,76	6,5
Нагрузка от колесной пары на рельсы, кН	228	228	245	200	113
Нагрузка на 1 м пути, т	6,32	6,20	5,1	4,18	2,12
Конструкционная скорость, км/ч	120	120	120	140	120
Габарит по ГОСТ 9239	0-BM	0-BM	1-BM	0-BM	1-T

нению с другими типами вагонов является то, что у них стены кузова выполнены в виде бортов, шарнирно связанных с рамой. Борты, кроме усилий от распора сыпучего груза, в восприятии эксплуатационных нагрузок участия не принимают. Поэтому кузова платформы имеют мощную раму, способную нести на себе все виды эксплуатационных нагрузок.

Универсальная четырехосная платформа модели 13-4012 постройки Днепродзержинского вагоностроительного завода (рис.7.28) спроектирована по габариту 0-ВМ и предназначена для эксплуатации по железным дорогам стран СНГ колеи 1520 мм и реконструированным дорогам колеи 1435 мм. Ее характеристика приведена в табл. 7.5. Кузов платформы состоит из рамы 2 с комбинированным настилом пола 10, восьми боковых 1 (по четыре на сторону) и двух торцовых 7 бортов. Боковые борты шарнирно закреплены на боковых балках рамы и каждый из них в закрытом положении удерживается тремя клиновыми запорами 3, а торцовые борты — двумя клиновыми запорами 6. Для удержания торцовых бортов в горизонтальном положении и использования их при погрузке колесной техники своим ходом на концевых балках рамы установлено по четыре опорных кронштейна 8. Для увязки груза внутри кузова предусмотрены скобы 9, а снаружи — увязочные кольца 5. При перевозке навалых грузов загруженных выше бортов, на боковых балках рамы приварены скобы 4 для установки деревянных стоек.

Рама кузова (рис. 7.29) сварная. Она состоит из хребтовой 15, двух боковых 13, двух концевых 1, двух шкворневых 2, трех основных 5 и двух промежуточных поперечных 4 балок, которые совместно с вспомогательными продольными балками 3 и 9 служат для поддержания настила пола.

Два двутавра № 70 переменной высоты по длине образуют хребтовую балку 15. Между собой двутавры связаны диафрагмами и упорами автосцепок. Узлы пересечения хребтовой и шкворневых балок усилены надпятниковыми диафрагмами 16. Боковая балка 13 выполнена из двутавра № 30 постоянной высоты по всей длине. С внешней стороны к ней приварены лесные скобы 6 и державки 7 клиновых запоров.

Концевые балки 1 сварные, постоянной по длине высоты и изготовлены из Г-образного листа толщиной 8 мм и элементов его усиления: двух уголков (150х60х6 мм) и четырех ребер, привариваемых с внутренней стороны балки на участках размещения кронштейнов 8.

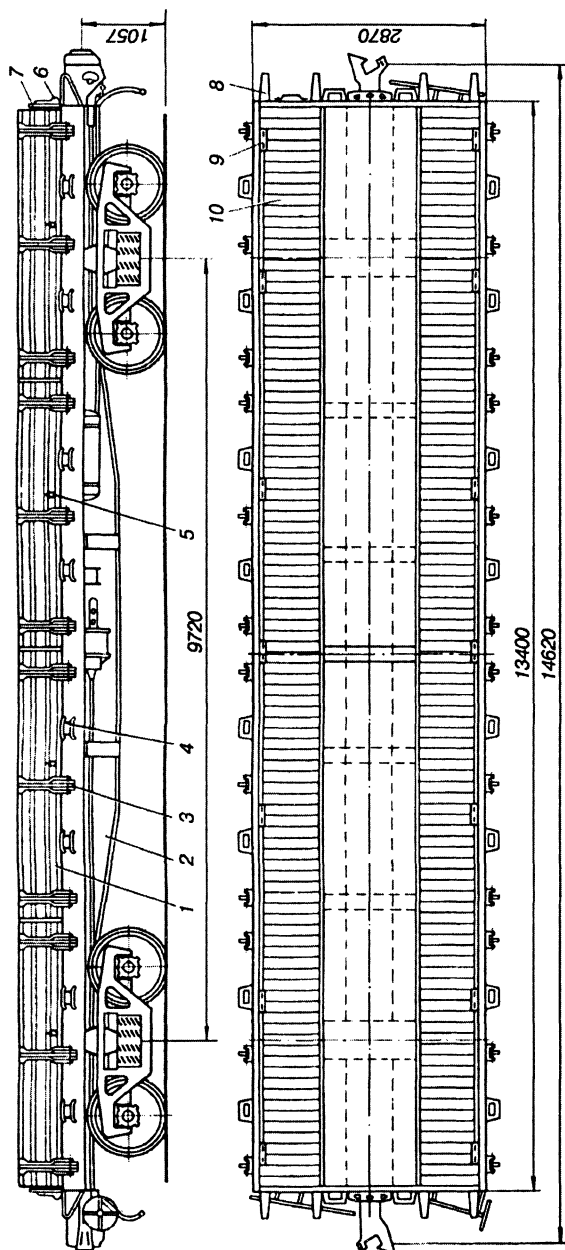


Рис. 7.28. Универсальная четырехосная платформа с комбинированным настилом пола

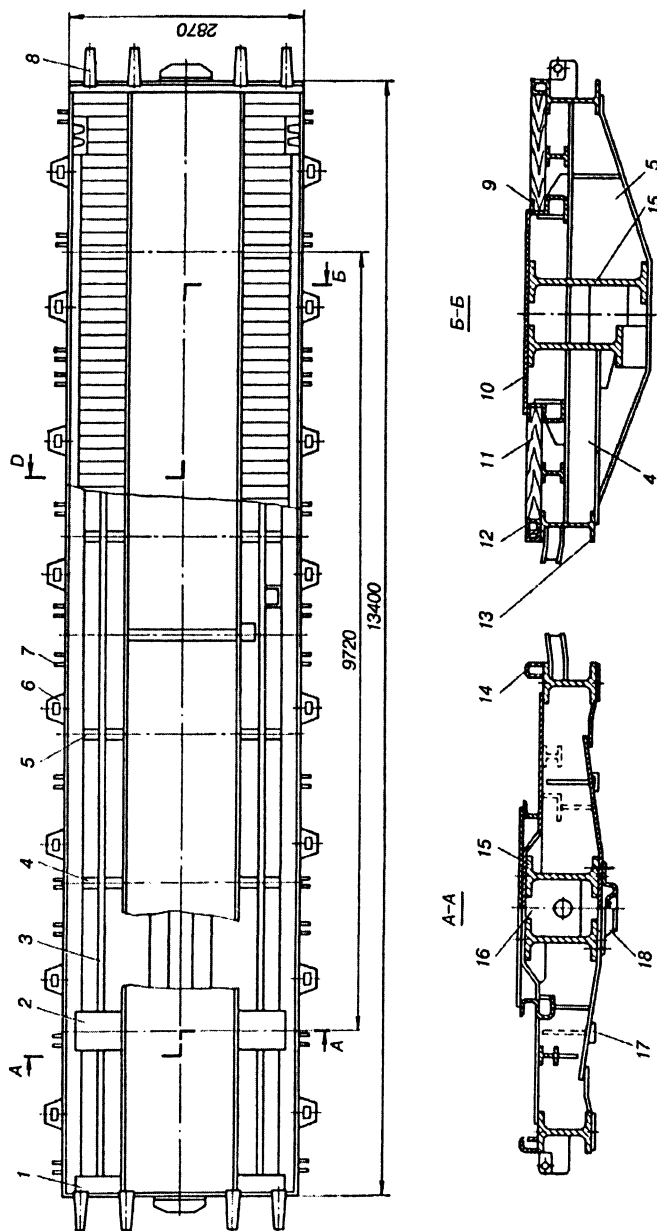


Рис. 7.29. Рама универсальной четырехосной платформы

Шкворневые балки 2 сварные, замкнутого коробчатого сечения, переменной высоты по длине. Они состоят из двух вертикальных (8 мм), верхнего и нижнего горизонтальных листов (10 мм). К нижним горизонтальным листам шкворневых балок приклепаны скользуны 17, а в зонах соединения с хребтовой балкой на болтах установлены пятники 18.

Основные поперечные балки 5 сварные двутаврового сечения, переменной высоты по длине и состоят из вертикального листа (8 мм) и двух горизонтальных (10 мм).

Вспомогательные поперечные 4 и крайние продольные 3 балки, служащие для поддержания настила пола, выполнены из двутавра № 10.

Поперечные балки 4 располагаются в раме ниже уровня пола на высоту вспомогательных продольных балок 3 с тем, чтобы обеспечить расположение их верха в одной плоскости с боковыми и упростить укладку настила пола. Настил пола комбинированный: металлический 10 в средней части и деревянный 11 по бокам. Доски пола опираются на три продольные балки — 9, 13 и 3. Один конец их заводится в S-образную балку 9, а другой болтами крепится к боковой балке 13 рамы. Со стороны боковых продольных балок доски армируют гнутыми П-образными элементами 14, к которым по длине приваривают увязочные скобы 12. Металлический пол 10 наслан из рифленого листа толщиной не менее 4 мм и шириной 1200 мм. Для крепления тормозного оборудования на раме предусмотрены необходимые кронштейны. Боковые борта платформы высотой 500 мм и длиной 3322 мм выполнены из специально гнутого профиля толщиной 3 мм с широкими продольными гофрами и отбортовками для обеспечения необходимой жесткости. Высот борта определяется расчетами при вписывании платформы в нижнюю зону габарита подвижного состава с учетом движения ее с опущенными бортами. Каждый борт фиксируется в закрытом положении тремя клиновыми запорами (рис. 7.30), которые состоят из петли 2, привариваемой к борту 1, клина 3 с продольным пазом 6, валика 4 и литой державки 5 с упором 7, привариваемой к боковой балке рамы. Когда борт закрыт, клин наводится в нижнем опущенном положении за счет продольного паза 6. В таком положении за нижнюю часть клин 3 удерживается упором 7 литой державки 5, препятствуя повороту борта в сторону его открывания. Чтобы открыть борт, необходимо ударить снизу по выступу клина 3 и поднять нижнюю его часть выше упора 7, после чего повороту клина и открыванию борта ничего не будет препятствовать.

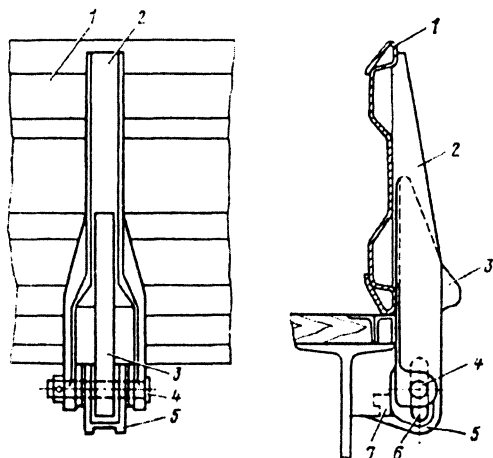


Рис. 7.30. Клиновой запор продольного борта универсальной платформы

Торцевые борта высотой 400 мм выполнены из холодногнутого листа толщиной 4 мм с продольным гофром и запираются клиновыми запорами конструкции, аналогичной запорам боковых бортов. Высота торцевых бортов выбрана из условия безопасного размещения человека между сцепленными вагонами при откинутых бортах и полностью сжатых поглощающих аппаратах автосцепок. Торцевые борта по концам соединяются с продольными при помощи запоров закидной конструкции. Все несущие элементы рамы изготовлены из низколегированной стали 09Г2Д, а борта — из стали 09Г2Д-2.

До рассмотренной выше конструкции платформы выпускалась *универсальная платформа модели 13-401*. Характеристика платформы приведена в табл. 7.5. Основное отличие ее от платформы модели 13-4012 — конструкция рамы и настила пола. Кроме того, грузоподъемность ее на 1 т меньше и составляет 70 т. Рама платформы модели 13-401 в основе имеет ту же конструктивную схему, но в ней в консольную часть заложено четыре раскоса и вместо двух вспомогательных поперечных балок предусмотрено четыре. Хребтовая балка рамы сварена из двух двутавров № 60В переменной высоты по длине, а каждая боковая балка — из одного двутавра такого же профиля. Все вспомогательные продольные и поперечные балки изготовлены из двутавра № 10, а раскосы — из двутавра № 12. Основные поперечные балки выполнены сварными постоянной высоты.

Пол настил из досок толщиной 55 мм и армирован по периметру П- и Г-образными гнутыми элементами. Борта, запоры, эле-

менты для увязки и крепления груза аналогичны по конструкции, используемой на кузове платформы модели 13-4012.

Универсальная платформа модели 13-491 с улучшенными характеристиками (табл. 7.5) имеет коэффициент использования грузоподъемности 0,8, вместо 0,55 платформ предшествующих поколений. Достигнуто это увеличением ее длины на 5 м и грузочной площади пола на 40%.

От модели 13-4012 платформа отличается своей длиной и конструкцией рамы. У нее 14 (по 7 на каждую сторону) боковых бортов и значительно мощнее хребтовая балка.

Конструкции специализированных платформ. Около 2% грузов перевозится в контейнерах, а в перспективе удельный вес перевозимых в них грузов возрастет до 5%. Причем основная масса контейнерных перевозок, особенно международных, будет осуществляться крупнотоннажными контейнерами. Перевозка большегрузных контейнеров в универсальных вагонах неэффективна из-за низкого использования грузоподъемности. Поэтому для перевозки большегрузных контейнеров разработана *специализированная платформа модели 13-470* (рис. 7.31), которая отличается от универсальной своими параметрами и конструкцией. Эти платформы строятся на Абаканском производственном объединении вагоностроения. Конструкция платформы допускает ее обращение как по всей сети железных дорог СНГ, так и по железным дорогам зарубежных стран колеи 1435 мм и соответствует габариту 0-ВМ. На платформе может быть размещено шесть контейнеров типа 1Д массой брутто 10 т, либо три контейнера типа 1С массой брутто 20 т, либо два разнотипных контейнера — один контейнер типа 1А массой брутто 30 т и один типа 1С. Характеристика платформы дана в табл. 7.5.

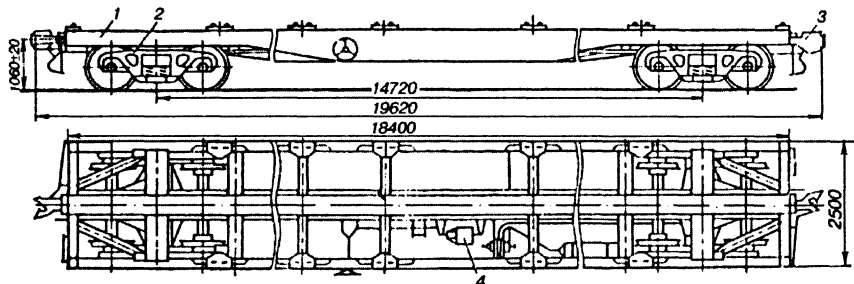


Рис. 7.31. Специализированная платформа для большегрузных контейнеров

В конструктивном отношении специализированная платформа для перевозки большегрузных контейнеров отличается от универсальной тем, что она не имеет настила пола и бортов, но снабжена элементами для крепления контейнеров. Она состоит из рамы 1, ходовых частей 2, автосцепного оборудования 3 и тормоза 4.

Рама платформы (рис. 7.32) имеет хребтовую 14, две продольные боковые 9, две концевые 8, две шкворневые 22, три основные 19 и две дополнительные 20 поперечные балки и четыре раскоса 4.

Хребтовая балка 14 выполнена из двух двутавров № 60 переменной по длине высоты, перекрытых сверху листом 3 (400x12 мм) на протяжении всей балки, а нижние горизонтальные полки в средней части на длине 7 м усилены полосами 6 (150x14 мм). В местах пересечения со шкворневыми и поперечными балками двутавры хребтовой балки соединены диафрагмами 24, а в консольных частях усилены задним 13 и передним 12 упорами автосцепки. В средней части к хребтовой балке приварены кронштейны 17, 16, 15 для крепления деталей тормозного оборудования. Боковые балки 9 выполнены из двутавра № 60 также переменной высоты по длине. Нижние полки двутавров № 60, как и у хребтовой балки, усилены в средней части полосами 150x14 мм. На каждой из балок по диагонали рамы приварены лестницы 7, а к концевым балкам — стойки 1 с поручнями 2, которые служат для удобства подъема на платформу обслуживающего персонала.

Между боковой и хребтовой балками приварена балка 18 для крепления штурвала стояночного тормоза вагона. Концевые балки 8 сварные П-образного сечения и имеют постоянную высоту по длине. В середине к концевым балкам прикреплены ударные розетки 11 автосцепки, объединенные с передними упорами.

Для передачи избыточной части силы удара от розетки и концевой балки на продольные боковые балки при полном закрытии поглощающих аппаратов в консольной части рамы установлены раскосы 4, которые сварены из двух швеллеров № 14 и имеют коробчатое сечение. Для безопасности работы составителей поездов на концевых балках укреплены поручни 10. Шкворневые балки 22 сварные замкнутого коробчатого сечения и состоят из двух вертикальных (10 мм) и двух горизонтальных (12 мм) листов. К нижнему листу шкворневой балки 22 приварены скользуны 25 и на болтах закреплены пятники 5, через которые рама опирается на тележки. Средние поперечные балки 19 рамы сварные двутаврового сечения и состоят из вертикального листа (5 мм) постоянной по длине вы-

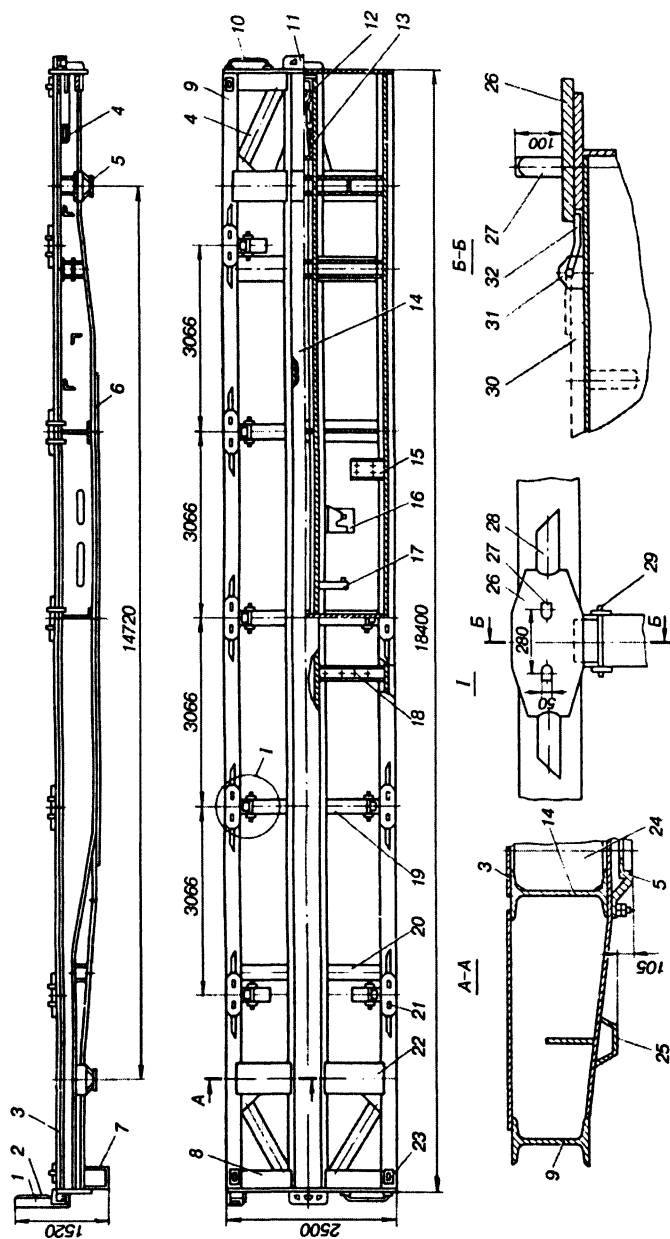


Рис. 7.32. Рама специализированной платформы для большегрузных контейнеров

соты и горизонтальных листов толщиной 8 мм. Дополнительные поперечные балки 20 сварные коробчатого сечения из вертикальных и горизонтальных листов толщиной 12 мм.

Для крепления типовых большегрузных контейнеров платформа оборудована десятью поворотными 21 и четырьмя угловыми неподвижными 23 упорами, которые удерживают контейнеры за нижние угловые фитинги от продольных и поперечных смещений. При погрузке контейнеров используются только те упоры, которые расположены на расстоянии, соответствующем длине данного контейнера, а остальные приводят в нерабочее 30 положение. Поворотный упор представляет собой панель 26 с жестко закрепленными на ней двумя упорами 27. В рабочем положении упоров панель фиксируется, от продольных и поперечных смещений планками 28. Панель поворачивается на шарнире, включающем валик 29, опорные ушки 31 и петлю 32. Расстояние между центрами упоров смежных панелей соответствует межцентровым расстояниям угловых фитингов контейнеров, а одной панели — 280 мм, которое выбрано из расчета постановки двух контейнеров с зазором 75мм. Все несущие элементы рамы выполнены из стали 09Г2Д.

Платформа модели 13-9004 для большегрузных контейнеров и колесной техники создана на базе платформы модели 13-470. От платформы модели 13-470 она отличается параметрами и тем, что в ее конструкцию введен настил пола и торцовые борта. Поэтому на ней стало возможным перевозить не только большегрузные контейнеры, но и колесную технику и другие грузы. Грузоподъемность платформы 65 т, масса тары 25,3 т, ширина 2,87 м, а длина по раме и осям автосцепок осталась такой же, как и у платформы 13-470, соответственно 18,4 и 19,62 м.

Хребтовая балка рамы выполнена из двух двутавров № 70В переменной высоты по длине, связанных между собой диафрагмами в местах соединения с поперечными балками. Боковые балки — двутавры № 55 также переменной высоты, а концевые, шкворневые и поперечные балки сварные соответственно незамкнутого и замкнутого коробчатого и двутаврового сечения из листов толщиной 8–10 мм. Раскосы рамы — прямоугольного профиля размером 160х80х7 мм. Для поддержания настила пола введены продольные балки из швеллера № 10. Настил пола комбинированный. Средняя часть его шириной 500 мм выполнена из рифленого листа толщиной 4 мм, а на остальной части — из досок толщиной 55 мм. Торцовые борта и их клиновые запоры типовые, конструкции платфор-

мы модели 13-4012. Для закрепления контейнеров платформа оборудована специальными устройствами.

Платформа двухъярусная для легковых автомобилей (модели 13-479) строилась на Калининском вагоностроительном заводе с 1970 по 1982 г. На платформе размещаются 17 автомобилей «Жигули» или «Запорожец», 10 — «Москвич» или 8 — «Волга». Грузоподъемность платформы 20 т, масса тары 26 т и длина по конечным балкам рамы 20,8 м.

Платформа (рис. 7.33), цельнометаллической сварной конструкции, выполнена из гнутых и прокатных профилей. Кузов платформы состоит из нижней 4 и верхней 2 рам с металлическим настилом пола и направляющими устройствами, четырех концевых 1, двух средних 3 стоек и переходных площадок 5 на торцевой стороне каждого яруса. Для подъема на верхнюю раму платформа оборудована лестницами 6. Стойки кузова коробчатого замкнутого сечения из гнутых профилей толщиной 6–7 мм.

Нижняя рама имеет хребтовую, две продольные боковые, две концевые, две шкворневые, одну среднюю усиленную и четыре промежуточные поперечные балки, две сквозные и четыре укороченные продольные балки для поддержания пола. Пол настил из гофрированного листа толщиной 3 мм и высотой гофров 30 мм с поперечными щелевыми отверстиями для установки упоров под колеса автомашин (см. рис. 7.13).

Направляющие устройства предназначены для обеспечения постановки автомобилей по длине центрального их расположения по ширине вагона. Они представляют собой систему ограждений из труб, направляющих роликов и ролягангов.

Верхняя рама состоит из средней и двух боковых продольных, двух концевых двадцати промежуточных и трех усиленных поперечных балок. Настил пола выполнен из гофрированного листа толщиной 3 мм, как у нижней рамы.

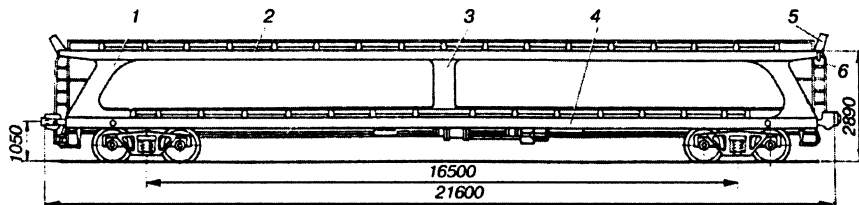


Рис. 7.33. Специализированная двухъярусная платформа для легковых автомобилей

Автомобили на платформе крепятся с помощью 68 колесных упоров, постоянно укрепленных на вагоне. Все несущие элементы кузова, включая настил пола, выполнены из низколегированной стали марки 09Г2Д.

Платформа оборудована тележками модели 18-100 с рессорным подвешиванием повышенной гибкости за счет уменьшения до четырех пружин вместо семи в каждом комплекте, так как нагрузка от колесной пары на рельсы почти в два раза меньше, чем у универсальной платформы.

Вследствие большой длины вагона автосцепка в кривой отклоняется на больший угол, что потребовало постановки розетки автосцепки пассажирского типа с увеличенной шириной окна.

Платформа модели 23-469 грузоподъемностью 59 т, массой тары 29,2 т и длиной рамы 24 м Днепродзержинского вагоностроительного завода предназначена для перевозки леса в хлыстах. Платформа (рис. 7.34) имеет мощную раму с двенадцатью металлическими неподвижными стойками 1 (по шесть на одну сторону) и металлическим гофрированным полом. В неподвижные стойки входят Г-образные кронштейны с механизмом поворота. Все несущие элементы рамы выполнены из низколегированной стали марки 09Г2Д.

Хребтовая 6 (рис. 7.35), две боковые продольные 2, две концевые 1, две шкворневые 4, четыре основные 5 и одиннадцать поддерживающих 3 поперечных балок образуют раму платформы. Хребтовая балка 6 выполнена из двух двутавров № 70Б переменной по длине высоты, соединенных против каждой поперечной балки диафрагмами 12 и двутаврами 10 № 10 и перекрытых в средней части листом 8 толщиной 8 мм. В консольной части хребтовая балка усилена упорами автосцепки, как у всех грузовых вагонов.

Боковые балки 2 изготовлены из двутавра № 55Б переменной по длине высоты. Концевые балки 1 сварные корытообразной формы и выполнены из вертикального листа толщиной 8 мм и

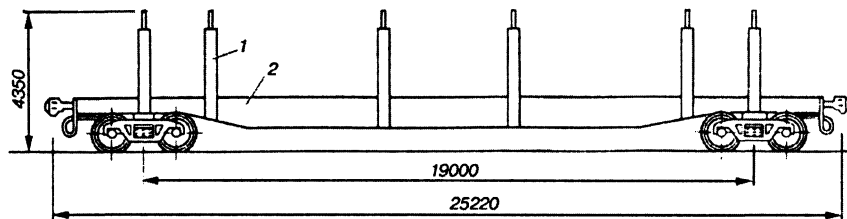


Рис. 7.34. Специализированная платформа для леса в хлыстах

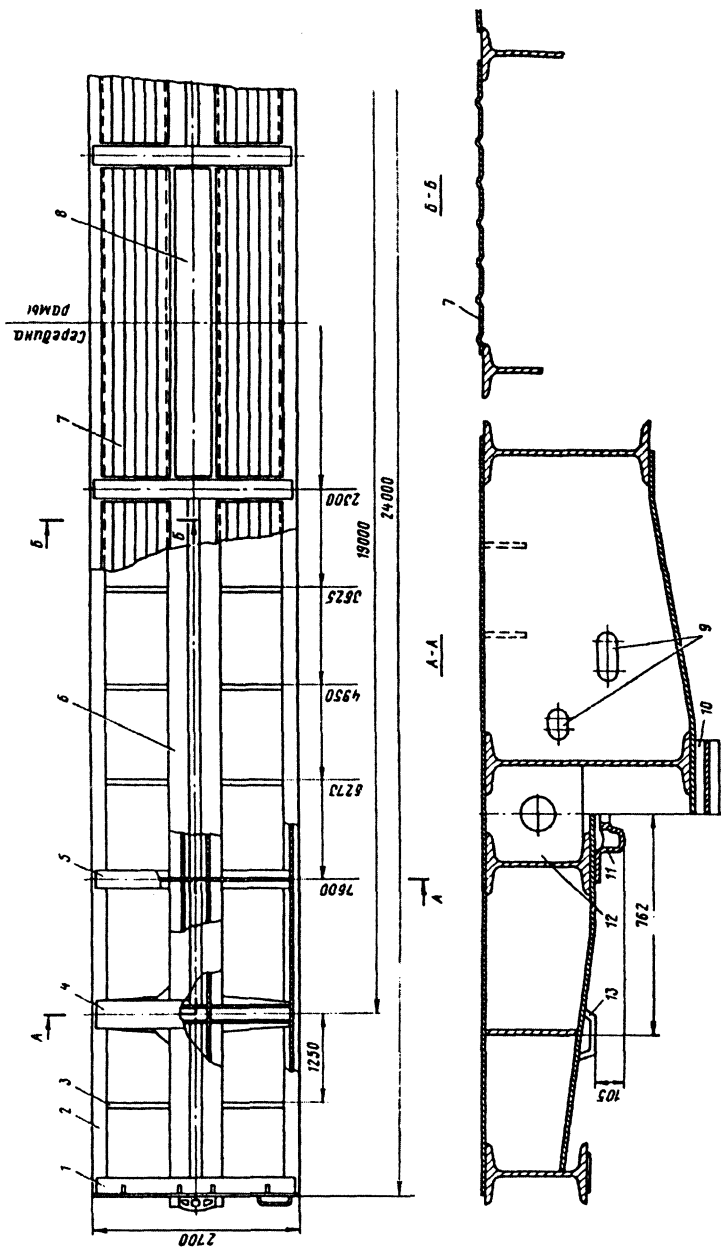


Рис. 7.35. Рама платформы для леса в хлыстах

двух горизонтальных — толщиной 10 мм. Шкворневые балки 4 сварные, замкнутого коробчатого сечения из двух вертикальных (10 мм) и двух горизонтальных (12 мм) листов. К нижнему листу шкворневой балки на расстоянии 762 мм от продольной оси рамы приварены скользуны 13, а в зоне пересечения с хребтовой — пятники 11, которые болтами крепятся также к нижнему листу шкворневой и нижним полкам двутавров хребтовой балки.

Основные поперечные балки 5 рамы имеют сварную конструкцию двутаврового сечения и состоят из вертикального листа толщиной 6 мм и горизонтального — 10 мм. Для пропуска труб воздушной магистрали тормоза в вертикальном листе поперечной балки предусмотрены отверстия 9. Вспомогательные поперечные балки 3 для поддержания настила пола и крепления тормозного оборудования выполнены из прокатного уголка 60х40х6 мм. Пол 7 настил из гофрированных листов толщиной 2,5 мм.

В местах установки поперечных балок по обе стороны рамы приварены основные стойки. Между стойками поперек вагона установлены гребенки высотой 100 мм для предохранения от смещения хлыстов вдоль платформы. Стойки к раме крепят при помощи фасонных ребер жесткости. На стойках установлены верхние кронштейны с механизмом их поворота. Кронштейн представляет собой конусообразную трубу, изогнутую по форме габарита подвижного состава. Поворот и подъем кронштейнов осуществляется с поверхности земли одним рабочим. По требованию заказчика вагон может быть оборудован цепными стяжками вместо механизма поворота Г-образных кронштейнов.

7.7. ТРАНСПОРТЕРЫ

Железнодорожные транспортеры — это специальный вид подвижного состава, предназначенный для перевозки тяжеловесных, крупногабаритных грузов, которые не помещаются на универсальных платформах. К таким грузам относятся мощные трансформаторы, части гидравлических турбин, статоры и роторы генераторов большой мощности, станины блюмингов и крупных станков, маховики и котлы больших диаметров и т.д.

Имеющиеся в эксплуатационном парке МПС транспортеры различаются по своей конструктивной схеме, грузоподъемности, осности, оформлению отдельных узлов, способу погрузки и

крепления груза и т.п. На железных дорогах эксплуатируются транспортеры грузоподъемностью от 55 до 480 т с числом колесных пар от четырех до тридцати двух.

По конструкции железнодорожные транспортеры классифицируются на следующие типы: платформенные, колдцеобразные, сцепные и сочлененные. Техническая характеристика транспортеров приведена в табл. 7.6.

Транспортеры платформенного типа имеют плоскую погрузочную площадку. Они подразделяются на две группы: с пониженной погрузочной площадкой и типа платформы. Первые имеют погрузочную главную несущую балку, опущенную вниз в средней части, и предназначаются для перевозки грузов большой высоты, вторые — прямую главную балку. Такие транспортеры выпускались в четырех-, восьми- и шестнадцатиосном исполнении грузоподъемностью от 55 до 220 т.

Шестнадцатиосный транспортер платформенного типа (рис. 7.36) с пониженной погрузочной площадкой грузоподъемностью 220 т со-

Таблица 7.6. Техническая характеристика транспортеров

Тип транспортера	Число осей	Грузоподъемность, т	Масса тары, т	Длина по осям сцепления авто-сцепок, м	Конструкционная скорость в груженом состоянии, км/ч	Минимальный радиус проходимой кривой, м
Сочлененный	32	500	217	63,49	80	150
	28	400	200	58,02	80	150
	16	240	110	43,54	100	125
Сцепной	32	480	211	62,76	80	150
	24	340	165,4	46,84	100	125
	16	240	100	33,13	90	125
	8	120	53,13	26,08	120	110
	16	220	126,9	35,98	100	125
Платформенный	12	150—170	90—100	29	120	80
	8	120	59,5	26,25	120	80
	8	100—120	80	37,75	120	80
	4	62	31	19,38	120	80
	8	120	56	25,28	120	80
Колдцевый	4	61	31	19,67	120	80
Платформенный	8	120	55	24,13	120	100

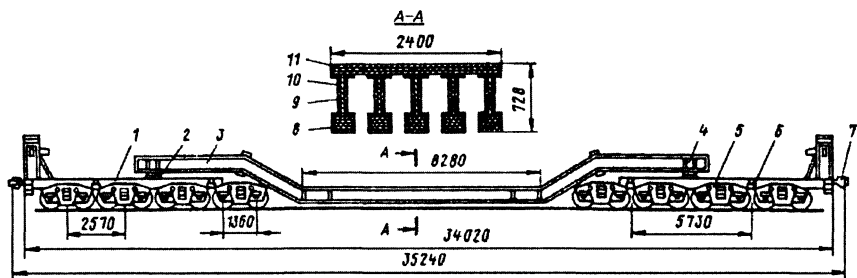


Рис. 7.36. Шестнадцатисосный транспортер площадочного типа

стоит из ходовых частей 5, главной несущей балки 3, двух промежуточных балок 1, автосцепного устройства 7 и тормоза.

Главная несущая Ω -образная балка 3 через сферические пятники 2 опирается на две промежуточные балки 1, каждая из которых в свою очередь при помощи плоских пятников 6 опирается на две четырехосные тележки. Главная несущая балка образована пятью продольными элементами двутаврового профиля. Верхние пояса этих элементов объединены сплошными стальными листами 11 толщиной 20 мм образующими настил пола. Узлы перегиба главной балки выполнены с небольшим радиусом закругления и подкреплены специальными устройствами: в верхних углах установлены стальные подушки, стянутые мощными болтами, а в нижних — распорные ребра. Вертикальные стенки 9 двутавровых элементов имеют толщину листов 12 мм, нижние полки 8 выполнены в виде пакета из пяти листов ($3 \times 16 + 2 \times 20$ мм) шириной 320 мм. Вертикальные и горизонтальные элементы сечения связаны уголковыми профилями 10 размером $150 \times 150 \times 16$ мм. Ширина главной несущей балки постоянна по всей ее длине и равна 2400 мм. Продольные ее элементы подкреплены рядом поперечных ребер, а по концам балки связаны поперечными элементами 4 коробчатого сечения, на которых располагаются сферические пятниковые опоры 2 и скользуны.

Промежуточные балки 1 транспортера коробчатого сечения. На их концах расположены тормозные будки, а на концевых балках предусмотрена возможность установки буферов. Типовая автосцепка 7 СА-3 установлена на промежуточных балках 1.

В транспортере используются четырехосные тележки конструкции Ворошиловградского тепловозостроительного завода. Каждая из них включает две двухосные тележки с базой 1360 мм, имеющие

литые боковые рамы и надрессорные балки. Рессорное подвешивание тележек состоит из двухрядных винтовых пружин, объединенных по пять пружин в каждом комплекте. Двухосные тележки попарно соединены двумя продольными балками, опирающимися на надрессорные балки. В средней части продольные балки соединены поперечной шкворневой балкой, на которой расположен подпятник четырехосной тележки. База четырехосной тележки 2570 мм.

Транспортеры колодцеобразного типа имеют главную несущую балку, состоящую из двух продольных боковых элементов, связанных по концам шкворневыми балками, а в средней части (между тележками) — рядом поперечных балок, которые могут быть либо жестко установленными, либо передвижными. Перевозимый груз размещается в нише (колодце) главной балки так, что он опирается на поперечные элементы. Благодаря этому высота перевозимого груза может быть значительно большей, чем при перевозке на транспортерах платформенного типа. В то же время ширина ограничивается расстоянием между продольными боковыми элементами главной балки. На колодцеобразных транспортерах перевозятся рабочие колеса гидротурбин, бандажи, обечайки, маховики, планшайбы и другие подобные грузы. Эксплуатационный парк МПС располагает несколькими типами колодцеобразных транспортеров грузоподъемностью от 61 до 120 т.

Восьмиосный транспортер колодцеобразного типа (рис. 7.37) грузоподъемностью 120 т состоит из ходовых частей 7, главной несущей балки 3 с концевыми элементами 4, двух продольных концевых балок 1, автосцепного устройства 6 и тормоза 2. Главная несущая балка 3 транспортера через сферические пятники 5 опирается на две концевые балки 1, которые в свою очередь опираются на четыре типовые тележки 7 модели 18-100. Главная несущая балка 3 изготовлена из низколегированной стали 09Г2.

Боковые продольные элементы балки 3 образованы горизонтальными поясами размером 45х360 мм и вертикальной стенкой толщиной 16 мм, высота которой переменна. В средней части бал-

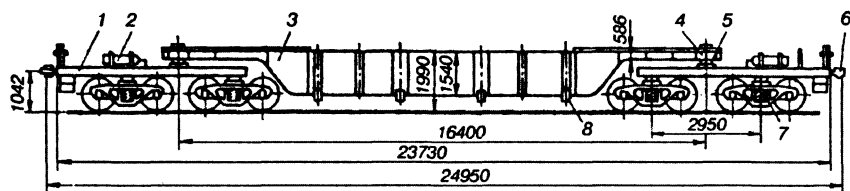


Рис. 7.37. Восьмиосный транспортер колодцеобразного типа

ки ее пояса усилены дополнительными накладками сечением 20х240 мм. Толщина поперечных ребер 12 и 16 мм. Концевые части балки сверху перекрыты сплошным листом толщиной 12 мм. Колодец балки по продольной оси имеет длину в верхней части 10,8 м, а в нижней части — 10,0 м. Ширина колодца 2420 мм.

В колодезной части транспортера на верхней поверхности нижних поясов боковых элементов балок 3 установлено шесть пар стальных подушек для цапф поперечных балок. Две средние пары подушек имеют три гнезда, остальные по одному.

Транспортер оборудован четырьмя съемными поперечными балками 8 с цилиндрическими цапфами 150 мм. В зависимости от размеров перевозимых грузов поперечные балки можно переставлять на различные пары подушек. Концевые балки по своей конструкции унифицированы с аналогичными балками транспортеров платформенного типа с пониженной погрузочной площадью грузоподъемностью 110 т.

Транспортер оборудован типовой автосцепкой СА-3, автоматическим с ручным тормозами.

Транспортеры сцепного типа грузоподъемностью 120 и 480 т (соответственно двенадцати- и тридцатидвухосные) предназначены для перевозки крупногабаритных длинномерных грузов в основном цилиндрической формы. Транспортеры данного типа состоят из сцепов, соединенных между собой автосцепками СА-3 без поглощающих аппаратов: двенадцатиосный из трех четырехосных, а тридцатидвухосный из двух шестнадцатиосных сцепов. Тридцатидвухосный транспортер сцепного типа грузоподъемностью 480 т предназначен для перевозки крупногабаритных тяжеловесных грузов цилиндрической формы.

Каждая шестнадцатиосная секция (рис. 7.38) транспортера состоит из сварной несущей балки 3 изогнутой формы, опирающейся при помощи катковых опор 2 на две надтележечные балки, каждая из которых в свою очередь опирается на две четырехосные тележки 6 через пятники. Автосцепки 5 располагаются по концам надтележечных балок 1.

Транспортер может эксплуатироваться в виде сцепа или одной секции в зависимости от массы перевозимого груза. При использовании одной секции, как транспортера грузоподъемностью 240 т, на концы несущей балки 3 устанавливают сменные опоры-турникеты, на которые укладывается груз. В случае перевозки груза массой до 480 т сменные опоры снимают с несущих балок и закрепляют в специально предусмотренных местах на надтележечных балках транс-

портера. Груз в этом случае располагают на стационарных опорах 4, установленных посередине несущих балок. Опоры 4 могут поворачиваться относительно вертикальной оси транспортера. Кроме того, одна из опор сцепа может поступательно перемещаться относительно продольной оси несущей балки. Такая подвижная конструкция опор несущей балки обеспечивает свободное прохождение транспортера с грузом по кривым участкам пути радиусом до 150 м.

Несущие балки 3 транспортера сварные выполнены из четырех двутавров, перекрытых сверху в средней части сплошным листом толщиной 16 мм. Толщины вертикальных и горизонтальных стенок двутавров соответственно 16 и 60 мм. Надтележные балки 1 также сварные коробчатого сечения из листов толщиной 16 мм (вертикальные) и 40 мм (горизонтальные). Для изготовления балок использована низколегированная сталь 10Г2С1Д.

Транспортер сочлененного типа (рис. 7.39) имеет главную особенность конструкции, заключающуюся в том, что его основные несущие строения 3 разъемные, т.е. состоят из двух сочленяемых половин. Перевозимый груз 6 подвешивается посредством специальных шарниров 10 между раздвигаемыми половинами 3 транспортера и защемляется в них опорами 5 под действием собственной силы тяжести, в результате груз включается в несущую конструкцию транспортера. Необходимость в создании таких транспортеров возникла в связи с тем, что площадочные транспортеры не обеспечивают размещения крупногабаритных грузов по высоте, а колодцевые — по ширине. Таким образом, и в тех и в других транспортерах не до конца используются резервы габарита и ограничена длина перевозимого груза размерами погрузочной площадки.

Шестнадцатиосный сочлененный транспортер грузоподъемностью 220 т состоит из двух пространственных полуферм 3 (консолей), представляющих главные несущие строения транспортера, каждая из которых опирается сферическими пятниками 7 диаметром 620 мм через соединительные 2 и систему вспомогательных балок концевых 1 и промежуточных 4 на группу из четырех двухосных тележек 9 модели 18-100. Транспортер оборудован съемной специальной несущей балкой 11, представляющей собой разборную раму, которая позволяет перевозить грузы, не имеющие собственных приспособлений (проушин) для сочленения с консолями 3 транспортера.

Концевые балки 1 предназначены для спаривания двух крайних двухосных тележек на каждом конце транспортера, а также размещения автосцепного устройства 8, ручного тормоза и другого обо-

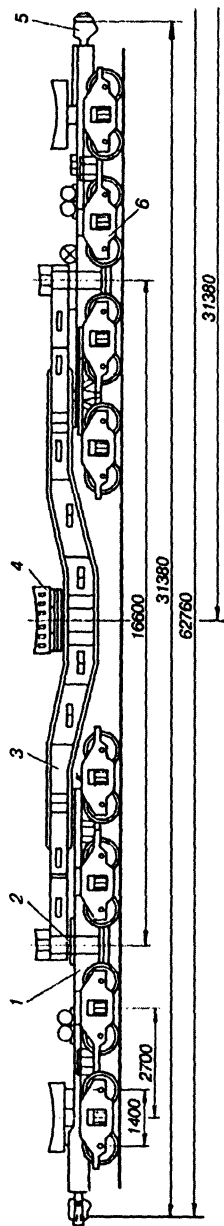


Рис. 7.38. Шестнадцатисосный сцеп 32-осного транспортера

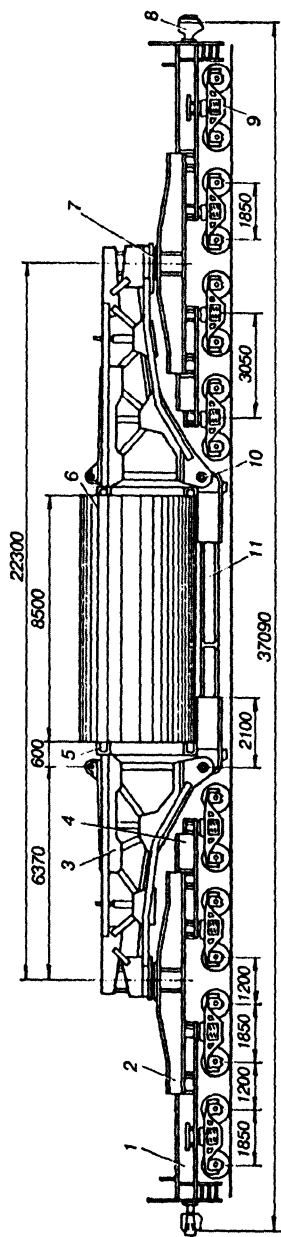


Рис. 7.39. Шестнадцатисосный транспортер сочлененного типа

рудования. Промежуточные балки 4 объединяют внутренние пары двухосных тележек транспортера. Балки 2 соединяют две четырехосные тележные группы, образованные концевой 1 и промежуточной 4 балками каждого конца транспортера. Они служат для передачи нагрузки от консолей 3 к тележкам и размещения вспомогательного оборудования. Концевые, промежуточные и соединительные балки цельносварной конструкции выполнены из листового проката толщиной 16 и 20 мм.

Консоли 3 транспортера представляют собой пространственные металлоконструкции типа ферм, соединенных системой связей. В зоне установки сферического пятника 7 консоли 3 имеют мощные шкворневые балки коробчатого сечения.

Для упрощения процессов погрузки и разгрузки во время эксплуатации транспортер оборудован двумя системами гидравлических подъемников, главная из которых, состоящая из четырех домкратов грузоподъемностью 110 т каждый, установлена на соединительных балках 2 транспортера и предназначена для подъема главного строения вместе с грузом. На каждой соединительной балке на специальных кронштейнах, расположенных под концами шкворневых балок консолей, установлено по два таких домкрата, насосная установка, привод которых размещены в нише соединительной балки 2.

Подъем главного несущего строения транспортера с грузом, необходим для установки под грузом вспомогательных устройств (тележек или тумб) при разгрузке или для удаления этих устройств из-под груза при погрузке транспортера. Это позволяет производить погрузку и разгрузку сочлененных транспортеров без применения мощного кранового оборудования.

Система вспомогательных гидроподъемников, состоящая из четырех домкратов грузоподъемностью 20 т каждый, установленных попарно на промежуточных балках 2 транспортера под поперечной связью консолей 3, служит для поддержания консолей при разведении половин транспортера перед погрузкой или при разгрузке.

При перевозке на сочлененном транспортере изделия — груза, в конструкции которого при его проектировании предусмотрены проушины, специальная несущая балка 11 не используется. Перевозимый груз (например, бак трансформатора) сочленяется с проушинами консолей 3 при помощи валиков 10. В транспортном положении груз защемляется под действием собственной силы тяжести между опорными местами 5 полуферм 3 и образует составной элемент главного несущего строения вагона.

Для перевозки изделия-груза, не имеющего проушин, он устанавливается на сочлененную с консолями специальную несущую балку 11 транспортера. В этом случае силовое воздействие конструкции транспортера в верхней части осуществляется также непосредственно через груз. Растягивающие усилия, передающиеся валиками проушин консолей, воспринимаются при этом специальной несущей балкой 11. Специальная несущая балка 11 состоит из двух Н-образных рам, имеющих проушины для соединения с консолями транспортера, и двух продольных балок-затяжек, связывающих концевые рамы.

При следовании транспортера в порожнем состоянии разобранная специальная несущая балка 11 размещается на транспортере. Ее концевые части располагаются на соединительных балках 2, а продольные затяжки укладываются сверху консолей 3 и используются для сцепления консолей транспортера между собой и верхней части. В нижней части консоли транспортера, следующего в порожнем состоянии, соединяют при помощи специальных серег. Транспортер оборудован автоматическим и ручным тормозами, а также типовой автосцепкой СА-3.

7.8. ЦИСТЕРНЫ

Цистерны предназначены для перевозки различных по свойствам грузов.

В связи с этим цистерны классифицируют по следующим признакам:

- по назначению: для наливных грузов; для сжиженных; для вязких; для скоропортящихся; для затвердевающих; для порошкообразных;
- по наличию устройств у котла: без дополнительных устройств (рис. 7.40-I); с подогревательным кожухом (рис. 7.40-II); с термоизоляцией (рис. 7.40-III); с устройством аэропневмовыгрузки (рис. 7.40-IV); с термоизоляцией и трубчатыми змеевиками подогрева (рис. 7.40-V); с термоизоляцией и трубчатыми электронагревателями; с теневой защитой;
- по конструкции несущих элементов: рамной и безрамной. В свою очередь рамной конструкции; без боковых балок (выпуска до 1995 г.) и с боковыми балками (усиленные);
- по способу загрузки и выгрузки: с верхним открытым способом загрузки и нижним сливом; с верхним закрытым способом загрузки и выгрузки;

- по состоянию груза при движении: цистерны без давления; под давлением;
- по способу разогрева груза в котле-пароподогрев [наружный (кожух, змеевики); внутренний (змеевики)]; электроподогрев (электронагревателем);
- по поддержанию температурного режима груза: с термоизоляцией и без термоизоляции;
- по осности: 4-х, 8-ми осные;
- по габариту ГОСТ 9238-83;
- по принадлежности: парк МПС; парк промышленного транспорта.

Цистерны с верхним открытым способом загрузки и нижним сливом (рис. 7.40) проектируется для грузов случайная утечка которых через нижний сливной прибор не наносит значительных экологических повреждений окружающей среде. К ним относятся пять групп цистерн: I — для бензина и светлых нефтепродуктов; II — для вязких нефтепродуктов, фенола и патоки; III — для пищевых продуктов (молока, вино-материалов и плодоовощных соков); IV — для порошкообразных грузов (цемента, кальцинированной соды) и V — для пасты сульфанола.

Цистерны с верхним закрытым способом загрузки и выгрузки (рис. 7.41) проектируются для опасных грузов, утечка которых в окружающую среду недопустима. К ним тоже относятся пять групп цистерн: I — для улучшенной серной кислоты, серной кислоты, желтого фосфора, олеума, серы, соляной кислоты. Все они имеют закрытый способ наливки и выгрузки груза передавливанием под давлением 0,15 МПа. Газовый патрубок этих цистерн соединяется не с атмосферой, а с отдельным резервуаром. У цистерн для соляной кислоты газовый патрубок соединяется с атмосферой; II — для слабой азотной кислоты, уксусной кислоты, жидкого пека. Все они имеют закрытый способ загрузки и выгрузки; III — для метанола, этиловой жидкости, плодоовощных соков, капролактама, пасты сульфанола. Все они (кроме цистерны для пасты сульфанола) имеют закрытый способ загрузки и выгрузки; IV — для ацetalдгида, сжиженного газа (аммиака, пропана, пентана, углеводородных газов) имеют закрытый способ загрузки и выгрузки; V — для хлора имеют закрытый способ загрузки и выгрузки. Выгрузка цистерн II–V групп может производиться как передавливанием груза, так и сифонированием.

На железных дорогах СНГ масса жидкого груза, перевозимого в цистернах, определяется не взвешиванием, как в других вагонах, а замерно-калибровочным способом. Для этого измеряется высота

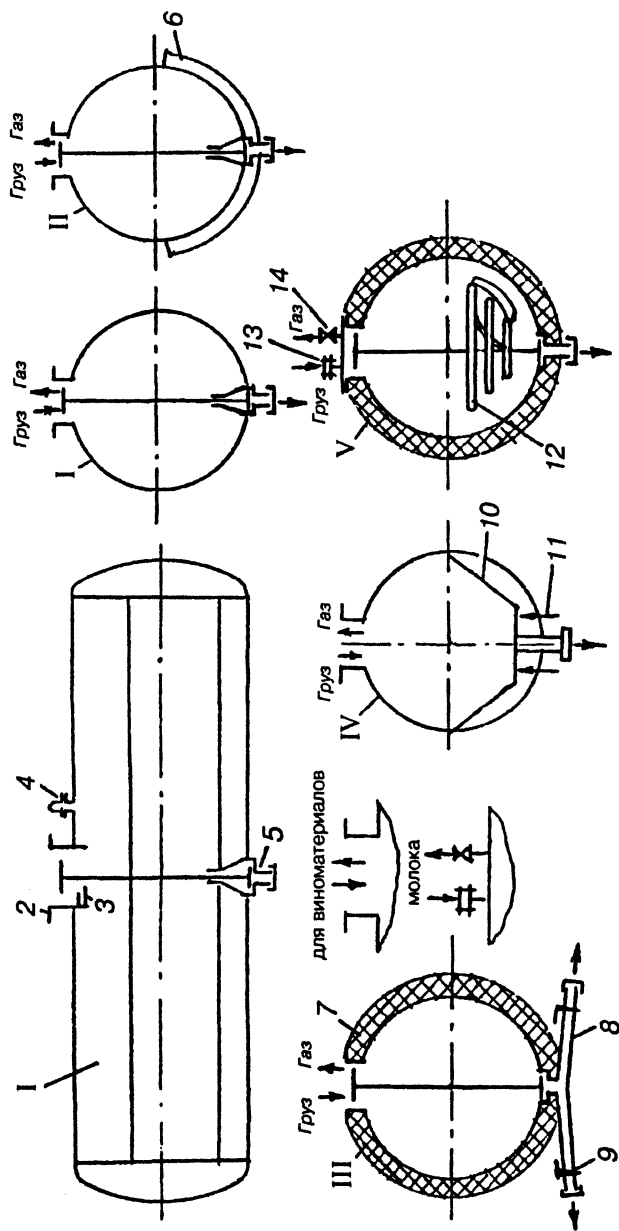


Рис. 7.40. Схема котлов цистерн с верхним открытым способом загрузки и нижним выгрузки:
 1 — котел; 2 — люк-лаз; 3 — сегментные планки; 4 — предохранительно-впускной клапан; 5 — сливной прибор; 6 — паровая рубашка; 7 — теплоизоляция; 8 — патрубок; 9 — дверь; 10 — откос; 11 — воздушная коммуникация; 12 — паровой змеевик; 13 — заглушка; 14 — вентиль

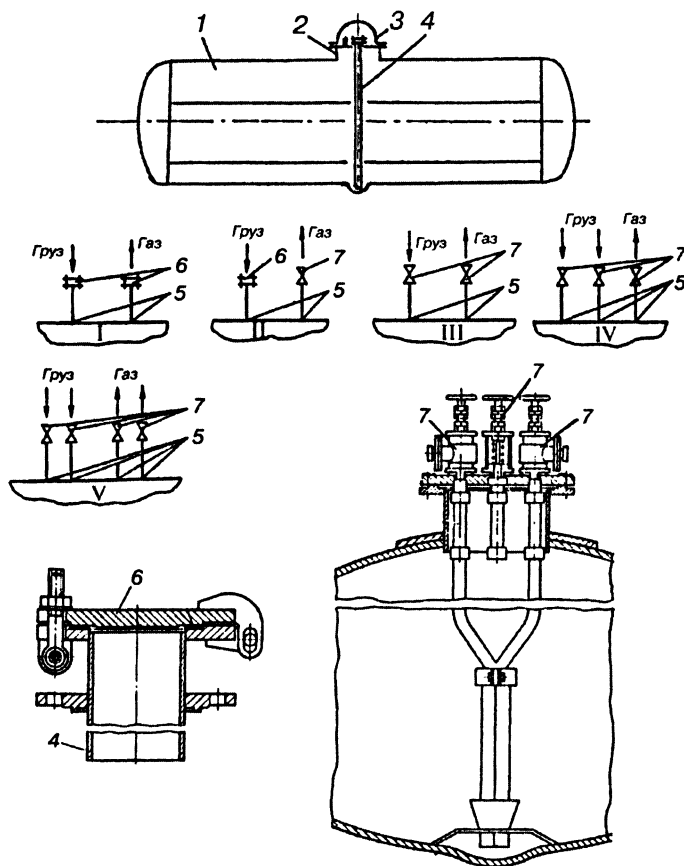


Рис. 7.41. Схемы загрузки и выгрузки котлов с опасными грузами:

1 — котел; 2 — люк-лаз; 3 — кожух; 4 — сливо-наливная труба;
5 — патрубок; 6 — заглушка; 7 — вентиль

наполнения котла, а затем посредством специальных таблиц калибровки, в которых приведена вместимость котла в зависимости от уровня его налива и плотности жидкости, подсчитывается масса груза. Калибровочный тип цистерны обозначается вырезанными из листовой стали цифрами, привариваемыми к котлу с обеих сторон. Ликвидация времени, затрачиваемого на операции взвешивания, ускоряет оборот цистерн и снижает себестоимость перевозок.

Для цистерн, которые не могут быть пропущены через сортировочные горки или пропуск которых требует соблюдения особых условий, на днище наносится надпись «С горки не спускать».

На цистернах, которые по своим габаритным признакам могут следовать по железным дорогам стран-участниц ОСЖД, наносятся знаки транзитности и габарита. Окраска цистерн производится индивидуально в зависимости от рода перевозимого груза и приведена в табл. 7.7.

Таблица 7.7. Окраска котла

Перевозимый продукт	Цвета котла	Цвета отличительной полосы на цилиндре	Отличительная окраска на днище		
			Круг	Квадрат	Кольцо
Цемент	Палевый	Желтый	—	—	—
Олеум	Черный	»	Зеленый	—	Белый
Бензин	Палевый	—	—	—	—
Жидкая сера	Серый	Желтый	Зеленый	—	Белый
Слабая азотная кислота	Белый	»	»	—	—
Поливинил хлорид	Бежевый	—	»	—	Белый
Плодоовощные соки	Палевый	Две красные краски	»	—	Красный
Желтый фосфор	Желтый	Красный	»	—	Белый
	Черный				
Пек	Серый	—	»	—	»
Виноматериалы	Палевый	—	»	—	»
Улучшенная серная кислота	Черный	Желтый	—	Желтый	Черный
Капролактam	Темно-серый	»	Желтый	—	Белый
Соляная кислота	Белый	»	Зеленый	—	—
Хлор	Серебристый	Защитный	»	—	—
Вязкие нефтепродукты	Красно-коричневый	—	»	—	Белый
Метанол	Желтый	Черный	—	Черный	—
Аммиак	Серебристый	Желтый	Зеленый	—	—
Фенол	Черный	»	»	—	Белый
Патока	Палевый	Две красные краски	—	—	Красный
		Желтый			
Суперфосфорная кислота	Темно-серый		Зеленый	—	Белый
Кальцинированная сода	Палевый	—	»	—	»
Молоко	»	—	—	—	—
Пропан	Серебристый	Красный	Зеленый	—	—
Этиловая жидкость	Алюминиевый	Зеленый	—	—	—
Ацетальдегид	Светло-серый	Желтый	—	—	—

Теневая защита и устройства разогрева груза. У цистерн, предназначенных для перевозки ацетальдегида, этиловой жидкости, хлора и аммиака, котлы в верхней части оборудованы теневой защитой. Она необходима для предотвращения воздействия прямых солнечных лучей на котел цистерны, что может привести к перегреву некоторых грузов и, следовательно, к их потере (через предохранительный клапан), заражению окружающей среды, а также к возможному нарушению прочности котла.

Необходимость теневой защиты определяется в основном свойствами груза и обосновывается соответствующими теплотехническими расчетами. Она представляет собой лист толщиной 1,5 мм, который охватывает верхнюю часть котла, крепится па каркасе из уголка.

Подогрев груза перед сливом из котла необходим для вязких и затвердевающих грузов. Подогрев осуществляется с помощью теплоносителей — горячей воды, пара или воздуха. Для этого цистерны снабжены подогревательным кожухом, змеевиками внутри или снаружи котла, электронагревательными трубчатыми элементами.

Подогревательным кожухом с использованием пара и горячей воды оборудованы цистерны для патоки, вязких нефтепродуктов, желтого фосфора, уксусной кислоты, олеума, пасты сульфонола, капролактама, фенола.

Он выполнен из листа толщиной до 3 мм, установленного на каркасе из уголка. Каркас приваривается к котлу снизу, а к нижней части кожуха приваривается воронка для слива конденсата. По концевым частям кожуха снизу вварены патрубки для подачи и выпуска теплоносителя.

Внутренний подогрев осуществляют трубчатые змеевики, установленные в нижней части котла изнутри. Таким устройством оборудованы цистерны для пасты сульфонола и суперфосфорной кислоты. В качестве теплоносителя используется горячая вода или пар.

Электрообогревом груза оборудованы цистерны для жидкой серы и пека. В нижней части под котлом установлены трубчатые электронагреватели мощностью по 2,5 кВт каждый, соединенные в секции по несколько штук. Между нагревателями и котлом смонтирован стальной экран, предохраняющий низ котла от лучистой тепловой энергии нагревателей и тем самым исключающий местный нагрев. Вокруг всего котла предусмотрена воздушная полость между поверхностью котла и теплоизоляцией. Она предназначена для равномерного разогрева котла по всей поверхности горячим воздухом, конвектируемым от электрических трубчатых нагревателей.

Термоизоляция. Для поддержания температурного режима груза в котле при транспортировке цистерны для скоропортящихся и затвердевающих грузов оборудованы термоизоляцией.

В этих цистернах котел (см. рис. 7.61) изолирован термоизоляционным материалом 6 толщиной 200–300 мм, покрытым металлическим кожухом 7, представляющим собой цилиндрическую обечайку с днищами. Обечайка состоит из поперечных секций, стыки между которыми закрываются декоративными хомутами. Крепится металлический кожух 7 к раме платформы.

Термоизоляция у цистерн различается в основном изоляционным материалом. На цистернах для молока, капролактами, сульфанола применяется стеклорулонный материал МРТ-35 по ГОСТ 10499; для плодоовощных соков, суперфосфорной кислоты и виноматериалов модели 15-1562 — пенополиуретан; для виноматериалов модели 15-1542 — стеклянное штапельное волокно по ТУ 21-РСФСР-80-77 и для жидкой серы и пека — стеклянное штапельное волокно ЦФД по ТУ 21-РСФСР-80-77 и СТБ по ТУ 21-РСФСР-224-75.

Предохранительная арматура. Для обеспечения безопасности эксплуатации цистерн, их загрузки и выгрузки используется предохранительно-контрольная арматура, часть из которой устанавливается на котлах.

В зависимости от предъявляемых требований арматура устанавливается в различном сочетании.

1. Предохранительная: предохранительный клапан (КП); предохранительно-впускной клапан (КПВ); предохранительная мембрана (ПМ); скоростной клапан (КС); обратный клапан (КО).

2. Арматура для контроля груза: трубки контроля с вентилями (ТК); поплавковый уровнемер (У); сегменты (С) или планки (ПЛ); электроконтактные датчики уровня (ЭУ).

3. Пробоотборник (П).

4. Манометродержатель (М).

5. Термокарман (Т) или термореле (ТР).

Предохранительными клапанами оборудованы цистерны для соляной кислоты, этиловой жидкости, сжиженных газов, ацетальдегида, соков, суперфосфорной кислоты и порошкообразных грузов. Предохранительные (рис. 7.42) клапаны имеют различное регулировочное давление от 0,07 до 2,0 МПа и предназначены для предотвращения повышения давления в котле выше допустимого при транспортировке, загрузке или выгрузке груза.

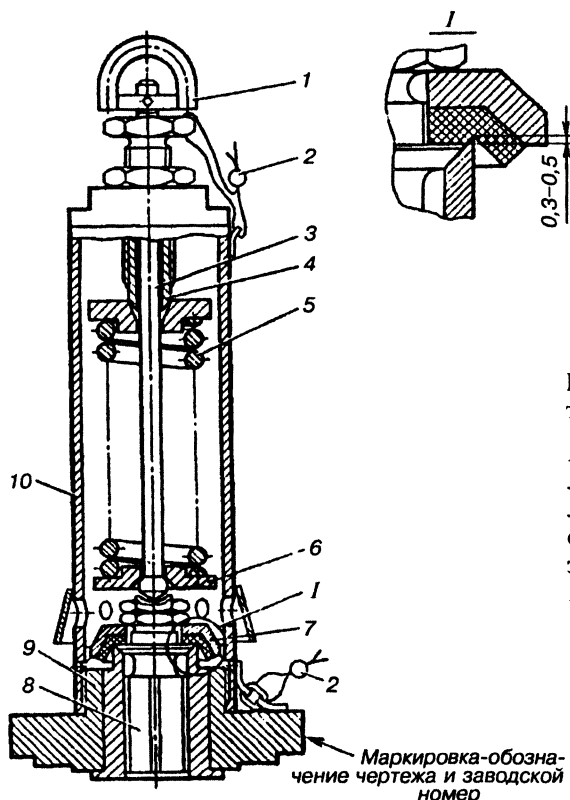


Рис. 7.42. Предохранительный клапан:

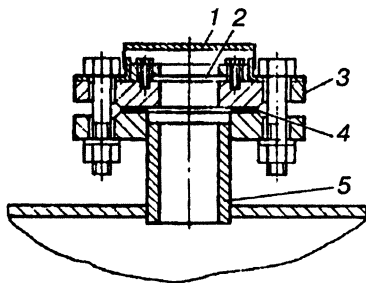
1 — рычаг; 2 — пробка;
3 — шток; 4 — втулка;
5 — пружина; 6 —
опора; 7 — клапан; 8 —
золотник; 9 — фланец;
10 — крышка

Предохранительно-впускные клапаны установлены на цистернах для наливных и вязких грузов, виноматериалов, капролактами, пасты сульфанола. Их назначение регулировать давление в котле, а также не допускать возникновения в нем вакуума при транспортировке, загрузке или выгрузке. Эти клапаны бывают различных конструкций и имеют различные параметры.

Например, на цистернах для светлых нефтепродуктов установлен предохранительно-впускной (см. рис. 7.53).

На цистернах для хлора, плодовоовощных соков, жидкой серы и пека устанавливаются предохранительные мембраны (рис. 7.43), рассчитанные на определенное избыточное давление в котле. Они отличаются конструктивным исполнением.

Рис. 7.43. Мембранный узел:
1 — кожух; 2 — мембрана; 3 —
фланец; 4 — прокладка; 5 —
патрубок



На трубопроводах для груза в жидком и газообразном состоянии цистерн для сжиженных газов устанавливаются скоростные клапаны, которые автоматически перекрывают трубопроводы в случае отрыва подключенных к ним шлангов (рис. 7.44) (кроме

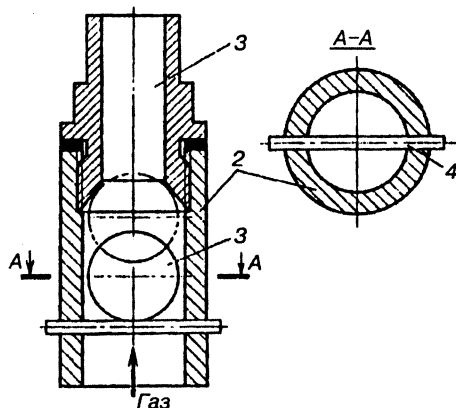


Рис. 7.44.
Скоростной клапан:

1 — штуцер; 2 — труба;
3 — шарик; 4 — упор

трубопровода для груза в газовом состоянии у цистерн для хлора). На воздухопроводах цистерн для порошкообразных грузов устанавливаются обратные клапаны. Их назначение предотвратить попадание груза в воздухопроводы при падении давления воздуха в них (рис. 7.45).

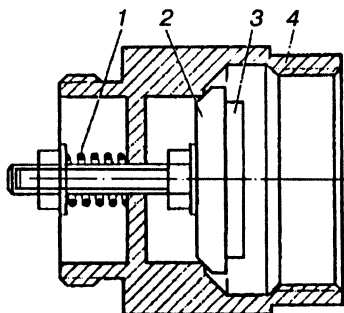


Рис. 7.45. Обратный клапан:

1 — пружина; 2 — прокладка;
3 — тарелка; 4 — корпус

Контроль за уровнем груза в котле при загрузке или выгрузке ведется через люк или при помощи различной контрольной арматуры. Манометры на цистернах не устанавливаются, так как они выходят из строя при движении. Однако на цистернах предусмотрены манометродержатели с заглушками, а на некоторых — и с вентилями, чтобы можно было использовать манометры при загрузке и выгрузке.

Пробоотборники на цистернах представляют собой трубу с вентилями или крышкой. Цистерна для серы оборудована термореле для автоматического регулирования температуры в воздушной полости электронагревателем. На цистернах для пека, капролактана и серы предусмотрены термокарманы, в которые на пунктах слива устанавливаются термопары для контроля за температурой груза в котле.

Конструкции нефтеналивных цистерн. *Восьмиосная цистерна* (рис. 7.46) для нефтепродуктов модели 15-1500 строится по габари-

Таблица 7.9. Техническая характеристика нефтеналивных цистерн

Показатели	Четырехосная			Восьмиосная
	для нефтепродуктов			
	светлых, 15-1443	вязких, 15-156	светлых, 15-150	светлых, 15-1500
Грузоподъемность, т	60,0	66	66	125,0
Тара, т	23,2	28	27	51
Полный объем котла, м ³	73,1	72,3	75,5	161,6
База вагона	7,8	7,8	7,8	13,92
Длина, м:				
по осям сцеплений автосцепок	12,02	12,02	12,02	21,25
по концевым балкам рамы	10,8	10,8	10,8	20,12
Ширина кузова максимальная, м	3,08	3,08	3,08	3,27
Наружная длина котла, м	10,77	10,78	11,25	20,65
Внутренний диаметр котла, м	3,0	3,0	3,0	3,2
Высота цистерны от уровня головок рельсов, м	4,615	4,68	4,62	—
Коэффициент тары	0,386	0,42	0,40	0,41
Удельный объем котла, м ³ /т	1,195	1,09	1,14	1,25
Нагрузка от колесной пары на рельсы, кН	218	230,5	228	215,8
Нагрузка на 1 м пути, т	6,92	7,8	7,3	8,28
Конструкционная скорость, км/ч	120	120	120	120
Габарит по ГОСТ 9238	02-BM	02-BM	02-BM	1-T

8-осная цистерна для светлых нефтепродуктов, модель 15-1500

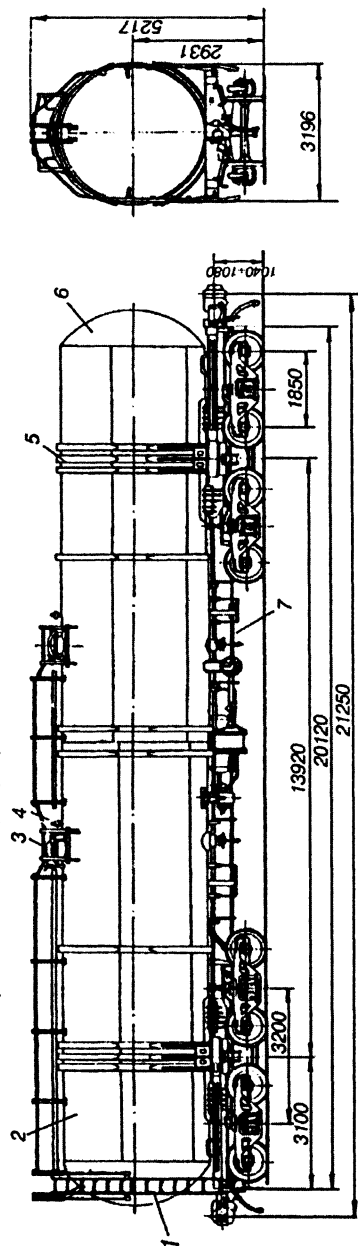


Рис. 7.46. Восьмиосная цистерна для нефтепродуктов

ту 1-Т и имеет безрамную конструкцию. Характеристика цистерны приведена в табл. 7.9. Котел цистерны состоит из сваренных посередине двух цилиндрических обечаек 2. Каждая обечайка выполнена, из продольных листов — нижнего толщиной 12 мм, боковых и верхних — 9 мм и двух эллиптических днищ 6 толщиной 10 мм. Котел снабжен двумя люками 3 диаметром 570 мм, герметически закрываемыми крышками и оборудованными двумя сегментными планками на разных высотах для контроля предельных уровней заполнения котла, а также приводом затвора сливного прибора. Для повышения жесткости и прочности котел подкреплен десятью Ω -образными кольцевыми шпангоутами 5, которые приваривают снаружи цилиндрической части котла в середине и над опорами. Для обеспечения полного слива груза предусмотрены уклоны к сливным приборам. Эти уклоны создаются выштамповкой нижнего (броневое) листа на глубину 20–30 мм. Котел оборудован двумя универсальными сливными приборами 7, двумя предохранительно-впускными клапанами 4, наружной 1 и внутренней лестницами, площадкой в зоне люка для обслуживающего персонала. На концах котла (рис. 7.47, а) размещены опоры, имеющие хребтовую 2 и шкворневую 3 балки с концевыми и боковыми обрамлениями. Опоры приварены снизу к броневому листу и служат для передачи основных нагрузок на котел и соединительные балки тележек. В зоне опоры нижний лист котла усилен опорными накладками 4 толщиной 12 мм. Котел цистерны приварен к опорному листу 6. В свою очередь опорный лист 6 посредством ребер закреплен на шкворневой балке 3. Кроме того, котел приварен к хребтовым балкам 2 при помощи специальных лап 1 и 5.

В цистернах первых выпусков по концам котла предусмотрены ниши 14 (рис. 7.47, б), внутри которых размещены укороченные хребтовые балки 2. Хребтовая балка совместно с концевой 9, шкворневой 3 и боковыми 8 балками образуют раму, на которой жестко закреплен котел своей консольной частью. Для этого к нижнему листу 10 котла приварен опорный лист 6, а он в свою очередь к хребтовой и шкворневой балкам и подкреплен ребрами жесткости 7. В пересечении хребтовой и шкворневой балок закреплен пятник 11, усиленный надпятниковой коробкой 12. Для ограничения боковой качки котла к нижнему листу шкворневой балки приварены скользуны 13. Вследствие большой трудоемкости выштамповки ниш в нижнем листе котла такая конструкция его соединения с рамой развития не получила.

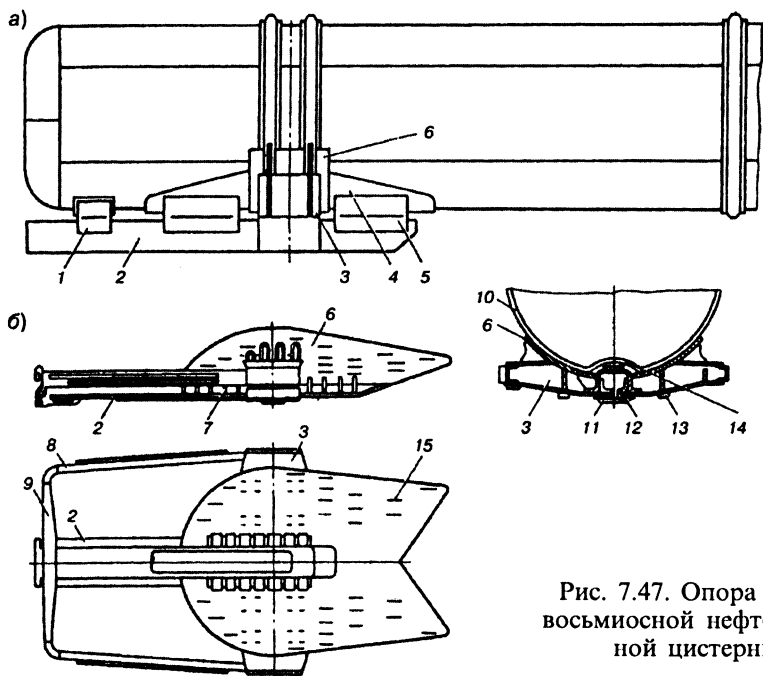


Рис. 7.47. Опора котла
восьмисекционной нефтеналив-
ной цистерны

Четырехсекционная цистерна (рис. 7.48) модели 15-1443 для светлых нефтепродуктов состоит из котла 1, опирающегося через средние 3 и концевые 7 опоры на раму 5, ходовых частей 6, автосцепного устройства 2 и тормозного оборудования 4. Она имеет характеристику, приведенную в табл. 7.9. Котел (рис. 7.49) включает цилиндрическую обечайку, сваренную из пяти продольных листов (нижнего 7 — толщиной 11 мм, двух боковых 3 и двух верхних 2 — 9 мм), и два днища 1 толщиной 10 мм. Для налива нефтепродуктов, осмотра внутренних частей котла и его очистки используется люк 5 диаметром 570 мм, герметически закрываемый крышкой. Крышка крепится к люку восемью откидными болтами. На опорное кольцо горловины люка ставят уплотнительное кольцо из бензоморозостойкой резины. В люке 5 размещен привод основного затвора сливного прибора и две сегментные планки 8 и 9, укрепленные на разных уровнях и предназначенные для контроля за предельными уровнями налива груза. Рядом с люком размещен патрубок 6 для установки предохранительно-впускного клапана. При наливе гру-

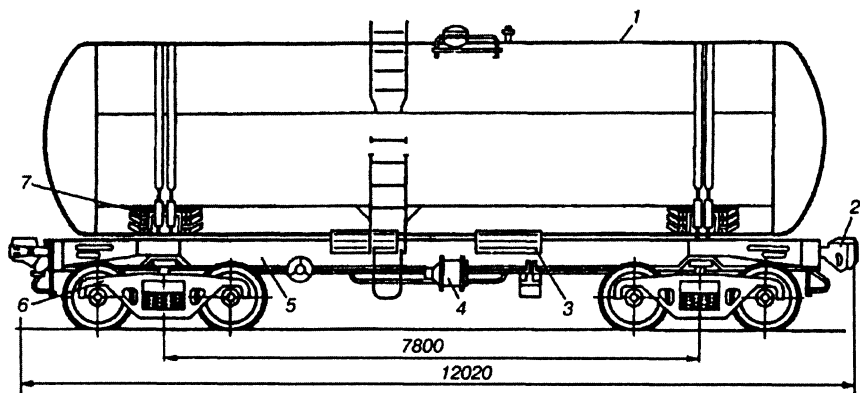


Рис. 7.48. Четырехосная цистерна для светлых нефтепродуктов

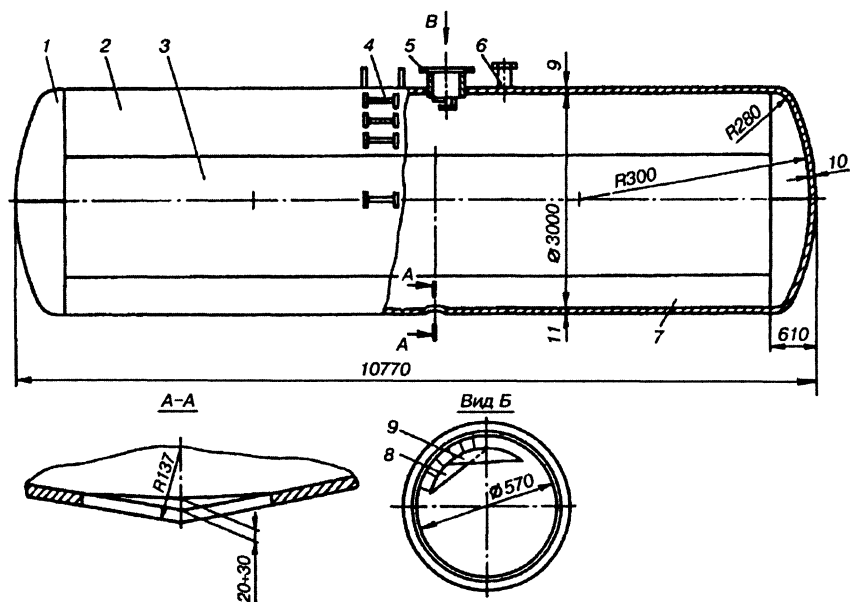


Рис. 7.49. Котел четырехосной цистерны для нефтепродуктов

за объем котла заполняется только на 98%. Оставшиеся два процента свободного пространства предусматриваются на увеличение объема груза при его нагревании.

Все продольные листы и днища котла соединены стыковыми сварными швами. Внутренний диаметр котла 3000 мм, а наружная длина — 10,77 м. Котел имеет нижний слив и оборудован универсальным сливным прибором. Для обеспечения полного слива продукта нижний броневой лист котла имеет уклон к сливному прибору, образованный выштамповкой нижнего листа на глубину 20–30 мм. Для подъема на цистерну с обеих сторон вблизи от люка закреплены металлические лестницы 4, а наверху сделана площадка для безопасного обслуживания при осмотре и промывке котла. Внутри котла также имеется лестница, опирающаяся на нижний лист. Котел изготовлен из стали 09Г2С.

Рама (рис. 7.50) цистерны постройки до 1995 г. выполнена без боковых продольных балок между шкворневыми, длиной 10,8 м. Применяется рама для всех четырехосных цистерн с базой 7800 мм независимо от перевозимых грузов. Рама состоит из хребтовой 5, двух шкворневых 6 и двух концевых 9 балок, соединенных со шкворневыми балками 6 боковыми обвязками 8 и 10. Хребтовая балка выполнена из двух швеллеров 14 № 30В, перекрытых сверху и снизу накладками 13 и 15 толщиной 7 мм. На хребтовой балке крепятся передние 1 и задние 3 упоры автосцепки, предохранительные накладки 2, кронштейны для тормозного оборудования и лапы для крепления котла. Предохранительные накладки 2 защищают вертикальные стенки хребтовой балки от истирания поглощающим аппаратом автосцепки.

Шкворневые балки 6 коробчатого сечения, сварены из верхнего 11 (10 мм), нижнего 12 (12 мм) и двух вертикальных 7 листов (8 мм). Сверху на шкворневых балках укрепляются металлические опоры котла. Зона соединения шкворневой и хребтовой балок усилена надпятниковой коробкой 4. Концевые балки 9 и боковые обвязки 10 изготовлены из штамповок Г-образной формы толщиной 6 мм.

Котел на раме (рис. 7.51) крепят в средних и концевых ее частях. Для предотвращения продольных смещений только лишь средняя часть котла жестко связана с рамой фасонными лапами 2, приваренными к нижнему листу 1 и соединенными призонными болтами 3 с лапами 4 хребтовой балки 5 рамы. Концевые части котла свободно лежат на деревянных брусках 8 и 10, укрепленных болтами 9 в металлических желобах 11 опор 12, установленных на шкворневых балках 13 рамы. Для предотвращения вертикальных и поперечных перемещений предусмот-

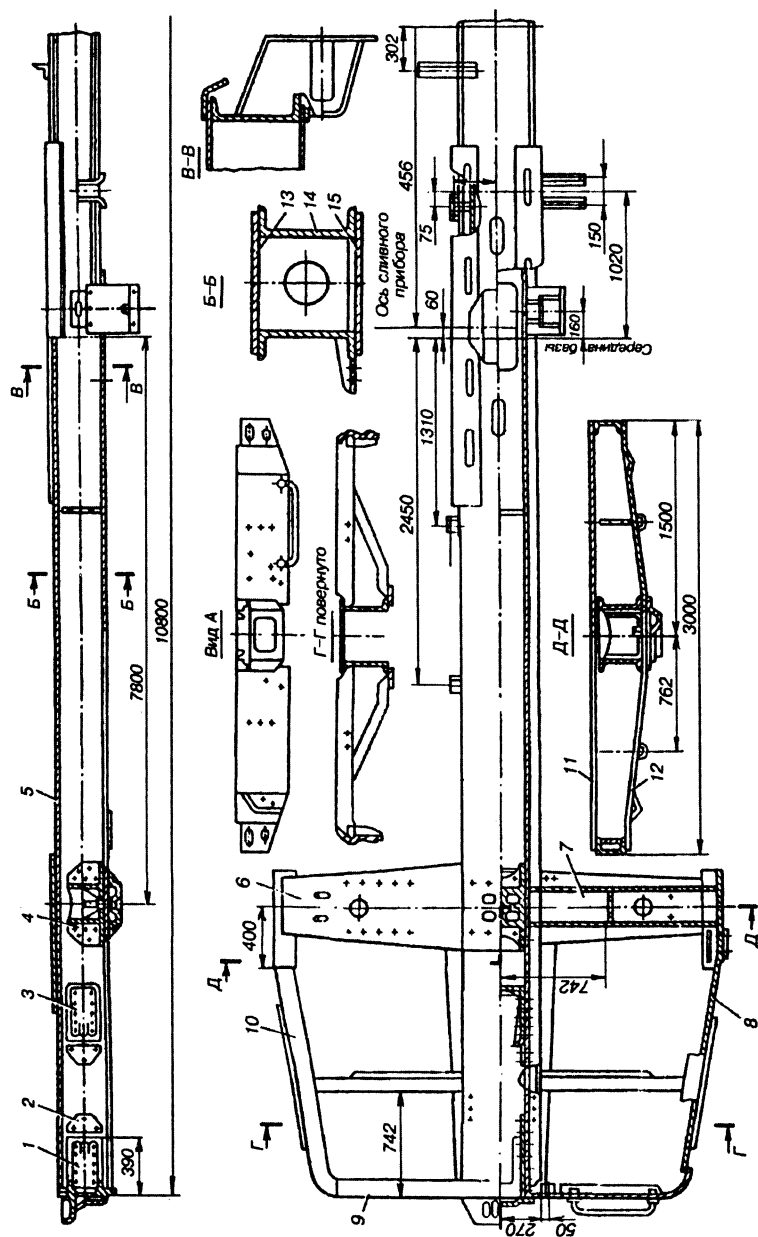


Рис. 7.50. Рама четырехосной шасси

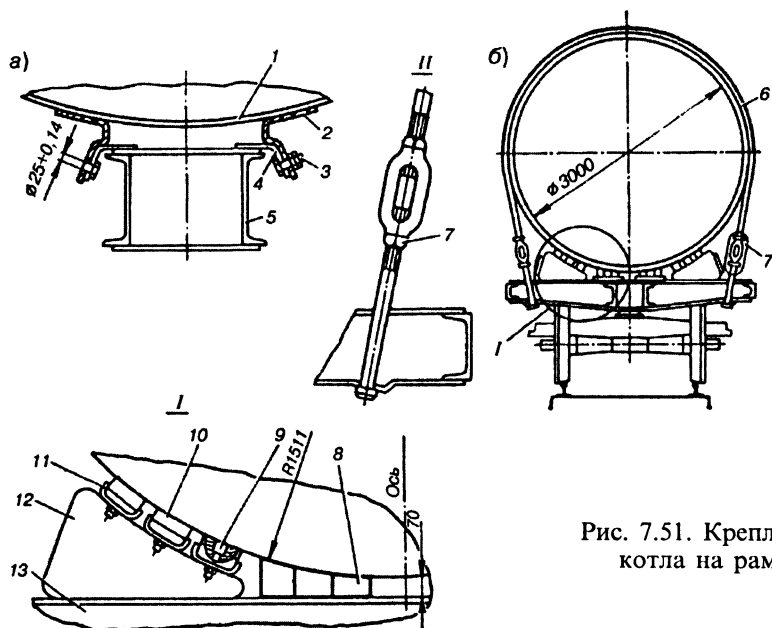


Рис. 7.51. Крепление котла на раме

рены стяжные хомуты 6, которыми концевые части котла при помощи винтовых муфт 7 крепятся к крайним опорам.

Универсальный сливной прибор (рис. 7.52) цистерн общего назначения служит для слива груза из котла, а при необходимости — налива снизу при помощи насоса. Сливной прибор крепится к нижнему листу средней части котла. Слив производится через патрубок 8, приваренный к седлу клапана 3.

Прибор состоит из штанг 2 и 9, клапана 10, крышки 11 с запорным устройством 6 и воротка 1. Открытие и закрытие клапана 10 осуществляются вращением воротка 1, соединенного со штангой 9. В нерабочем положении вороток 1 должен быть опущен в горловину люка-лаза. Перед сливом крышка с запорным устройством должна быть отведена в сторону и подвешена на крючке 5. Прибор имеет патрубок 7 для подачи пара ни горячей воды в полость 4 для разогрева груза в приборе.

Избыточное и пониженное (вакуум) давления в котле создают опасность для прочности и устойчивости его оболочки. Поэтому котлы цистерн оборудуют предохранительно-впускными клапанами. Корпус 6 предохранительно-впускного клапана (рис. 7.53) ук-

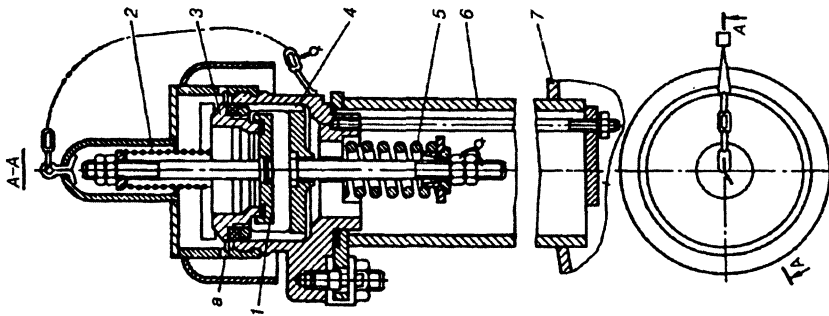


Рис. 7.52. Универсальный сливной прибор

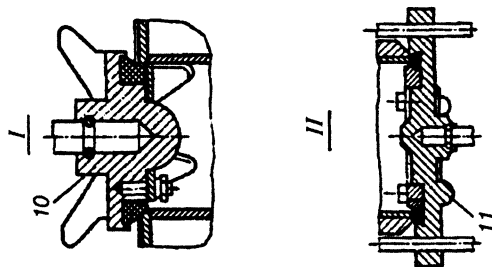


Рис. 7.53. Предохранительно-впускной клапан

реплен в верхней части котла 7. При давлении в котле, превышающем усилие пружины 5, отрегулированном в цистернах общего назначения на давление 0,15 МПа и в кислотных 0,25–0,30 МПа, ее сопротивление преодолевается и клапан 3, имеющий направляющую втулку 4, поднимается со своего седла вверх, открывая выход газа в атмосферу через отверстия *a*. При снижении давления в котле в цистернах общего назначения на 0,01 МПа, а в специальных на 0,02–0,03 МПа сжимается пружина 2, клапан 1 опускается, и воздух через отверстия *a* входит в котел.

Новые нефтеналивные цистерны постройки ГПО УВЗ моделей 15-150 для светлых нефтепродуктов и модели 15-156 для вязких нефтепродуктов отличаются от модели 15-1443, тем, что котлы их изготовлены не из продольных листов, а из пяти кольцевых элементов (царг) и двух днищ. Толщина царг опорного и броневых листов, а также днищ 12 мм, верхнего и среднего — соответственного 9 и 10 мм. Корпус котла выполнен с ломанной осью для обеспечения полного слива продукта из котла. Котлы цистерн имеют больший объем (см. табл. 7.9) и оборудованы крышкой люка-лаза ригельного типа (рис. 7.54), обеспечивающей ее прочность при давлении 0,25 МПа. Предохранительно-впускной клапан — типовой. Универсальный сливной прибор — улучшенной конструкции.

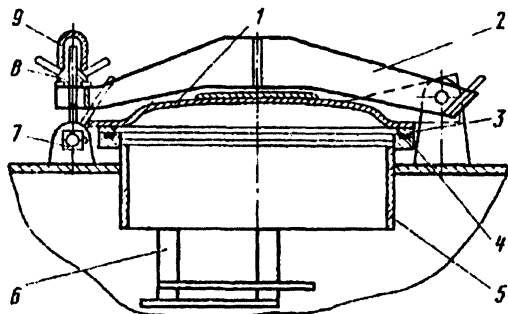


Рис. 7.54. Крышка люка-лаза ригельного типа:

1 — крышка; 2 — ригель; 3 — кольцо; 4 — прокладка; 5 — люк; 6 — сегмент; 7 — болт; 8 — гайка; 9 — колпачек

Рама цистерн усилена (рис. 7.55) за счет введения двух боковых продольных балок 3 из швеллеров № 20 и поперечных балок 4 из швеллеров № 16. Швеллера боковых продольных балок на длине 500 мм от концевых балок закрыты с внешней стороны листами, образуя замкнутую коробку. Концевые балки 1 рамы усилены. Они выполнены из листов толщиной 8 мм и имеют посадочные места 13 под буферные стаканы, зоны которых под-

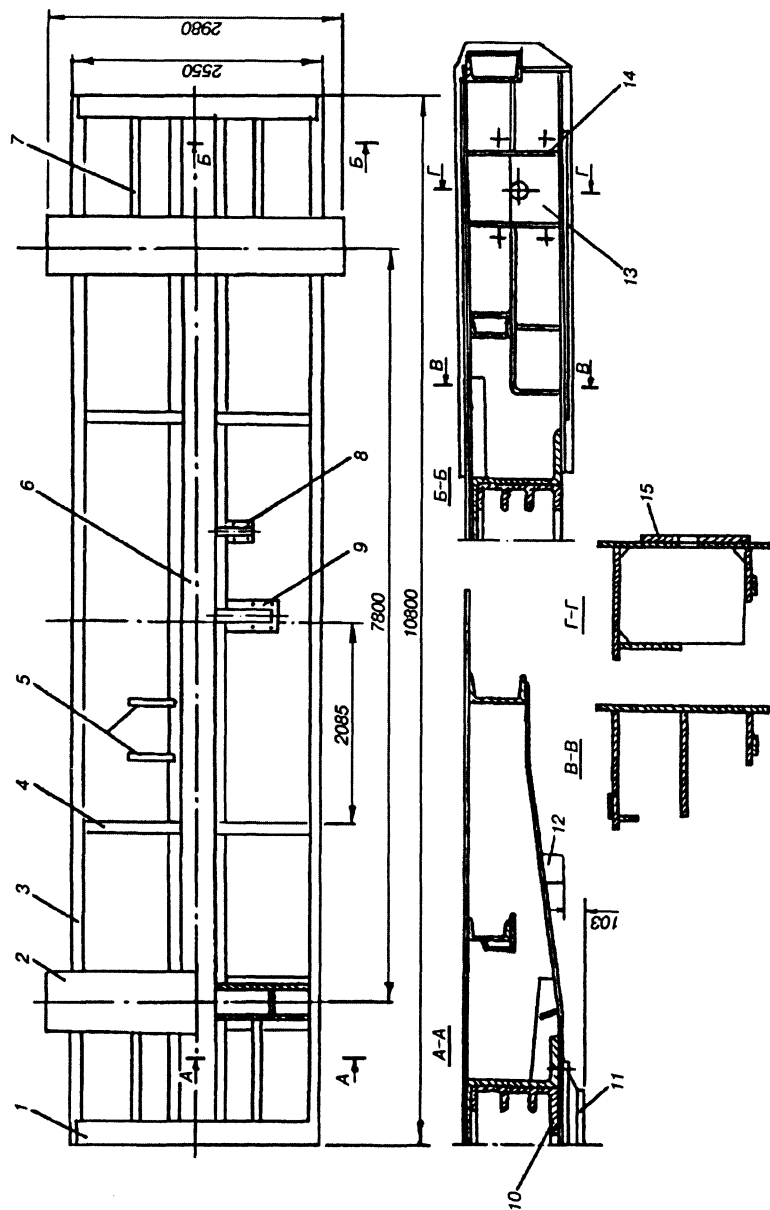


Рис. 7.55. Рама цистерн нового поколения

креплены ребрами 14 и накладками 15. Хребтовая балка 6 выполнена из усиленного зетового профиля 31У ГОСТ 5267.3. Шкворневые балки 2 замкнутого коробчатого сечения переменной высоты по длине. Кронштейны 5 для запасного резервуара тормоза, для воздухораспределителя 8 и тормозного цилиндра 9 — выполнены из стандартных горячекатаных профилей (уголков, швеллеров).

Упоры автосцепки 10 к раме прикрепываются и допускают постановку поглощающих аппаратов типа Ш-6-ТО-4, ПМК-110А по ГОСТ 22253 или 73ZW с эластомерными материалами. Пятники 11 рамы типовые диаметром 300 мм, скользуны 12 — приклепаны на расстоянии 762 мм от продольной оси рамы.

Среднее крепление котла на раме осуществляется с помощью призонных (чистых) болтов диаметром 25 мм.

Фасонные лапы выполнены цельными на длине 2500 мм, вместо отдельных (по два с каждой стороны длиной 905 мм, см. рис. 7.46) старой конструкции.

Консольные крепления (рис. 7.56) осуществляются с помощью одного стяжного хомута 1 размером 100х8 мм. Для компенсации ослабления затяжки хомута, под гайки 4 устанавливаются тарельчатые пружины 3. Опоры под лежни выполнены сварной конструкции из листов 10 мм в виде открытой коробки, для жесткости которой вертикальные листы 2 связаны в середине диафрагмами 5.

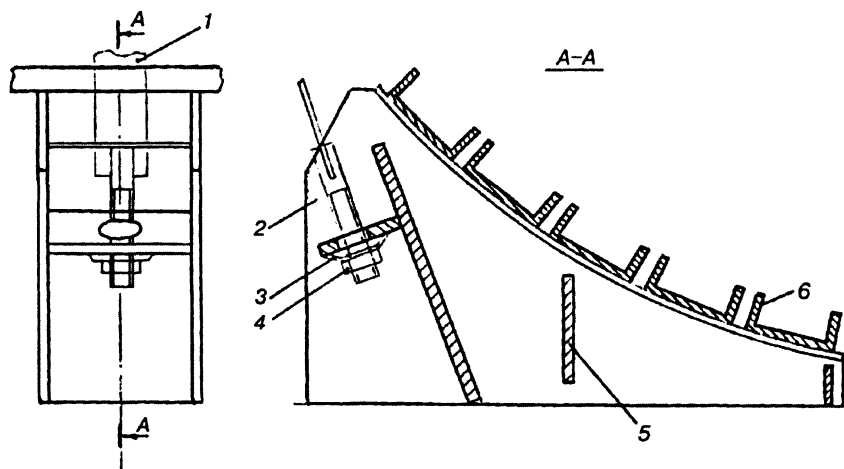


Рис. 7.56. Опоры под лежни новых рам

Для большей площади контакта котла с лежнями, число швеллеров каждой из стороны опоры увеличено с трех до пяти. Размеры деревянных брусков (лежней) — 100х50х1000 мм.

Цистерны модели 15-156 снабжены пароподогревательной рубашкой, выполненной из листов толщиной 4 мм, каркас которого сварен из уголка 32х32х4 и гнутого швеллера 190х34х4 мм.

Конструкции специализированных цистерн. Характеристика специализированных цистерн приведена в табл. 7.10. Цистерны для перевозки кислот отличаются от нефтеналивных цистерн тем, что котлы имеют небольшой объем и меньший диаметр (2000—2600 мм),

Таблица 7.10. Техническая характеристика специализированных цистерн для кислот, сжиженных газов и пищевых продуктов

Показатель	Для кислоты				Для сжиженных газов		Для пищевых продуктов	
	азотной		серной, 15-1548	серной, 15-1548				
	слабой, 15-1404	крепкой, 15-1596						
Грузоподъемность, т	61,5	57,3	62,0	65,0	57,5	22,9	31,2	62,0
Тара, т	22,1	22,9	22,5	20,4	29,4	35,2	23,3	22,26
Полный объем котла, м ³	46,86	39,50	54,00	38,7	46,00	54,00	30,24	46,1
Внутренний диаметр котла, м	2,417	2,21	2,60	2,20	2,40	2,60	2,012	2,40
Длина котла наружная, м	10,56	10,68	10,61	10,49	10,61	10,64	10,556	10,53
Длина, м:								
по осям сцепления автосцепок	12,02	12,02	12,02	12,02	12,02	12,02	12,02	12,02
по концевым балкам рамы	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8
База вагона, м	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8
Нагрузка от колесной пары на рельсы, кН	216	216	216	216	216	216	216	216
Нагрузка на 1 м пути, т	6,96	6,67	7,03	7,1	7,20	4,85	4,52	7,00
Конструкционная скорость, км/ч	120	120	120	120	120	120	120	120
Габарит по ГОСТ 9238	02-BM	02-BM	02-BM	02-BM	02-BM	02-BM	02-BM	02-BM

слив груза из котлов осуществляется через верх, люк или штуцер, располагаемый возле люка. Для изготовления котлов кислотных цистерн используются стойкие к агрессивным свойствам груза материалы — нержавеющие стали, алюминиевые сплавы, углеродистые стали, облицованные резиной, и т.д. Котлы таких цистерн имеют особую окраску. В остальном конструкции кислотных цистерн аналогичны с нефтеналивными.

Цистерна для перевозки крепкой азотной кислоты (рис 7.57) модели 15-1596 имеет характеристику, приведенную в табл. 7.10. Котел цистерны изготовлен из листов алюминия марки А1 с внутренним диаметром 2214 мм. Продольные листы цилиндрической части имеют толщину 25 мм, а днища — 28 мм. Котел снабжен люком-лазом 3, на крышке которого размещены штуцер 1 для отбора проб груза и предохранительно-впускной клапан 2. Котел имеет также штуцер 4 для крепления наливо-сливной трубы 7. Для защиты рамы, деталей тормоза и других частей цистерны от случайно пролитой кислоты предусмотрены предохранительные щиты 6, а для нейтрализации пролитой кислоты используется известь, помещенная в ящике 5.

Цистерна для перевозки слабой азотной кислоты (до 58%) модели 15-1404 отличается от вышеописанной материалом котла, выполненного из нержавеющей стали 12Х18Н10Т. Характеристика цистерны приведена в табл. 7.10. Цилиндрическая часть котла сварена из продольных листов (нижнего — толщиной 11 мм, боковых — 9 мм, верхнего — 8 мм) и двух днищ толщиной 11 мм. Налив и слив кислоты — верхний.

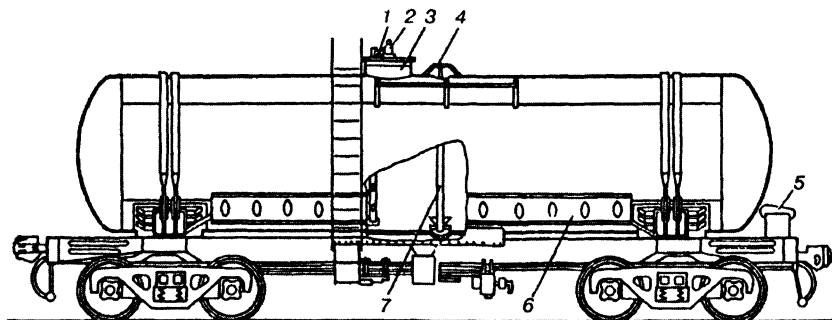


Рис 7.57. Цистерна для крепкой азотной кислоты

Цистерна для перевозки соляной кислоты модели 15-1403 имеет грузоподъемность 52,2 т, тару 21,6 т, полную и полезную вместимость котла соответственно 46,0 и 44,8 м³, типовую раму длиной 10,8 м с базой 7,8 м и котел, выполненный из низколегированной стали 09Г2С. Вся внутренняя и наружная в средней части шириной 1800 мм (в районе, арматуры и люка-лаза) поверхность котла покрыта резиной (гуммирована), предохраняющей металл от коррозии. Котел включает цилиндрическую обечайку, сваренную из продольных листов толщиной 9 и 11 мм и двух эллиптических днищ толщиной 11 мм. Внутренний диаметр котла равен 2410 мм, а наружная длина — 10,514 м. Наверху котла расположены два люка: люк-лаз для осмотра, очистки и покрытия (гуммировки) внутренней поверхности котла резиной; технологический люк — для проведения гуммированных работ. Слив и налив кислоты — верхний через трубу с фланцем, рядом находится предохранительно-впускной клапан, отрегулированный на давление в котле 0,3 МПа.

Остальные кислотные цистерны — для перевозки серной кислоты, меланжа, олеума и др. — несущественно отличаются от вышеописанных,

Котлы кислотных цистерн окрашивают в черный цвет. На боковых поверхностях котлов наносят полосу желтого цвета шириной 500 мм вдоль средней линии котла, на которой делают надпись «Опасно», «Серная кислота» или любую другую. На торцовой поверхности по краю днища наносят кольцо желтого цвета, а внутри его круг черного цвета, на котором делают надписи «Опасно», «Серная кислота» и др.

Цистерны для вязких грузов предназначены для перевозки жидких химических грузов. Все имеют типовую четырехосную платформу и подогревательное устройство для разогрева груза в котле перед сливом. Отличаются они друг от друга параметрами и материалами котлов, устройствами загрузки и выгрузки, предохранительной арматурой.

Котел четырехосной цистерны для патоки (рис. 7.58) грузоподъемностью 70,4 т модели 15-1613 имеет цилиндрическую обечайку, сваренную из листов (верхние толщиной $\delta = 8$ мм, нижние $\delta = 11$ мм) и двух эллиптических днищ ($\delta = 11$ мм). Продукт наливают сверху через люк диаметром 570 мм, закрываемый, крышкой, уплотненной специальной пищевой резиной. В нем размещается устройство для определения предельного уровня заполнения котла (сегменты) и привод затвора сливного прибора. Рядом с люком

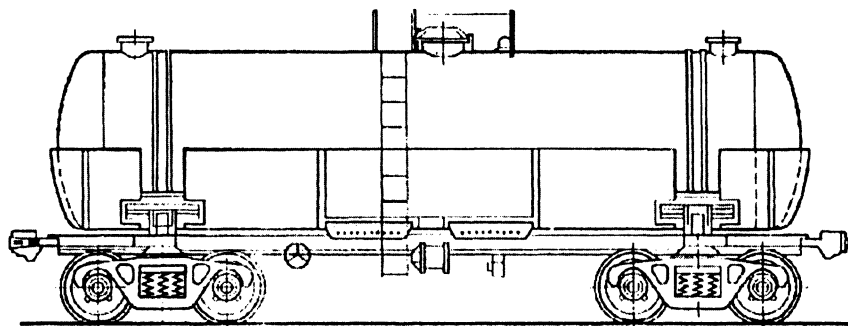


Рис. 7.58. Вагон-цистерна для патоки

устанавливают предохранительно-впускной клапан, отрегулированный на давление в котле 0,15 МПа и вакуум 0,015 МПа. Слив нижний, прибор расположен в середине котла. Для обеспечения полного слива нижний лист имеет уклон к середине. На котле возле днищ расположены два вентиляционных люка. Разогрев продукта производится подогревательным кожухом, который изготовлен из углеродистой стали и охватывает нижнюю часть котла. Пар подается в пространство между кожухом и котлом через штуцер на корпусе сливного прибора, а выходит (пар или конденсат) через два патрубка, расположенных по концам кожуха котла в нижней его части.

Котел четырехосной цистерны для вязких нефтепродуктов грузоподъемностью 67,0 т модели 15-1566 имеет цилиндрическую обечайку, сваренную из продольных листов (верхние толщиной $\delta = 9$ мм, нижние $\delta = 11$ мм), и два днища эллиптической формы ($\delta = 11$ мм). Для налива груза используют люк диаметром 570 мм, закрываемый крышкой. В нем размещаются те же устройства, что и в модели 15-1613. Нижний слив той же конструкции, отличие только в том, что прибор допускает нижний налив при помощи насоса.

Четырехосная цистерна для желтого фосфора грузоподъемностью 70 т модели 15-1525 имеет котел с подогревательным кожухом, сливоналивное устройство, предохранительную арматуру. Загружается фосфор через люк, закрываемый крышкой (рис. 7.59). На ней размещены патрубки для слива-налива груза и воды, штуцер под манометр, патрубок для отбора проб, предохранительно-впускной клапан, отрегулированный на давление в котле 0,25 МПа и вакуум 0,03 МПа. Крышка люка с арматурой закрыта кожухом. Продукт пе-

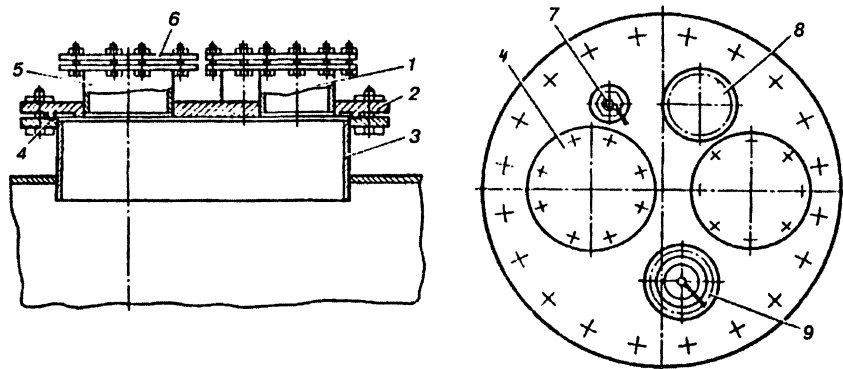


Рис. 7.59. Люк с арматурой на цистерне для желтого фосфора модели 15-1525:

1 — патрубок; 2 — крышка; 3 — люк; 4 — прокладка; 5 — патрубок для груза; 6 — заглушка; 7 — манометродержатель; 8 — патрубок для отбора проб; 9 — предохранительно-впускной клапан

ревозится в кристаллизированном виде под слоем незамерзающего раствора толщиной не менее 300 мм. Сливоналивное устройство расположено в середине котла. Для полного слива продукта нижний лист имеет уклон к поддону, в который опущена труба. Подогревательно-охлаждающий кожух изготовлен из углеродистой стали толщиной 3 мм и охватывает нижнюю часть котла. При разогреве пар подается в пространство между кожухом и котлом через штуцер воронки в средней части кожуха, а выходят (пар и конденсат) через два патрубка, расположенных по концам котла в нижней части кожуха. При охлаждении вода в кожух попадает через штуцер, расположенный в верхней части кожуха. Патрубки выхода и подачи пара должны быть закрыты.

Котел четырехосной цистерны для фенола грузоподъемностью 68,0 т модели 15-1603 цилиндрической формы. В верхней части имеет люк-лаз и два технологических люка. Внутри поверхность котла для предотвращения воздействия на нее фенола металлизирована слоем цинка толщиной 0,1–0,15 мм. Для разогрева фенола перед сливом котел оборудован подогревательным кожухом. Для слива фенола на котле установлен сливной прибор с верхним управлением. Налив осуществляется через люк. Предохранительный клапан

ранительно-впускной клапан отрегулирован на избыточное давление 0,15 МПа и вакуум 0,015 МПа. Контроль уровня налива продукта осуществляется сегментами.

Котел четырехосной цистерны для олеума грузоподъемностью 70 т модели 15-1424 изготовлен из листов обечайки толщиной $\delta=8$ мм и двух днищ ($\delta=10$ мм). Увеличение грузоподъемности осуществлено за счет более полного использования объема котла, в верхней части которого располагается предохранительно-впускной клапан, отрегулированный на давление в котле 0,25 МПа и вакуум 0,03 МПа, и люк-лаз диаметром 570 мм. В крышку люка вмонтирован патрубок с откидной крышкой для отвода газа при наливе, штуцер для манометра, патрубок подвода воздуха при сливе. Сливоналивное устройство расположено в середине котла. Для полного слива продукта нижний лист имеет уклон, к поддону, в который опущена труба, сверху закрываемая заглушкой (рис. 7.60.). Слив и налив олеума верхний. Для разогрева продукта котел оборудован подогревательным кожухом, который изготовлен из углеродистой стали и охватывает его нижнюю часть.

Цистерна для олеума грузоподъемностью 60,0 т модели 15-1402 отличается от модели 15-1424 диаметром и материалом котла, наличием расширительного колпака.

Котел четырехосной цистерны для уксусной кислоты грузоподъемностью 68,5 т модели 15-1608 цилиндрической формы, сделан из листовой 2-слойной стали толщиной 8 и 11 мм. В верхней части его расположен люк для осмотра и очистки поверхности котла. На крышке люка установлены сливоналивное устройство, патрубок с вентилем для подачи сжатого воздуха при сливе передавливанием и выхода газа при наливе ки-

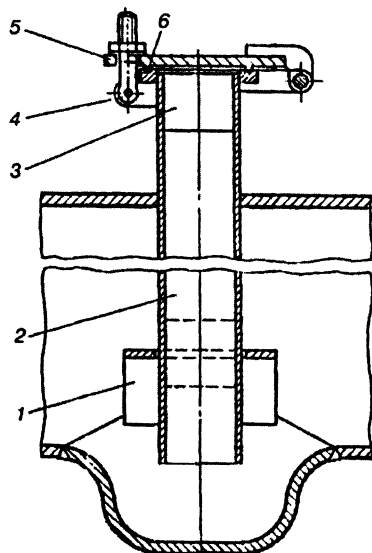


Рис. 7.60. Слив-наливное устройство цистерны для олеума:

1 — воронка; 2 — труба; 3 — патрубок; 4 — болт; 5 — заглушка; 6 — прокладка

слоты, манометродержатель, предохранительно-впускной клапан, рассчитанный на избыточное давление 0,2 МПа и вакуум 0,015 МПа. Допускается слив сифонированием.

Цистерны для скоропортящихся грузов. К этой группе относятся цистерны для перевозки пищевых скоропортящихся грузов. Все цистерны оборудованы термоизоляцией, нижними сливными приборами. Различаются они параметрами и материалами котлов, конструкцией термоизоляции и предохранительной арматуры.

Цистерна для молока грузоподъемностью 31,2 т модели 15-886 включает трехсекционный котел, типовую платформу, термоизоляцию, наружную лестницу, крепление котла на раме, устройства налива и слива молока.

Цистерна-термос (рис. 7.61) состоит из рамы с тормозным и автосцепным оборудованием, ходовых частей, котла с арматурой, слоев тепло- и гидроизоляции с кожухом,

Рама 12 цистерны типовая. Ходовая часть вагона — две тележки 11 модели 18-100. Вагон оборудован пневматическим автоматическим тормозом с воздухораспределителем 13 № 483.000 и ручным стояночным тормозом 16. Автосцепное устройство 10 вагона типовое.

Котел цистерны модели 15-886, изготавливаемый из алюминиевых сплавов, имеет цилиндрическую часть 9, состоящую из одного нижнего листа толщиной 16 мм и трех верхних толщиной 14 мм, а также два наружных и два внутренних эллиптических днища 8 толщиной 16 мм, которыми делится на три секции одинакового объема 10,08 м³, что позволяет перевозить молоко разных отпавителей. Каж-

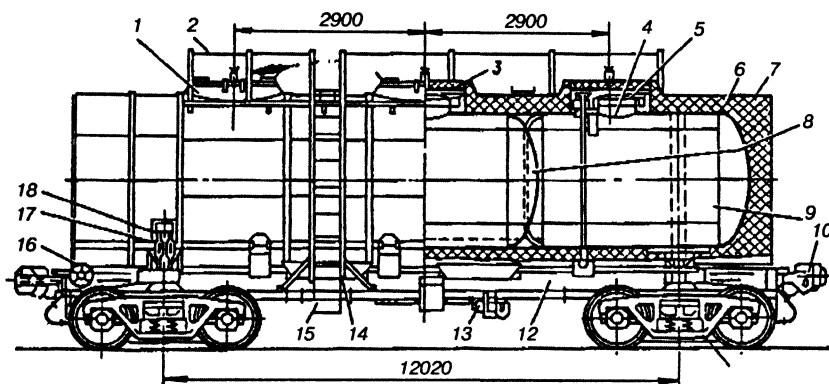


Рис. 7.61. Цистерна для молока

дая секция сверху имеет люк 4 диаметром 570 мм с откидной крышкой 5 с уплотнением из пищевой резины. Секция котла оборудована устройством для налива и слива молока, указателем уровня молока поплавкового типа, краном для впуска и выпуска воздуха. Все это закрывается крышкой кожуха 3 (рис. 7.62). Крепление котлов цистерн унифицировано. От поперечных и вертикальных смещений котел по концевым опорам удерживается стяжными хомутами 18 с натяжными муфтами 17. Для предохранения изменения температуры молока при перевозке котел покрыт теплоизоляционным слоем 6. Котлы из углеродистой или нержавеющей стали имеют теплоизоляцию из двух слоев мипоры толщиной 300 мм, уложенные в пакеты из полиамидной пленки (перфоль) и покрытые с двух сторон слоем рубероида. Котел из алюминиевого сплава изолирован слоем стекловолокна МРТ-35 толщиной 300 мм, обернутого стеклотканью. Расчетный коэффициент теплопередачи кузова равен $0,58 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Теплоизоляция цистерн защищена стальным кожухом 7. Летом при температуре наружного воздуха $+30^\circ\text{C}$ и молока при наливке 4°C допускается повышение температуры молока через 24 ч после налива в цистерну на 2°C . Зимой при температуре наружного воздуха -40°C и молока при наливке 8°C допускается понижение температуры молока через 24 ч после налива на 4°C .

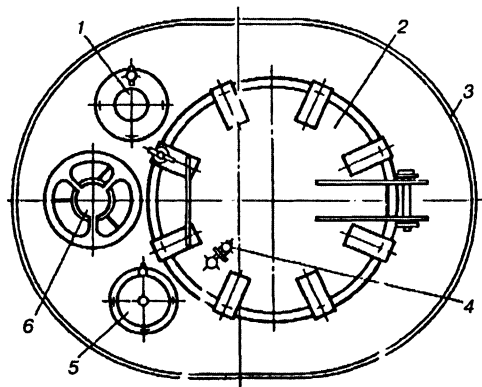


Рис. 7.62. Арматура цистерны для молока:

1 — наливная труба; 2 — крышка-люк; 3 — кожух; 4 — кран; 5 — указатель налива; 6 — привод управления сливного прибора

Снаружи котлы всех цистерн оборудованы лестницами 15 с поручнями 14 и помостами 1 с ограждениями 2, обеспечивающими обслуживающему персоналу свободный и безопасный доступ к установленному наверху оборудованию.

Цистерна модели 15-1542 для перевозки винопродуктов (спиртов, фруктовых соков, коньяков и некоторых сортов вина) имеет

грузоподъемность 57,3 т, тару 27 т и объем котла 54,7 м³. Ее котел изготовлен из двухслойной стали ВСтЗсп2+12Х18Н10Т.

Для налива фруктовых соков и виноматериалов служит люк диаметром 570 мм, закрываемый крышкой, уплотненной специальной резиной, позволяющей перевозить пищевые продукты. В нем размещено устройство для определения предельного уровня заполнения котла и основной привод затвора универсального сливного прибора. Люк установлен на расширительном колпаке. Рядом с люком расположен предохранительно-впускной клапан, отрегулированный на внутреннее давление в котле 0,5 МПа и вакуум 0,01–0,03 МПа.

Сливной прибор расположен в середине котла. Для обеспечения полного слива нижний лист имеет уклон к сливному прибору. Крепление котла на раме аналогично цистерне модели 15-1443 (см. рис. 7.51). Наружная поверхность котла покрыта теплоизоляцией МРТ-35 толщиной 250 мм, защищенной стальным кожухом из листов толщиной 1,5 мм. Котлы этих цистерн допускают понижение температуры зимой до –2°С, а летом повышение не более чем до +25°С.

Цистерны для перевозки порошкообразных грузов (цемента, кальцинированной соды, поливинилхлорида и глинозема) снабжены системой аэропневмовыгрузки, которая позволяет полностью механизировать выгрузку груза и добиться высокой ее производительности. Характеристика цистерн приведена в табл. 7.11. Перевозимый груз из цистерн в резервуары потребителя разгружается по трубопроводу под действием сжатого воздуха.

Цистерна для перевозки цемента (рис. 7.63) имеет котел 1, оборудованный воздушной коммуникацией 5, лазовым и загруз-

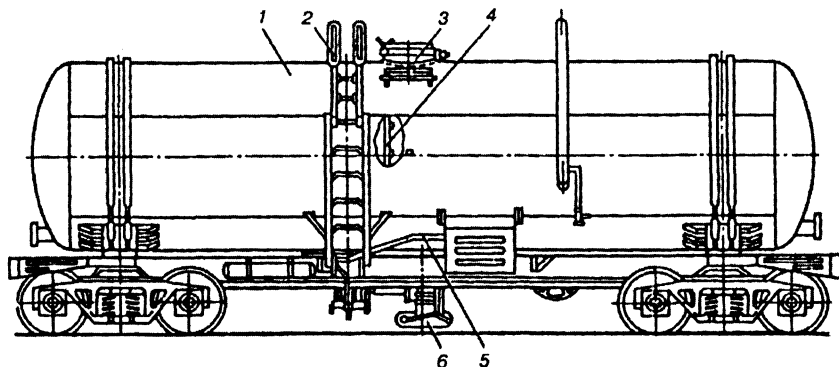


Рис. 7.63. Цистерна для цемента

Таблица 7.11. Техническая характеристика специализированных цистерн для пылевидных и затвердевающих грузов

Показатель	Пылевидные грузы			Затвердевающие грузы		
	кальцинированная сода, 15-884	цемент, 15-1405	поливинилхлорид, 15-1498	расплавленная сера, 15-1480	пек, 15-1532	желтый фосфор, 15-1412
Грузоподъемность, т	54,0	61,0	55,5	56,6	60,0	59,0
Тара, т	31,3	24,15	30	24,7	27,5	21,4
Полный объем котла, м ³	101,5	62,4	99,2	31,8	54,4	38,7
Диаметр котла внутренний, м	3,0	2,8	3,0	2,0	2,6	2,2
Длина котла наружная, м	14,69	10,5	14,49	10,88	10,61	10,49
Длина, м:						
по концевым балкам рамы	14,9	10,8	14,5	10,8	10,8	10,8
по осям сцепления автосцепок	15,72	12,02	15,72	12,02	12,02	12,02
Высота от уровня головок рельсов:						
максимальная, м	4,67	4,60	4,55	4,47	4,64	4,03
База вагона, м	11,5	7,8	11,5	7,8	7,8	7,8
Коэффициент тары	0,58	0,39	0,54	0,43	0,46	0,36
Нагрузка от колесной пары на рельсы, кН	216	216	216	216	216	216
Нагрузка на 1 м пути, т	5,43	6,93	5,4	6,77	7,88	6,69
Конструкционная скорость, км/ч	120	120	120	120	120	120
Габарит по ГОСТ 9238-83	1-BM	02-BM	1-BM	02-BM	1-BM	02-BM

зочным люком 3, разгрузочным устройством 6, а также наружной 2 и внутренней 4 лестницами.

Котел (рис. 7.64) изготавливают из низколегированной стали 09Г2С. Верхние и средние листы обечайки 1 выполнены толщиной 8 мм, а нижний — 11 мм. Днища 3 котла имеют толщину 10 мм. Внутри котла размещены четыре аэролотка 10, служащие для аэра-

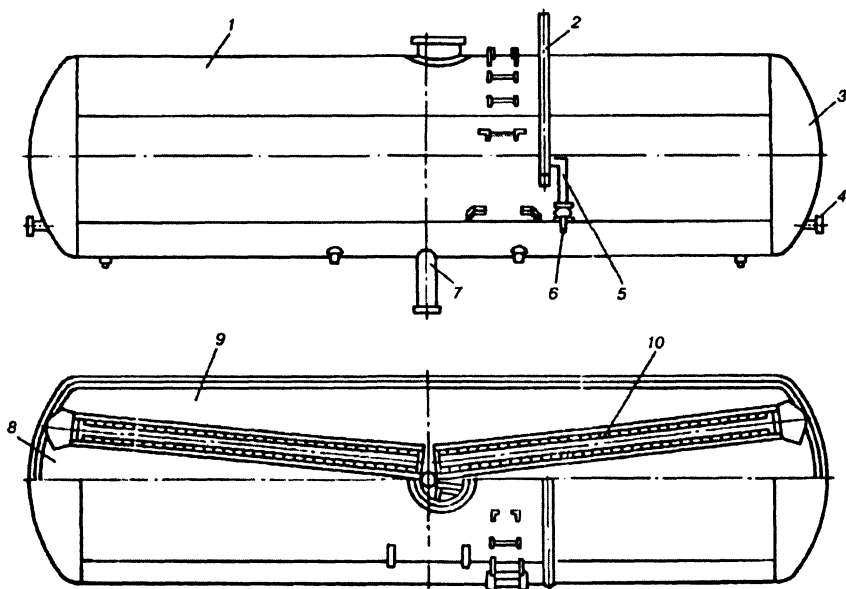


Рис. 7.64. Котел цистерны для цемента

ции цемента и подачи его к разгрузочному патрубку 7. Аэролотки установлены под углом 6° к горизонтали. Сползание груза на поверхность аэролотков обеспечивает специальная надстройка, состоящая из откосов 9 и рассекателей 8, расположенных вдоль продольной оси котла. Эта надстройка делит кузов на два отсека: грузовой (верхняя часть) и подоткосный. Для выравнивания давления в отсеках во время разгрузки цистерны котел оборудован сообщающимися трубами 2 диаметром 80 мм. В нижней части трубы предусмотрен патрубок 5 с муфтовым краном 6 диаметром 50 мм. Этот патрубок предназначен для снижения давления в котле. Для осмотра подоткосного пространства котлы снабжены смотровыми люками 4.

Разгрузочное устройство (рис. 7.65) цистерн оборудовано центральным 4 и горизонтальным 3 патрубками. Между патрубком котла и вертикальным патрубком разгрузочного устройства размещена дроссельная заслонка 2, насаженная на вал 5. Для обеспечения герметичности заслонки вал с одной стороны закрыт колпаком 1, а со стороны его выхода к штанге 6 — сальниковым уплотнением с гайкой.

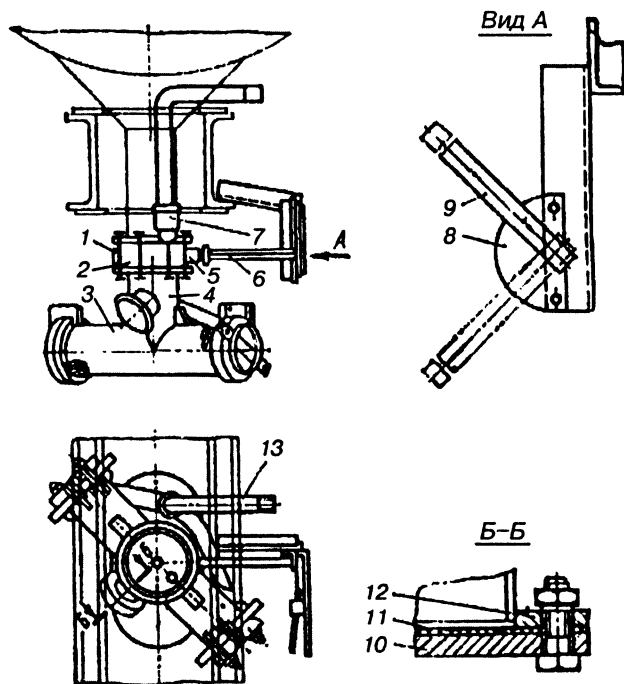


Рис. 7.65.
Разгрузочное
устройство
цистерны для
цемента

Поворотом рукоятки 9 заслонка может быть установлена в открытое или закрытое положение и зафиксирована при помощи храповика 8.

Разгрузочное устройство оборудовано трубой поддува 13, на вертикальном участке которой установлен обратный клапан 7. Дроссельную заслонку очищают через люк 12, который закрыт крышкой 10 с резиновой прокладкой 11.

Воздушная коммутация (рис. 7.66) обеспечивает подачу воздуха в аэролотки и трубу поддува при разгрузке цистерны. Она состоит из коллектора 2, патрубка 5 для установки манометра, расположенных в арматурном шкафу 4, и воздухопроводов 1. Патрубок 5 сообщен с податкосным пространством. В транспортном положении во избежание засорения патрубков закрыт пробкой.

Коллектор является контрольно-распределительным пультом подачи воздуха при выгрузке цистерны. На коллекторе установлены предохранительный клапан 3 и три муфтовых крана диаметром

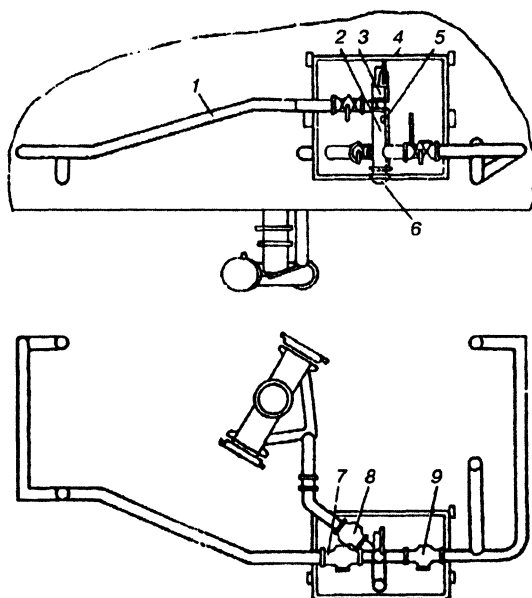


Рис. 7.66. Воздушная коммуникация цистерны для цемента

50 мм. Кранами 7 и 9 регулируется подача воздуха в аэролотки. краном 8 — в трубу поддува. Коллектор соединяется с внешним источником сжатого воздуха головкой 6 (ГМ-80). Вертикальные патрубки воздушной коммуникации имеют пробки для слива конденсата.

Цистерны для перевозки сжиженных газов. Сжиженные газы перевозятся при высоком давлении, поэтому при эксплуатации котлов цистерн для сжиженных газов должны соблюдаться правила и требования, установленные для емкостей, работающих под давлением. Котлы изготавливаются из низколегированной стали. Верхняя часть обычно закрыта теновой защитой. Все цистерны снабжены сложной предохранительно-контрольной арматурой, устройствами заполнения и опорожнения котлов.

Четырехосная цистерна грузоподъемностью 43 т модели 15-1597 предназначена для перевозки сжиженного газа — аммиака, имеет котел из низколегированной стали марки 09Г2С-12 по ГОСТ 5520 представляющий собой цилиндрическую обечайку внутренним диаметром 3000 мм с приваренными по торцам эллиптическими днищами. В верхней части котла вварен люк-лаз диаметром 500 мм.

Толщина листов обечайки 24 или 26 мм, днищ соответственно 25 или 26 мм.

На крышке люка-лаза установлена сливноналивная и предохранительно-контрольная арматура (рис. 7.67): три угловых запорных вентиля Ду-32 — два на жидкой фазе с вмонтированными скоростными клапанами для автоматического перекрытия сливноналивных линий в случае их обрыва и один на газовой, три угловых запорных вентиля Ду-6 указателя уровня наполнения и слива груза, манометродержатель и предохранительный клапан, отрегулированный на рабочее давление 2,0 МПа. Оборудование закрывается защитным кожухом. Скоростной клапан установлен также и перед газовым вентилем, через который отбираются или подаются пары сжиженного газа в котел.

Для контроля за наполнением и опорожнением цистерны к вентилю Ду-6 подключены трубки: первая (1) на уровне максимально допусти-

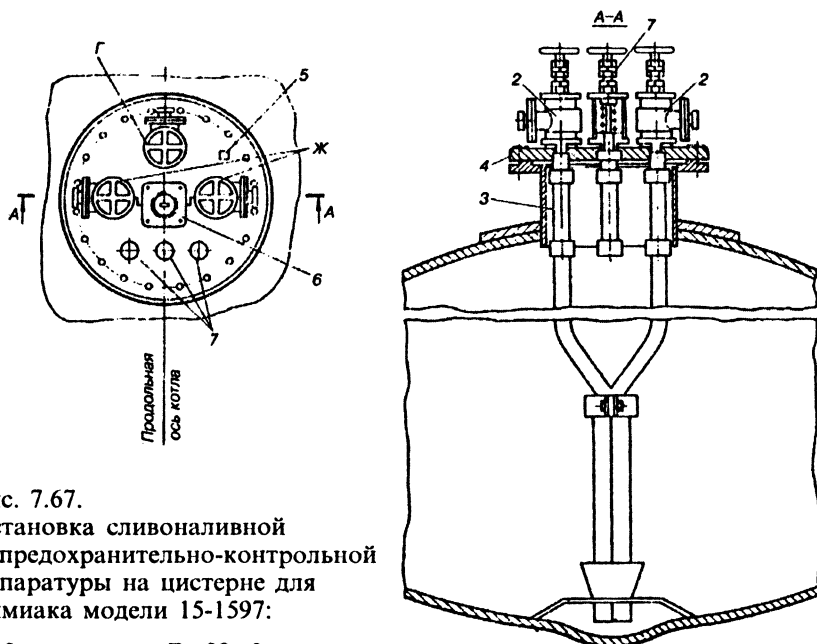


Рис. 7.67.

Установка сливноналивной и предохранительно-контрольной аппаратуры на цистерне для аммиака модели 15-1597:

1, 2 — вентили Ду-32; 3 — скоростной клапан; 4 — крышка; 5 — манометродержатель; 6 — предохранительный клапан; 7 — вентиль контроля уровня

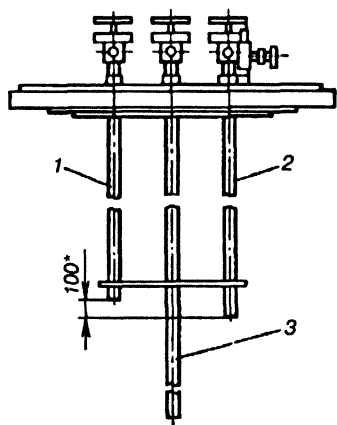


Рис. 7.68. Устройства контроля аммиака в котле

мого заполнения сосудов жидким аммиаком (85% объема котла при его температуре минус 24°C), вторая (2) на 100 мм ниже максимально допустимого (сигнальный уровень), третья (3) — на уровне нижней образующей котла (рис. 7.68). Вся арматура закрывается защитным кожухом, отбрасывающимся на шарнирах. Колпак снабжен зажимными замками и устройством для пломбирования. Слив и налив продукта верхний под давлением.

Четырехосная цистерна для сжиженного аммиака модели 15-1440 оборудуется комплектным котлом, поставленным ПНР; основные элементы его изготавливаются из ста-

ли 18G2A по польскому стандарту Р №72/Н-84018. Котлы с арматурой и защитным колпаком изготавливаются в ПНР. Арматура имеет три запорных вентиля Ду-30 (два на жидкостной фазе, а один на газовой), три скоростных клапана, две сифонные трубы, манометродержатель, предохранительный клапан па давление 2,0 МПа, три угловых запорных вентиля Ду-6 указателей уровня налива-слива и один вентиль для уравнивания давления сифонной трубы. Остальное оборудование отечественного производства и аналогично цистерне модели 15-1408.

Четырехосная цистерна для хлора грузоподъемностью 57,5 т модели 15-1556 (рис. 7.69) имеет котел 3 из цилиндрической обечайки,

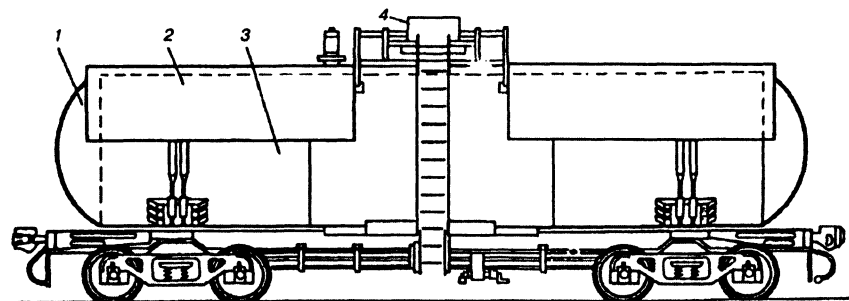


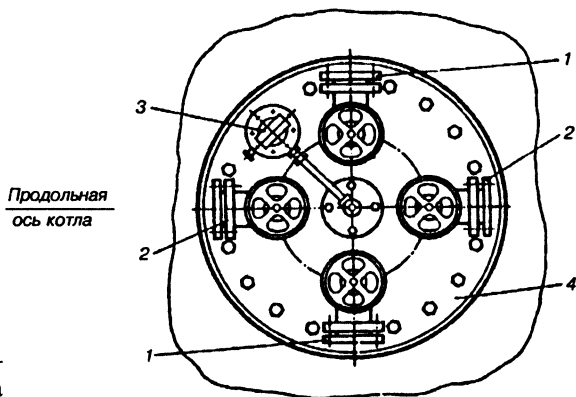
Рис. 7.69. Цистерна для хлора

сваренной из листов толщиной 18 или 20 мм, двух днищ 1 эллиптической формы из листов толщиной 20 или 22 мм. Котел сверху защищен теньевым кожухом 2. В средней части котла расположен люк 4 диаметром 500 мм, закрываемый крышкой. Он служит для осмотра и очистки внутренней поверхности. Здесь (рис. 7.70) установлены сливноналивное устройство, включающее четыре вентиля Ду-40 1 и 2 (два жидких и два газовых), манометр. К жидкостным вентилям 2 подключены сливноналивные трубы, каждая из которых оборудована скоростным клапаном. Заполнение и опорожнение котла ведутся под давлением сверху. Предохранительный клапан отрегулирован на давление в котле 1,63 МПа и выполнен совместно с предохранительной мембраной. Установка разрывной мембраны с последующим пневмоиспытанием давлением 1,63 МПа производится на предприятии-владельце цистерны.

Котел цистерны для пентана модели 15-1520 грузоподъемностью 40 т представляет собой цилиндрическую обечайку с двумя листами: верхним (толщиной $\delta = 9$ мм) и нижним ($\delta = 11$ мм) и эллиптическими днищами ($\delta = 11$ мм). В верхней части его вварен люк-лаз диаметром 600 мм, в нижней — поддон для обеспечения полного слива пентана. На крышке люка котла устанавливается сливноналивное устройство, имеющее две сливноналивные трубы и одну для газа с угловыми вентилями Ду-40. К каждому вентилю подсоединен скоростной клапан. Контроль за уровнем заполнения и опорожнения котла осуществляется посредством трех трубок с вентилями, расположенными на разных уровнях в котле: максимально допустимый уровень 630 мм от верхней образующей котла, сигнальный уровень

Рис. 7.70.
Размещение
арматуры на ци-
стерне для хлора
модели 15-1556:

1, 2 — вентили; 3 —
манометр; 4 — крышка



на 30 мм ниже максимально допустимого и третья трубка на уровне нижней образующей котла (рис. 7.71). Для удаления остатка груза предназначен вентиль с трубкой дренажа, установленной на расстоянии 45 мм от низа поддона котла. Для измерения давления в котле предусмотрена установка прибора в манометродержателе. Предохранительный клапан отрегулирован на избыток давления 0,3 МПа. Крышка люка со всей арматурой закрывается кожухом. Налив и слив груза верхний под давлением.

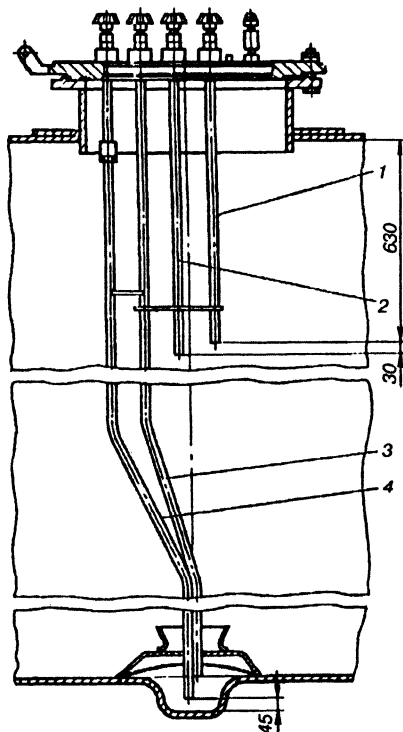


Рис. 7.71. Установка контрольно-измерительной арматуры на цистерне для пентана модели 15-1520:

1 — труба контроля максимально допустимого уровня; 2 — труба контроля предварительного уровня; 3 — труба контроля слива; 4 — труба дренажа

Котел четырехосной цистерны для пропана грузоподъемностью 22,9 т модели 15-1407 имеет цилиндрическую обечайку, сваренную из царг, выполненных из листов толщиной 32 мм. Налив и слив продукта верхний. В средней части котла расположен люк диаметром 450 мм, закрываемый крышкой, который служит для осмотра и очистки внутренней поверхности котла. На крышке установлены сливноналивное устройство, включающее три угловых вентилей Ду-40, манометродержатель, указатель уровня налива и слива груза, предохранительный клапан, рассчитанный на давление 2,0 МПа. Четырехосная цистерна для пропана грузоподъемностью 32,1 т модели 15-1519 отличается параметрами котла, габаритом и сливноналивным устройством.

В вагонах-цистернах для сжиженных углеводородных газов и легкого углеводородного сырья перевозят пропан, н-бутан, изобутан, пропан-бутан,

пропилен, нестабильный газовый бензин, изопентан, н-пентан, бутулен-бутадиен, изобутан-изобутилен, изобутилен, бутадиен, бутан-бутилен, изопрен, н-бутилен, изоамилен, рефлюкс, псевдобутилен, пиперилен, пиролизную фракцию пентанов, широкую фракцию углеводородов и их смесей. Цистерна модели 15-1602 имеет комплектный котел с люком, наружной лестницей, арматурой. Основные элементы котла изготовлены из стали 18G2A по польскому стандарту Р № 72/Н-84018. На крышке люка-лаза установлены три угловых вентиля Ду-32 — два для наполнения и слива груза, один для отбора и подачи газовой среды, предохранительный клапан, скоростные клапаны на жидкостных и газовых трубах, четыре угловых запорных вентиля Ду-3,5 для котроля за уровнем наполнения, слива и дренажной коммуникации.

Вагон-цистерна для сжиженных углеводородных газов и легкого углеводородного сырья модели 15-1569 отличается котлом, поставляемым японскими фирмами HITACHI и AWASAKI, он выполнен из стали модели SL A33A.

Цистерны для затвердевающих грузов. Цистерны данной группы как 4-, так и 8-осные предназначены для перевозки жидких затвердевающих грузов. Все цистерны оборудованы устройствами термоизоляции и разогрева груза перед сливом, а различаются конструкцией узлов разогрева, материалом котлов и термоизоляции.

Цистерна для жидкого пека грузоподъемностью 63,0 т модели 15-1532 обеспечивает сохранность груза в жидком состоянии при температуре налива 250°C и окружающей среды –30°C в течение 5 сут. Котел расположен на типовой четырехосной платформе, дополнительно оборудованной настилом для кожуха термоизоляции. Он имеет устройство разогрева пека в котле, наружную лестницу, сливноналивное устройство и предохранительную арматуру. Котел включает в себя цилиндрическую обечайку с двумя листами (верхний $\delta = 8$ мм, нижний $\delta = 11$ мм) и эллиптические днища ($\delta = 11$ мм). Для полного слива продукта нижний лист котла имеет двусторонний уклон к поддону сливной трубы.

В верхней части котла приваривается горловина лазового люка с крышкой (рис. 7.72), на которой устанавливаются сливная и наливная трубы, быстрооткрывающаяся ригельная крышка, на которой установлены штуцер и муфтовый кран. Кран предназначен для подачи пара в котел при разгрузке цистерны перелавливанием. Он может служить для проверки давления (вакуума) и его сброса, а также

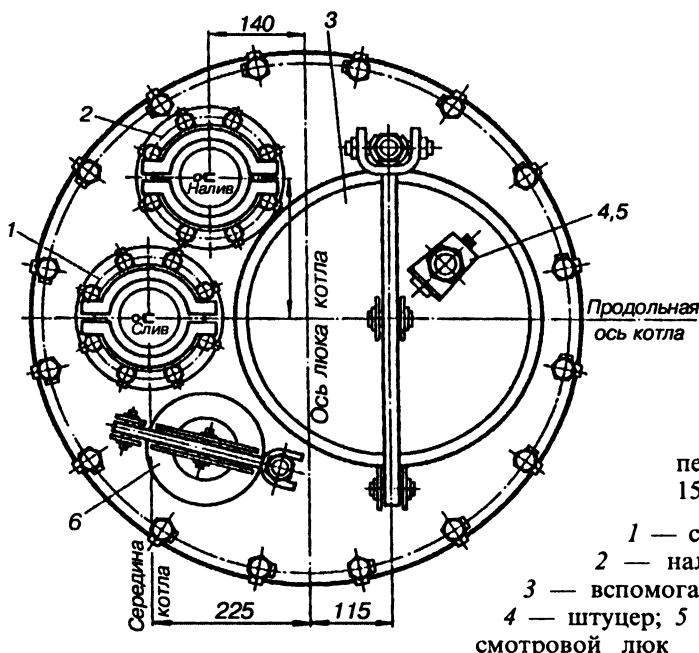


Рис. 7.72.
Арматура
цистерны для
пека модели 15-
1532:

- 1 — сливная труба;
2 — наливная труба;
3 — вспомогательный люк;
4 — штуцер; 5 — кран; 6 —
смотровой люк

для продувки емкости. Вспомогательный люк диаметром 400 мм предназначен для налива пека посредством ввода иглы заливного устройства установки автоматического налива, а также является технологическим люком для прохода в котел.

Сливная труба диаметром 100 мм устанавливается над поддоном на уровне внутренней образующей нижнего листа котла на расстоянии 90 мм от поддона, устройство представлено на рис. 7.73. Смотровой люк (рис. 7.74) предназначен для определения уровня продукта в котле визуально или деревянной рейкой с делениями, а также для установки термопары при замере температуры продукта.

Люк закрывается крышкой, оборудованной предохранительной мембраной, предназначенной для предохранения котла от избыточного давления. Она рассчитана на давление до 0,2 МПа и защищена со стороны груза фторопластовой пленкой толщиной 0,15 мм. Сверху мембрана защищена экраном, снизу — отражателем. Крышка смотрового люка закрывается с помощью ригеля и откидного болта.

Рис. 7.73. Сливная труба цистерны для пека модели 15-1532:

1 — шпильки; 2 — заглушка; 3 — хомут; 4 — труба; 5 — фланец

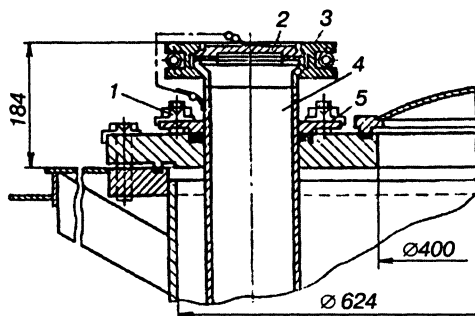
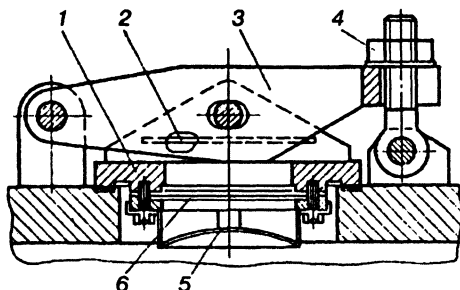


Рис. 7.74. Смотровой люк цистерны для пека модели 15-1532:

1 — крышка; 2 — экран; 3 — ригель; 4 — болт; 5 — отражатель; 6 — мембрана



Термоизоляция котла включает каркас кожуха изоляции, кожуха изоляции и электронагревателей. Каркас кожуха изоляции состоит из приваренных к котлу кронштейнов, на который крепятся четыре опорных пояса, и торцовых поясов днищ. Между опорными поясами на продольных уголках крепятся помосты лестниц. В нижней части котел снабжен нишами для установки электронагревателей. Котел цистерны крепится на раме в средней части лапами и по концам стяжными хомутами. Между котлом и опорой установлена многослойная прокладка из паронита, асбестовой ткани и алюминиевого листа, а между опорой и рамой — текстолитовый лист для улучшения изоляции.

Кожух электронагревателей предназначен для создания воздушного кругового зазора (30 мм) между наружной поверхностью котла и его тепловой изоляцией. Горячий воздух, конвектируемый от электрических трубчатых нагревателей, установленных в нижней части воздушного зазора, равномерно разогревает котел по всей его поверхности. Для предотвращения охлаждения пека предусмотрена тепловая изоляция, которая укладывается на кожух электронагрева-

телей. В качестве теплоизоляционного материала выбраны термостойкие маты СТВ по ТУ 21-РСФСР-224-75 и маты из стеклянного штапельного волокна ЦФД по ТУ 21-РСФСР-80-77. Цистерна снаружи закрывается кожухом изоляции, который состоит из отдельных листов углеродистой стали 1,5 мм. При помощи уголков и болтов они стягиваются с двух сторон с уголками каркаса кожуха. Предусмотрена термоизоляция горловины котла с раздвижной изоляционной крышкой.

Установка разогрева пека в котле (рис. 7.75) включает электрические нагреватели 1 типа ТЭН-200 Д-13/2,5 Т 220 по ТУ 16-531-662-79, которые для удобства монтажа и снятия объединены в съемные секции 2, соединительные провода, рычажный переключатель для разрыва цепи управления, три штепсельные вилки для подключения к пунктам электропитания, штепсельную колодку для подклю-

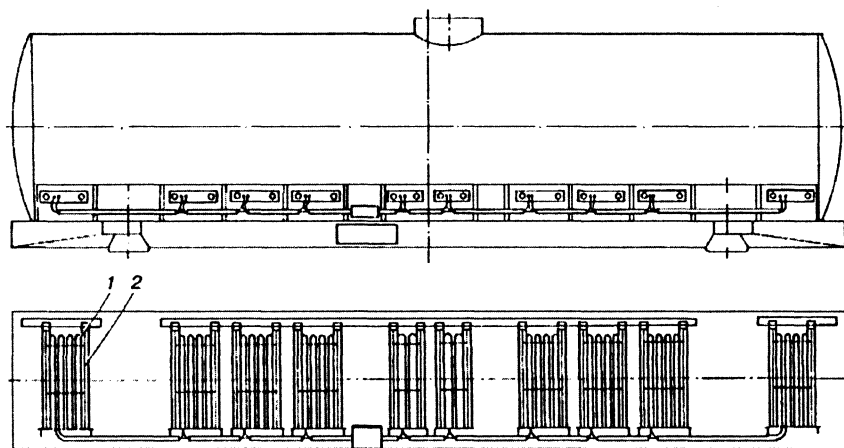


Рис. 7.75. Установка электронагревателей на цистерне для пека модели 15-1552

чения цепи управления. Секция (рис. 7.76) устанавливается под котлом цистерны в нижней части воздушного зазора, образованного между котлом и кожухом электронагревателей. Нагреватели разделены на три группы, каждая в свою очередь — на три подгруппы, которые соединены между собой по схеме «звезда». Нагреватели в каждой подгруппе соединены параллельно. Все группы имеют номинальную мощность по 30 кВт. Подключение трубчатых электро-

нагревателей к сети промышленного переменного тока напряжением 380 В по схеме «звезда» обеспечивает на фазе напряжение 220 В.

Четырехосная цистерна для жидкой серы грузоподъемностью 67,0 т модели 15-1482 предназначена для транспортировки только жидкой серы и обеспечивает сохранение ее при температуре налива 150°C, а окружающей — 25°C в течение не менее 4 сут. Котел цилиндрической формы. В верхней его части установлены люк-лаз с крышкой, на которой расположены сливная и наливная трубы, вспомогательный и смотровой люки. На крышке вспомогательного люка приварен штуцер для манометра с заглушкой, а возле днищ — продувные патрубки для удаления

газов из котла. На крышке смотрового люка установлен мембранный клапан, а на котле — термореле типа ТР-200 М для регулирования температуры воздушной прослойки между котлом и кожухом электронагревателей. Конструкция остальных узлов, крепления котла на раме, устройства разогрева серы в котле, термоизоляция такие же, как у цистерны для пека модели 15-1532.

Цистерна для капролактама модели 15-1552 грузоподъемностью 50 т предназначена для перевозки груза температурой не более 95°C. Ее котел (рис. 7.77) состоит из обечайки с днищами. Для доступа в котел имеется горловина люка-лаза и внутренняя лестница. Обечайка имеет равномерный двусторонний уклон по нижней образующей в середине котла глубиной 10–15 мм, служащий для стока капролактама. Устройство разогрева выполнено в виде подогревательного кожуха, изготовленного из коррозионно-стойкой стали толщиной 3 мм. В нижней части кожуха есть поддон, в который вварен патрубок 14, служащий для подвода теплоносителя в подогревательный

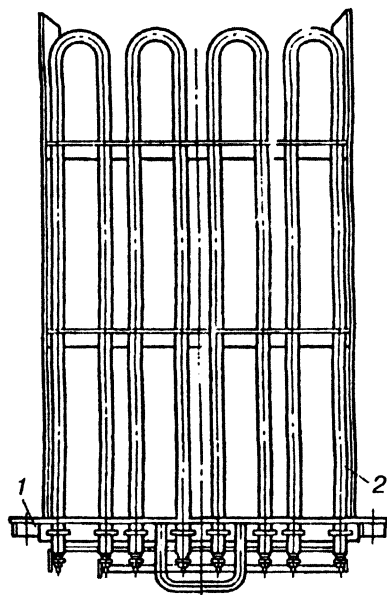


Рис. 7.76. Секция нагревателей:

1 — каркас; 2 — электронагреватель

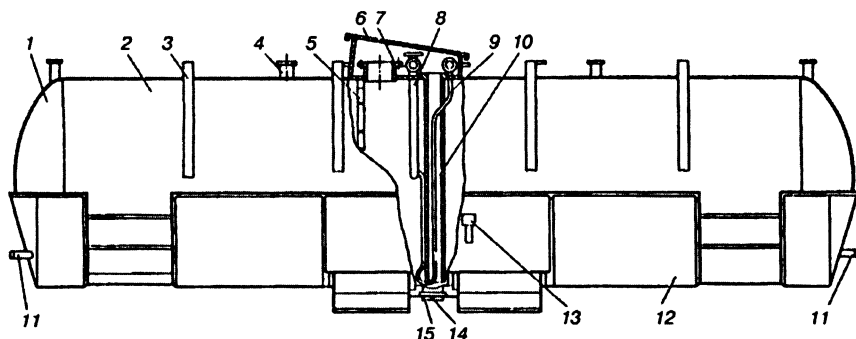


Рис. 7.77. Котел с устройствами цистерны для капролактама модели 15-1552:

1 — днище; 2 — обечайка; 3 — пояс; 4 — люк для термокарманов; 5 — внутренняя лестница; 6 — арматурная горловина; 7 — люк-лаз; 8 — пробоотборная труба; 9 — труба для обогрева; 10 — сливное устройство; 11, 14 — патрубки; 12 — подогревательный кожух; 13 — предохранительно-впускной клапан; 15 — поддон

кожух. С торцов днищ приварены два патрубка 11, по которым теплоноситель выходит наружу. На кожухе установлен предохранительно-впускной клапан на избыточное давление 0,06 МПа и вакуум 0,03 МПа. В узле крепления котла на раме между опорой и деревянными брусками используются изоляционные маты. В арматурной горловине котла (рис. 7.78) установлен комплект арматуры, который необходим для контроля за давлением и температурой.

Для налива и слива груза предназначена труба с вентилем 5. Для отбора средней пробы груза, подачи азота в котел служат трубы с вентилями 6 и 8. Предохранительный клапан 1 поддерживает в котле давление до 0,2 МПа. Все вентили имеют заглушки. Вентили 5 и 8 и рукав 4 имеют рубашку для обогрева теплоносителем. На крышке люка также расположен смотровой люк 7. Термоизоляция котла выполнена из изоляционного рулонного материала, обшитого стеклотканью марки Т-13 по ГОСТ 19170. Для предотвращения потерь тепла через арматурную горловину на ней установлена изоляционная крышка.

Четырехосная цистерна для пасты сульфенола грузоподъемностью 62,0 т модели 15-1565 предназначена для перевозки 45%-ного раствора пасты сульфенола с температурой разлива 50—60°C с ра-

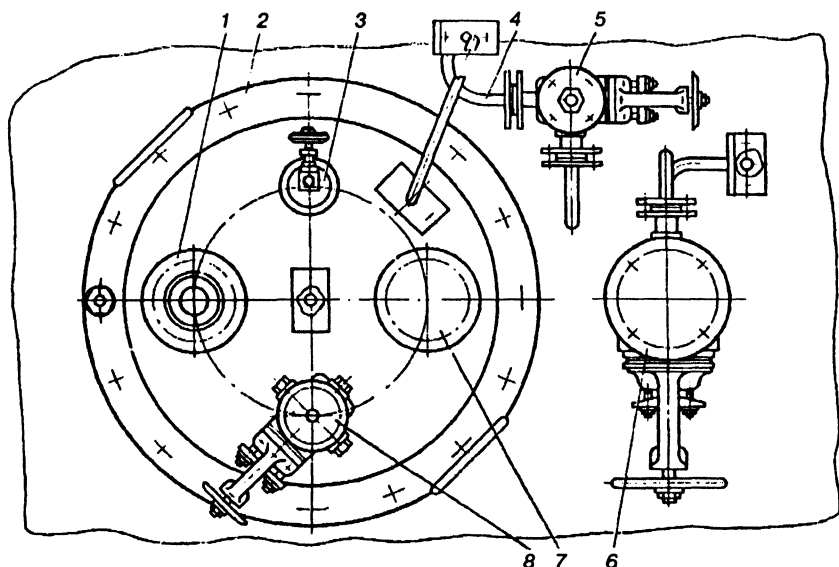


Рис. 7.78. Комплект арматуры на цистерне для капролактама модели 15-1552:

1 — предохранительный клапан; 2 — крышка люка; 3 — манометродержатель; 4 — рукав; 5 — труба с вентилем Ду-80; 6 — вентиль для азота; 7 — смотровой люк; 8 — труба с вентилем

зогревом в пунктах слива. Котел цилиндрической формы, обечайка к середине имеет равномерный двусторонний уклон глубиной 5–10 мм. Вся поверхность котла (за исключением мест установки арматуры и люка-лаза) покрыта теплоизоляционным материалом в виде отдельных матов из рулонного материала МТР-35 по ГОСТ 10499. Снаружи изоляция защищена от повреждений металлическим кожухом. В верхней части котла в специальной горловине, которая закрывается крышкой с тепловой изоляцией, расположены арматура и оборудование для сливноналивных операций. Здесь же предусмотрен люк-лаз с изоляционной крышкой. Слив нижний через сливной прибор с верхним управлением на обе стороны цистерны. Есть устройство для перемешивания груза, отводящее его на 2600 мм от середины котла к днищам. Предохранительно-впускной клапан рассчитан на давление 0,2 МПа и вакуум 0,03 МПа. Устрой-

ство для отбора проб из середины котла состоит из вентиля с трубами. Через смотровой люк замеряется уровень груза метроштоком или другими устройствами. Для подачи и отвода воздуха (газа) предусмотрен свой вентиль.

Система разогрева пасты сульфанола представляет собой змеевик, приваренный внутри в нижней части котла (рис. 7.79). На первых образцах цистерн предусматривалось устройство разогрева в виде подогревательного кожуха снаружи котла.



Рис. 7.79. Устройство подогрева груза на цистерне для пасты сульфанола модели 15-1565:

1 — змеевик; 2 — патрубок подачи тепло-носителя; 3 — патрубок отвода тепло-носителя

В настоящее время эксплуатируются две модели *цистерн для супер-фосфорной кислоты*. Они восьмиосные рамной конструкции, отличаются лишь материалом котлов. Цистерна грузоподъемностью 120 т модели 15-889 предназначена для перевозки по железным дорогам колеи 1520 мм суперфосфорной кислоты с удельным весом 1,95–2,1 т/м³ и максимальной температурой заполнения 85°C. У нее комплектный котел, изготовленный фирмой ФРГ «Фридрих Уде», и две 4-осные тележки 7, автоматический тормоз 5 и автосцепное оборудование 9 (рис. 7.80). Котел изолированный пенополиуретановый с гуммированной внутренней поверхностью, цилиндрической формы состоит из обечайки толщиной $\delta = 7$ мм и двух эллиптических днищ ($\delta = 8$ мм). Рама несущей конструкции с передними и задними упорами, пятниками и кронштейнами для автотормоза. В верхней

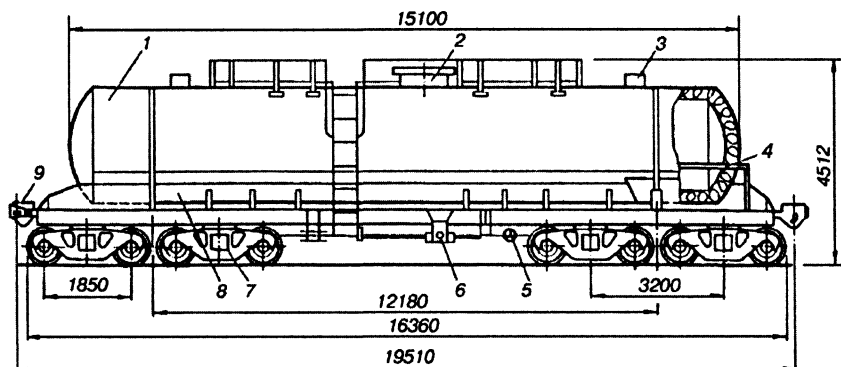


Рис. 7.80. Цистерна для суперфосфорной кислоты модели 15-889:

1 — котел; 2 — люк-лаз; 3 — технологический люк; 4 — змеевик для разогрева груза; 5 — автотормоз; 6 — сливное устройство; 7 — тележки; 8 — рама; 9 — автосцепное устройство

части котла два крайних люка — технологические и средний люк-лаз, на крышке которого расположены сливоналивная труба диаметром 150 мм, комбинированный предохранительный клапан, патрубков Ду-32 для подачи воздуха в котел. В одном из днищ котла два овальных отверстия для нагревательных штуцеров — труб обогрева.

Снаружи котел обшит оцинкованной листовой сталью толщиной 1 мм. Цистерна снабжена устройством для обогрева груза паром.

7.9. КОНТЕЙНЕРЫ

Классификация контейнеров и их основные параметры. Согласно определению, данному Комитетом по грузовым контейнерам (ТК-104) Международной организации по стандартизации (ИСО), грузовой контейнер является элементом транспортного оборудования, обладающим:

постоянной технической характеристикой и достаточной прочностью для многократного использования;

специальной конструкцией, обеспечивающей перевозку грузов одним или несколькими видами транспорта без промежуточной выгрузки из контейнера;

приспособлениями, обеспечивающими быструю погрузку, разгрузку и перегрузку с одного вида транспорта на другой; конструкцией, которая позволяет легко загружать и разгружать его;

внутренним объемом 1 м³ и более.

Термин грузовой контейнер не обозначает средство передвижения или обычную упаковку. Транспортные емкости объемом менее 1 м³, или не отвечающие хотя бы одному из вышеперечисленных условий, относятся не к контейнерам, а к поддонам — ящичным (закрытым и открытым), стоечным и других типов. Это определение легло в основу ГОСТ 20231.

Грузовые контейнеры классифицируются по следующим основным признакам: видам сообщения, сфере обращения, назначению, общему устройству (конструкции), материалу изготовления, массе брутто.

По видам сообщения контейнеры делятся на три группы: межконтинентальные, континентальные и внутризаводские (технологические). Контейнеры, используемые на магистральном транспорте, могут быть широкого и ограниченного обращения. Применение контейнеров широкого обращения допущено на двух и более видах транспорта без ограничения районов их эксплуатации. Контейнеры ограниченного обращения допущены к применению только на одном виде транспорта или в смешанном сообщении, но на определенных направлениях.

По назначению контейнеры делятся на две основные группы: 1) общего назначения (универсальные) и 2) специального назначения (специализированные). ИСО/ТК-104 приняты следующие определения основных типов контейнеров. Грузовые контейнеры общего назначения (универсальные) служат для транспортировки и хранения отправок штучных грузов или сыпучих материалов в мелкой таре, защищают груз от потерь и повреждений, пригодны для перевозки грузов в любых погодных условиях. Контейнеры имеют прямоугольную конфигурацию, могут быть отделены от подвижного состава и транспортироваться как отдельная отправка, которую можно перегружать без выгрузки из контейнера груза.

Типы и параметры универсальных контейнеров. Универсальные контейнеры делятся на три типа: крупнотоннажные, унифицированные среднетоннажные и неунифицированные малотоннажные. Контейнеры с унифицированными параметрами, размерами и конструкцией предназначены для применения на всех видах транспорта в

прямом и смешанном сообщениях, а также для международных перевозок. Универсальные неунифицированные контейнеры предназначены для прямых автомобильных перевозок.

Крупнотоннажные контейнеры рассчитаны для использования как во внутреннем, так и в международном сообщении. Среднетоннажные унифицированные контейнеры массой брутто 2,5 (3) и 5 т рассчитаны для использования во внутреннем сообщении, включая смешанные железнодорожно-водные сообщения.

Контейнеры типоразмеров УУК-5 и УУК-5У имеют одинаковую массу брутто — 5 т, однако габаритные размеры и полезный объем контейнеров УУК-5У одинаковые с контейнерами УУК-2,5 (3). Индекс У означает, что контейнеры имеют усиленную конструкцию.

Универсальные неунифицированные контейнеры изготавливаются двух типоразмеров: массой брутто 1,25 т (АУК-1,25) и 0,625 т (АУК-0,625). Малотоннажные контейнеры типа АУК (рис. 7.81) и среднетоннажные типа УУК (рис. 7.82) предназначены для перевозки мелких отправок штучных грузов, а крупнотоннажные (рис. 7.83) — для повагонных отправок таких грузов.

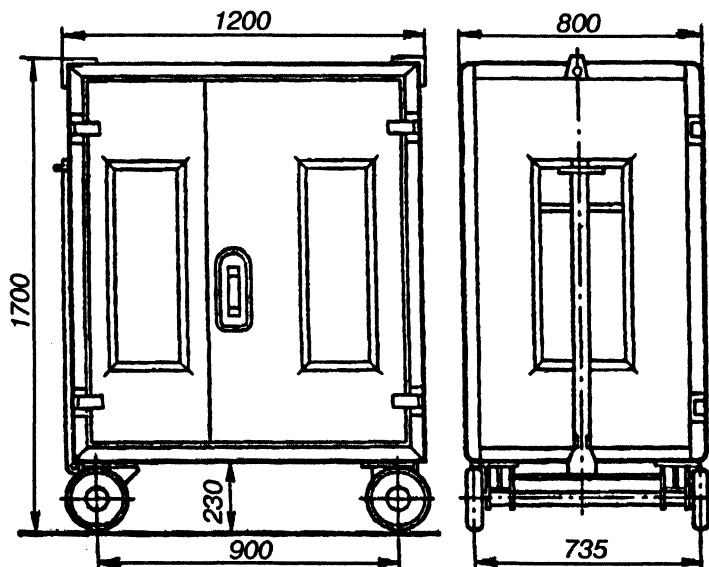


Рис. 7.81. Малотоннажный контейнер типа АУК

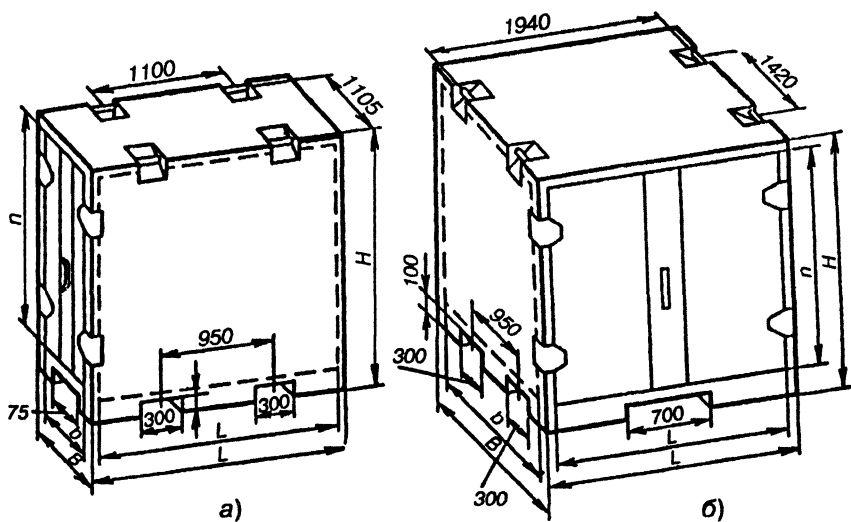


Рис. 7.82. Среднетоннажные контейнеры:

a — типа УУК-3; *б* — типа УУК-5

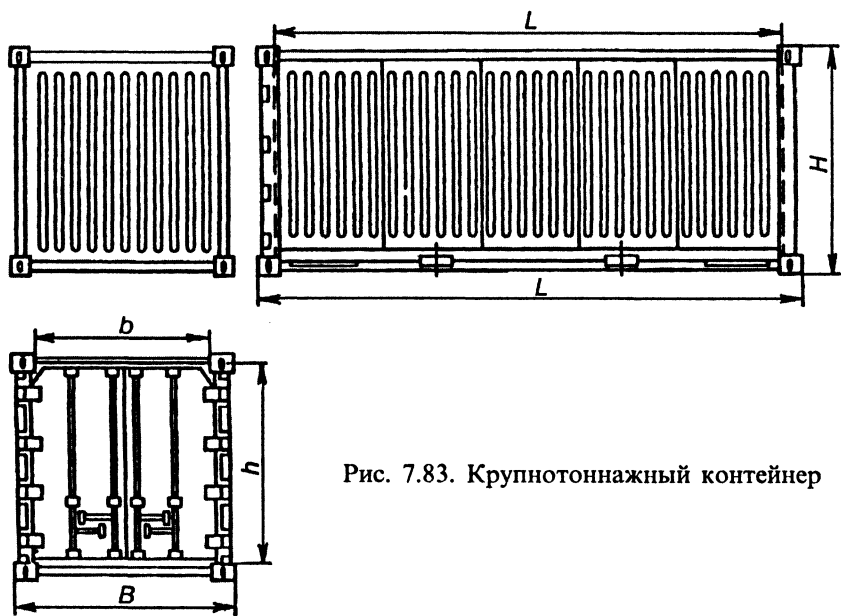


Рис. 7.83. Крупнотоннажный контейнер

Параметры. Габаритные и внутренние размеры универсальных контейнеров по ГОСТ 18477 приведены в табл. 7.12.

ГОСТ 18477 устанавливает минимально допустимые внутренние размеры проемов для каждого типоразмера контейнеров, а также определяет присоединительные размеры для других элементов конструкции контейнеров (рис. 7.84). Для контейнеров 1С и 1D размеры S , S_1 , K_1 и K_2 (в мм) имеют следующие значения:

	1С	1D
S	5853	2767
S_1	2259	2259
$D_1 - D_2 = K_1 = D_3 - D_4$	13	10
$D_5 = D_6 = K_2$	10	10

Размеры пазов универсальных крупнотоннажных контейнеров (рис. 7.84) для перегрузки вилочными погрузчиками, привязка и пр. должны соответствовать табл. 7.13.

Размещение верхних и нижних право- и левосторонних угловых фитингов, а также их конструкция и размеры, должны соответствовать ГОСТ 20527. Внутренняя верхняя поверхность верхних угловых фитингов должна быть пригодной для ввода подъемных пово-

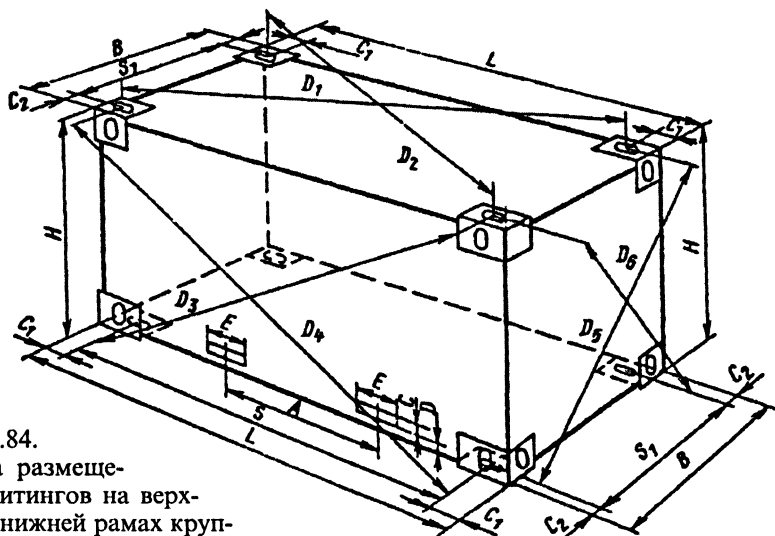


Рис. 7.84.
Схема размещения фитингов на верхней и нижней рамах крупнотоннажного контейнера

Таблица 7.12. Основные параметры и размеры распространен-

Тип	Номинальная масса брутто, кг	Собственная масса, кг, не более	Внутренний объем, м³, не менее	Площадь пола, м², не менее	Габаритные
					длина L
Малотоннажные					
АУК-0,625	625	225	1,6	1,045	1150
АУК-1,25	1250	340	3,1	1,64	1800
МК-1 (чертеж) 212-00-сб)	1250	225	1,66	—	1150
МК-1,25	1250	140	1,0	—	1208
КК = 1,25	1250	183	1,125	0,85	1200
Среднетоннажные					
УУК-3 (чертеж 213-00-сб)	3000	600	6,2	—	2100
УУК-5 (чертеж 1029А-00-00)	5000	1000	10,1	—	2600
НР-2,5-00-1	3000	580	5,15	—	2100
НР-5-1	5000	1100	10,3	—	2600
УК-5,0	5000	1000	10,4	4,9	2650
	2540				
УУК-2,5-3	(3000)	550	5,1-5,3	2,4	2100±5
УУК-5-2	5000	1100	—	—	2600
УУК-5-1	5080	950	10,3	4,9	2100±5
УУК-5У (УУК-3-5)	5000	600- 650	5,1-5,3	2,4	2100±5
УУКФ-5	5080	1050	11,7	—	2100±5
УУКФ-3	3000	650	5,7	—	2100±5
Крупнотоннажные					
1D*	10160	$\frac{1460}{850}$	$\frac{14,7}{15,5}$	$\frac{6,6}{6,7}$	2991 ⁰ ₋₅
1C*	20320	$\frac{2120}{2075}$	$\frac{30,6}{31,0}$	$\frac{13,7}{13,9}$	6058 ⁰ ₋₅
1А	30480	3480	64,8	28	12192 ⁰ ₋₁₀
1АА	30480	3780	66,7	—	12192 ⁰ ₋₁₀
1СС	20320	2320	32,7	—	6058 ⁰ ₋₆

* В знаменателе указаны размеры моделей производства Германии.

** БС — с боковой стороны, ТС — с торцевой стороны.

ных и перспективных универсальных контейнеров

размеры, мм		Дверной проем (в свету), мм не менее		Удельная грузо- подъемность, кг/м ²	Коэффициент тары	Расположение дверей**
ширина <i>B</i>	высота <i>H</i>	ширина <i>b</i>	высота <i>h</i>			
контейнеры						
1000	1700	1094	1506	253	0,54	БС
1060	2000	1710	1805	256	0,33	ТС
806	1760	—	—	802	0,22	БС
836	1500	—	—	1100	0,126	БС
800	1700	—	—	962	0,171	БС
контейнеры						
1300	2500	960	2300	406	0,198	БС
2080	2255	1300	2100	396	0,25	БС
1300	2400	1240	2090	469	0,242	ТС
2100	2400	1130	1960	378	0,282	БС
2100	2400	1957	2070	385	0,25	ТС
1325±3	2400±5	1225	2090	387 470	0,276 0,224	ТС или БС
2100	2400±10	1952	2100	371	0,282	ТС
2650±7	2400±10	1950	2090	400	0,23	ТС
1325±3	2400±5	1225	2090	850	0,136	ТС
2650±7	2591±5	1950	2286	345	0,26	ТС
1325±3	2591±5	1225	2286	412	0,276	ТС
контейнеры						
2438 ⁰ ₅	2438 ⁰ ₅	2286 2301	2133 2135	590 590	0,167 0,093	ТС
2438 ⁰ ₅	2438 ⁰ ₅	2286 2301	2133 2135	595 590	0,116 0,114	ТС
2438 ⁰ ₅	2438 ⁰ ₅	2286	2133	402	0,129	ТС
2438 ⁰ ₅	2591 ⁰ ₅	2286	2286	400	0,141	ТС
2438 ⁰ ₅	2591 ⁰ ₅	2286	2286	550	0,128	ТС

ротных замков, входящих внутрь фитинга через верхнее отверстие, и иметь опорную поверхность площадью не менее 800 мм². Согласно ГОСТ 20527 угловые фитинги должны изготавливаться из стали марки 20ГЛ или других сталей с содержанием углерода не более 0,2%, серы и фосфора — 0,03%. Кроме того, предел текучести отливок угловых фитингов после термообработки должен быть не менее 294 МПа (30 кгс/мм²), предел прочности не менее 540 МПа (55 кгс/мм²), а ударная вязкость при температуре 20°C — не менее 49 Н·м/см².

Устройство рымов, а также расстояние между их центрами у средне-тоннажных контейнеров должны соответствовать ГОСТ 18579.

**Таблица 7.13. Размеры вилочных проемов
у крупнотоннажных контейнеров, мм**

Проемы	Контейнеры	
	1CC, 1C	1D
Для грузеных или порожних контейнеров:		
А	2050±50	900±50
Е не менее	355	305
С » »	115	102
Д » »	20	20
Только для порожних контейнеров:		
А	900±50	—
Е не менее	305	—
С» »	103	—

Конструкции универсальных контейнеров. Универсальные контейнеры типов УУК-3, УУК-5, УУК-5У, 1А, 1С, 1D изготовляют в соответствии с требованиями ГОСТ 18477, ГОСТ 20259 и по рабочим чертежам, утвержденным в установленном порядке. Конструкция универсальных контейнеров обеспечивает устойчивость при штабелировании среднетоннажных в три яруса, крупнотоннажных контейнеров — в шесть ярусов, а также возможность производства и безопасность выполнения транспортных, погрузочно-разгрузочных, подъемно-транспортных и складских операций с применением средств механизации и автоматизации. Собственная масса контейнеров УУК-3 должна быть не больше 0,55 т, контейнеров УУК-5У — не больше 0,75 т.

Контейнеры оборудуются: двухстворчатой торцевой дверью с резиновым уплотнением из профильной эластичной маслобензостойкой резины, запорными устройствами прижимной конструкции; рымами по ГОСТ 18579 на контейнерах типов УУК-3, УУК-5У, УУК-5; угловыми фитингами на контейнерах типов 1А, 1С, 1D; вентиляционными устройствами с заградительной системой. Контейнеры УУК-3, УУК-5У, УУК-5 могут быть изготовлены с боковыми или с торцевыми дверьми, а контейнеры 1А, 1С, 1D — с торцевыми и боковыми.

Для предохранения металлических элементов конструкции контейнеров от коррозии применяют уплотнения, грунтовки, краски и т.п. прочные, нетоксичные, влагонепроницаемые, обладающие стойкостью против морской воды, моющих, обеззараживающих и дегазирующих средств, не оказывающие отрицательного влияния друг на друга, не впитывающие запахи и не поглощающие грязь. Для сварки применяется стальная сварочная проволока по ГОСТ 2246. Внутренние и наружные поверхности контейнеров, а также устройства для подъема и перегрузки, окрашиваются. Окраска производится ровная, без трещин, отслоений и потеков.

Настил пола изготавливается из пропитанной антисептиками сосновой древесины первого сорта по ГОСТ 8486 и оборудован защитным металлическим листом (уголком) со стороны дверного проема. Доски пола контейнеров УУК-3, УУК-5У, УУК-5 собираются в четверть или шпунт и не стыкуются по длине. Доски между собой в местах стыка и пол по периметру в местах контакта с нижней рамой герметически уплотняются упругой мастикой. Конструкция пола контейнера обеспечивает полный сток воды при наклоне в сторону двери на 2–3°. Конструкция двери и дверной рамы обеспечивает: плотное прилегание двери по всему периметру к дверной раме, створок двери друг к другу; открытие торцевой двери всех типов контейнеров и боковой двери контейнеров УУК-3, УУК-5У, УУК-5 на угол 270°, боковых дверей контейнеров типов 1А, 1С, 1D на угол 180°; пломбирование дверей пломбой; защиту грузов от попадания искр, атмосферных осадков, а для контейнеров 1А, 1С, 1D и от морской воды. Двери утоплены в дверной раме.

Конструкция запорных устройств обеспечивает прижим двери контейнера по всему периметру к дверной раме, створок двери друг к другу, а также невозможность самооткрывания запертой двери. Дверные створки не выходят за габаритные размеры контейнера. Это условие обеспечивается тем, что двери утоплены в дверной раме.

В конструкции контейнеров предусмотрены специальные пломбируемые карманы для документов.

Крыша контейнера обеспечивает беспрепятственный сток воды.

В конструкции угловых стоек дверной рамы и торцевой стенки среднетоннажных контейнеров типов УУК-3, УУК-5У, УУК-5 на высоте не менее 1 м от уровня пола предусмотрены проушины размером в свету 30х90 мм для крепления на автомобилях (полу-прицепах, прицепах).

Верхние плоскости верхних угловых фитингов крупнотоннажных контейнеров выступают над уровнем крыши не менее чем на 6 мм. Опорные плоскости нижних угловых фитингов предусматриваются ниже нижних плоскостей поперечных элементов нижней рамы на $12^{+5}_{-1,5}$ мм у контейнеров 1А, 1С и 6 мм у контейнера 1D.

Конструкция контейнеров выдерживает нагрузки, возникающие в процессе выполнения погрузочно-разгрузочных, транспортных, перегрузочных и складских операций.

Срок службы среднетоннажных контейнеров составляет 20 лет, крупнотоннажных — 10 лет.

Предприятие-изготовитель маркирует каждый контейнер. У универсального среднетоннажного контейнера предусматривается следующая маркировка: эмблема и сокращенное наименование владельца; сокращенное наименование предприятия-изготовителя и товарный знак; месяц и год изготовления; месяц и год выполнения капитального ремонта; условное обозначение контейнера; масса брутто, собственная масса (тара), объем. Маркировка наносится на видных местах. Цвет маркировки выделяется на окрашенной поверхности стенок и крыши контейнера и в течение трех лет сохраняется, не темнеет под воздействием солнца, морской воды и атмосферных осадков.

Универсальные контейнеры перевозятся на открытом подвижном составе железнодорожного, автомобильного транспорта, а также в трюмах и на палубах судов. Хранятся контейнеры на асфальтированных площадках с уклоном 0,03 в поперечном направлении в обе стороны. Площадки должны иметь устройства для отвода дождевых и талых вод и удовлетворять противопожарным требованиям.

Новые унифицированные универсальные контейнеры УУК-5,0 кратны по размерам контейнерам УУК-2,5. Так, длина контейнера УУК-5,0 равна 2650 мм, что в 2 раза больше ширины контейнера УУК-2,5, равной 1325 мм. Ширина контейнера УУК-5,0 равна длине контейнера УУК-2,5 — 2100 мм. Оба типа контейнера имеют равную высоту — 2400 мм.

Унифицированный универсальный контейнер УУК-5 (рис. 7.85) предназначен для прямых и смешанных перевозок штучных грузов в таре и без тары с использованием прицепов и полуприцепов, морских и речных судов и обеспечением сохранности грузов в условиях длительной эксплуатации.

Конструкция контейнера цельнометаллическая сварная (рис. 7.85). Состоит из нижней 6, дверной 1, верхней 2 и торцевой 4 рам, обшитых по стенкам 5 гофрированными, а по крыше гладкими 17 листами толщиной 1,5 мм, двустворчатой двери и деревянного настила пола. Створки 13 и 15, двери навешиваются петлями на стойки рамы так, что позволяют раскрываться на всю ширину стены контейнера и производить механизированную загрузку и выгрузку с помощью вилочного погрузчика. Запираются створки штанговыми запорами 9 и 14. Штанги 9 и 14 поворачиваются ручками 11 и фиксируются в закрытом положении в кронштейнах 12 защелками 10 и пломбируются.

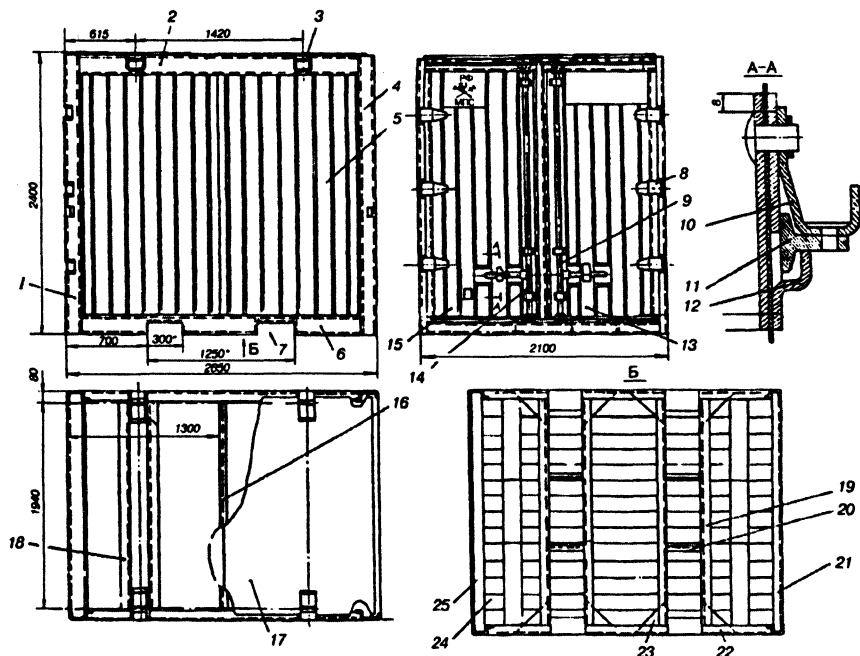


Рис. 7.85. Универсальный контейнер УУК-5

Нижняя рама 6 и пол 24 контейнера рассчитаны на нагрузку 3,5–4 МПа и допускают сосредоточенную нагрузку от колеса погрузчика до 15 кН или 30 кН на ось при расстоянии между осями колес погрузчика 760 мм. Для перегрузки контейнеров вилочными погрузчиками в раме предусмотрены пазы 7, образованные балками 19 (см. вид Б), связанными между собой поперечными балками 20, а с продольными 22, косынками 23. Пол 24 досок толщиной 40 мм крепится болтами к нижним балкам 21 и 25 торцевой и дверной рам.

Крыша контейнера рассчитана на равномерно-распределенную нагрузку 50 кН, сосредоточенную — 1,5 кН, на площади 300х300 мм и усилия от стропов при подъеме краном. Поэтому ее рама в зоне рымов 3 усилена двумя балками 18, а обшивка 17 в середине подкреплена балкой 16. Для крепления на автомобили на угловых стойках контейнеров на высоте 1 м от уровня пола предусмотрены проушины.

Все балки рам и стоек двери выполнены из гнутых спецпрофилей толщиной соответственно 4 и 3 мм. Материал металлоконструкции балок и обшивки — углеродистая сталь ВСт.Зпс ГОСТ 11474.

Форма сечения балок рам контейнера приведены на рис 7.86.

Рым контейнера (рис. 7.87) представляет собой строповочный валик 1 диаметром 28 мм, сваренный в корпус 2, имеющий наклонное дно для стока воды.

Контейнер УУК-3 (рис. 7.88) отличается от контейнера УУК-5 линейными размерами, формой сечения балок рам, и конструкцией запоров створок двери. Он также представляет собой цельнометаллическую конструкцию, состоящую из нижней 6, верхней 3, дверной 1 и торцевой 4 рам. Обшитых по стенам 5 гофрированными, а по крыше гладкими 12 листами толщиной 1,5 мм. Створки 8 и 9 двери закрываются клиновым запором.

Сечение профилей балок рам и конструкция клинового запора видны на рис 7.89.

Крупнотоннажные контейнеры (ID, 1C, 1CC, 1A, 1AA, см. табл. 7.12, рис. 7.90) представляют собой цельнометаллическую конструкцию, состоящую из нижней рамы 8, боковых 3 и торцевых 11 стенок, крыши, двухстворчатых дверей 7 и деревянного настила пола. Контейнер монтируется в виде блоков: дверной торцевой рамы 1, глухой торцевой рамы 4, боковых стен 3 и крыши без подкрепляющих элементов, а также нижней рамы, на которую монтируются эти блоки.

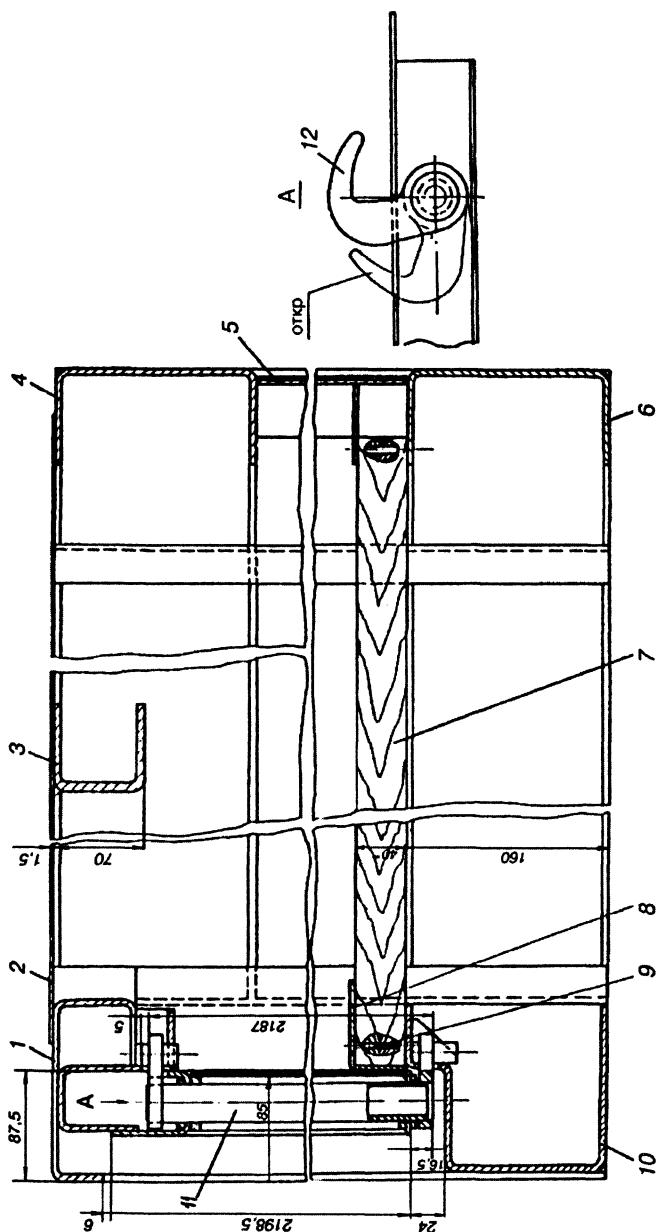


Рис. 7.86. Продольный разрез контейнера УУК-5:

1 — верхняя обвязка дверной рамы; 2 — обшивка крыши; 3 — средняя балка рамы крыши; 4 — верхняя обвязка торцевой рамы; 5 — обшивка торцевой стены; 6 — нижняя обвязка торцевой стены; 7 — настил пола; 8 — обрамление досок настила пола; 9 — болт; 10 — нижняя обвязка дверной рамы; 11 — штанга дверного запора; 12 — крюк захватный створки двери

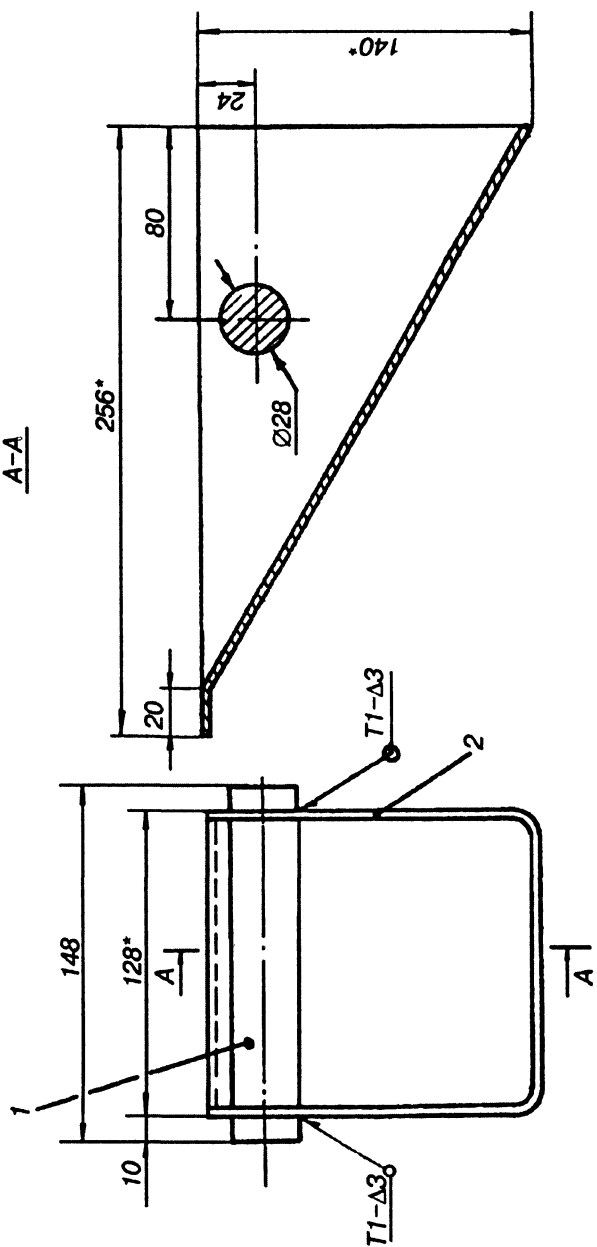


Рис. 7.87. Рыб среднетонажных контейнеров

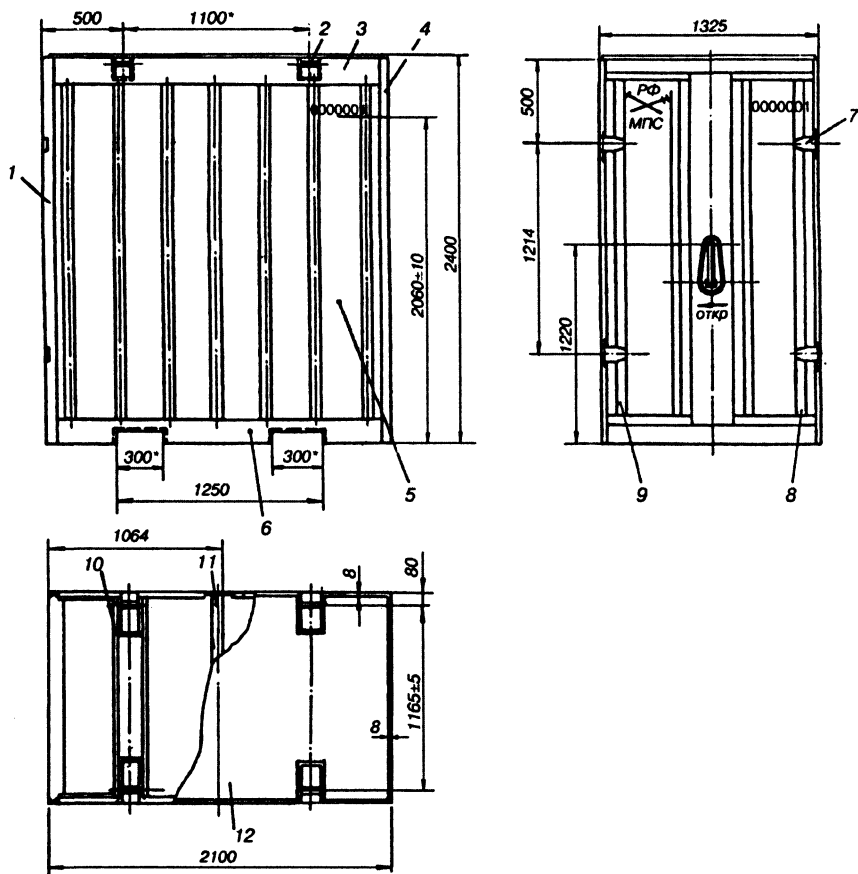


Рис. 7.88. Универсальный контейнер УУК-3:

1 — дверная рама; 2 — рым; 3 — верхняя рама; 4 — рама торцевой стены; 5 — обшивка боковых стен; 6 — нижняя рама; 7 — петля створки двери; 8, 9 — правая и левая створки двери; 10 — балки усиливающие рымы; 11 — поддерживающая балка обшивки крыши; 12 — обшивка крыши

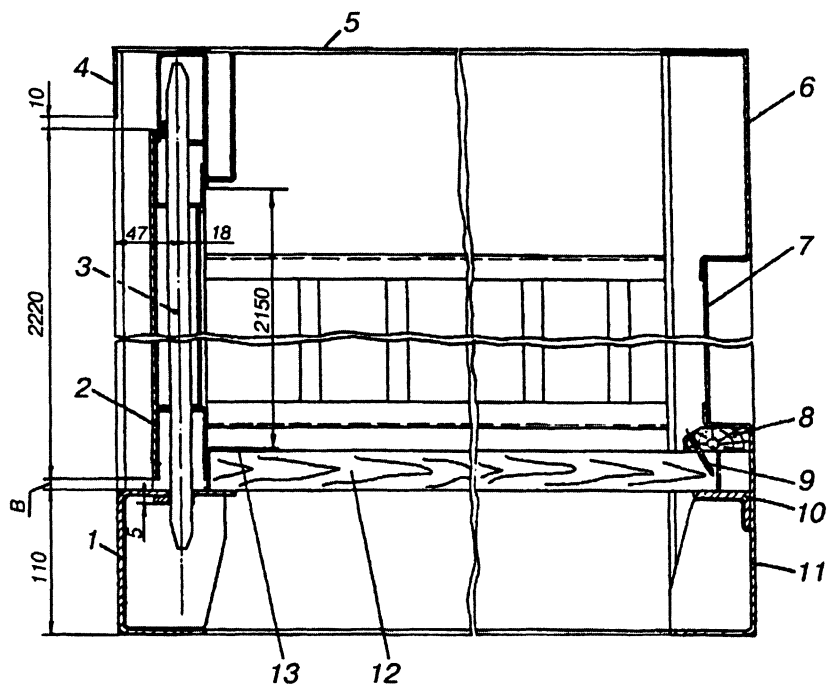


Рис. 7.89. Продольный разрез контейнера:

1 — нижняя обвязка дверной рамы; 2 — обшивка створки двери; 3 — запор створок двери; 4 — верхняя обвязка дверной рамы; 5 — обшивка крыши; 6 — верхняя обвязка торцевой рамы; 7 — обшивка торцевой стены; 8 — деревянный брус; 9 — гвоздь; 10 — усиливающий угольник; 11 — нижняя обвязка торцевой стены; 12 — настил пола; 13 — обрамление досок настила пола

Контейнеры снабжены четырьмя верхними 2 угловыми фитингами для перегрузки их кранами, четырьмя нижними 12 фитингами для закрепления на подвижном составе, двустворчатой 7 дверью с резиновыми уплотнением, вентиляционными отверстиями с устройствами, предохраняющими от проникновения влаги, пазы 9 и 10 в нижней раме под вилы автопогрузчика.

Для возможности штабелирования контейнеров в шесть ярусов верхние фитинги выступают над поверхностью крыши на 6 мм,

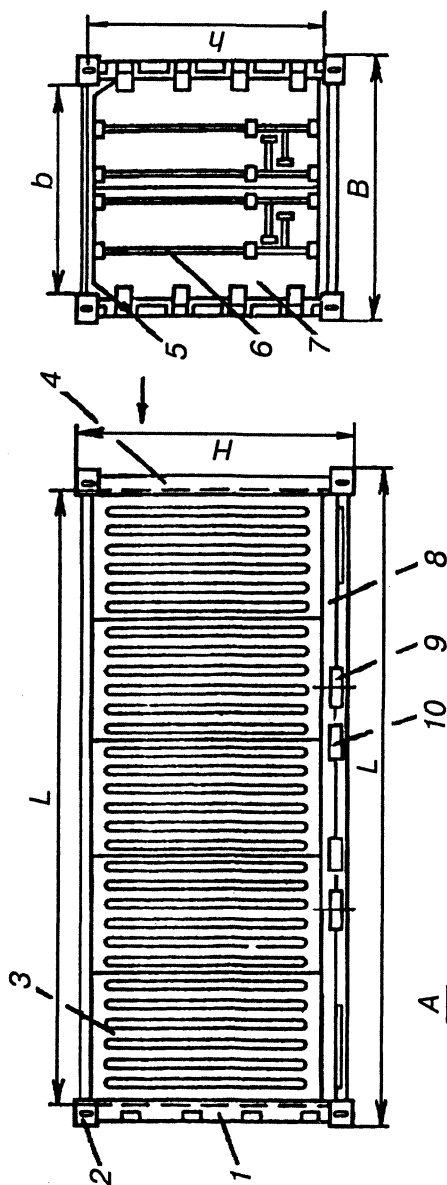
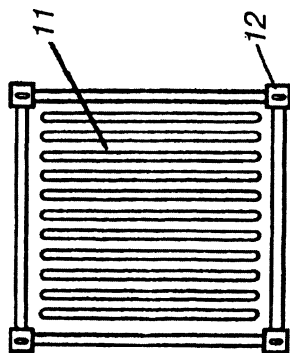


Рис. 7.90. Крупногабаритный контейнер 1С.

1 — дверная рама; 2 — верхний фитинг; 3 — боковая стена; 4 — рама торцевой стены; 5 — петли створки двери; 6 — запор створки двери; 7 — створка двери; 8 — нижняя рама; 9 — пазы для автопогрузчика при перегрузке грузоподъемника или порожнего контейнера; 10 — пазы под вилы автопогрузчика при перегрузке порожнего контейнера; 11 — обшивка торцевой стены; 12 — нижний фитинг



а нижние — на 12,5 мм ниже пола. Общий вид фитинга приведен на рис. 7.91.

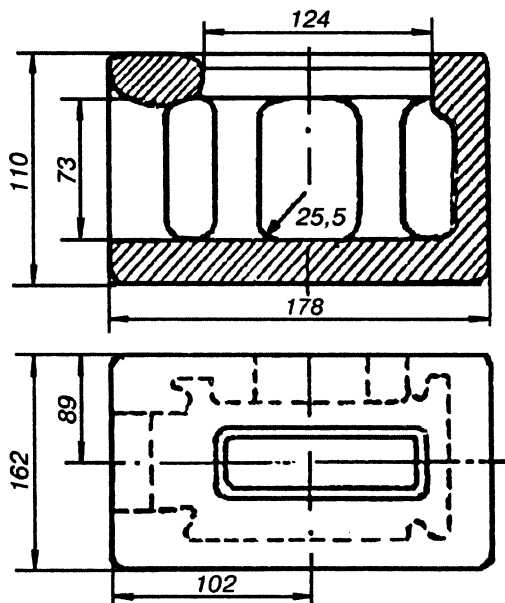


Рис. 7.91. Фитинг большегрузного контейнера

Основным несущим элементом контейнера является нижняя рама (рис. 7.92), состоящая из двух продольных штампованных балок 6 спецпрофиля, двух поперечных торцовых балок 1 и 7, промежуточных швеллерообразных штампованных балок 2 (114x55x4 мм), двух балок 4, образующих проемы для вилочных автопогрузчиков с расстояниями по осям 2050 мм (для груженых и порожних контейнеров) и двух балок 5, образующих проемы для вилочных погрузчиков с расстоянием 900 мм (для порожних контейнеров). Настил пола 3 укладывается из сосновых антисептированных досок толщиной 35 мм с вырезами в шпунт для герметизации пола. Доски закрепляются к поперечным балкам с помощью оцинкованных шурупов 8. Места примыкания досок к металлическим балкам для проемов покрываются специальной мастикой герметик. Все балки рамы отштампованы из листов 3–4 мм, кроме балок 4 под вилы мощных автопогрузчи-

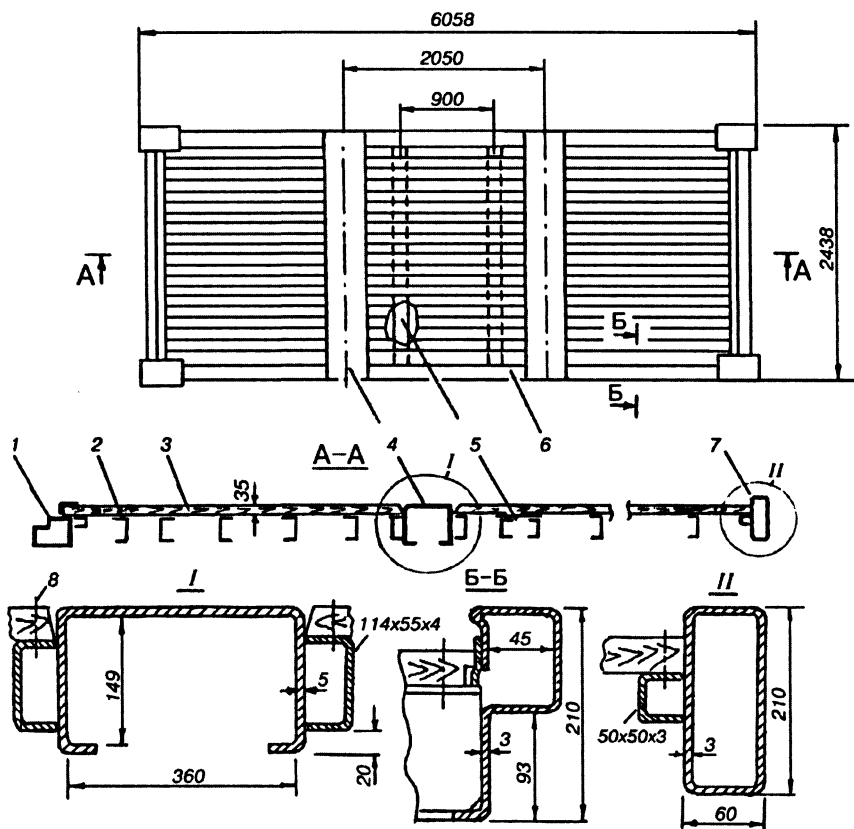


Рис. 7.92. Нижняя рама крупнотоннажного контейнера 1С

ков, толщина стенок профилей которых 5 мм. Нижние продольные элементы имеют относительно сложную конструкцию, что дает возможность производить перегрузку контейнеров клещевым (скритинговым) захватом.

Блоки боковых стен (рис. 7.93, а) изготавливаются из гофрированного стального листа 2 толщиной 1,5 мм и двух обвязок: верхней 1 и нижней 3, соответственно коробчатого профиля и спецпрофиля из листов толщиной 3 мм. Блок глухой торцевой стены (рис. 7.93, б) состоит из рамы и обшивки. Рама включает стойки 5, выполненных замкнутого коробчатого сечения из листов 4 мм, верхней 7 и ниж-

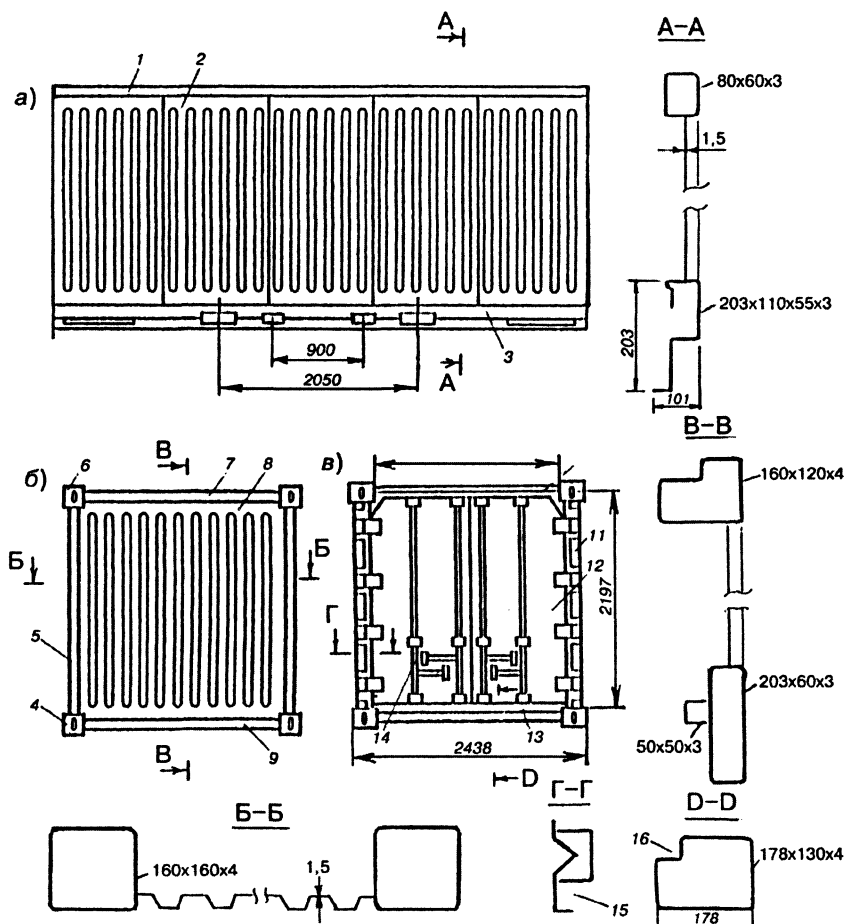


Рис. 7.93. Боковая а) и глухая торцевая б) стены контейнера типа 1С

ней 9 обвязок прямоугольного коробчатого сечения из листов толщиной 3 мм. По углам к раме приварены нижние 4 и верхние 6 фитинги. Обшивка 8 гофрированная из листов толщиной 1,5 мм.

Блок дверной торцевой стены (рис. 7.93, б) отличается от блока глухой стены профилями каркаса рамы и наличием створок двери. Стойки 11 рамы выполнены из двух профилей (сеч. Г-Г) так, что образуют паз 15 для захода в них створок 12. Створки навешивают

ся на стойки с помощью четырех петель, каждая из которых закрывается двумя запорами 14 штангового типа. По периметру створки уплотнены резиновыми элементами. В верхней 10 и нижней 13 балках рамы предусмотрены пазы 16 для упора створок в раму и фиксации их в закрытом положении. Каркас створок двери выполнен из гнутых профилей замкнутого коробчатого сечений из листов толщиной 3 мм, а обшивка — из листов толщиной 1,5 мм.

Блок крыши представляет собой лист толщиной 2 мм, приваренный к обвязкам боковых и торцевых стен.

Двери 7 располагаются на торцевой стене контейнера и открываются на угол 270°. Они навешиваются с помощью четырех петель 5 (см. рис. 7.90) к угловым стойкам, снабжены резиновыми герметическими уплотнениями, обеспечивающими водонепроницаемость. Каждая створка двери имеет четыре кулачковых запора 6.

Внутри контейнера на боковых стенках предусмотрены скобы для крепления груза, а в полу — розетки для крепления тяжелых грузов, встроенными в пол и не выступающими за его поверхность. Для хранения транспортных документов имеются специальные карманы.

Балки рам и контейнера изготавливаются из стали 09Г2С, а обшивка либо из низколегированной стали 09Г2, либо из качественной углеродистой стали марки 20 по ГОСТ 1050.

Конструкции специализированных контейнеров. Специализированные контейнеры предназначены для поставки и временно-го хранения груза, имеющего специфические свойства, и грузов, однородных по свойствам и условиям перевозки. Поэтому для первого рода грузов контейнеры относят к контейнерам индивидуального назначения, а для второго — к групповым.

В соответствии с ГОСТ 19417 специализированные контейнеры разбиты на пять групп, характеристики которых приведены в табл. 7.14.

Контейнеры для сыпучих несслеживающихся или слабосслеживающихся грузов (СК-1) выполняются в форме параллелепипеда с люками в крыше и с люками в днище или боковой стене. Контейнеры могут также представлять собой цилиндрическую емкость в жесткой и мягкой оболочке. Цилиндрические емкости могут размещаться в каркасе, имеющем форму параллелепипеда.

Специализированный групповой контейнер СК-1-5 предназначен для транспортировки кальцинированной соды, цемента и других сыпучих материалов. Конструкция контейнера соответствует требованиям ГОСТ 19668.

Таблица 7.14. Характеристики специализированных контейнеров

Группа	Тип	Масса брутто, кг	Объем, м³	Габаритные размеры, мм			Назначение и форма контейнера
				длина	ширина	высота	
СК-1	СК-1-20	20,32	16	6058	2438	2438	Сыпучие неслеживающиеся или слабослеживающиеся грузы, требующие защиты от атмосферных осадков. Прямоугольной или цилиндрической формы, с верхними, нижними или боковыми люками
	СК-1-15	15,5	8,0	2991	2438	2438	
	СК-1-10	10,0	6,0	2650	2100	1420	
	СК-1-5	5,0	5,0	2100	1325	2400	
	СК-1-3,4	3,4	1,6	1350	1300	1275	
	СК-1-2,5	2,5	1,5	1350	1050	1420	
	СК-1-1,25	1,25	1,5	1350	1050	1420	
СК-2	СК-2-15	15,5	8,0	2800/1840	2800/1840		Сыпучие сильнослеживающиеся или мерзлые грузы. В виде конусных или пирамидоидальных с крышей и открытые
	СК-2-15(12,5)	10	4,0	2800/2180	1960/1440	1900	
	СК-2-5	5,0	2,0	1630	1500/1145	1500	
	СК-2-3.2(5)	0,5 5,0	1,2	1630	1500/1145	1900	
СК-3	СК-3-30	30,48	30	6058	2438	2438	Штучные грузы, продукции машиностроения и сыпучие в таре. В виде параллелепипеда с крышей или с открывающимися крышей и стенкой
	СК-3-20	20,32	29	6058	2438	2438	
	СК-3-15	10,16	14	2991	2438	2438	
	СК-3-5	5,0	5,0	2100	1325	2400	
СК-4	СК-4-30	30,48	16	6058	2438	2438	Грузы наливные химической и нефтехимической промышленности. В виде цилиндрической, эллиптической или параллелепипеда с загрузочными люками
	СК-4-20	20,32	20	6058	2438	2438	
	СК-4-10	10,16	8,0	2991	2438	2438	
	СК-4-5	5,0	4,0	2160	1325	2400	
	СК-4-1,25	1,25	1,5	1350	1050	1420	
СК-5	СК-5Р*-30	30,48	50/52	12192	2438	2438	Для грузов требующих определенных температурных условий
	СК-5Р*-20	20,32	23/25	6058	2438	2438	
	СК-5И*-20	20,32	26	6058	2438	2438	
	СК-5И*-10	10,16	12	2992	2438	2438	
	СК-5И*-5	5,0	8,0	2100	2650	2400	

* Р — рефрижераторный, И — изотермический.

Контейнер СК-1-5 — цельнометаллический, сварной конструкции с водонепроницаемым загрузочным люком, изготавливается из фасонного и листового проката (рис. 7.94). Масса брутто контейнера 5 т, объем 5,1 м³, тара 0,7 т. В крыше контейнера имеются четыре ниши с подъемными приспособлениями (рымами) аналогично универсальным контейнерам МПС. На крыше контейнера предусмотрен загрузочный люк диаметром 450 мм. Для крепления крышки люка применено запорное устройство шпингалетного типа. В нижней раме кон-

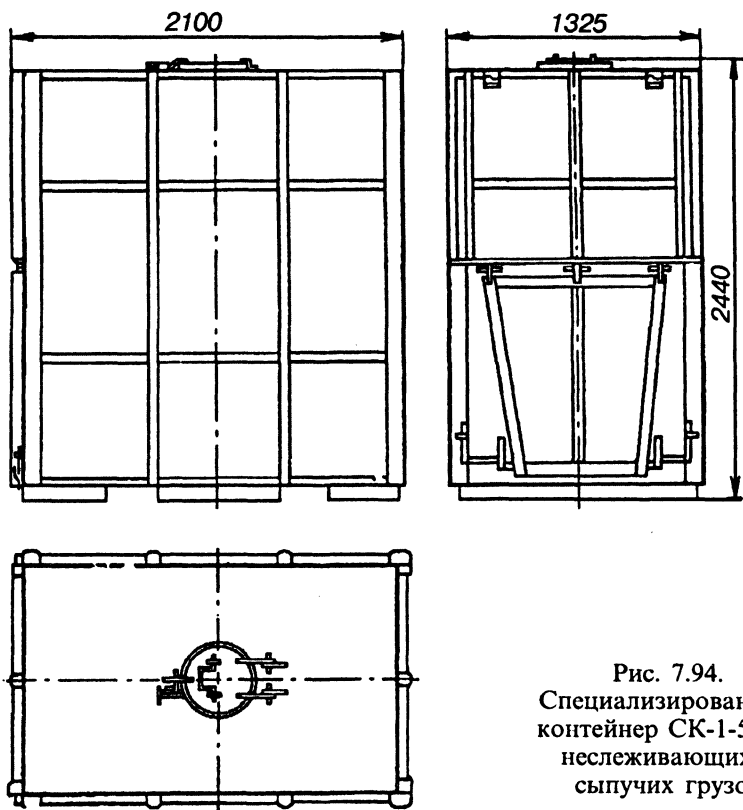


Рис. 7.94.
Специализированный
контейнер СК-1-5 для
нестеживающихся
сыпучих грузов

тейнера имеются пазы для вилок вилочных погрузчиков. На одной из торцовых стенок контейнера имеется разгрузочный люк прямоугольной формы 1060х960 мм, который крепится на трех петлях к стойкам контейнера. По всему периметру располагается резиновое уплотнение. Нижняя часть люка оборудована двумя замками шпингалетного типа аналогично замку верхнего люка. Прочность контейнера допускает установка их в четыре яруса. В контейнер можно загрузить 3,0–3,3 т соды, а с применением вибрации 3,75 т.

Контейнер СК-2-1 (рис. 7.95) предназначен для перевозки сыпучих, слеживающихся материалов. Контейнер металлический, имеет форму усеченной прямоугольной пирамиды, водонепроницаемый. Загрузочный люк размером 600х900 мм с крышкой 1 расположен по

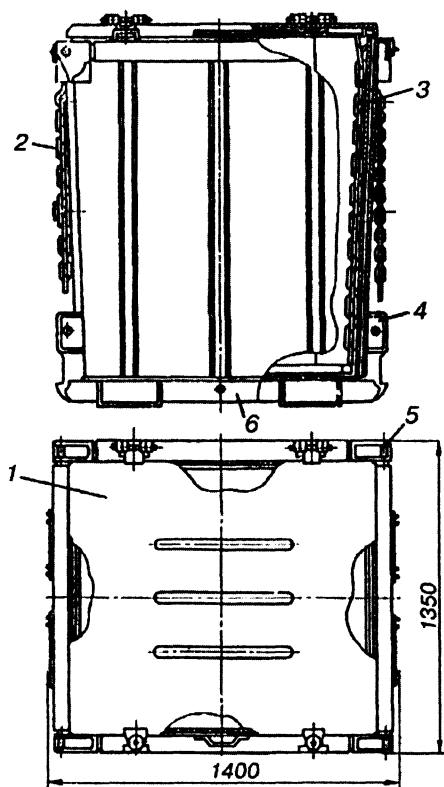


Рис. 7.95.
Специализированный
контейнер СК-2-1
для слеживающихся
сыпучих грузов

всему периметру контейнера. Для выгрузки из контейнера слеживающихся материалов имеется второе съемное днище 6, которое прикреплено цепями 3 к контейнеру. Со стороны днища имеются строповочные проушины 4. Разгрузку контейнера можно производить, не снимая его с кузова автомобиля. Для погрузки контейнера кранами он снабжен рымами 5. На железнодорожном подвижном составе контейнеры перевозятся в горизонтальном положении в два яруса в количестве 32 шт. Фиксаторами служат проушины со специальными выступами. На боковых стенах контейнера прикреплены цепи 2 и специальные устройства для закрепления контейнеров.

Контейнер типа СК-3-5 (рис. 7.96) предназначен для транспортирования промышленных штучных грузов широкой номенклатуры. Масса брутто контейнера 5 т. Он выполнен из гладких

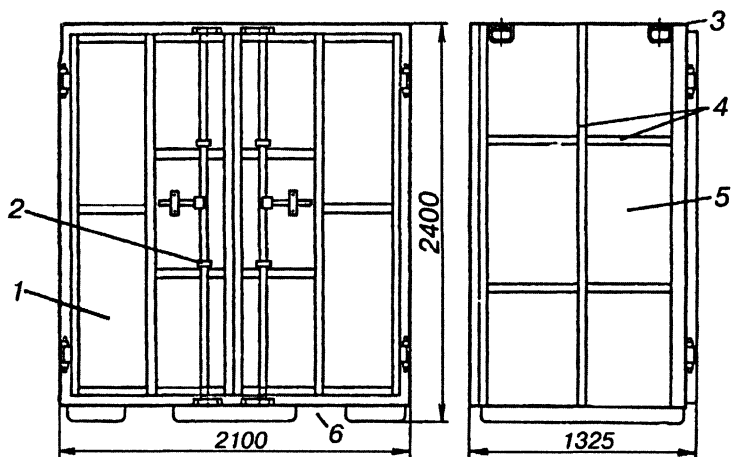


Рис. 7.96. Специализированный контейнер СК-3-5 для штучных грузов

металлических листов 5, подкрепленных жестким каркасом 4 из гнутых профилей. Дверь контейнера — двухстворчатая на всю его длину, что облегчает его разгрузку механизированным способом. Створки двери 1 закрываются штанговыми запорами 2. Дверной проем имеет резиновую прокладку для создания герметичности. Для перегрузки контейнера кранами он снабжен рымами 3, а вилочными погрузчиками — пазами 6.

Контейнеры типа СК-4 предназначены для наливных грузов и разделяются на три группы:

- 1) требующие при наливе и сливе подогрева (вязкие нефтепродукты, растительные масла, жиры);
- 2) не требующие подогрева (легкие нефтепродукты, спирт);
- 3) требующие при транспортировке постоянной температуры (молоко, вино).

В зависимости от вида груза контейнеры для наливных грузов изготавливают металлические (жесткие) и резинотканевые (мягкие), цилиндрической и прямоугольной формы, с подогревом и без подогрева, с теплоизоляцией и без нее.

На рис. 7.97 приведен один из вариантов контейнера — цистерны спроектированного по международному стандарту ИСО для жидких грузов, не требующих подогрева. Он состоит из котла 1,

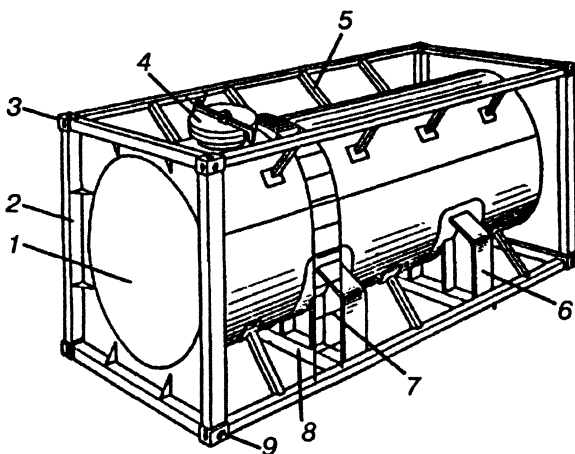


Рис. 7.97. Специализированный контейнер-цистерна СК-3-5 для наливных грузов

заключенного в каркасе 2 и закрепленного в нем раскосами 5. Котел опирается на две жесткие опоры 6, связанные с каркасом мощными поперечными балками 8. Для загрузки и выгрузки груза котел снабжен люком с крышкой 4, закрывающейся ригельным замком. Для обслуживания люка контейнер снабжен лестницей 7.

Каркас контейнера выполнен из гнутых профилей замкнутой формы с толщиной стенок 4–6 мм.

Закрепление контейнера на подвижном составе осуществляется, как и универсальных контейнеров, с помощью типовых нижних фитингов 9, а перегрузка кранами — с помощью верхних фитингов 3. Линейные размеры каркаса контейнера стандартные и равны $L \times B \times H = 6058 \times 2438 \times 2438$ мм.

Контейнер СК-5 предназначен для перевозки скоропортящихся грузов и поддержания температурно-влажностного режима с учетом климатических зон и времени транспортирования.

Современные изотермические и рефрижераторные контейнеры конструируются на базе универсальных контейнеров.

В зависимости от устройства контейнеры СК-5 можно подразделить на следующие типы: имеющие только вентиляцию; с устройствами охлаждения водным или сухим льдом (контейнер-ледник);

с аккумуляторным рассольным охлаждением; с машинным охлаждением — рефрижераторные; с морозильными устройствами, в которых используется жидкий азот; контейнеры-термосы.

В зависимости от рода перевозимого груза выбирается конструкция контейнера. Наиболее универсальными являются контейнеры с машинным охлаждением. Наиболее экономичными для перевозки замороженных продуктов являются морозильные контейнеры.

На выбор типажа и параметров изотермических и рефрижераторных контейнеров для перевозки и временного хранения грузов большое влияние оказывают: род груза, его физико-химические свойства, партийные отправки, дальность и условия перевозки, сроки хранения, возможность группировки контейнеров под грузы, близкие по условиям перевозки.

Рекомендуется использовать для свежих плодоовощей вентилируемые контейнеры с изоляционными или обычными панелями, решетчатые, из материалов с низким коэффициентом теплопередачи.

Для транспортировки скоропортящихся грузов на большие расстояния целесообразны рефрижераторные контейнеры. Коэффициент теплопередачи может достигать до $0,35 \text{ ккал/м}^2\text{°C}$.

Габариты их должны удовлетворять стандарту ИСО/668, а также ИСО-1161 и ИСО-1996/1.

Рефрижераторная установка должна обеспечивать внутри — 18°C при наружной $+40^{\circ}\text{C}$, в северных широтах — внутри $+12^{\circ}\text{C}$ при наружной -40°C .

Для изготовления корпуса изотермических и холодильных контейнеров используют сталь, цветные металлы, дерево, пластмассу. Стены делают из трехслойных панелей. Между наружной и внутренней поверхностями помещают толстый слой изоляции из пенополиуретана, пенополистирола и других изоляционных материалов.

Конструкция контейнера должна быть герметичной. Дверь уплотняется с помощью специальной резиновой теплоизоляционной прокладки.

Свежие овощи при перевозке требуют подачи свежего воздуха. Поэтому предусмотрены вентиляционные устройства. На полу контейнера должна быть решетка для обеспечения циркуляции воздуха.

Контейнеры должны содержаться в хорошем санитарном состоянии. Их моют. Для стока обмывочных вод предусмотрены сточные желобы и пол с небольшим уклоном.

Контейнеры, предназначенные для перевозки мясных туш, оборудуются продольными рельсами с передвижными крючками.

Наибольшее распространение для охлаждения скоропортящихся продуктов в изотермических контейнерах получили холодильные агрегаты, включающие силовой привод. Агрегат монтируют таким образом, чтобы обеспечивалась легкая замена отдельных, узлов. Компрессор и другие узлы высокого давления устанавливаются снаружи, а испаритель — внутри емкости, оборудованной термоизоляцией. К силовому приводу на судне или терминале подводится электропитание, а при перевозке наземными видами транспорта подается топливо. Холодильный агрегат контейнера оснащается электромотором и двигателем внутреннего сгорания. Агрегат включает четырехцилиндровый четырехтактный бензиновый двигатель с водяным охлаждением и автоматическим управлением. Холодильный агрегат может быть использован в случае необходимости для подогрева груза. Контроль температуры осуществляется с помощью контактных термометров. При перевозке контейнера в грузовых помещениях судна бензиновый топливный бак снимается.

Для крупнотоннажных рефрижераторных контейнеров в ряде случаев применяют систему азотного охлаждения. В сосудах, покрытых тепловой изоляцией, содержится жидкий азот, температура кипения которого при атмосферном давлении равна -196°C . При повышении температуры воздуха в контейнере до заданного верхнего предела (например, -19°C) реле температуры открывает соленоидный клапан и испаряющийся азот охлаждает камеру. Для поддержания в сосуде над уровнем жидкости заданного избыточного давления (100–150 кПа) служит регулятор давления, установленный после испарения. При открывании двери контейнера концевой дверной выключатель размыкает контакты, соленоидный клапан закрывается, и подача жидкого азота в камеру прекращается. Наряду с электрической системой регулирования температуры, требующей вспомогательного источника энергии, применяется также пневматическая система с регулятором, изменяющим количество подаваемого азота в зависимости от температуры в охлаждаемом помещении.

Современные рефрижераторные контейнеры строят на базе крупнотоннажных контейнеров 1СС и имеют одинаковые принципы конструктивного решения. То есть это цельнометаллические конструкции с мощной нижней рамой, блоками боковых стен, глухой и дверной торцовыми стенами и крышей. Обшивка боковых стен выполнена из гофрированных листов толщиной 1,5 мм, а торцевых — 2 мм. Крыша — гладкие листы толщиной 2,5 мм. Стойки и верхние обвязки стен выполнены из прямоугольных гнутых трубчатых элемен-

тов толщиной соответственно 6 и 3 мм. Дверь — двухстворчатая с резиновым уплотнением. Запоры дверей — штанговые. Контейнер снабжен четырьмя верхними и четырьмя нижними фитингами, нижняя рама снабжена пазами под вилы погрузчика. Пол — деревянный.

Испытания контейнеров. В соответствии с ГОСТ 20260 проводятся испытания универсальных контейнеров типов УУК-3, УУК-5У, УУК-5, 1D, 1С, 1А. Испытаний проводят в несколько этапов.

При *предварительных* испытаниях у порожних контейнеров проверяют соответствие конструкции контейнера технической документации, плотность прилегания створок дверей к дверной раме и друг к другу, работоспособность запорных устройств, водонепроницаемость или устойчивость к действию атмосферных осадков и морской воды.

Плотность прилегания створок дверей контейнера с резиновым уплотнением к дверной раме и друг к другу устанавливают проверкой светонепроницаемости (изнутри запертого контейнера), а дверей без резинового уплотнения — измерением и проверкой соответствия рабочим чертежам зазоров между створками и дверной рамой и высоты полок лабиринтов для отвода атмосферных осадков. Работоспособность запорных устройств проверяют 10-кратным запираем дверей вручную.

Водонепроницаемость проверяют поливом водой наружных поверхностей стенок, крыши и дверей порожнего контейнера. При этом контейнеры без резинового уплотнения дверей устанавливают на ровной площадке с обеспеченным стоком воды, а контейнеры с резиновым уплотнением дверей — в воде, уровень которой должен быть выше пола не менее чем на 5 см. Полив производится струей воды, перемещающейся со скоростью 100 мм/с и вытекающей из сопла диаметром 12,5 мм, находящегося на расстоянии 1,5 м от поливаемой поверхности. Давление на выходе из сопла 0,1 МПа. Струи воды направляют перпендикулярно поливаемой поверхности стенок и крыши контейнера. Полив дверей с резиновым уплотнением производят струей воды, направленной перпендикулярно их поверхности, а дверей без резинового уплотнения — струей воды, направленной сверху вниз под углом 30° к поливаемой поверхности.

Универсальные контейнеры типов УУК-5, УУК-3 с Государственным знаком качества, оборудованные дверьми с резиновым уплотнением и обладающие полной светонепроницаемостью, по согласованию с заказчиком подвергаются выборочной проверке на водонепроницаемость (один из каждых десяти изготовленных контейнеров).

Результаты предварительных испытаний оформляются актом.

Типовым испытаниям подвергаются контейнеры, выдержавшие предварительные испытания. При *типовых* испытаниях проверяется прочность, жесткость и водонепроницаемость (устойчивость к действию атмосферных осадков) опытных образцов или головных контейнеров. На каждый контейнер, подвергаемый типовым испытаниям, заводят журнал, в который заносят место проведения испытаний, краткую техническую характеристику используемых средств, аппаратуры и приборов, дату их последней проверки и результаты предшествовавшего приемочного контроля и предварительных испытаний. В журнале фиксируют собственную массу контейнера, время начала и окончания каждого испытания, результаты измерения деформаций под нагрузкой и после снятия ее, нарушение сварных швов и соединений и другие дефекты, если они возникли при испытании, а также состав комиссии по испытаниям.

На основании материалов, зафиксированных в журнале, комиссия составляет протокол по каждому испытанию. В журнал заносится заключение комиссии.

Перед типовыми испытаниями устанавливают собственную массу контейнера его взвешиванием в готовом к эксплуатации состоянии на товарных весах.

По окончании типовых испытаний составляется акт приемки, который утверждается вместе с результатами испытаний и предложениями.

Для измерения прогибов элементов конструкции нижней рамы контейнер при испытании устанавливают нижними углами (угловым фитингами) на подкладки. Размеры подкладок, имеющих форму прямоугольного параллелепипеда, для контейнеров УУК-5, УУК-5У, УУК-3 равны 200x200x50 мм, а для контейнеров 1А, 1С и 1D соответствуют размерам опорной поверхности углового фитинга высотой 50 мм.

Контейнер, загруженный мерным грузом массой $m_{бр} - q_k$ равномерно распределенным по площади пола, устанавливают без зазоров между двумя деревянными брусками, один из которых неподвижный. Размеры брусков 1325x100x120 мм для контейнеров УУК-3, УУК-5У и 2650x100x120 мм для контейнера УУК-5. К подвижному бруску прикладывают горизонтальную сжимающую силу $2P_{бр}$, равномерно распределенную по его длине (рис. 7.98). Принимается, что сила $2P_{бр}$ действует на нижнюю раму контейнера в продольном направлении и равномерно распределяется по ширине контейнера. Испытание длится 5 мин.

При нагружении торцевой и боковой стенок (или дверей, их заменяющих) испытание осуществляется приложением изнутри нагрузки $0,6 (P_{бр} - q_k g)$, равномерно распределенной по площади каждой торцевой или боковой стенки (двери) контейнера в отдельности, либо к обеим противоположным стенкам одновременно. При испытании допускается установка порожнего контейнера на торцевую (боковую) стенку, опирающуюся своими четырьмя углами на подкладки. Подкладки под контейнеры типов УУК-3, УУК-5У и К-5 выступают сбоку и с торцов каждого угла контейнера наружу на 50 мм.

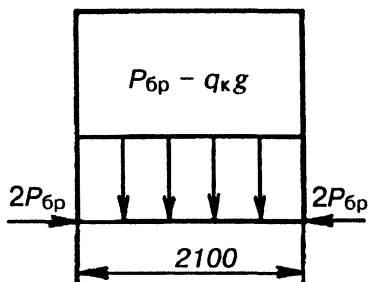


Рис. 7.98. Схема нагружения рамы среднетоннажных контейнеров сжатием

При испытании для обеспечения равномерного распределения нагрузки на пол, стенки и крышу контейнера используется мерный груз с возможно меньшими размерами, но с объемной массой, достаточной для создания требуемых нагрузок. Принимаемые при испытаниях нагрузки выражаются через массу брутто контейнера $m_{бр}$, его собственную массу q_k , ускорение свободного падения g .

Типовые испытания контейнеров УУК-5, УУК-5У, УУК-3 включают следующие операции: штабелирование в три яруса; подъем за рымы; подъем за пазы нижней рамы; продольное сжатие нижней рамы; нагружение стенок (дверей, их заменяющих); нагружение крыши сосредоточенной нагрузкой; нагружение крыши равномерно распределенной нагрузкой; нагружение пола и нижней рамы; установку на три опоры; установку на продольное ребро; проверку устойчивости к действию атмосферных осадков.

При штабелировании в три яруса нижний контейнер устанавливают на четыре подкладки. Для создания нагрузки дополнительно используют два контейнера того же типа или заменяют их эквивалентным грузом с формой и размерами основания как у испытываемого контейнера. На нижний контейнер устанавливают строго вертикально, без смещений два контейнера (эквивалентный груз), нагрузка равномерно передается через опорные поверхности на испытываемый контейнер. Каждый из трех контейнеров загружается мерным грузом $1,8/m_{бр} - q_k$, равномерно распределенным по площади

ди пола. Общая масса двух верхних груженых контейнеров (эквивалентного груза) $3,6m_{бр}$. Испытания длятся 15 мин.

При подъеме за рымы контейнер загружают мерным грузом общей массой $2m_{бр} - q_k$, равномерно распределенным по площади пола. Испытание осуществляется подъемом контейнера за рымы стропами, которые заканчиваются крюками и навешиваются с помощью скобы (кольца) на крюк грузоподъемного устройства. Угол наклона стропов к вертикали 30° . Подъем и опускание контейнера производится плавно, без рывков, с возможно меньшими ускорениями. В поднятом положении контейнер удерживается на весу 5 мин.

Контейнер, загруженный равномерно распределенным по площади пола мерным грузом массой $1,25m_{бр} - q_k$, поднимают на высоту 1,2 м *вилочным захватом* погрузчика, вводимым в пазы нижней рамы на $\frac{3}{4}$ длины, а затем опускают с максимально возможной скоростью. Испытание повторяется 5 раз. В этом положении на торцевую (боковую) стенку укладывают мерный груз, создающий указанную нагрузку.

Испытание двери, заменяющей вторую торцевую (боковую) стенку контейнера, допускается проводить путем загрузки контейнера мерным грузом до использования его грузоподъемности на 60% и объема на 100%. Загруженный таким образом и запертый контейнер поворачивают с возможно меньшими ускорениями на угол 90° и устанавливают углами дверной рамы на четыре подкладки. Нахождение каждой стенки (двери) под нагрузкой длится 5 мин.

При нагружении крыши сосредоточенной нагрузкой контейнер загружают мерным грузом массой $m_{бр} - q_k$, равномерно распределенным по площади пола. После этого в наиболее слабом месте крыши на площади квадрата со стороной 30 см прикладывают вертикальную равномерно распределенную нагрузку 1,5 кН. Испытание длится 15 мин.

При нагружении крыши равномерно распределенной нагрузкой контейнер загружают мерным грузом массой $m_{бр} - q_k$, равномерно распределенным по площади пола. Затем на крышу контейнера равномерно по всей ее площади прикладывают нагрузку, равную 5 кН, по всей площади крыши. Испытание длится 15 мин.

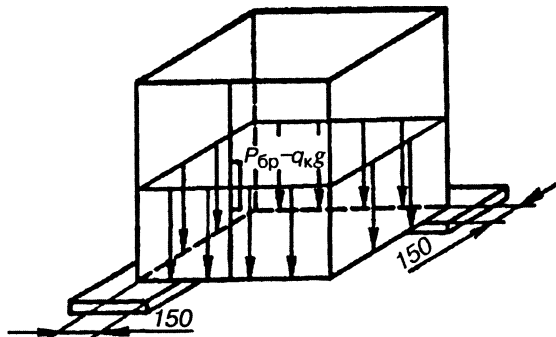
При нагружении пола и нижней рамы испытание контейнера проводится с помощью специальной тележки или погрузчика, въезжающих внутрь контейнера и занимающих в нем разные положения. Нагрузка на пол от каждого из двух колес тележки или каждого из двух колес передней оси погрузчика составляет 15 кН. Расстояние между

вертикальными осями колес равно 760 мм. Площадь контакта шины каждого из двух колес с полом контейнера составляет 40 см².

При отсутствии тележки (погрузчика) проводится испытание, аналогичное изложенному выше, с помощью мерного груза и двух резиновых подкладок с указанными площадью опоры (контакта) и нагрузкой. Испытание длится 15 мин.

Для проверки жесткости конструкции контейнеры типов УУК-3 или УУК-5У устанавливают на три подкладки одинаковой высоты, так чтобы один из углов под дверь оказался на весу (рис. 7.99). По истечении 5 мин контейнер поднимают и подкладку под дверь переставляют под другой угол. Контейнер УУК-5 устанавливают на четыре подкладки высотой не менее 30 мм, одна из которых ниже других. Ее устанавливают сначала под один, а затем под другой угол под дверь. Нахождение контейнера в каждом положении на четырех подкладках длится 5 мин.

Рис. 7.99. Схема нагружения среднетоннажного контейнера установкой на три опоры для проверки жесткости его конструкции



При установке на продольное ребро контейнер полностью загружают мерным грузом массой $m_{бр} - q_k$, равномерно распределенным по площади пола. Далее, с помощью упора и предохранительной подвески контейнер устанавливают сначала на одно, а затем на другое нижнее продольное ребро так, чтобы угол наклона контейнера к горизонтальной (вертикальной) плоскости составлял 45° (рис. 7.100). Нахождение контейнера в каждом положении длится 5 мин.

Типовые испытания крупнотоннажных контейнеров 1А, 1С, 1D включают следующие операции: штабелирование в шесть ярусов; подъем за верхние угловые фитинги; подъем за нижние угловые фитинги; подъем за подхватные устройства нижней рамы; подъем за пазы нижней рамы; продольное сжатие и растя-

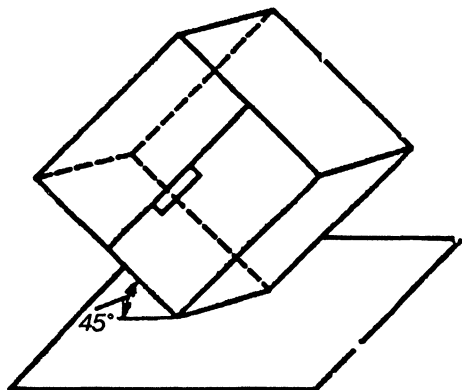


Рис. 7.100. Схема проверки жесткости конструкции среднетоннажного контейнера установкой на продольное ребро

жение нижней рамы; нагружение торцевых стенок (дверей, их заменяющих); нагружение боковых стенок (дверей, их заменяющих); нагружение крыши; нагружение пола и нижней рамы; нагружение контейнера сдвигающими усилиями в продольном направлении; нагружение контейнера сдвигающими усилиями в поперечном направлении; проверку влагонепроницаемости.

При штабелировании в шесть ярусов контейнер устанавливают на четыре подкладки и следят за тем, чтобы поверхности его нижних угловых фитингов располагались на поверхностях подкладок без смещений. Для создания нагрузки дополнительно используют пять контейнеров такого же типа или заменяют их эквивалентным грузом с формой и размерами основания как у испытываемого контейнера. Верхние контейнеры устанавливают со смещением на 25,4 мм в поперечном направлении и на 38 мм в продольном направлении по отношению к испытываемому контейнеру.

Нагрузка от верхних контейнеров равномерно передается через опорные поверхности на испытываемый контейнер, который загружается мерным грузом массой $1,8m_{бр} - q_k$, равномерно распределенным по площади пола контейнера. Общая масса верхних контейнеров или эквивалентного груза составляет $9m_{бр}$. На каждый верхний фитинг контейнера действует вертикальная нагрузка $2,25m_{бр}$ на каждый нижний угловой фитинг — нагрузка $2,7P_{бр}$.

При подъеме контейнера за верхние угловые фитинги нагрузка, равномерно распределенная по площади пола, составляет $2P_{бр} - q_k g$. Испытание контейнеров 1А и 1С проводят с помощью захвата шты-

рями, головки которых вводят в верхние отверстия угловых фитингов. При подъеме обеспечивается приложение нагрузок к фитингам вертикально вверх. Подъем контейнера 1D осуществляется ручными стропами, которые навешиваются с помощью одного кольца на крюк крана и заканчиваются строповочными крюками или скобами. Крюки стропов вводятся в боковые отверстия угловых фитингов. Подъем (опускание) осуществляется на 1,5 м плавно, без рывков, с возможно меньшими ускорениями. В поднятом положении контейнер удерживают на весу 5 мин. Испытание повторяется 3 раза.

Подъем контейнера за нижние угловые фитинги осуществляют посредством траверсы с удлиненными стропами, которые заканчиваются поворотными кулачковыми приспособлениями, вводимыми в полости нижних фитингов через их боковые отверстия. Стропы, попарно закрепленные на концах траверсы, расположенной поперек контейнера, параллельны плоскостям боковых стенок и не соприкасаются с ними. Расстояние между осями стропов 2514 мм. Углы наклона стропов к горизонтальной плоскости составляют 60, 45 и 30° соответственно для контейнеров 1D, 1C и 1A.

При подъеме контейнера за подхватные устройства нижней рамы нагрузка, равномерно распределенная по площади пола, составляет $(1,25P_{бр} - q_k g)$ (рис. 7.101). Испытание контейнера проводят с помощью захвата с боковыми лапами, вертикальные оси которых совпадают с вертикальными осями полок подхватных устройств на нижней раме контейнера. Линейные размеры площади контакта лап и полок 32x254 мм.

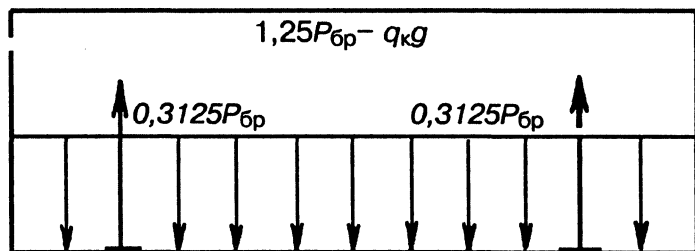


Рис. 7.101. Схема нагружения крупнотоннажного контейнера при подъеме за захватные устройства на нижней раме

При продольном сжатии и растяжении нижней рамы испытание контейнера, загруженного мерным грузом массой $m_{бр} - q_k$, равномерно распределенным по площади пола, проводят в два этапа. На первом этапе контейнер закрепляют на неподвижных опорах за два нижних угловых фитинга одной торцевой стенки, а на втором этапе — за два других нижних угловых фитинга второй торцевой стенки (двери). На обоих этапах противоположную пару фитингов закрепляют на подвижных опорах. Закрепление контейнера на опорах (подвижных и неподвижных) осуществляют с помощью вводимых в нижние отверстия угловых фитингов штыревых устройств с поворотными головками. К каждому из двух нижних угловых фитингов, закрепленных на подвижных опорах, в горизонтальной плоскости в продольном направлении прикладывают силу $P_{бр}$ таким образом, чтобы нижняя рама вместе с полом подвергалась действию суммарной силы, равной $2P_{бр}$, сначала в сторону контейнера (сжатие), затем — в противоположную сторону (растяжение). Продолжительность действия сил на каждую пару фитингов в каждую сторону 5 мин.

При нагружении торцевых стенок испытанию подвергаются торцевая стенка и дверь, заменяющая вторую торцевую стенку. У контейнера с двумя одинаковыми торцевыми стенками испытанию подвергают одну из них. При испытании контейнер удерживают от перемещения путем закрепления его за нижние угловые фитинги. Верхние угловые фитинги остаются незакрепленными и смещаются под действием нагрузок. На каждую торцевую стенку (дверь) действуют изнутри горизонтальные равномерно распределенные по площади силы, направленные перпендикулярно ее поверхности. Нагрузка на торцевую стенку (дверь) равна $0,4(P_{бр} - q_k g)$. Загруженный и запертый кондиционер поворачивают таким образом, чтобы испытываемая стенка занимала нижнее горизонтальное положение и своими четырьмя угловыми фитингами опиралась на четыре одинаковые подкладки.

При нагружении боковых стенок (дверей, их заменяющих) испытанию подвергают каждую боковую стенку или одну из них, если они идентичны. Нагрузка на боковую стенку составляет $0,6(P_{бр} - q_k g)$. При нагружении крыши сосредоточенной нагрузкой и испытание проводят приложением в наиболее слабом месте крыши порожнего контейнера нагрузки 3 кН, равномерно распределенной по площади прямоугольника со сторонами 300х600 мм. Испытание длится 15 мин.

При нагружении пола (рис. 7.102) и нижней рамы контейнера испытание проводят специальной тележкой или погрузчиком, въезжающим внутрь контейнера и маневрирующим в нем. Нагрузка на пол от каждого из двух колес тележки или от каждого из двух колес передней оси погрузчика составляет $27,3 \text{ кН}$. Расстояние между вертикальными осями колес 760 мм , ширина каждого колеса 180 мм . Площадь контакта шины каждого из двух передних колес с полом контейнера 142 см^2 .

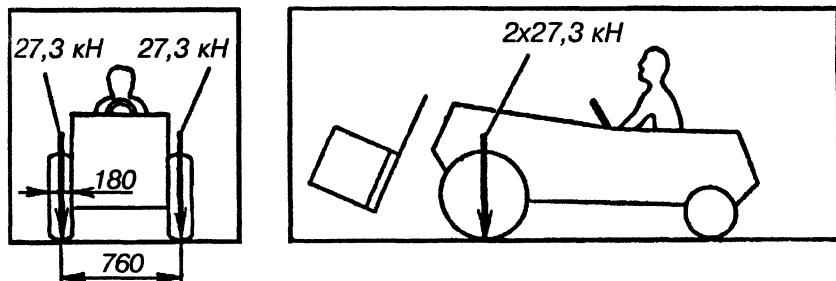


Рис. 7.102. Схема нагружения пола крупнотоннажного контейнера

При нагружении контейнера сдвигающими усилиями в поперечном направлении (рис. 7.103, а) испытание проводят с порожним контейнером, который устанавливают на четыре расположенные на одном уровне горизонтальные опоры, по одной под каждым нижним угловым фитингом. С помощью анкерных приспособлений этих опор контейнер ее стороны нижних отверстий нижних угловых фи-

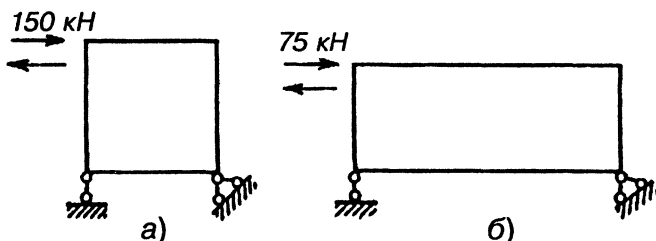


Рис. 7.103. Схема проверки жесткости конструкции контейнеров типа 1А и 1С:

а — проверка поперечной жесткости; б — проверка продольной жесткости

тингов закрепляют против вертикальных перемещений за четыре фитинга и против поперечных — за два из них, являющихся диагонально противоположными (в плоскости торцевой стенки) тем верхним угловым фитингам, к которым прикладывают силы. Горизонтальные силы величиной по 150 кН прикладывают в поперечном направлении поочередно или одновременно к каждому верхнему угловому фитингу со стороны боковой стенки контейнера сначала в сторону контейнера, а затем от него.

Если у контейнера каждая торцевая стенка симметрична относительно собственной вертикальной оси, то испытание проводят только со стороны одной боковой стенки; если торцевые стенки несимметричны, то силы прикладывают со стороны каждой боковой стенки поочередно. Продолжительность действия силы на каждый фитинг в каждую сторону 3 мин.

При нагружении порожнего контейнера сдвигающими усилиями в продольном направлении порожний контейнер (рис. 7.103, б) устанавливают на четыре расположенные в одном уровне горизонтальные опоры, по одной под каждым нижним угловым фитингом. С помощью анкерных приспособлений этих опор контейнер закрепляют со стороны нижних отверстий угловых фитингов против вертикальных перемещений за все четыре фитинга и против продольных — за два из них со стороны одной торцевой стенки. После этого горизонтальные силы величиной по 75 кН прикладывают со стороны другой торцевой стенки в продольном направлении одновременно к двум верхним угловым фитингам или поочередно к каждому из них: сначала в сторону контейнера, а затем от него (рис. 7.104).

При одинаковой конструкции боковых стенок и симметричности их относительно собственных вертикальных осей силы прикладывают к одному любому верхнему угловому фитингу.

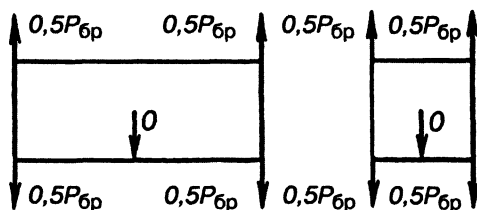


Рис. 7.104. Схема нагружения порожнего контейнера вертикальными растягивающими усилиями, действующими через угловые фитинги

При отсутствии этого силы прикладывают к каждому верхнему угловому фитингу. Продолжительность действия силы на каждый фитинг в каждую сторону составляет 3 мин.

Приемо-сдаточным испытаниям подвергают порожние контейнеры. При этом проверяют: плотность прилегания створок дверей к дверной раме и друг к другу; работоспособность запорных устройств; водонепроницаемость (при резиновом уплотнении створок дверей) или устойчивость к действию атмосферных осадков (без резинового уплотнения створок дверей). Результаты приемо-сдаточных испытаний каждого контейнера заносят в журнал выпуска продукции против его серийного номера.

Периодическим испытаниям подвергаются контейнеры, выдержавшие приемо-сдаточные испытания. К каждому последующему испытанию допускают только контейнеры, выдержавшие предыдущие испытания. На каждый отобранный контейнер для испытаний составляют протокол, в который заносят результаты приемочного контроля, взвешивания и периодических испытаний. Результаты периодических испытаний однотипных контейнеров типов 1A, 1C, 1D оформляются общим протоколом.

Подлинники протоколов испытаний контейнеров хранятся на предприятии-изготовителе.

Периодические испытания контейнеров УУК-3, УУК-5У, УУК-5 включают следующие операции: подъем за рымы; установку на три опоры; установку на продольное ребро; проверку устойчивости к действию атмосферных осадков. **Периодические** испытания контейнеров 1A, 1C, 1D включают следующие операции: штабелирование; подъем за верхние угловые фитинги; подъем за нижние угловые фитинги; продольное сжатие нижней рамы; нагружение торцевых стенок; нагружение боковых стенок; нагружение крыши; нагружение нижней рамы и пола; нагружение контейнера сдвигающими усилиями в продольном направлении; проверку водонепроницаемости.

Выдержавшими испытания считаются контейнеры: соответствующие ГОСТ 20259 и рабочим чертежам; не имеющие остаточных деформаций поперечных элементов конструкции, превышающих 1/1000 их пролета; не имеющие остаточных деформаций прогиба (выпучин) в середине обшивки боковых и торцевых стенок более 5 мм; не имеющих нарушений сварных швов и соединений, трещин и других повреждений, делающих контейнер непригодным для эксплуатации; имеющие свободно открываемые и закрываемые двери с запорными устройствами, беспрепятственно запирающими и отдающими их.

7.10. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

Ведущая роль железнодорожного транспорта в обеспечении массовых грузовых перевозок в России объективно обусловлена территориально-географическими, природно-климатическими, социально-экономическими и другими факторами. Для эффективно-го выполнения перевозочных работ и оптимизации транспортных затрат необходимо внедрение новых методов организации перевозок, прогрессивных технологий и технических средств, в том числе совершенствование типажа, технического уровня, структуры и технико-экономических показателей вагонного парка. Технические параметры новых вагонов должны определяться с учетом ожидаемых условий работы подвижного состава, структуры перевозимых грузов и требований клиентов к качеству перевозок.

Совершенствование типажа, конструкции и параметров грузовых вагонов, повышение их эффективности и надежности связано с развитием правил проектирования и эксплуатации подвижного состава, освоением новых методов расчета, внедрением прогрессивных технологий изготовления, содержания и ремонта. Периодическое уточнение Норм расчета вагонов и Правил технической эксплуатации железных дорог, правил и инструкций по содержанию и ремонту является неизбежным в связи с происходящими изменениями транспортного рынка, условий эксплуатации и требований клиентуры (грузопотоки, скорости движения, веса поездов, дальность перевозки, методы и режимы погрузки-выгрузки, маневровых работ, обеспечение сохранности грузов и сроков доставки), накоплением опыта использования новых типов подвижного состава и новых технологий перевозок. Важный этап пересмотра норм проектирования, содержания и ремонта грузовых вагонов осуществлен в последние годы. Утверждены новые редакции Норм расчета и проектирования, внесены уточнения в ПТЭ и стандарты, введены новые инструктивные указания по содержанию, осмотру и ремонту.

В этой связи уровень свойств применяемых в вагоностроении низколегированных сталей (предел текучести 300–350 МПа, предел прочности 450–500 МПа) следует считать недостаточным для создания экономичных конструкций грузовых вагонов перспективного типажа. Необходимо исследовать и освоить новые марки сталей с пределом текучести на уровне 400–450 МПа при обеспечении их удовлетворительной пластичности, вязкости и технологичности (в том

числе свариваемости). Применительно к отдельным ответственным узлам конструкции (например, для упоров и корпуса автосцепки, тягового хомута, пятников и подпятников, крышек люков полувагонов и котлов цистерн, настила пола думпкаров, элементов крепления грузов и др.) могут применяться марки стали с более высокими свойствами. Вероятно применение в конструкциях отдельных типов грузовых вагонов алюминиевых сплавов, а в более отдаленном периоде и качественно новых конструкционных материалов: различных пластиков и композитов. Прочность таких материалов может в несколько раз превосходить прочность легированной стали при высокой коррозионной стойкости и малом весе.

Наблюдающаяся тенденция повышения осевых нагрузок объективно требует одновременного улучшения ходовых качеств вагонов, чтобы за счет снижения уровня вертикальных и горизонтальных динамических сил возникающих при движении, смягчить негативное влияние увеличенных статических осевых и погонных нагрузок на путь, обеспечить достаточную надежность и работоспособность элементов ходовых частей и верхнего строения пути. Необходимо ускорить практическое внедрение ряда конкретных усовершенствований типовых тележек модели 18-100, не нарушая взаимозаменяемости их основных узлов и деталей (отъемный подпятник, роликовые скользуны, износостойкие накладки, гаситель с промежуточной пластиной, устройство для ограничения перекоса боковых рам и колесных пар). На перспективу должны быть разработаны новые более прогрессивные конструкции тележек для вагонов с повышенными осевыми нагрузками, для скоростных вагонов и вагонов типа «Восток-Запад». Исходные технические требования к новым тележкам и конструктивные предложения разрабатываются в ГосНИИВе и ВНИИЖТе. Помимо улучшения ходовых качеств, новые тележки должны обладать повышенной износостойкостью и ремонтпригодностью. Требуют внимания проблемы повышения надежности буксового узла и износостойкости колес.

Значительная часть повреждений вагонов в эксплуатации обусловлена продольными ударными силами, возникающими при маневрах на станциях и сортировочных горках. Необходимо ускорить массовое внедрение новых поглощающих аппаратов автосцепных устройств с повышенными амортизирующими свойствами. Помимо известных пружинно-фрикционных аппаратов типов Ш-6-ТО-4У, ПМК-110А это могут быть и эластомерные аппараты. Должны быть освоены поглощающие устройства типа «плавающей хребтовой бал-

ки» и концевые амортизаторы удара с ходом — 250–300 мм для отдельных типов специализированных вагонов, перевозящих особо ценные или особо опасные грузы. Внедрение новых устройств амортизации позволит снизить в 1,5–3 раза уровень продольных ударных сил и ускорений, что, в свою очередь, значительно сократит повреждаемость вагонов и грузов. Должна быть повышена прочность и износостойкость корпуса автосцепки и элементов автосцепного устройства. Стандартное автосцепное устройство грузовых вагонов должно быть поэтапно модернизировано (с сохранением взаимосцепляемости) путем его преобразования в полужесткий тип (внедрение ограничительных кронштейнов, подпружиненного центрирующего устройства), а также за счет создания в контакте хвостовика и упорной плиты эффекта «стабилизирующего шарнира», повышающего устойчивость вагонов в колее и снижающего боковое воздействие на путь.

Пневматическая часть тормозной системы новых вагонов должна иметь минимум резьбовых соединений, повышенную плотность и вибростойкость, все болтовые крепления приборов и элементов должны иметь нормированную затяжку и надежное стопорение от самоотвинчивания. Для тормозной магистрали предпочтительно применение бесшовных труб. На отдельных типах (партиях) вагонов для скоростных перевозок целесообразно применение электропневматических тормозов, а на вагонах типа «Восток-Запад» — двухсистемного тормоза. Требуется решения проблема надежности стояночного тормоза.

С учетом изложенного, приоритетными направлениями развития типажа грузовых вагонов магистральных железных дорог России на период до 2020–2030 гг. можно считать следующие:

- отработка и внедрение нового поколения грузовых 4-осных вагонов с повышенными осевыми нагрузками (245–255 кН) и увеличенными проектными габаритами (1-ВМ и 1-Т) на усовершенствованных тележках с улучшенными ходовыми качествами, модернизированным автосцепным устройством, повышенной прочностью, износостойкостью и ремонтпригодностью основных узлов;

- отработка и внедрение усовершенствованных моделей 6- или 8-осных полувагонов с «глухим» кузовом, вагонов-цистерн и других специализированных вагонов с использованием модернизированных 3-и 4-осных тележек, габаритов 1-Т, Тпр и Тц и осевых нагрузок в пределах 220–240 кН для использования в кольцевых маршрутных поездах на устойчивых грузопотоках (оптимальные размеры выпуска таких вагонов должны уточняться с выявлением и подготовкой рациональных зон их использования);

— дальнейшее развитие типажа специализированных вагонов и создание новых типов подвижного состава в соответствии с потребностями транспортного рынка, в том числе вагонов, выполненных по нетрадиционным схемам (типа «Восток-Запад», сочлененные вагоны-секции, вагоны с трансформируемыми и съемными кузовами, вагоны для скоростных грузовых перевозок, экипажи с комбинированной автомобильно-железнодорожной ходовой частью — так называемые «роуд-рэйлеры» и т.д.).

Вагоны нового поколения будут постепенно вытеснять и заменять в парке вагоны существующих конструкций. Устройство кузовов перспективного подвижного состава, особенно их полов, крыш, дверей и люков, упоров, амортизаторов и фиксаторов груза, должно обеспечивать максимальную сохранность перевозимых грузов, повышенную защищенность от злоумышленного проникновения в вагон и вандализма. Оснащение всего парка колесными парами на роликовых буксах исключило возможность понижения оси автосцепки из-за износов баббитовой заливки и корпуса подшипников, а также обточки шеек осей, что позволяет уменьшить допускаемую в эксплуатации разность уровней осей автосцепок вагонов в поездах на 10–15 мм. Это позволит повысить устойчивость вагонов от «выжимания», опрокидывания или схода.

Особое внимание при отработке конструкции перспективных грузовых вагонов должно уделяться повышению износостойкости, безотказности и ремонтпригодности узлов и элементов, определяющих безопасность и экономичность эксплуатации, а также сокращению трудоемкости технического обслуживания и ремонта. Необходимо совершенствовать систему содержания и ремонта, уточнить нормативы допустимых износов, дефектов и местных повреждений элементов с целью снижения эксплуатационных расходов при обеспечении должной работоспособности и безопасности движения.

В процессе создания и освоения нового поколения вагонов необходимо пересмотреть и для ряда типов подвижного состава увеличить нормативы назначенных сроков службы с учетом совершенствования конструкции, опыта эксплуатации и фактической интенсивности их работы.

Концепция предусматривает увеличение средней грузоподъемности основных типов 4-осных вагонов до 76–78 т, а их средней статической нагрузки — до 65–65 т, что на 6–8 т выше, чем у вагонов существующего парка.

В собственном вагонном парке МПС должны состоять, главным образом, «универсальные» типы вагонов, используемые для перевозки широкой номенклатуры грузов, а также некоторые специализированные модели, предназначенные для перевозки грузов государственного значения или необходимые для собственных нужд железных дорог.

В этой связи собственный парк МПС должен включать: полувагоны (люковые и глухондные); крытые «универсальные»; платформы (бортовые «универсальные», «фитинговые» с настилом пола, специальные для маршрутных контейнерных и контейнерных перевозок, а также рельсовозные); крытые хопперы для перевозки зерновых грузов, цемента, минеральных удобрений; крытые вагоны для легковесных грузов (типа ЦМГВ); нефтебензиновые цистерны; вагоны для перевозки мелких партий грузов с пассажирской скоростью; изотермические (вагоны-термосы и рефрижераторы); вагоны-самосвалы и хоппер-дозаторы.

7.11. РАСЧЕТ КУЗОВОВ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

Кузов современных типов грузовых вагонов представляет собой несущую конструкцию, способную надежно воспринимать все возникающие в эксплуатации нагрузки, предусмотренные нормами. Основные из них:

вертикальные от действия силы тяжести груза и кузова с учетом динамических нагрузок;

продольные от соударения вагонов до 3,0 МН и силы тяги до 2,5 МН;

поперечные боковые от центробежной силы и давления ветра. В упрощенных расчетах действие боковых нагрузок учитывается увеличением на 10% напряжений от вертикальных сил;

усилия распора сыпучих, навалых и скатывающихся грузов, а также давление внутри котла паров перевозимых жидкостей в цистернах;

усилия от действия зажимов вагоноопрокидывателя при выгрузке грузов из полувагонов.

В приближенном расчете на вертикальную нагрузку цельнонесущий кузов грузового вагона рассматривается как единый брус, лежащий на двух опорах — подпятниках тележек (рис. 7.105, а), на который действует равномерно распределенная нагрузка q . Для

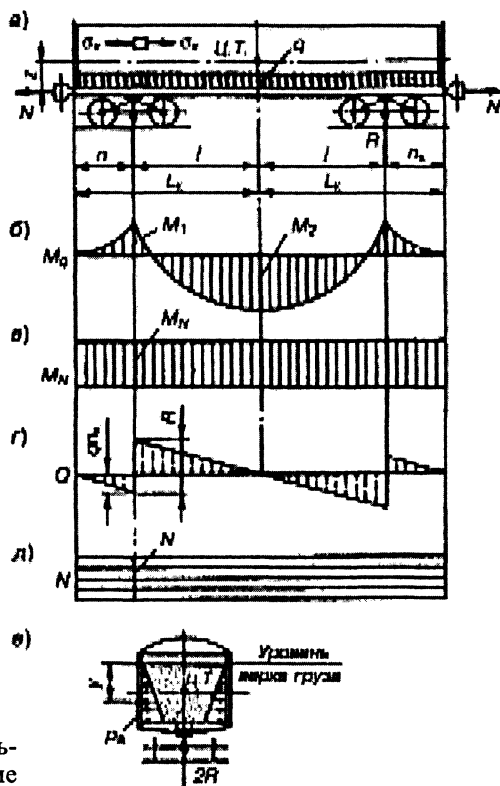


Рис. 7.105. Схема усилий, действующих на кузов грузового вагона:

а — расчетная схема; б — эпюра изгибающих моментов от равномерно распределенной нагрузки q ; в — то же от эксцентричного действия продольной силы N ; г — эпюра перерезывающих сил; д — эпюра нормальных сил; е — распределение давления сыпучего груза по высоте кузова

I расчетного режима, когда скорость движения вагона близка к нулю и динамические усилия не учитываются, равномерно распределенная нагрузка

$$q = \frac{P_{\text{ст}} + T_k}{2L_k}, \quad (7.1)$$

где $P_{\text{ст}}$ — сила тяжести груза. В поверочных расчетах — это статическая нагрузка вагона, Н;

T_k — собственная сила тяжести кузова, Н;

$2L_k$ — длина кузова вагона, м.

Действие вертикальных динамических сил, когда вагон движется с максимальной скоростью при III расчетном режиме, учитывается умножением статических напряжений на коэффициент вертикальной динамики кузова $K_{\text{дв}}$. Это выполняется в конце расчета при определении напряжений.

Реакции в опорах, действующие на пятники кузова со стороны подпятников тележек

$$R = \frac{P_{\text{ст}} + T_k}{2}. \quad (7.2)$$

Изгибающие моменты от равномерно оосащенной нагрузки q (рис. 7.105, б):
над опорами

$$M_1 = \frac{qn_k^2}{2}, \quad (7.3)$$

в середине кузова

$$M_2 = \frac{qL_k^2}{2} - Rl, \quad (7.4)$$

где n_k — длина консоли кузова, м;
 l — половина базы вагона, м.

Изгибающий момент от действия продольной нагрузки N (рис. 7.105, в) одинаков для всех сечений кузова

$$M_N = Nz, \quad (7.5)$$

где z — расстояние от центра тяжести поперечного сечения кузова до линии действия продольных сил N .

Нормальные напряжения, возникающие в материале кузова от действия внешних усилий при I расчетном режиме, когда $K_{\text{дв}} = 0$; $N_1 = \begin{matrix} +2,5 \cdot 10^6 \text{ Н} \\ -3,0 \cdot 10^6 \text{ Н} \end{matrix}$,

определяются по формуле

$$\sigma_i^1 = \frac{M_i \pm M_{N1}}{W_i} \pm \frac{N_1}{F_i}, \quad (7.6)$$

где W , F — соответственно момент сопротивления изгибу, м^3 , и площадь поперечного сечения, м^2 , кузова, определяемые с учетом рабочей части плоской обшивки;
 i — номер расчетного сечения кузова.

Нормальные напряжения, возникающие в материале кузова от действия внешних нагрузок при III расчетном режиме, когда вагон движется с максимальной или фактической в эксплуатации скоростью, $N_{\text{III}} = \pm 1,0 \cdot 10^6$ Н, с учетом боковых сил рассчитываются по формуле

$$\sigma_i^{\text{III}} = \frac{1,1M_i(1 + K_{\text{дв}}) \pm M_{\text{МIII}}}{W_i} \pm \frac{N_{\text{III}}}{F_i}, \quad (7.7)$$

где 1,1 — коэффициент, учитывающий действие боковых сил — центробежной и ветровой.

Условия прочности соблюдаются, если полученные напряжения не превышают допускаемых, т.е.,

$$\sigma_i \leq [\sigma]. \quad (7.8)$$

где $[\sigma]$ — допускаемые напряжения материала кузова: в формуле (7.6) по режиму I $[\sigma]$, а в формуле (7.7) — по режиму III $[\sigma_{\text{III}}]$.

Напряжения, полученные по формуле (7.6) с учетом действия продольной ударной силы сжатия $N = -3,0 \cdot 10^6$ Н для случая соударения при роспуске вагонов с сортировочной горки, допускается принимать равными σ_T — пределу текучести.

При необходимости подсчитывают касательные напряжения от действия перерезывающих сил, эпюра которых изображена на рис. 7.105, з.

Пятник рассчитывается на изгиб от вертикальной силы как плита, опирающаяся на вертикальные стенки хребтовой балки. Расчетная сила при этом подсчитывается по формуле

$$P = R(1 + K_{\text{дв}}) + P_z, \quad (7.9)$$

где R — реакция тележки, определяемая по формуле (7.2);

P_z — дополнительная вертикальная сила, действующая на пятник при ударе в автосцепку с одной стороны вагона.

Дополнительная сила

$$P_z = N \frac{h_k}{2l} \frac{m_k}{m_{бр}}, \quad (7.10)$$

где N — продольная расчетная сила, принимаемая равной для грузового вагона $N = 2,5 \cdot 10^6$ Н;

h_k — расстояние от центра тяжести загруженного вагона до оси автосцепки, м;

$2l$ — база вагона, м;

m_k — масса загруженного кузова, кг;

$m_{бр}$ — масса брутто вагона, кг.

Полученные напряжения в материале пятника от действия расчетной нагрузки P , которая определяется по формуле (7.9), не должны превышать допускаемые по I режиму.

В местах крепления пятников элементы рамы кузова проверяют на местное сжатие с учетом эксцентричного приложения к краю пятника силы P , подсчитанной по формуле (7.9). Нормальные напряжения сжатия материала в этом случае

$$\sigma_{сж} = \frac{P}{F} \eta, \quad (7.11)$$

где P — расчетная вертикальная сила, приложенная к пятнику и подсчитанная по формуле (7.9), Н;

F — площадь сечения всех вертикальных элементов, расположенных над опорными поверхностями пятников, м²;

η — коэффициент, учитывающий эксцентричность приложения нагрузки при краевом опирании пятника. В приближенных расчетах принимается $\eta = 2,0$.

Конструкцию и крепление пятника к раме рассчитывают на срез и смятие от продольной силы, равной 12-кратной силе тяжести тележки для четырех- и шестиосных, 9-кратной силе тяжести тележки для восьмиосных грузовых вагонов и 8-кратной — для изотермических. При этом напряжения не должны превышать допускаемых на срез и сжатие по I режиму.

Стенки кузова и узлы соединения их с элементами рамы рассчитывают с учетом дополнительных усилий распора насыпных, навалых и скатывающихся грузов. При этом активное (статическое) давление, приходящееся на единицу площади поверхности вер-

тикальной стенки кузова вагона при горизонтальном уровне верха насыпного груза, изменяется по линейному закону (рис. 7.105, е)

$$p_a = (1 + K_{\text{дв}}) \gamma g y \operatorname{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2} \right), \quad (7.12)$$

где γ — насыпная плотность груза, кг/м^3 , принимается по таблицам;
 g — ускорение свободного падения, м/с^2 ;
 y — расстояние от уровня насыпного груза до точки поверхности стены кузова, в которой определяется давление, м;
 φ — угол естественного откоса перевозимого в вагоне сыпучего груза, принимается по таблицам, в радианах. При расчетах по III режиму ($\varphi = 0$);
 $K_{\text{дв}}$ — коэффициент вертикальной динамики, определяемый по формуле (1.31). При расчете по I режиму $K_{\text{дв}} = 0$.

Расчет вертикальных торцовых стен и дверей по I режиму ведут с учетом накопления смещения частиц груза и упругих деформаций несущих элементов конструкции при последовательных ударах в автосцепку. При этом расчетное давление

$$p = 2p_{\text{п}}, \quad (7.13)$$

где $p_{\text{п}}$ — пассивное давление, определяемое по формуле (7.12) для I режима при $K_{\text{дв}} = 0$ с заменой квадрата тангенса разности двух углов, стоящих и скобок, на квадрат тангенса их суммы.

В этом случае принимается, что пассивное давление по высоте торцевой стенки или двери распределяется равномерно, а не по треугольнику.

Расчет боковых стен кузова при перевозке труб, бревен и других скатывающихся грузов производится с учетом давления сил распора исходя из давления условного сыпучего груза, определяемого по формуле (7.12) при $\varphi = 0$ и высоте засыпки груза от уровня пола, равной полной высоте боковой стены кузова. Кроме того, в формулу (7.12) подставляется условная плотность груза, определяемая как отношение номинальной или фактической грузоподъемности P к объему V кузова, т.е.

$$\gamma_y = P/V. \quad (7.14)$$

Верхний пояс боковых стен полувагонов проверяют на прочность из условия разгрузки на вагоноопрокидывателе. При этом нагрузка от упора (зажима) вагоноопрокидывателя действует на длине 0,8 м по всей ширине верхнего пояса в наиболее неблагоприятном для конструкции возможном сочетании. Эта равномерно распределенная сила

$$q_v = \frac{P_{бр}}{0,8n}, \quad (7.15)$$

где $P_{бр}$ — сила тяжести вагона брутто, Н;

n — число упоров вагоноопрокидывателя, принимается $n = 8$.

Во всех случаях расчета на действие сил распора и от зажимов вагоноопрокидывателя расчетные напряжения не должны превышать допускаемых по I режиму.

В приближенном методе расчета котла цистерны безрамной конструкции от действия внешних сил рассматривается расчетная схема, приведенная на рис. 7.106, а. Равномерно распределенная нагрузка и реакции опор определяют соответственно по формулам (7.1) и (7.2), а изгибающие моменты M_1 , M_2 и M_N — по формулам (7.3), (7.4) и (7.5), распределение которых по длине котла приведены на эпюрах (рис. 7.106, б, в). Нормальные напряжения, действующие в материале котла от внешних нагрузок соответственно при I и III режимах, находят по формулам (7.6) и (7.7).

Кроме внешних нагрузок, котел цистерны испытывает внутреннее давление паров жидкости или газа p_n давления, создаваемого гидравлическими ударами p_u . Давление паров жидкости внутри котла p_n принимают в соответствии с техническими требованиями к цистерне данного типа. Давление регулировки предохранительного клапана равно сумме давления паров жидкости и половины расчетного давления от гидравлического удара, возникающего у днища котла. В соответствии с Нормами давление p_n , создаваемое гидравлическим ударом в зоне днища, определяют как отношение продольной силы инерции жидкости в котле

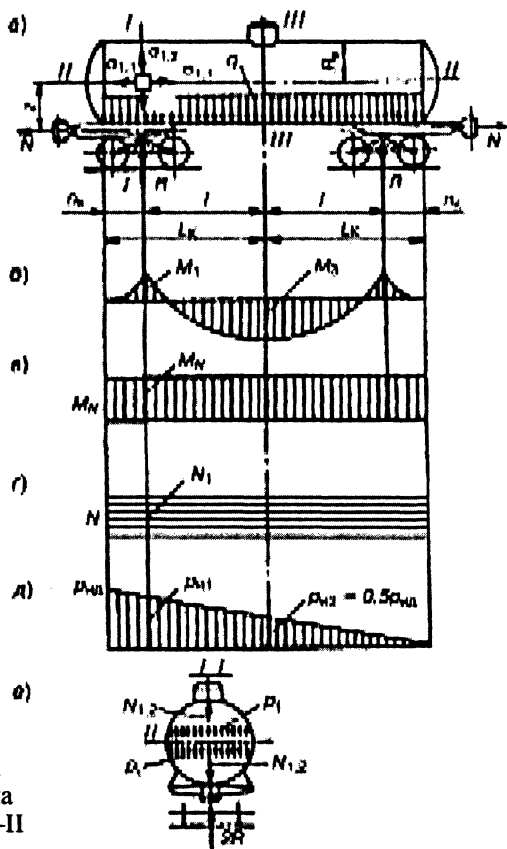
$$N_n = N \frac{m_{ж}}{m_{бр}}, \quad (7.16)$$

где N — продольная сила, приложенная по оси автосцепки в соответствии с расчетным режимом;

$m_{ж}$, $m_{бр}$ — соответственно массы жидкости и брутто цистерны,

Рис. 7.106. Схема усилий, действующих на котел без-рамной цистерны:

а — расчетная схема; *б* — эпюра изгибающих моментов от равномерно распределенной нагрузки q ; *в* — то же от действия продольной силы N на автосцепке; *г* — эпюра нормальных сил; *д* — распределение по длине котла давления, создаваемого гидравлическим ударом жидкости груза в левое днище; *е* — схема действия внутренних сил в сечении I-I, вызывающих нормальные напряжения на продольных площадках II-II оболочки котла



к площади поперечной проекции днища $S_d = \pi R_d^2$.

Таким образом, вблизи днища давление от гидравлического удара

$$p_{ид} = N \frac{m_{ж}}{m_{бр}} \frac{1}{\pi R_g^2}, \quad (7.17)$$

принимается убывающей по линейному закону до нуля у другого днища (рис. 7.106, д). Следовательно, в средней части котла

гидравлический удар создает давление $0,5p_{\text{ид}}$, а над опорой определяется из подобия треугольников. Тогда суммарное расчетное давление вблизи днища

$$p_d = p_n + p_{\text{ид}}, \quad (7.18)$$

а над опорами (сечение $I-I$)

$$p_1 = p_n \frac{2L_k - n_k}{2L_k} p_{\text{ид}}, \quad (7.19)$$

в середине котла (сечение $III-III$)

$$p_3 = p_n + 0,5P_{\text{ид}}. \quad (7.20)$$

Дополнительные напряжения, возникающие в материале котла от внутреннего давления, по упрощенной безмоментной теории оболочек подсчитывают следующим образом. Горизонтальная сила, направленная перпендикулярно к сечению $I-I$ от действия внутреннего давления на площадь вертикальной проекции днища

$$N_{1.1} = p_1 p \pi R_b^2, \quad (7.21)$$

а площадь кольцевого сечения $I-I$ котла можно определить как площадь прямоугольника со средней или фактической толщиной стенки (в точке определения напряжений) оболочки котла, т.е.

$$S_1 = 2\pi R_b h_1, \quad (7.22)$$

где h_1 — средняя толщина оболочки котла в сечении $I-I$.

Тогда нормальные напряжения в сечении $I-I$ материала котла

$$\sigma_{1.1} = \frac{N_{1.1}}{S_1} = \frac{p_1 R_b}{2h_1}. \quad (7.23)$$

Для продольных площадок $II-II$ единичной длины нормальная сила $N_{1.2}$ (рис. 7.106, *е*), действующая на верхнюю и нижнюю половины котла от внутреннего давления, распространяемого во все стороны одинаково, в сечении $I-I$ над опорами

$$N_{1.2} = p_1 2R_b, \quad (7.24)$$

а площадь сечения двух стенок котла единичной длины, на которую действует сила $N_{1,2}$, равна $2h_1$. Тогда нормальные напряжения на площадках $II-II$, вызванные внутренним давлением над опорами котла в сечении $I-I$,

$$\sigma_{1,2} = \frac{p_1 R_{\text{в}}}{h_1}. \quad (7.25)$$

Аналогично подсчитывают нормальные напряжения в любых других сечениях котла от действия внутреннего давления. Например, в среднем сечении ($III-III$) напряжения на поперечных площадках будут равны

$$\sigma_{3,1} = \frac{p_3 R_{\text{в}}}{2h_3}, \quad (7.26)$$

а на продольных площадках

$$\sigma_{3,2} = \frac{p_3 R_{\text{в}}}{h_3}. \quad (7.27)$$

Для определения суммарных напряжений в материале котла при I и III расчетных режимах используются формулы (7.6) и (7.7) с учетом изгибающих моментов и нормальных сил (рис. 7.106, б, в, г), а также действия внутреннего давления. Так, в сечении $I-I$ на поперечных площадках суммарные напряжения:

при I расчетном режиме

$$\Sigma \sigma_{1,1}^I = \frac{M_1 \pm N_1 z}{W_1} \pm \frac{N_1}{F_1} + \sigma_{1,1}; \quad (7.28)$$

при III расчетном режиме

$$\Sigma \sigma_{1,1}^{III} = \frac{1,1 M_1 (1 + K_{\text{дв}}) \pm N_{III} z}{W_1} \pm \frac{N_{III}}{F_1} + \sigma_{1,1}, \quad (7.29)$$

а на продольных площадках для I и III расчетных режимов

$$\Sigma \sigma_{1,2}^{1,III} = \sigma_{1,2} = \frac{p_1 R_{\text{в}}}{h_1}. \quad (7.30)$$

Прочность материала котла соблюдается, если выполняется условие (7.8).

При расчете котла цистерны, имеющей раму, используются формулы (7.28) и (7.29) при $N_1 = N_{III} = 0$, так как продольная нагрузка на автосцепку полностью воспринимается рамой и на котел не действует. В этом случае проверяется прочность крепления котла к раме, которое располагается в средней части цистерны и осуществляется с помощью призонных болтов. Продольная сила, стремящаяся сдвинуть котел относительно рамы и действующая на его крепление, определяется по формуле (7.16), в которой вместо m_* подставляется m_k — масса брутто котла.

Тогда касательные напряжения среза болтов

$$\tau = \frac{4Nm_k}{m_{6p}n_6\pi d_6^2}, \quad (7.31)$$

а нормальные напряжения смятию боковой поверхности болтов или отверстий лап крепления

$$\sigma_{см} = \frac{Nm_k}{m_{6p}n_6d_6h_l}, \quad (7.32)$$

где n_6 — количество болтов крепления с обеих сторон цистерны;

d_6 — диаметр болта;

h_l — толщина листа лапы крепления.

Условия прочности определяются по формуле (7.8); для касательных напряжений при этом подставляется τ вместо σ .

8. ИЗОТЕРМИЧЕСКИЙ ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ

8.1. НАЗНАЧЕНИЕ И КЛАССИФИКАЦИЯ ИЗОТЕРМИЧЕСКОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Изотермические вагоны служат для перевозки скоропортящихся грузов: мяса, рыбы, масла, фруктов, овощей и т.д. Они разделяются по двум признакам: по назначению и способу поддержания заданной температуры.

По назначению изотермические вагоны делятся на универсальные и специализированные. Универсальные вагоны предназначены для перевозки всех видов скоропортящихся грузов. К ним относятся все рефрижераторные вагоны и вагоны-термосы. Специализированные вагоны приспособлены для перевозки отдельных грузов, например, молока, живой рыбы, вина.

По способу поддержания заданной температуры изотермические вагоны делятся на вагоны с машинным охлаждением и отоплением и вагоны без приборов охлаждения и отопления, но с мощной теплоизоляцией.

Рефрижераторные вагоны выпускаются в индивидуальном (автономном) и секционном исполнении.

Пятивагонные секции и автономные рефрижераторные вагоны имеют индивидуальную воздушную систему охлаждения. При индивидуальном охлаждении в каждом вагоне монтируется своя холодильная установка, работающая обычно на хладоне-12, от которого холод передается в грузовое помещение воздухом, причем воздухоохладитель непосредственного кипения хладагента монтируется в грузовом помещении вагона.

К изотермическим вагонам, помимо общих, характерных для всех типов грузовых вагонов, предъявляется ряд специальных требований, обусловленных особенностями их назначения. В частности, для создания условий, обеспечивающих сохранность качества перевозимых скоропортящихся грузов, и сокращения энергетических затрат изотермические вагоны должны иметь минимальный

коэффициент теплопередачи при возможно меньшей толщине элементов охлаждения кузова и надежные в работе приборы охлаждения, отопления, контроля за температурой воздуха в грузовом помещении. Средний коэффициент теплопередачи ограждений грузовых помещений не должен превышать $0,325 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{°C)}$.

Холодильное, отопительное, вентиляционное оборудование, система циркуляции воздуха и конструкции ограждений должны обеспечивать в грузовом помещении равномерность температуры с допустимым отклонением $\pm 1,5^\circ\text{C}$ от заданной. Воздухообмен через неплотности грузового помещения не должен превышать 0,3 полного объема этого помещения за 1 ч. Техническая характеристика рефрижераторного подвижного состава приведена в табл. 8.1.

8.2. ПЯТИВАГОННЫЕ РЕФРИЖЕРАТОРНЫЕ СЕКЦИИ

Пятивагонные секции с машинным охлаждением и электрическим отоплением типа ZB-5 постройки завода г. Дессау (Германия) и Брянского машиностроительного завода (БМЗ) состоят из четырех грузовых изотермических вагонов и одного вагона дизель-электростанции.

Пятивагонная рефрижераторная секция типа РС-4 БМЗ. *Грузовой вагон 5-вагонной секции типа РС-4 БМЗ* предназначен для перевозки скоропортящихся грузов в условиях поддержания температуры в грузовом помещении от $+14$ до -20°C при температуре наружного воздуха от -50 до $+38^\circ\text{C}$, а также для охлаждения предварительно неохлажденных фруктов и овощей.

Вагон имеет индивидуальную систему охлаждения и обогрева, основанную на подаче холодного или теплого воздуха вентиляторами от хладоустановки или электропечей. Для этого он оборудован компрессорными холодильными установками, электрическим отоплением, принудительной вентиляцией, системой циркуляции воздуха, устройством для удаления конденсата и промывочных стоков вод, приборами для контроля за температурой воздуха и груза.

В кузове вагона находятся два отделения (рис. 8.1): грузовое 6 и машинное 9. Грузовое помещение имеет внутреннюю обшивку и напольные решетки, а машинное отделение — только внутреннюю обшивку без изоляции и оборудование, обеспечивающее заданный температурный режим в грузовом помещении. В машинном отделении расположены две компрессорные холодильные установки 8, типа ВР-1М, работающие на хладоне-12, и электродвигатели.

Таблица 8.1. Техническая характеристика рефрижераторного подвижного состава

Показатель	Секции				АРВ	
	ЗВ-5		РС-4		с длиной кузова:	
	Грузовой вагон	Служебно-дизельный вагон	Грузовой вагон	Служебно-дизельный вагон	21 м	19 м (без служебного отделения)
Число вагонов	4	1	4	1	1	1
Длина по осям сцепления автосцепок, м	22,16	18,160	22,076	18,076	22,080	20,080
Длина кузова наружная, м	21,000	17,000	21,000	17,000	21,000	19,000
Ширина кузова наружная, м	3,200	3,240	3,100	3,100	3,100	3,100
База вагона, м	16,000	12,000	16,000	12,000	16,000	14,000
Высота вагона от уровня головок рельсов, м	4,672	4,525	4,670	4,525	4,740	4,690
Погрузочный объем одного вагона, м ³	100,00	—	108,00	—	100,00	88,00
Грузоподъемность одного вагона, т	41,000	—	46,000	—	40,000	36,000
Тара в экипированном состоянии одного вагона, т	42,500	64,000	40,000	60,000	44,000	48,000
Высота напольной решетки, мм	102	—	105	—	102	102
Площадь пола грузового помещения вагона, м ²	45,000	—	46,400	—	45,000	40,300
Дверной проём, м:						
высота	2,000	—	2,200	—	2,200	2,200
ширина	2,200	—	2,700	—	2,000	2,200
Температура расчетная (от...до), °С в грузовых помещениях наружная	...-20...+14 ...+40...45	—	...-20...+14 ...+40...45	—	...-20...+14 ...-40...+45	...-18...+14 ...+40...45
Тип дизелей:						
главных	—	4VD-21/15 SRW	—	K-461M1	4VD12,5/9SRL	4VD12,5/9SRL
вспомогательных	—	4VD12,5/9 SRL	—	—	—	—
Запас технической и питьевой воды, л	—	3120	—	3500	1050	—
Запас топлива, л	—	7700	—	7400	2400	500

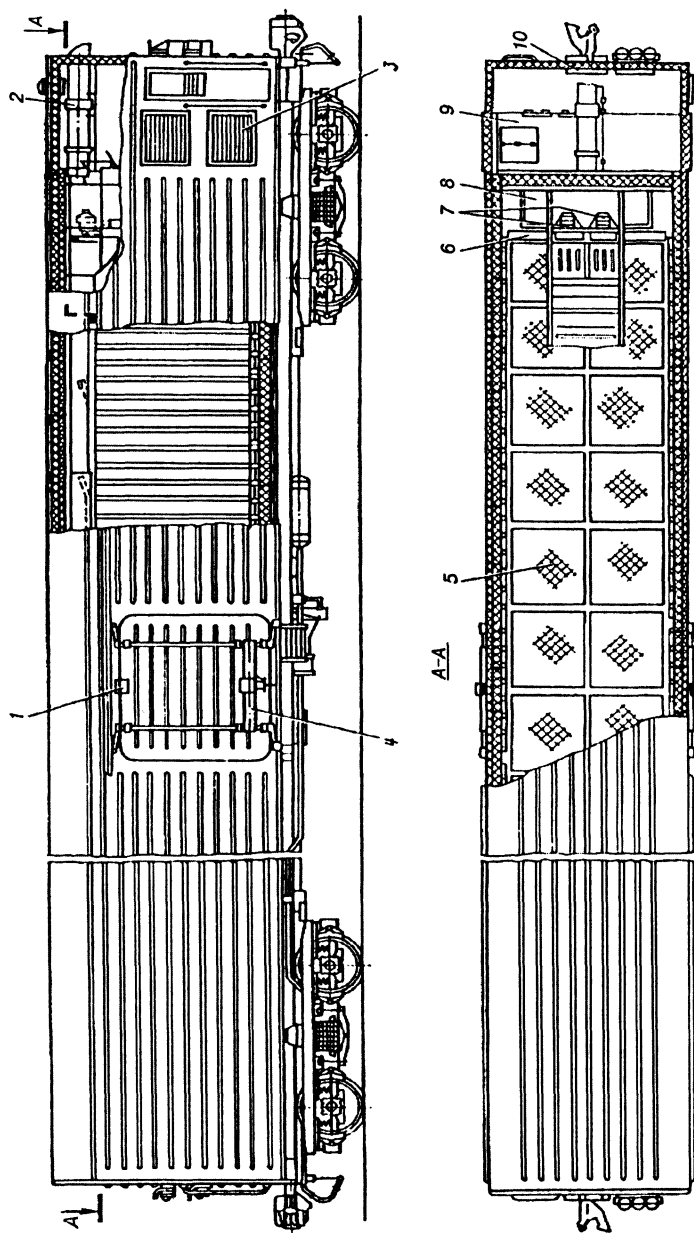


Рис 8.1. Грузовой вагон 5-вагонной рефрижераторной секции:

1 — дверь грузового вагона; 2 — воздушный канал; 3 — жалюзи; 4 — запорный механизм; 5 — напольные решетки; 6 — грузовое отделение; 7 — вентилятор; 8 — компрессорные холодильные установки; 9 — машинное отделение; 10 — электрический щит

Холод в грузовое помещение поступает от воздухоохладителя, расположенного у перегородки со стороны грузового помещения с общей холодопроизводительностью 42000 Вт.

Два вентилятора 5 (рис. 8.2), расположенные над испарителями 1 и электропечами 2, нагнетают подогретый или охлажденный воздух в канал 7. Из этого канала циркулирующий воздух нагнетается частично через щели в верхнюю часть грузового помещения 12, а остальная часть через боковой рукав 8 идет под напольную решетку 9. Засасывается циркулирующий воздух из грузового помещения через щель между полом и щитом 10.

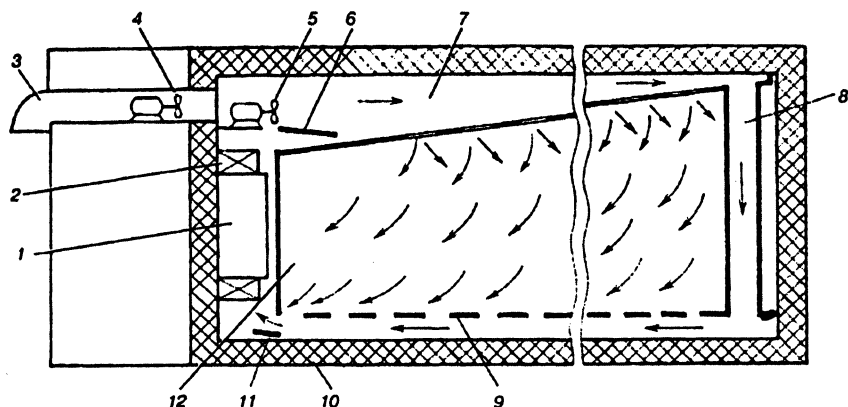


Рис 8.2. Схема циркуляции воздуха в помещении грузового вагона

В процессе кругооборота циркулирующий воздух смешивается со свежим воздухом, поступающим по каналу 3 и нагнетаемым вентилятором 4. Воздух из грузового помещения удаляется через вертикальный канал и дефлектор, размещенные у торца вагона, противоположного машинному отделению. При необходимости отверстия для входа и выхода воздуха могут быть закрыты заслонками, привод от которых расположен снаружи вагона.

Оттаивание снега с испарителя производится посредством подачи в него горячих паров хладагента. На период оттаивания заслонки 6 и 11 закрывают. Их привод расположен в машинном отделении. Как при охлаждении, так и при отоплении температура в грузовом помещении может поддерживаться автоматически.

Кузов вагона РС-4 (рис. 8.3) — цельнометаллический, блочной конструкции и собирается из панелей: крыши, блока рама-пол, четырех блоков боковых стен, двух дверей, двух лобовых стен и перегородки. Наружная металлическая обшивка выполнена из низколегированной коррозионно-стойкой стали 10ХНДП толщиной 2 мм с расстоянием между гофрами 250 мм, а внутренняя — из алюминиевого сплава АМгбМ толщиной 2 мм с накладными гофрами. Рама кузова 7 закрыта наружной стальной и внутренней алюминиевыми

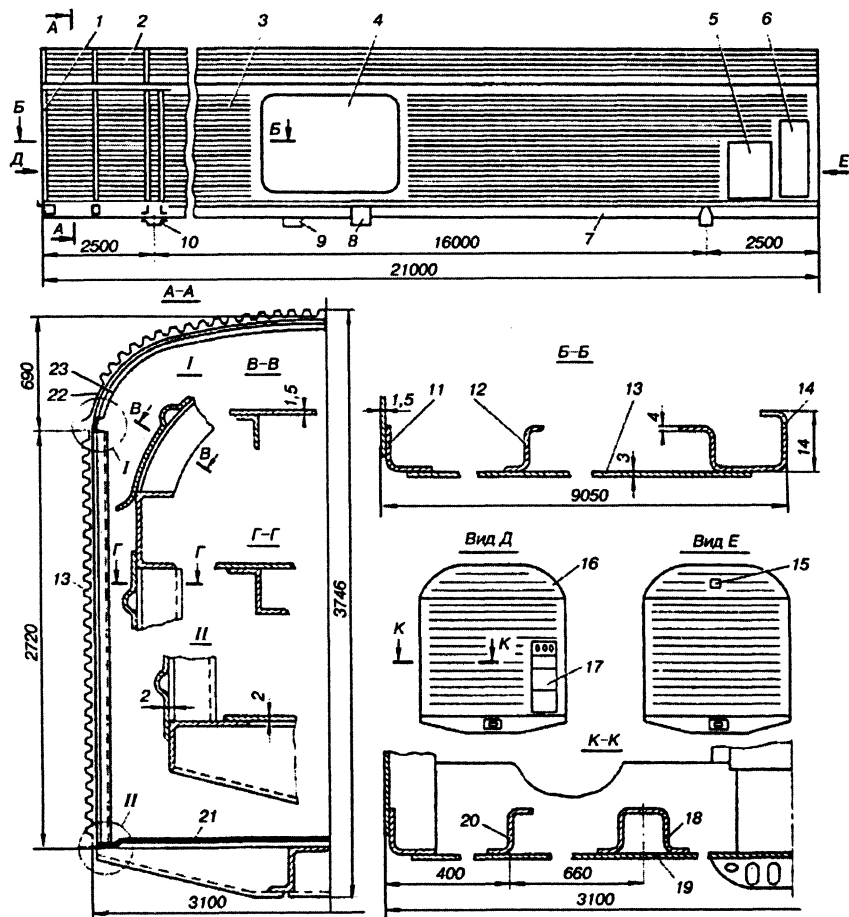


Рис 8.3. Кузов грузового вагона 5-вагонной рефрижераторной секции

оболочками, между которыми находится теплоизоляция. Наружной стальной обшивкой обшиты боковые 3 и торцевые 1 стены, крыша 2 и настил пола. Для придания необходимой устойчивости обшивки она выполнена гофрированной и подкреплена стойками, продольными обвязками и дугами, изготовленными из гнутых профилей и соединенными между собой и с обшивкой сваркой. Несущие части рамы, подкрепляющие элементы стен и крыши (стойки, обвязки и дуги), выполнены из низколегированной стали 09Г2Д, а обшивка — стали 10ХНДП. На боковых стенах кузова предусмотрены: дверной проем 4 для загрузки и выгрузки из помещения груза, дверной проем 6 в машинное отделение, проем 5 для постановки жалюзи, подножки 8 и 9. В шкворневом узле кузова установлены пятники 10 для обеспечения опоры на тележки.

Боковые стены изготовлены из гофрированной металлической обшивки 13 толщиной 2,0 мм, подкрепленной стойками (угловыми 11, промежуточными 12 и дверными 14) и продольными обвязками (верхней и нижней). Угловые стойки 11 выполнены из гнутого уголка 80х80х4 мм, промежуточные 12 — из Z-образного профиля № 7 толщиной 3 мм, дверные 14 — из специального профиля толщиной 4 мм, верхняя обвязка — из гнутого швеллера № 12, а нижняя — из уголка 120х80х8 мм. Торцевые стены также состоят из гофрированных листов 19 толщиной 2 мм, подкрепленных угловыми 11 и промежуточными 18 и 20 (Ω и Z-образными) стойками. Стойки сверху связаны верхней обвязкой, а снизу приварены к концевой балке рамы. В стене имеется проем 17 для монтажной двери.

Крыша 2 — это набор дуг 23 (уголки 60х40х3 мм) и гофрированная обшивка 22 толщиной 2 мм, с торцевыми стенами крыша соединена фрамугами 16, на одной из которых предусмотрено отверстие 15 для забора воздуха в грузовое помещение принудительной вентиляции, с противоположной стороны от машинного отделения в крыше установлен дефлектор. Металлический пол 21 кузова настлан из листов толщиной 2 мм.

Рама кузова (рис. 8.4) состоит из хребтовой 5, двух боковых 2, двух концевых 1, двух шкворневых 4, трех основных 6 и 14 вспомогательных 3 поперечных балок. В зоне дверных проемов с каждой стороны установлены рельсы 7, по которым перемещаются двери при их открывании и закрывании.

Хребтовая балка 5 образована двумя облегченными 2-образными балками № 31, соединенными диафрагмами 9 и сваренными между собой по верхним полкам. В консольной части балка

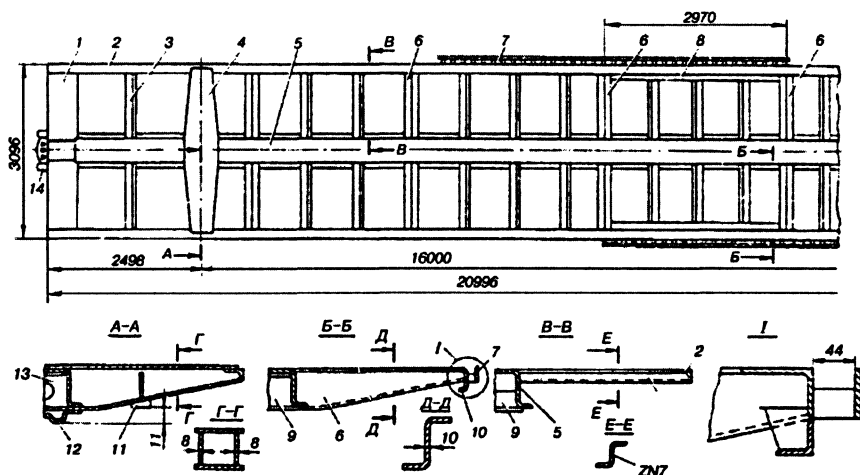


Рис 8.4. Рама кузова грузового вагона 5-вагонной рефрижераторной секции

усилена розеткой 14 и упорами автосцепки, а в зоне соединения со шкворневой балкой — надпятниковой коробкой 13. Боковые балки 2 изготовлены из уголка 120х80х8 мм и усилены в дверном проеме балками 8 и 10. Шкворневые балки 4 сварены из двух вертикальных (8 мм) и двух горизонтальных (10 мм) листов. К нижним листам шкворневой балки крепят скользящие 11 и пятник 12. Концевые балки 1 сварные корытообразного сечения, выполненные из листов толщиной 6 мм. Основные поперечные балки, штампованные из листов толщиной 10 мм, переменной по длине высоты, Z-образного профиля. Вспомогательные поперечные балки 3 изготовлены из гнутых Z-образных профилей № 7 с толщиной стенок 4 мм.

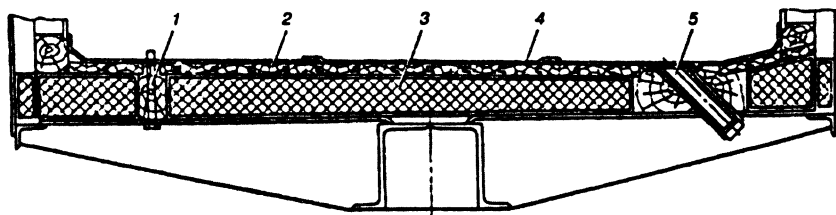


Рис 8.5. Пол кузова вагона 5-вагонной рефрижераторной секции

Пол грузовых вагонов сплошной (рис. 8.5). Он состоит из брусьев 1, уложенных на металлический настил рамы, изоляции 3, деревянного настила 2 из досок толщиной 45 мм и гидроизоляционного резинового покрытия 4 толщиной 4 мм, наклеенного на деревянный настил. Для удаления конденсата и промывочных стоков с пола в нем предусмотрены сливные устройства 5 с гидравлическими затворами, не пропускающими в грузовое помещение наружного воздуха.

Для обеспечения циркуляции воздуха между грузом и полом грузового помещения на пол уложены напольные решетки, изготовленные из алюминиевого сплава. Прочность напольных решеток и пола допускает перемещение автопогрузчика с нагрузкой от колеса 12 кН. Напольные решетки прикреплены к нижней части боковых стен шарнирно, а при необходимости их можно поднять и закрепить в вертикальном положении. На опоры решеток надеты резиновые амортизаторы.

В качестве *теплоизоляции кузовов* вагонов используются пенополиуретаны марок ППУ – 17Н и ГОТУ — 309Т. Пенополиуретан ППУ – 17Н используется для напыления. Напыленный слой наносится только для закрепления разделительных элементов и уплотнения отсеков, а также для увеличения жесткости металлического настила пола и наружной обшивки. Пенополиуретан ППУ — 309Т используется для изоляционного слоя. Толщина слоя изоляции составляет: боковых стен и дверей – 156 мм, лобовых стен и крыши – 176, пола – 149 и перегородок – 157 мм. Коэффициент теплопередачи ограждений грузовых помещений равен 0,237 Вт/(м²·°С). Расход воздуха через ограждения при избыточном давлении равен не более 16,8 м/ч, что свидетельствует о хорошей герметичности кузова.

Внутренняя обшивка грузового помещения стен и крыши, воздуховоды сделаны из гофрированных алюминиевых листов марки АМгб толщиной 2 мм.

Для механизированной погрузки-выгрузки груза на поддонах дверной проем в свету имеет размеры 2700х2150 мм. *Погрузочная дверь* надвижная прислонного типа с резиновым уплотнением (рис. 8.6). Она представляет собой панель, состоящую из жесткого каркаса с наружной металлической обшивкой, внутренним алюминиевым гофрированным листом и изоляции. По контуру дверь армирована деревянными брусками и имеет двойное уплотнение, состоящее из листового морозостойкой резины с прокладкой пенополиуретана. Дверной проем грузового вагона в нижней части, включая радиусы закругления, имеет металлическую облицовку.

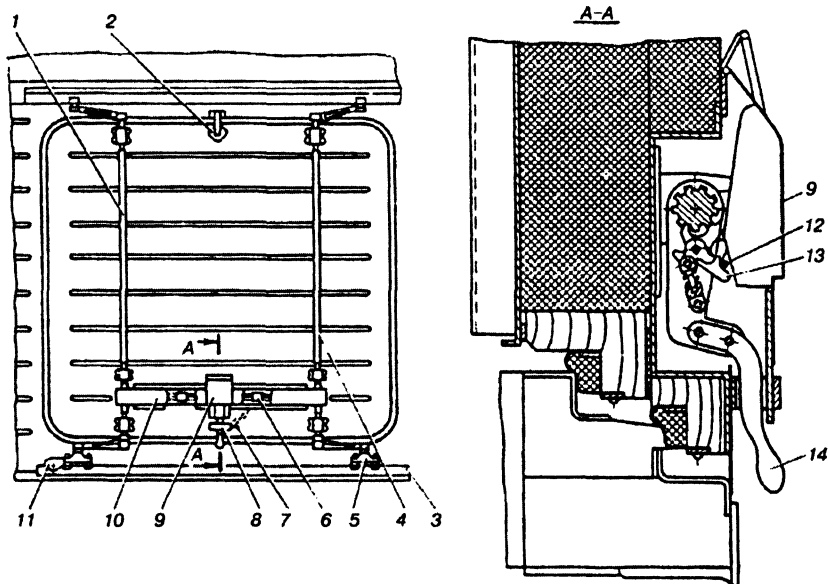


Рис 8.6. Дверь кузова вагона 5-вагонной рефрижераторной секции

Запорный механизм двери имеет правый 4 и левый 1 затворы, прикрепленные в трех точках к каркасу и к винтовой стяжке 6, на которой установлены рукоятка 14 и храповик 13 со скобой 12. Рукоятка закрывается крышкой 9 с кожухом 10 и затвором 8 со штырем 7. В груженом состоянии вместо штыря ставят закрутку и пломбу. При выводе из проема дверь перемещается на тележках 5 и верхних роликах по рельсу 3 и верхней направляющей до упоров 11. Тележки двери имеют выступы, с помощью которых в отведенном крайнем положении дверь фиксируется крюками. Чтобы облегчить перемещение двери, в тележках используются шарикоподшипники, а в узлах трения поставлены пресс-масленки. При полном выводе двери из проема рычаги должны быть повернуты относительно плоскости ее на 75° . В верхней части кронштейн 2 фиксируется в выступе, закрепленном на боковой стене кузова.

Вагон – дизель – электростанция в 5-вагонных секциях предназначен для выработки электроэнергии для питания силовых установок, приборов и системы освещения помещений грузовых вагонов.

Вагон спроектирован по габариту 1-Т. Масса тары вагона 64,5 т. Кузов вагона цельнометаллический, длина его по раме 17 м, толщина изоляции: пола — 133, стен — 110, крыши — 110 мм.

Кузов вагона – дизеля – электростанции БМЗ состоит из дизельного, аппаратного, котельного отделений и отделения для отдыха обслуживающего персонала, а также кухни — салона, аккумуляторной и туалета (рис. 8.7).

В дизельном отделении установлены два дизель-генератора типа ДГМА — 75 мощностью 75 кВт каждый, трехфазного переменного тока частотой 50 Гц, напряжением 400 В, а также различное вспомогательное оборудование (системы охлаждения дизелей, насосы, преобразователи, баки и др.). Дизели оборудованы автоматической защитой от аварийного увеличения частоты вращения, от перегрева воды и масла и падения давления в системе смазки. Для питания стартеров, свечей накала зажигания дизелей, систем освещения, автоматики и контроля имеются аккумуляторные батареи. Батареи подзаряжают от дизель-генераторной установки, а при неработающих дизель – генераторах — от подвагонного генератора с приводом от колесной пары.

В служебном помещении находятся силовые щиты с распределительными устройствами и приборами автоматики и контроля температуры. Передача электроэнергии к силовым установкам и всем приборам грузовых вагонов секции производится по подвагонным магистралям и междувагонными соединениями со штепсельными разъемами.

В салоне — кухне находится плита, холодильник, раковина-мойка, радиоприемник, стол, стулья. В котельной установлен котел водяного отопления, работающий на жидком топливе.

Помещение для отдыха оборудовано четырьмя мягкими спальными местами и тремя шкафами для одежды, столом, стульями.

Пятивагонная рефрижераторная секция типа ZB-5. Секция состоит из одного дизельного вагона со служебным отделением и четырех грузовых вагонов.

Секция предназначена для перевозки скоропортящихся грузов, требующих для сохранения своего качества поддержания в грузовом помещении температуры от +14 до –20°С при наружной температуре воздуха от –50 до +36°С.

Кузов вагона цельнометаллический, сварной конструкции. Рама состоит из наружных продольных балок, соединенных поперечными балками, буферных брусев, хребтовой и шкворневой балок двутав-

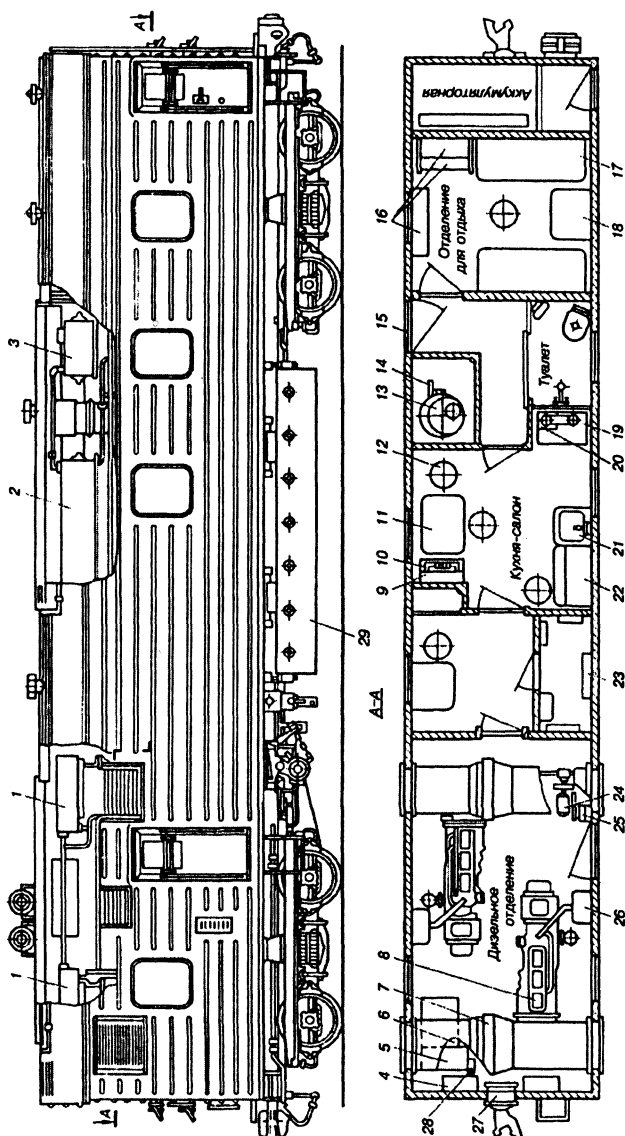


Рис 8.7. Дизельный вагон 5-вагонной рефрижераторной секции:

1 — топливный бак; 2 — бак для питьевой воды; 3 — бак для технической воды; 4 — ящик для аккумуляторных батарей; 5 — масляный бак; 6 — верстак; 7 — короб охлаждения радиаторов; 8 — дизель-генератор; 9 — полка для технической документации; 10 — радиоприемник; 11 — стол; 12 — стул; 13 — котел водяного отопления; 14 — насос отопления; 15 — входная дверь; 16 — шкаф; 17 — диван-кровать; 18 — тумбочка; 19 — плита; 20 — подогреватель воды; 21 — раковина-мойка; 22 — бытовой холодильник; 23 — распределительный щит; 24 — топливный насос; 25 — ручной топливный насос; 26 — короб фильтров; 27 — вентилятор; 28 — ручной масляный насос

рового сечения. Концевые части хребтовой балки имеют коробчатое сечение, образованное двумя двутаврами. Рама покрыта листом толщиной 3 мм. Боковые и торцевые стены состоят из горизонтально-гофрированных листов толщиной 1,5 мм, крыша — из гладкого листа толщиной 2,5 мм. Для изготовления основных несущих элементов рамы и кузова применяется сталь с содержанием меди от 0,15 до 0,30%, а для наружной обшивки — листовая низколегированная сталь с присадкой меди и ограниченным содержанием серы и фосфора.

Металлоконструкции имеют антикоррозионное покрытие (грунтовка на основе алкидноаминовой смолы, а затем композиция, состоящая из каменноугольной и эпоксидной смол). Срок службы таких покрытий для внутренних поверхностей кузова составляет не менее 16 лет. С 1982 г. завод-изготовитель поставлял группы вагонов с наружной полиуретановой окраской, имеющий в два раза больший срок службы и высокую противокоррозионную стойкость.

Все деревянные детали пропитаны специальными растворами, предотвращающими гниение материалов и разрушение насекомыми. Для дизельного вагона брусья пола подвергают вакуумному антисептированию, а деревянные детали крыши покрывают огнезащитной краской.

Дизельный вагон (рис. 8.8) состоит из дизельного отделения, кабины управления, кухни, туалета с помещением для котла отопления, спального купе, салона. Вагон оборудован системами водоснабжения, вентиляции, водяного отопления, пожарной сигнализации. Вагон изолирован трудновозгораемым полистиролом с толщиной изоляции боковых стен и крыши 120 мм, торцовых стен и пола с настилом — 140 мм. Изоляция пола в дизельном отделении выполняется из топиливостойкого полиуретана, содержащего огнезащитные составы.

Обшивка стен (кроме дизельного отделения) выполнена из деревоплит, покрытых твердым пластиком, а деревоплиты пола покрыты мягким пластиком на тканевой основе (типа линолеума) толщиной около 2,6 мм. Промежуточный потолок 4 из древесноволокнистых плит покрыт потолочными обоями. В потолке салона имеются люки для доступа к арматуре водяных баков 2. Два водяных бака (по 1000 л) находятся над промежуточным потолком салона, а над потолком кухни установлены еще два бака из нержавеющей стали вместимостью по 560 л.

Входные наружные двери вагона имеют резиновые уплотнения, предотвращающие проникновение воды, пыли и снега. Стекла окон

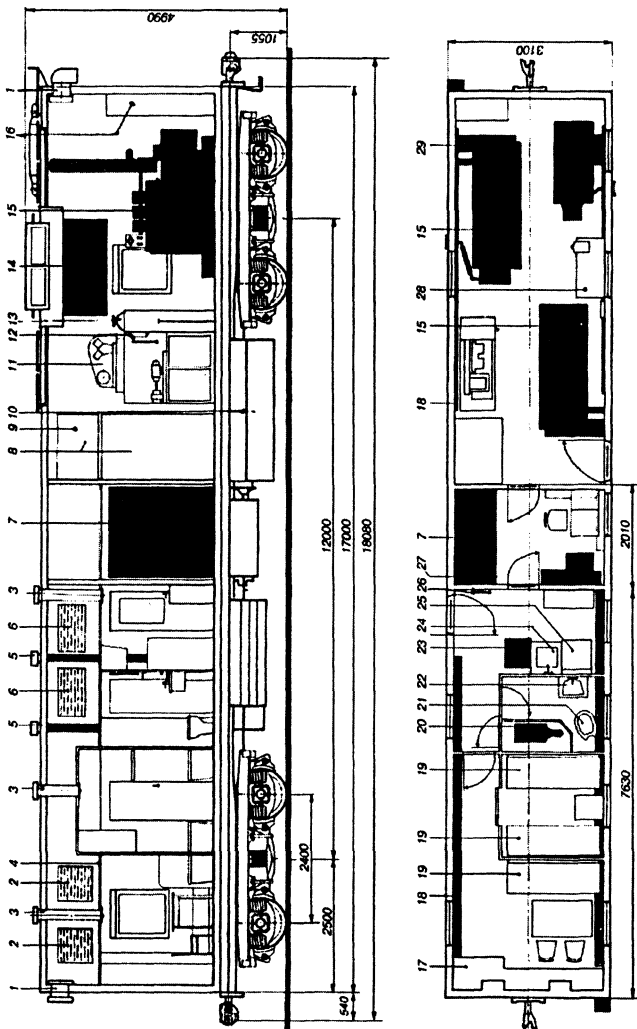


Рис 8.8. Дизельный вагон 5-вагонной рефрижераторной секции ЗВ-5, со служебным отделением:

1 — вентилятор; 2 — водяной бак; 3 — устройство для всасывания; 4 — промежуточный потолок; 5 — дымовой колпак; 6 — бак для питьевой воды; 7 — главный распределительный щит; 8 — топливный бак; 9 — топливный расходный бак; 10 — подвагонный топливный бак; 11 — электрический воздушный компрессор; 12 — топливный насос ручной; 13 — воздушные баллоны; 14 — охладители; 15 — главный дизель генератор; 16 — полка с канистрами для масла; 17 — шкаф стена; 18 — радиатор отопления; 19 — полка для лежания; 20 — котел водяного отопления; 21 — унитаз; 22 — умывальник; 23 — кухонная плита; 24 — посудомойка; 25 — шкаф-холодильник; 26 — ручной тормоз; 27 — электрические измерительные и регулирующие приборы; 28 — верстак со шкафом для инструмента; 29 — вспомогательный дизель-генераторный агрегат

многослойные толщиной 5 мм, повышенной прочности, защищены от повреждения посторонними предметами, съемными рамками с проволочной сеткой шириной ячеек около 0,8 мм. Окна салона быстро открывающиеся, предусмотрены для аварийной эвакуации.

В дизельном отделении установлены два главных дизель-генератора 15 и один вспомогательный дизель-генератор 29.

Главный дизель 4VD21/15SRW жестко соединен с генератором SSED358-6а и смонтирован на стальной раме стальной конструкции, имеет воздушный пуск от баллонов 13 и водяное охлаждение.

Вспомогательный дизель 4VD12,5SRKL с воздушным охлаждением и стартерным пуском от аккумуляторной кислотной батареи бст105 емкостью 105 А.ч также выполнен в виде съемного агрегата с генератором DCBS30-4/4 трехфазного тока со стабилизатором напряжения.

Главные дизель-генераторы работают на главные шины, а вспомогательный — на вспомогательную шину. При помощи соответствующих переключателей на главном распределительном щите 7 можно соединять главные шины, а также главные шины со вспомогательной.

Дизельное топливо хранится в четырех топливных баках общей вместимостью 7700 л. Два бака 10 вместимостью 2100 и 1400 л расположены под рамой вагона и два расходных бака 8 и 9 вместимостью 2300 л нижний и 1900 л верхний — в дизельном помещении. Топливные баки соединены между собой трубопроводами, по которым с помощью электрического или ручного топливного насоса 12 топливо поступает в расходные баки, а оттуда самоотеком к дизелям, котлу 20 отопления и кухонной плите 23.

В дизельном отделении имеются верстак и под ним шкаф с инструментом для работы обслуживающего персонала, шкаф для рабочей одежды, полка.

Для отвода тепла, образующегося при работа дизель-генераторных агрегатов, в дизельном отделении в верхней части торцевой стены расположен вентилятор, который работает на нагнетание.

В кабине управления находится главный распределительный щит 7, на котором установлены: кнопочные выключатели трех генераторов для подачи напряжения на соответствующие сборные шины, переключатели фаз, выключатели для возбуждения генератора от постороннего источника энергии; амперметры, вольтметры и частотомеры для контроля за работой; переключатель выбора источника энергии главных шин (генераторы или посторонняя сеть); переключатели посторонней сети; приборы включения и контроля зарядки осветительной, стартер-

ной, вспомогательной аккумуляторных батарей и питание трансформатора на 52 В; приборы дистанционного управления кухней. Для контроля уровня воды имеется указатель уровня, доступ к которому обеспечивается из салона через люк в потолке.

К водяной системе подключены душ, умывальник, мойка, унитаз, бойлер. С водяной системой соединены также система водяного отопления и система охлаждения дизелей.

Наполняются баки через штуцера, расположенные под вагоном у торцевой стены со стороны салона.

Система водяного отопления служит для обогрева помещений дизельного вагона и состоит из котла, оребренных труб-радиаторов, циркуляционного электронасоса, расширительного бака, ручного подкачивающего насоса, бойлера и трубопроводов с арматурой. Система отопления позволяет регулировать температуры в отдельных помещениях с помощью вентилей радиаторов. Кроме радиаторов для обогрева помещений, к системе отопления при температуре наружного воздуха -30°C могут быть подключены радиаторы охладителей дизелей, а также непосредственно главные дизели.

Грузовой вагон состоит из грузового помещения и двух одинаковых машинных отделений, находящихся в торцах вагона.

Грузовое отделение изолировано блоками трудновоспламеняемого твердого полистирола с толщиной изоляции крыши 250 мм, боковых и торцевых стен — 200 мм, пола — 140 мм. Изоляция нового вагона обеспечивает коэффициент теплопередачи кузова не более $0,32 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{K})$.

Грузовое помещение имеет две одностворчатые двери прислонного типа размерами 2200х2000 мм. Двери оборудованы винтовым запорным механизмом и устройством в верхней центральной части для пломбирования и навешивания закрутки или замка с диаметром дужки не более 20 мм. Устройство закрывается крышкой и фиксируется внутренним замком.

Внутренняя обшивка выполнена из оцинкованных стальных панелей с толщиной листа 1,5 мм, соединенных U-образными профилями. Применение панелей упрощает технологию монтажа и демонтажа внутренней обшивки. Потолок обшит влагостойкими твердо-волокнистыми плитами. С 1985 г. обшивка выполняется из оцинкованных стальных листов.

Для отвода конденсата и промывочных растворов по углам грузового помещения расположены четыре водостока с гидравлическими затворами.

Для складирования груза и циркуляции воздуха под ним на полу уложены стальные оцинкованные напольные решетки, закрепленные у боковых стен на шарнирах. При очистке и промывке вагона решетки устанавливаются вдоль боковых стен и крепятся к ним накидными крюками.

Для обеспечения циркуляции воздуха, равномерного распределения воздушного потока по боковым стенам вагон имеет сквозной канал, образуемый промежуточным (ложным) потолком. Промежуточный потолок набирается из отдельных оцинкованных стальных листов, крепящихся со стороны боковой стены на шарнирах, а в центре вагона — на запорах.

Торцовые стены имеют армированное стеклопластиком окно для ввода и закрепления испарителя холодильной установки. Под испарителями расположены ванны с трубопроводами для сбора конденсата и вывода его за пределы вагона. Ванны имеют электрические нагревательные элементы против замерзания конденсата в период оттаивания.

Пол вагона состоит из деревянных брусьев, закрепленных в продольном направлении вагона, на которые в поперечном направлении уложены шпунтированные доски толщиной не менее 45 мм. К деревянному полу наклеена биологически нейтральная резина, не изменяющая своих первоначальных свойств при колебаниях температуры от +80 до -50°C.

Для освещения грузового помещения над каждой дверью имеется фонарь и выключатель.

Машинное отделение предназначено для размещения холодильно-нагревательного агрегата FAL056/7 без испарителя и электропечей, которые находятся за торцовой стеной в грузовом помещении.

Для управления обеих холодильных установок в первом машинном отделении каждого грузового вагона установлен распределительный щит, на котором имеются переключатели для дистанционного управления и работы на охлаждение (отопление) вручную, главный выключатель, сигнальные лампы режимов работы.

Как этап дальнейшего развития изотермического подвижного состава внедряются новые кузова типа «Сэндвич» рефрижераторных вагонов. Основное отличие их от рассмотренных рефрижераторных вагонов состоит в том, что в их кузовах используется заливная вспенивающая изоляция, образующая единое целое с внешней и внутренней обшивками. Такая изоляция воспринимает нагрузки совместно с металлической обшивкой кузова и является также несущим элементом. Кузова вагонов типа «Сэндвич» имеют улучшенные технико-эконо-

мические показатели: меньшую массу тары, большую грузоподъемность и погрузочный объем кузова, более высокие теплотехнические качества и повышенную герметичность кузова. Но главное достоинство вагона типа «Сэндвич» состоит в том, что кузова их эксплуатируются без ремонта в течение всего срока (28 лет) службы.

8.3. АВТОНОМНЫЕ РЕФРИЖЕРАТОРНЫЕ ВАГОНЫ

Предназначены для перевозки скоропортящихся грузов, требующих поддержания температуры в грузовом помещении от $+14$ до -18°C при температуре наружного воздуха от -45 до $+40^{\circ}\text{C}$. Вагоны пригодны для охлаждения свежих плодов, овощей и других грузов. Автономные вагоны (рис. 8.9) можно ставить в пассажирские поезда, поэтому они оборудованы сквозной магистралью и розетками для подключения к электропневматическому тормозу, а также стояночным тормозом. Вагон имеет грузовое помещение и два, расположенных по концам кузова, машинных отделения. Холодильно-отопительные установки 4 могут получать питание от постороннего источника тока. Для этого имеется щит подключения к посторонней сети 1. Охлажденный или подогретый воздух нагнетается вентиляторами, размещенными в холодильных установках, в пространство над промежуточным потолком и отсюда распределяется по грузовому помещению. Контролируют температуру в грузовом помещении переносной термостанцией, которая через штепсельный разъем присоединяется к розеткам щита 2.

В каждом машинном отделении (рис. 8.10) находится по дизель-генераторному агрегату 2 и холодильной установке 8, работающей на хладоне-12. Съемный дизель-генераторный агрегат блочного типа имеет стальную раму, на которой смонтированы: дизель, соединенный с генератором; отопительный прибор 1; аккумуляторная батарея 12 и топливный бак 11, вместимостью 730 л. Пусковое и останавливающие устройства, приборы контроля дизель-генератора расположены на щите управления 3. В летний период дизель охлаждается вытяжным вентилятором, а в зимний — подогревается от отопительного прибора 1, воздух от которого проходит через систему труб и каналов масляной ванны дизеля и через канал теплого воздуха 13, вваренный в нижнюю часть топливного бака 11.

Холодильно-отопительные установки управляются одним командным устройством, состоящим из температурного блока и выбо-

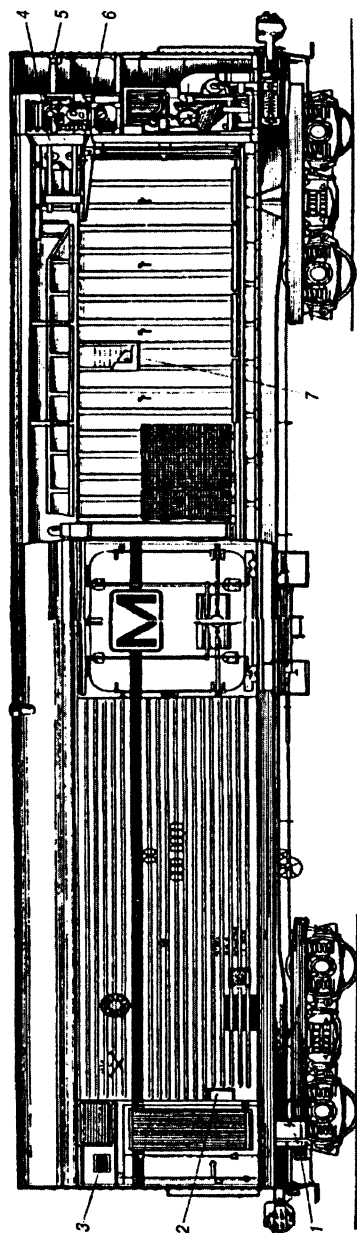


Рис 8.9. Схема автономного рефрижераторного вагона:

1 — щит подключения к посторонней сети; 2 — щит для измерения температур; 3 — лампочки для сигнализации о помехах в работе специального оборудования; 4 — вставная холодоильно-отопительная установка; 5 — воздушный ввод свежего воздуха; 6 — электронагревательный элемент ванны испарителя; 7 — датчики температуры

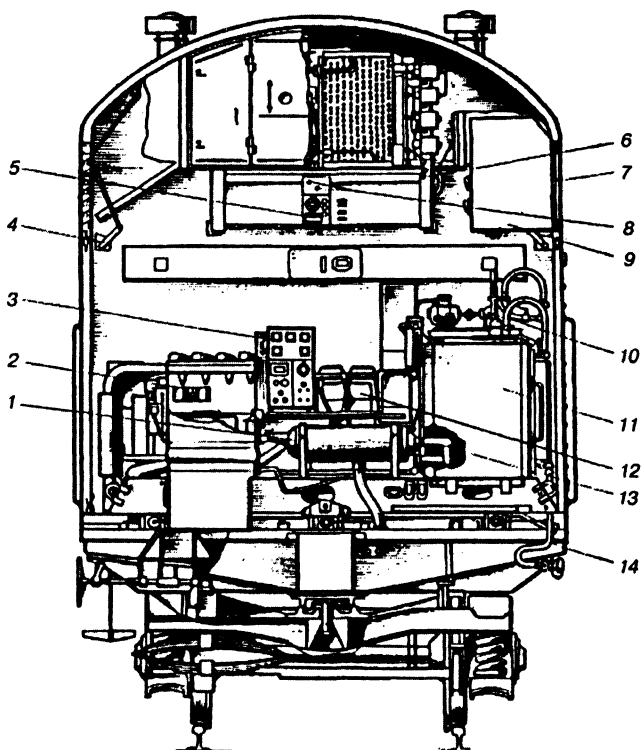


Рис 8.10. Оборудование машинного отделения АРВ:

1 — отопительный прибор; 2 — дизель-генераторный агрегат; 3 — щит управления дизель — генераторным агрегатом; 4 — привод жалюзи воздуховода; 5 — щит управления холодильным агрегатом; 6 — штуцер для заправки хладона; 7 — жалюзи вентиляции холодильного агрегата; 8 — холодильная установка; 9 — главный распределительный щит вагона; 10 — топливный насос; 11 — бак для хранения топлива; 12 — аккумуляторная батарея; 13 — канал теплого воздуха; 14 — штуцер для заправки дизельного топлива

ручного переключателя режимов. Блок состоит из термостатов с температурным датчиком, находящимся на боковой стене грузового помещения, а переключатель для выбора температуры режимов — на главном распределительном щите 9 в первом машинном отделении.

При необходимости подвода свежего воздуха в грузовое помещение открывается заслонка в воздушном канале, через который

свежий воздух засасывается вентиляторами-испарителями, предварительно охлаждаясь или нагреваясь. Для отвода воздуха из вагона над промежуточным потолком предусмотрены два дефлектора, воздушные каналы которых закрываются или открываются заслонками с помощью рычагов из машинных отделений.

Промывочные воды и конденсат отводятся через четыре сливных прибора, расположенных по углам грузового помещения.

Автономный рефрижераторный вагон с длиной кузова 19 м со служебным отделением. Вагоны предназначены для перевозки эндокринного сырья (поджелудочной и щитовидной желез, органов внутренней секреции домашних животных) и других грузов, требующих поддержания температуры от $+14$ до -20°C при наружной температуре воздуха $-45 + 40^{\circ}\text{C}$.

Конструкция вагона отличается от серийного вагона с длиной кузова 19 м наличием бытовых помещений и соответствующего оборудования (рис. 8.11). Служебное отделение состоит из салона *IV*, кухни *II* и туалета *III*.

Дизель – генераторные и холодильно-нагревательные установки расположены в двух машинных отделениях, одно из которых расположено между служебным и грузовым помещениями и из него имеется отдельный вход в кухню и туалет.

В машинном отделении *I* расположен главный распределительный щит 9 для включения холодильных установок, на противоположной стене установлен блок электронного регулятора 8 температуры (как на секции ZB-5), при помощи которого обеспечивается автоматическое поддержание температуры в пределах заданного режима.

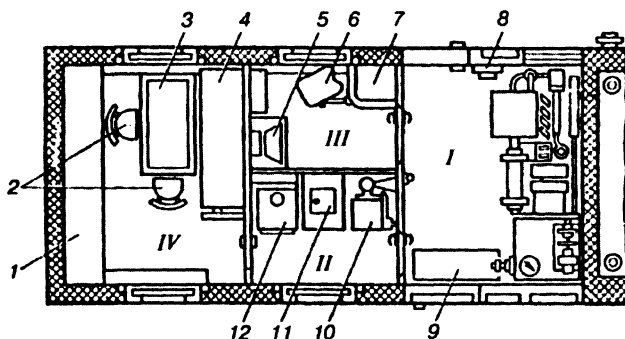


Рис 8.11. План служебного отделения автономного рефрижераторного вагона с длиной кузова 19 м

Температуру в грузовом помещении можно контролировать из служебного помещения и при помощи переносной термостанции из машинного отделения. Техническая характеристика вагона приведена в табл. 8.1.

Изоляция служебных помещений выполнена из твердого самозатухающего полистирола с толщиной изоляционного слоя в крыше и боковых стенах 120 мм, в перегородке 80 мм, в полу и торцевой стене 140 мм. Внутренняя отделка стен помещений состоит из древесноволокнистых плит, покрытых пластиком. Промежуточный потолок также выполнен из древесноволокнистых плит и оклеен потолочными обоями. В промежуточном потолке имеются люки, обеспечивающие доступ к смотровым стеклам и запорной арматуре водяных и топливных баков.

В салоне имеются стол 3 и стулья 2 и две полки 4 для отдыха (верхняя и нижняя). У торцевой стены размещены шкафы 1 для хранения одежды, продуктов и посуды. Между шкафами имеются полки для радиоприемника и распределительного щита для питания его электроэнергией, а также встроенный бытовой холодильник.

Помещение салона может дополнительно отапливаться электродвигателем мощностью 2 кВт, расположенным под нижней полкой для отдыха. Мощность калорифера может регулироваться, в летний период вентилятор калорифера используется для циркуляции воздуха и осуществляется через два вытяжных дефлектора.

В кухне размещены плита 12 для приготовления пищи, работающая на дизельном топливе, мойка 11 для посуды и котел водяного отопления 10. Водяной бак вместимостью 50 л для бытовых нужд нагревается электрическим элементом.

Помещение туалета с унитазом 6 и умывальником 5, совмещенное с душем 7, дополнительно отапливается электродвигателем мощностью 1 кВт. Над туалетом расположен бак для питьевой воды вместимостью около 1000 л. Бытовые потребители электроэнергии — бойлер и выпрямитель (380 В), калорифер служебного отделения, электропечи в туалете и две розетки (220 В) — питаются переменным током от шины генератора, а потребители постоянного тока — холодильник, система освещения, нагревательные элементы заправочных водяных штуцеров — от аккумуляторной батареи. Аккумуляторную батарею заряжают через выпрямитель от шины генератора или при неработающих дизель – генераторах от подвагонного генератора.

Общий запас дизельного топлива составляет 2400 л и рассчитан на 200 ч непрерывной работы дизель – генераторов с полной нагрузкой. Топливо, кроме двух баков вместимостью по 500 или 730 л

(в зависимости от года выпуска), расположенных на раме дизель – генераторов в машинных отделениях, размещено под рамой вагона в баке вместимостью 1000 л и в расходном баке вместимостью 150 л, находящимся над промежуточным потолком туалета. От расходного бака питается плита для приготовления пищи. Все баки соединены трубопроводами, заправочные штуцера которых выведены на обе стороны вагона. Топливо перекачивается насосом.

8.4. СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ИЗОТЕРМИЧЕСКИЕ ВАГОНЫ

К специализированным изотермическим вагонам относятся вагоны-термосы, а также вагоны для перевозки живой рыбы.

Вагон-термос (рис. 8.12) предназначен для перевозки термически подготовленных грузов, не выделяющих биологического тепла. Кузов такого вагона имеет конструкцию типа “сэндвич” с изоляцией из твердого пенистого полиуретана. Вагон может эксплуатиро-

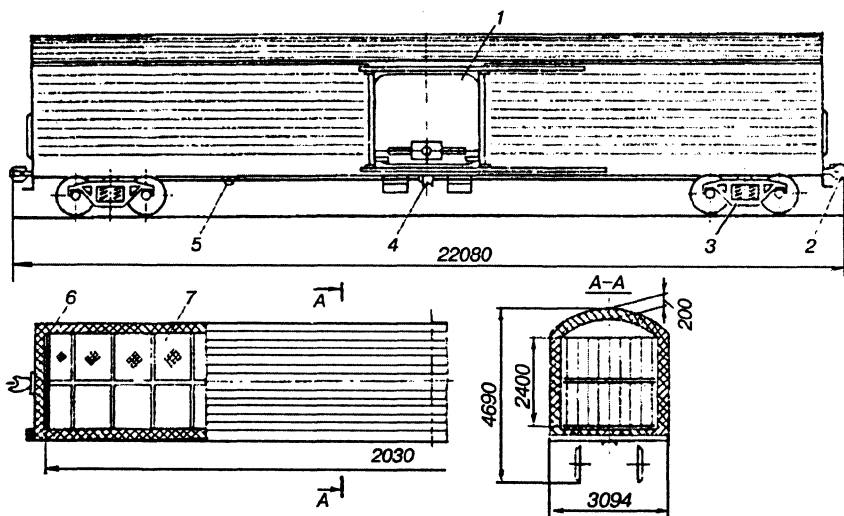


Рис. 8.12. Вагон термос:

1 — дверь; 2 — автосцепка; 3 — тележка модели 18-100; 4 — пневматический тормоз; 5 — стояночный тормоз; 6 — защитная стенка; 7 — напольные решетки

ваться при температуре наружного воздуха от -50 до $+50^{\circ}\text{C}$. Допускаемый срок перевозки зависит от температуры груза перед погрузкой и допускаемой конечной при выгрузке, а также температуры наружного воздуха.

Кузов вагона цельнометаллический. Его наружная обшивка выполнена из низколегированной стали, а внутренняя — из алюминиевого сплава. Потолок кузова обшит экоталью толщиной $0,75$ мм. Экоталь представляет собой оцинкованный стальной лист, покрытый со стороны грузового помещения жаропрочной пленкой из пластмассы или слоем специального лака. Боковые стены имеют вертикальные гофры. В торцах грузового помещения установлены защитные стенки из оцинкованного листа для предотвращения повреждения основной торцевой стены при сдвиге груза.

Пол состоит из двух слоев стеклопластика, между которыми находятся бумажные вертикальные сегменты (соты), заполненные вспененным полиуретаном. На верхний слой стеклопластика наложена многослойная фанера толщиной 18 мм, которая покрыта биологически нейтральной резиной. В грузовом помещении расположены оцинкованные стальные напольные решетки. В полу по диагонали на обоих концах вагона предусмотрены два устройства для удаления промывочных вод.

Дверные проемы с шириной в свету $2,7$ м, высотой $2,3$ м закрываются дверями прислонного типа.

Все оборудование работает автоматически и не требует обслуживающего персонала для сопровождения вагона. Техническое обслуживание таких вагонов, а также наблюдение за исправностью работы их оборудования осуществляются на специальных пунктах крупных железнодорожных станций.

Цистерна-термос для перевозки молока рассмотрена в п. 7.8.

Цистерны-термосы для перевозки, вино-водочных изделий предназначены для перевозки вин, коньяков, коньячных спиртов. Цистерны-термосы рассчитаны для эксплуатации в условиях температуры наружного воздуха от $+30$ до -40°C , обеспечивая сохранность налитых виноматериалов с температурой не выше 15°C летом и не ниже 8°C зимой в течение 15 суток. При этом понижение температуры в цистерне зимой допускается до -2°C , а летом повышение не более чем до $+25^{\circ}\text{C}$.

Цистерны-термосы для перевозки виноматериалов выпускаются нескольких моделей (15-1542, 15-1535, 15-1593), отличающихся друг от друга котлом-термосом.

Каждая цистерна (рис. 8.13) состоит из котла-термоса, рамы, ходовых частей, тормозного, автосцепного и другого оборудования.

Металлический котел цистерны модели 15-1542 имеет цилиндрическую часть, сваренную из продольных листов (нижнего толщиной 11 мм, остальных 9 мм). Материал котла — двухслойная сталь марки 12Х18Н10Т. Все детали, соприкасающиеся с продуктами, изготавливают из нержавеющей стали.

Вверху в середине котла находится расширительный колпак, на котором имеется люк диаметром 570 мм, герметически закрытый крышкой, уплотненной специальной резиной, используемой в пищевой промышленности. В колпаке размещено устройство для определения уровня налива и слива, а также привод основного затвора универсального типового сливного прибора, который расположен в середине нижнего листа, имеющего для лучшего слива наклон к сливному прибору. Рядом с люком находится предохранительный клапан, отрегулированный на избыточное давление в котле 0,05 МПа и разряжение 0,03 МПа. Наружная поверхность котла покрыта теплоизоляционным материалом из стекловолокна МРТ-35 толщиной 250 мм, закрытым сверху кожухом из листовой стали толщиной 1,5 мм, который укреплен непосредственно на раме.

Металлический котел цистерны модели 15-1593 имеет цилиндрическую часть 5, сваренную из продольных листов (нижнего толщиной 11 мм, остальных 5 мм), и два днища 3 эллиптической формы, выштампованные из листов толщиной 11 мм. Котел изготовлен из нержавеющей стали 12Х18Н10 или двухслойной ста-

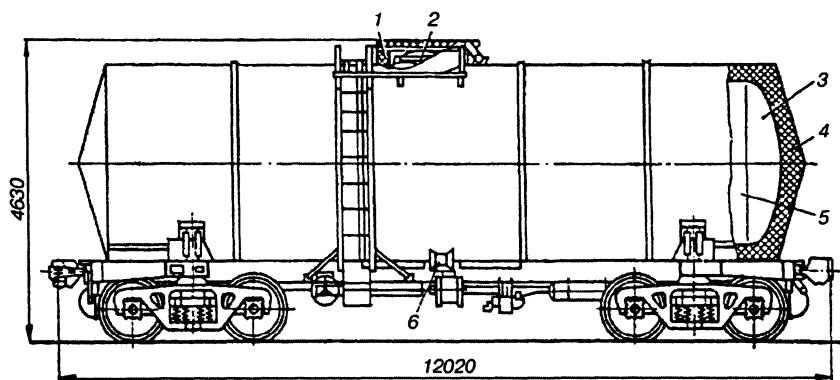


Рис 8.13. Цистерна-термос для перевозки винно-водочных изделий

ли той же марки. Между котлом и кожухом находится теплоизоляция 4 из пенополиуретана толщиной 150 мм.

Котел цистерны модели 15-1535 выполнен из углеродистой стали с внутренним покрытием (грунт ХС-04 и пищевой лак). Толщина теплоизоляции составляет 100 мм.

Тепловое ограждение цистерн обеспечивает среднесуточное изменение температуры продукта около 0,2°C летом и 0,8°C зимой.

Наливают вино-водочные изделия через люк колпака 2, а сливают через нижний сливной прибор 6. Вокруг колпака 2 расположен теплоизоляционный колпак 1 с крышкой, а под сливным прибором находится теплоизоляционная крышка. В теплоизоляционном колпаке находится специальный торцовый ключ, с помощью которого открывают и закрывают клапан сливного прибора.

Рама, крепление котла к ней, ходовые части, автосцепное, тормозное и другое оборудование такие же, как у цистерн-термосов для перевозки молока. Техническая характеристика цистерн-термосов приведена в табл. 8.2.

Двухвагонная рефрижераторная секция (модель 16-370). Секция предназначена для перевозки пресноводной живой рыбы при наружной температуре воздуха от -50 до +40°C, При этом температура воды, в которой перевозится рыба, находится в пределах 2-4°C.

Секция состоит из двух вагонов: дизель-электростанции и грузового. Вагон дизель-электростанция полностью идентичен аналогичному вагону 5-вагонной рефрижераторной секции РС-4, а

Таблица 8.2. Техническая характеристика цистерн-термосов для перевозки вина

Параметр	Модель цистерны-термоса		
	15-1535	15-1542	15-1593
Грузоподъемность, т	57,5	57,3	63
Тара, т	25,8	27,4	25,0
Объем котла, м ³	61,17	54,67	60,67
Длина котла наружная, мм	10300	10610	10700
Диаметр котла внутренний, мм	2800	2600	2800
Нагрузка на путь, кН	69,2	70,5	13,3
Габарит	1-Т	1-Т	01-Т
Конструктивная скорость, км/ч	120	120	120

кузов грузового вагона максимально унифицирован. Особенностью конструкции живорыбных вагонов является наличие резервуаров с водой, в которые загружается живая рыба.

Секцию выпускает производственное объединение БМЗ.

Кузова вагона секции цельнометаллические, сварные, несущей конструкции выполнены из низколегированной стали 09Г2. Каркасы кузовов изготовлены из гнутых и прокатных профилей, обшивка из гофрированных листов.

Теплоизоляционным материалом служит полистирол марки ПСБ или ПСБ-С, который стоек к действию воды, кислот и щелочей, физиологически безвреден.

Грузовой вагон (рис. 8.14) имеет машинное и грузовое помещение. В машинном отделении смонтирована холодильная установка, состоящая из двух холодильных машин с компрессорно-конденсаторными агрегатами от установки ВР-1М, применяемой в 5-вагонной рефрижераторной секции РС-4, двух кожухотрубных испарителей ХМВ-36, двух терморегулируемых вентилей и трубопроводов. Охлаждение воды в баках с рыбой происходит путем непосредственного ее контакта с испарителем холодильной машины. Система охлаждения обеспечивает следующие режимы в баках с рыбой: охлаждение расчетного количества (17 т) рыбы от 20 до 4°C и 23 т воды от 15 до 4°C при температуре наружного воздуха 30°C за 48 ч; охлаждение расчетного количества воды и рыбы от 17 до 10°C при температуре окружающего воз-

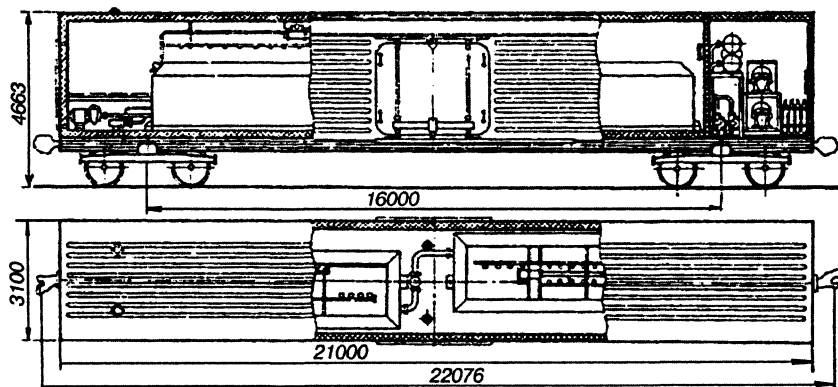


Рис 8.14. Грузовой вагон живорыбной секции

духа 30°C за 25 ч; поддержание температуры воды и рыбы в баках 2–4°C при температуре наружного воздуха 30°C.

Два насоса 2КМ-20/30, находящиеся также в машинном отделении, предназначены для циркуляции воды через испарители. Вода, забираемая из коробов фильтров, расположенная под заборными решетками, установленными вдоль боковой стены бака, после испарителей подается в баки. Около компрессорно-конденсаторных агрегатов расположены запасные баллоны вместимостью 12 л с хладагентом R12. На торцовой стене вагона смонтирован щит управления оборудованием грузового вагона.

В перегородке между машинным и грузовым помещением, сообщающимися через дверь, установлены два вентилятора для подачи воздуха в грузовое помещение.

В грузовом помещении находятся два резервуара для содержания рыбы, выполненные из нержавеющей стали, общей вместимостью 40 000 л (23 000 л — большой бак и 17 000 л — малый бак), позволяющие перевозить 17 т рыбы 23 т воды; шкаф для снулой рыбы; оборудование системы аэрации; устройство для механизированной загрузки и выгрузки рыбы; переходные площадки.

Для обогащения воды кислородом имеется водовоздушная система аэрации (аэрация воды — процесс насыщения воды кислородом воздуха), которая обеспечивает содержание в воде 5–6 мг кислорода на 1 л при расчетной температуре 2–4°C. Система аэрации за счет двух насосов осуществляет направленную проточность воды по длине баков с кратностью циркуляции 4–6 оборотов/ч.

Для погрузки и загрузки живой рыбы используют электроталь, передвигаемую по монорельсу, погрузочный ковш и лотки, которые монтируют перед погрузкой или выгрузкой в междверном пространстве грузового помещения.

Вагоны секции оборудованы пневматическим тормозом с воздушораспределителем № 483.000, автомагическим регулятором хода штока тормозных цилиндров и автосцепкой СА-3 с поглощающим аппаратом типа Ш-1-ТМ. Ходовой частью является тележка КВЗ-И2. Техническая характеристика секции для перевозки живой рыбы приведена в табл. 8.3.

По мощности энергетическая установка позволяет включать в состав секции еще один или два грузовых вагона. В этом случае увеличивается грузоподъемность секции по живой рыбе, что значительно повышает экономическую эффективность ее эксплуатации.

**Таблица 8.3. Техническая характеристика секции
для перевозки живой рыбы**

Параметр	Грузовой вагон	Вагон-дизель-электростанция	Секция в целом
Грузоподъемность, т:			
рыбы с водой	40	—	40
живой рыбы	17	—	17
Тара вагона в экипированном состоянии, но без воды в баках, т	45	63	108
Объем резервуаров для рыбы, м ³	40	—	40
База вагона, мм	16000	12000	—
Длина, мм:			
по осям автосцепок	22156	18156	40312
по раме	21000	17000	—
Максимальная ширина, мм	3100	3100	—
Толщина ограждений, мм:			
пола	220	133	—
стен	200	110	—
крыши	250	110	—
Нагрузка от оси на рельсы, кН	204,5	157,5	—
Номинальная мощность дизель-электростанции при $\cos \varphi = 0,8$, кВт	—	150	150
Холодопроизводительность холодильной установки при стандартных условиях, кВт	41,8	—	41,8
Коэффициент теплопередачи ограждения (расчетный), Вт/(м ² ·К)	0,41	—	—
Запасы, кг:			
топлива	—	6700	7400
масла	—	200	200
воды	—	3000	3000
Конструктивная скорость, км/ч	120	—	120
Габарит	1-Т	1-Т	1-Т

9. ПАССАЖИРСКИЕ ВАГОНЫ

9.1. ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПАССАЖИРСКИМ ВАГОНАМ

Пассажирские вагоны магистральных железных дорог колеи 1520 мм для скоростей движения до 160 км/ч должны удовлетворять техническим требованиям, а также требованиям установленным стандартом: к кузову и его оборудованию, тележкам, автосцепному устройству и тормозному оборудованию, материалам, уровню комфорта, технике безопасности и противопожарной защите. Кроме того, им определены основные показатели надежности, правила приемки и гарантии изготовителя.

Проектирование и строительство пассажирских вагонов ведется на температурный режим окружающего воздуха от +40 до -50°C, при которых температура внутри помещения не должна опускаться ниже +18°C и подниматься выше +26°C. Уровень шума, частота и ускорения внутри помещения, подача свежего воздуха и его очистка, скорость движения воздуха в местах нахождения пассажиров, а также суточный запас воды на одного пассажира — нормируются. Достигается это тем, что кузова вагонов имеют необходимую теплошумоизоляцию, оборудование систем вентиляции или кондиционирования воздуха, отопление, освещение, систему холодного и горячего водоснабжения, санузлы, отделения купе или салоны с внутренним оборудованием, обеспечивающим максимальные удобства пассажирам в пути следования, и служебные помещения. Ходовые части, автосцепное устройство и тормоз вагона проектируется с параметрами, обеспечивающими необходимую плавность хода вагона и минимальный шум в помещении.

При проектировании пассажирских вагонов должно внимание уделяется вопросам обеспечения безопасности пассажиров и обслуживающего персонала.

Для пожарной безопасности пассажиров внутреннее оборудование вагонов, особенно облицовка стен, перегородок, потолков и мебель, выполнено из негорюемых или трудно сгораемых материа-

лов. Внутренняя поверхность вагона облицовывается материалами, допускающими уборку с применением специальных растворов. Дымовые трубы котла отопления и плит имеют противопожарные вставки. Электрическое оборудование пассажирских вагонов в противопожарном отношении выполняется в соответствии с требованиями государственного стандарта. Все пассажирские вагоны обязательно снабжаются первичными средствами пожаротушения, оборудованы системами сигнализации и пожаротушения.

При решении вопросов надежности основное внимание уделяется повышению коррозионной стойкости металлических элементов кузовов, применяют алюминиевые сплавы и нержавеющие стали.

Внешний вид и интерьер вагона создаются с учетом требований по технической эстетике, в основу которых положены выразительность, рациональность и простота геометрических форм конструкции.

Нумерация пассажирских вагонов. Номер пассажирского вагона состоит из восьми цифр. Первая из них "0" — определяет род вагона. Вторая и третья — цифровой индекс дороги, к которой он приписан. Дорога в зависимости от размеров приписанного к ней парка может иметь один или несколько индексов. На Московской, например, семь индексов «17 – 23», а на Юго-Восточной — два «58 и 59».

Четвертая цифра указывает тип пассажирского вагона. Например, "0" — мягкий и жестко — мягкий; «1» — купейный; «2» — жесткий открытый; «3» — межобластной с местами для сидения; «4» — почтовый; «5» — багажный и почтово-багажный; «6» — вагон-ресторан; «7» — служебно-технические и «8» — вагоны, принадлежащие другим министерствам и ведомствам.

Пятая, шестая и седьмая цифры определяют разновидность основных типов пассажирских вагонов и их конструктивные особенности, планировку, виды отопления, типы тормозов и некоторые другие различия.

И последняя, восьмая цифра номера — это контрольный знак, кодовая защита. Она служит для проверки правильности считывания номера и его учета в ЭВМ.

Чтобы облегчить считывание номера, он пишется на вагоне в виде простой дроби: числитель — первые три цифры, указывающие тип вагона и дорогу приписки, а знаменатель — остальные пять цифр.

9.2. КЛАССИФИКАЦИЯ И ПЛАНИРОВКА ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ

Пассажирские вагоны для скоростей движения до 160 км/ч строили на базе унифицированных кузовов с едиными основными размерами: длиной 23,6 м, шириной 3,105 м и базой 17,0 м (табл. 9.1). Вагоны спроектированы по габариту 1-ВМ. Они отличаются планировкой помещений и устройством внутреннего оборудования. Тележки, ударно-тяговые устройства и электропневматический тормоз у всех вагонов — типовые, а устройства и схемы отопления, водоснабжения, освещения и электрооборудования аналогичны. Вагоны оборудуются индивидуальной системой электроснабжения, включающей подвагонный генератор и аккумуляторную батарею.

Парк пассажирских вагонов полностью состоит из цельнометаллических вагонов, причем 86% из них предназначены для перевозки пассажиров и 14% парка вагонов для вспомогательного назначения (вагоны-рестораны, багажные, почтовые, почтово-багажные и служебные). Разработаны и проходят эксплуатационные испытания новые модели пассажирских вагонов: например, пассажирский купейный вагон с креслами для сидения мод. 61-4170, для скорости до 200 км/ч.

Некупейный вагон модели 61-821 (рис. 9.1) на 54 спальных места имеет пассажирское помещение с девятью шестиместными отделениями 6. Каждое отделение оборудовано продольными и поперечными полумягкими диванами и откидными спальными полками для пассажиров, подоконными столиками и полками для багажа. В вагоне есть служебное помещение 4, купе для проводников 5, два туалета 7, котельное отделение 2, коридоры 3 и 8 и два тамбура 1.

Купейный вагон типа 47 постройки Германии со спальным жесткими местами (рис. 9.2) на 36 пассажиров имеет одно двухместное 4 и девять четырехместных 8 купе, коридор 7 вдоль пассажирского помещения вагона, служебное 3 и котельное 5 отделения, два тамбура 1, 12. В каждом купе имеются полумягкие диваны и спальные полки, рундуки и ниши для багажа, подоконные столики, сетки для мелких предметов, плафоны и софиты для индивидуального освещения. Планировки других типов купейных вагонов аналогичны и различаются внутренним оборудованием.

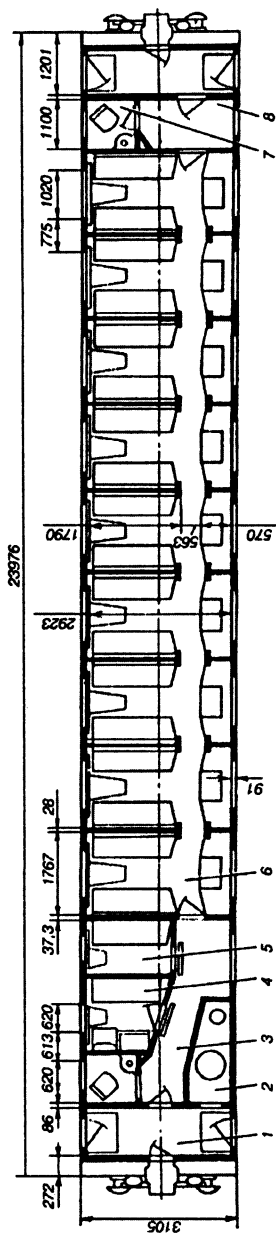


Рис. 9.1. Планировка некупейного вагона со спальными местами

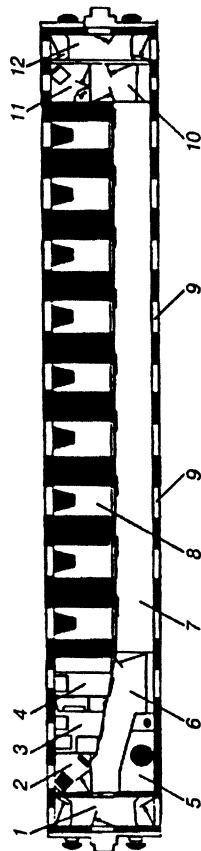


Рис. 9.2. Планировка купейного вагона:

1 — тамбур тормозного конца вагона; 2 — туалет тормозного конца вагона; 3 — отделение служебное; 4 — купе проводников; 5 — котельное отделение; 6 — коридор тормозного конца вагона; 7 — большой коридор; 8 — пассажирское купе; 9 — окна — аварийный выход; 10 — коридор нетормозного конца вагона; 11 — туалет нетормозного конца вагона; 12 — тамбур нетормозного конца вагона

Таблица 9.1. Техническая характеристика

Параметры	Модели	
	61-4179 ТУ 3183-007- 05744544-97	61-820 ТУ 24.05.05. 061-96
Масса тары вагона, т	56,7	54,0
Количество мест:		
для пассажиров	36	36
для проводников	2	2
Конструкционная скорость, км/ч	160	160
Плавность хода (К), не более	3,1	3,1
Тележка	4065.00.000.02	68-4065
	4066.00.000.02	68-4066
Генератор синхронный	ЭГВ 08.VI	ЭГВ 01.VI
Привод генератора	АСТ-32 УХЛ	Текстурно-кард.
Мощность системы электроснабжения, кВт	32	8
Аккумуляторная батарея	90 кМ 250Р	40ВНЖ-У2
Удельный расход электроэнергии кВт.ч/1000 пасс.км.	16,7	10,2
Средний коэффициент теплопередачи огражденный кузова, Вт/м ² К, не более	0,95	0,95
Установка пожарной сигнализации	УПС-ТМ	УПС-ТМ
Установка пожаротушения пульта электрооборудования	УГП-110	УГП-110
Объем воды в установке водяного пожаро- тушения, л	90	90
Объем воды в системе водоснабжения, л	1000	1000
Объем воды в системе отопления, л	700	700
Установка кондиционирования воздуха	УКВ ПВ	—
Печь микроволновая	имеется	имеется
Холодильник термоэлектрический	*	*
Обеззараживатель питьевой воды	*	*
Охладитель воды термоэлектрический	*	*
Сейф	*	*
Тормоз	Пневматический, электро- пневматический, ручной	Пневматический, электро- пневматический, ручной
Автосцепка	СА-3	СА-3
Назначенный срок службы вагона до списания, лет	28	28

пассажирских вагонов постройки ТВЗ

вагонов				
61-4177 ТУ 3183-008- 05744544-97	61-828 ТУ 3183-009- 05744544-9	61-4178 ТУ 3183-010- 705744544-97	61-4186 ТУ 3183-014- 05744544-97	61-4170
53,5	50,3	50,7	58,9	58,6
54 (спальных) 2 (спальных) 160 3,1 68-875 68-876 ЭГВ 01.VI Текстропно-кард. 8 40ВНЖ-У2	60 (для сиден.) 1 (спальных) 160 3,1 68-875 68-876 ЭГВ 0008.2 Текстропно-кард. 8 40ВНЖ-У2	60 (для сиден.) 2 (спальных) 160 3,1 68-4071 68-4072 ЭГВ01.VI Текстропно-кард. 8 40ВНЖ-У2	26 (спальных) 2 160 3,1 68-40656 68-4066 ЭГВ 08.VI А -32 УХЛ1 32 90 кМ 250Р	48 (для сиден.) 1 (для сиден.) 200 2,8 8-4075 68-4076 централизован — — 90 кМ 250Р
10,2	10,2	10,2	16,7	16,7
1,0 УПС-ТМ	0,95 УПС-ТМ	0,95 УПС-ТМ	0,95 УПС-ТМ	0,85 УПС-ТМ
УГП-110	УГП-110	УГП-110	УГП-110	УГП-110
90 1000 700 —	90 1000 700 —	90 1000 700 —	90 1300 700 УКВ ПВ	90 700 — УКВ ПВ
имеется * * * *	имеется * * * *	имеется * * * *	имеется * * * *	имеется ЭМЦ-200 ОВ-001 имеется *
Пневматический, электро- пневматический, ручной	Пневматический, электро- пневматический, ручной	Пневматический, электро- пневматический, ручной	Пневматический, электро- пневматический, ручной	Дисковый и маг- ниторельсовый, электропневмати- ческий, пневмати- ческий СА-3 28
СА-3 28	СА-3 28	СА-3 28	СА-3 28	СА-3 28

Купейный вагон с мягкими спальными местами на 32 пассажира (рис. 9.3) отличается от аналогичного жесткого вагона большими размерами четырехместных купе и наличием спальных мест с мягкими диванами и полками. Такие вагоны могут изготавливаться с двух- и четырехместными купе на 24 места.

Вагон открытой планировки (рис. 9.4) с креслами для сидения на 68 мест используется для перевозки пассажиров пригородными поездами. Этот вагон имеет два тамбура 2, котельное 1 и служебное 4 отделения, два туалета 3, пассажирское помещение 5 с мягкими двухместными поворачивающимися креслами 6 для сидения, установленными у окон вдоль каждой боковой стены, и центральным проходом. Выше окон вдоль всего салона размещены полки для багажа. В служебном помещении 4 установлены одно кресло, стол и шкаф со щитом электрооборудования.

Типы, основные размеры и параметры почтовых вагонов регламентированы государственным стандартом. Почтовые вагоны изготовляют двух основных типов: ПП — с двумя кладовыми и сортировочными залами, предназначенными для перевозки почтовых грузов, обработки и обмена их в пути следования, и с одним общим грузовым помещением и устройствами для механизации погрузо-разгрузочных работ; ПП-1 — для перевозки почтовых грузов в контейнерах и обмена их в пути следования. Вагоны типа ПП модели 61-516 имеют: грузоподъемность для почтовых грузов 22 т, тару с экипировкой не более 48 т, площадь помещения для перевозки и обработки почтовых грузов не менее 51 м², размер проема погрузочных дверей не менее 1370х1980 мм.

Почтовый вагон типа ПП модели 61-514 (рис. 9.5, а) имеет трактовую 1 и транзитную 7 кладовые, зал 5 для сортировки писем, купе 8 для отдыха бригады, служебное отделение 4 для проводников, туалет 3 с душем, котельное отделение 10, малый 6 и большой 9 коридоры и один тамбур 2, расположенный в средней части вагона. Трактовая кладовая 1 оборудована полками для посылок, выгружаемых на промежуточных станциях; транзитная 7 служит для размещения посылок, следующих на конечную станцию.

Почтовый вагон типа ПП-1 (рис. 9.5, б) имеет один тамбур 2 в конце кузова, бытовой отсек, состоящий из туалета 3, купе для отдыха обслуживающей бригады 8 и котельного отделения 13, разделенных коридором 9, а также помещение для оператора 11 и багажную кладовую 12 площадью 53,5 м². В кладовую вмещается 45 контейнеров объемом по 1,6 м³, установленных вдоль вагона в

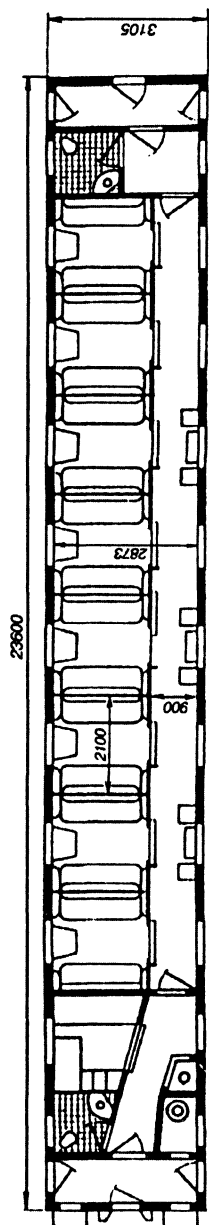


Рис. 9.3. Планировка мягкого вагона с четырехместными купе

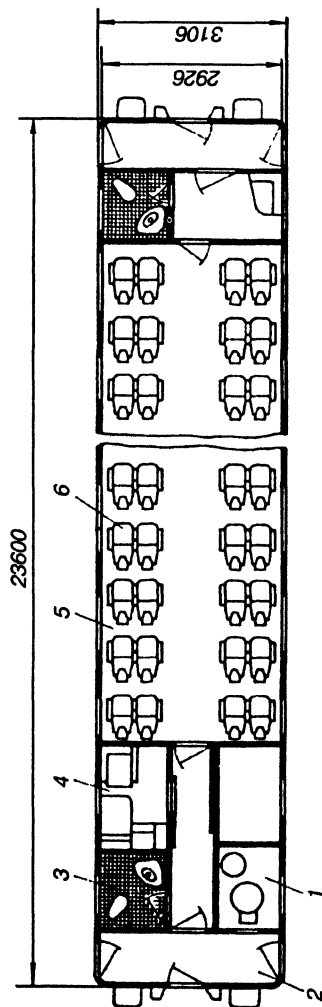


Рис. 9.4. Планировка вагона открытого типа с креслами для сидения

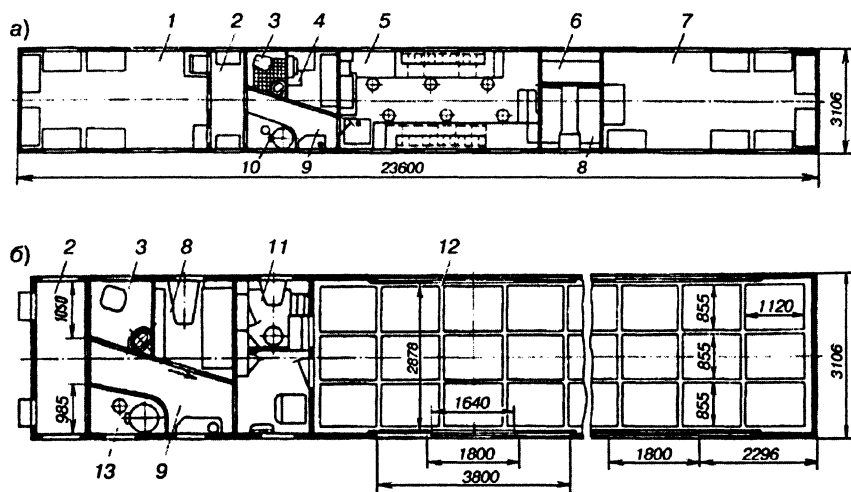


Рис. 9.5. Планировка почтовых вагонов:

а — типа ПП; *б* — типа ПП-1

три ряда. Положение контейнеров в кладовой фиксируется специальными устройствами. В боковых стенах имеются задвижные двери, через которые загружают и выгружают контейнеры с помощью установленных в кладовой мостовых кранов. Кранами управляют с пульта, помещенного в отделении для оператора. Вагон можно эксплуатировать в поездах с централизованным электроснабжением.

Багажный вагон (рис. 9.6, *а*) модели 61-517 предназначен для транспортировки багажа в пассажирских или отдельных почтово-багажных поездах. В этом вагоне имеются багажная кладовая 6, купе для раздатчиков багажа 5, служебное отделение 4, туалет с душем 2, котельное отделение 7, коридор 3 и один тамбур 1.

Багажно-почтовый вагон (рис. 9.6, *б*) эксплуатируется на тех направлениях, где целесообразно применять отдельные багажные или почтовые вагоны ввиду малого объема перевозок багажа и корреспонденции. Такой вагон имеет багажную кладовую 6, кладовую для почты 10, в каждую из которых можно разместить по 10 т груза, сортировочный зал 8, купе для отдыха бригады 9, купе раздатчиков багажа 5, котельное отделение 7, туалет 2, коридоры и один тамбур 1 в средней части вагона. Оборудование кладовых, сортировочного зала и котельного отделения аналогично оборудованию почтового вагона.

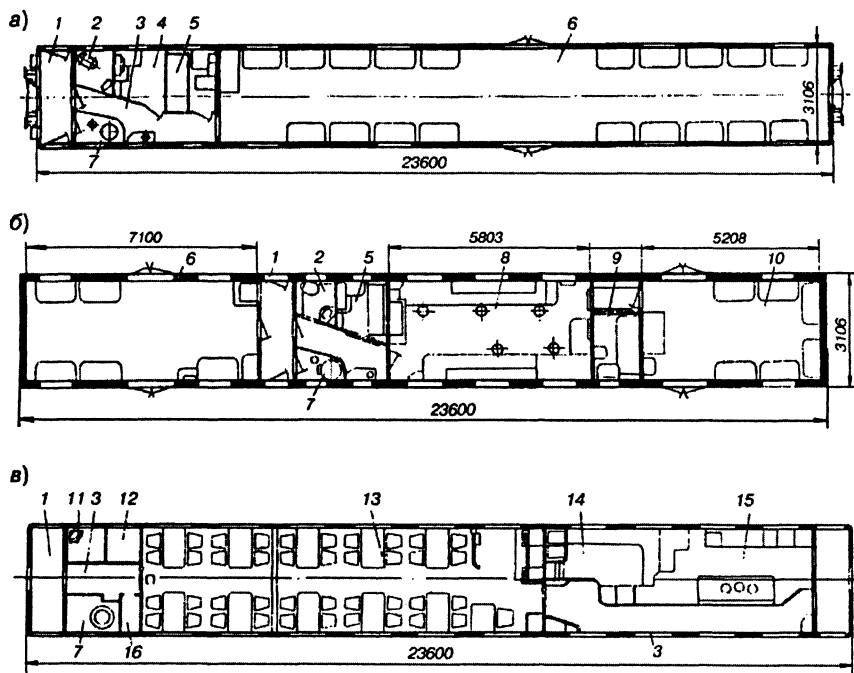


Рис. 9.6. Планировка вагонов:

а — багажного; *б* — багажно-почтового; *в* — вагона-ресторана

Вагон-ресторан (рис. 9.6, *в*) имеет два тамбура 1, кухню 15, буфетное отделение 14, коридор 3, обеденный салон 13 на 48 мест, умывальное отделение 11, помещение для обслуживающего персонала 12, котельное отделение 7, кладовую для продуктов 16 и малый коридор 3, соединяющий обеденный салон с тамбуром.

К числу специальных вагонов пассажирского парка относятся вагон-электростанция с двумя или тремя дизель-генераторными установками общей мощностью 400 или 600 кВт. Вагон-электростанция предназначена для централизованного питания электроэнергией пассажирского состава из 15 вагонов, оборудованных электрическим отоплением и установками кондиционирования воздуха. К специальным относятся также вагоны служебные, вагоны-клубы, столовые и др.

9.3. КОНСТРУКЦИЯ КУЗОВОВ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ

Кузов пассажирских вагонов по конструкции и размерам основных типов унифицирован. Он выполняется цельнометаллическим, сварным, несущей конструкции типа замкнутой оболочки с оконными и дверными проемами в стенах, длиной 23,6 м. Расположение и размеры проемов обусловлены архитектурно-планировочными решениями при проектировании вагонов. Такие цельнонесущие кузова наиболее рациональны, так как при минимальной массе они обеспечивают необходимую прочность, устойчивость и долговечность. Для несущих элементов конструкции кузова применяются низколегированные и углеродистые стали различных марок с широким использованием в качестве подкрепляющих элементов обшивки, рациональных форм гнутых профилей. В практике вагоностроения кузова пассажирских вагонов имеют две разновидности: со сквозной хребтовой балкой и с хребтовой балкой только в консольных частях рамы, так называемые кузова без хребтовой балки. Вагоны отечественной постройки выпускались с хребтовой балкой постоянного сечения и выпускаются в настоящее время с хребтовыми балками переменного сечения. Вагоны купейные с жесткими местами постройки Германии, изготовлены с рамами без хребтовых балок. Они состоят из несущей металлоконструкции кузова, теплоизоляции, внутренней обшивки, окон, дверей, внутреннего оборудования и санитарно-технических устройств (отопления, вентиляции, водоснабжения), а также системы энергоснабжения и освещения вагона.

Металлоконструкция кузова некупейного спального вагона, модели 61-821 (рис. 9.7), состоит из рамы 9 со сплошной хребтовой балкой и металлическим настилом пола 14, боковых 2 и торцовых 5 стен и крыши 1. В боковых стенах 2 кузова предусмотрены проемы 3 для окон и проемы 12 для дверей, оборудованные подножками 11 и поручнями 13. Под полом кузова размещен ящик 8 для хранения постельного белья, бывшего в употреблении. На торцевых стенах кузова также имеются проемы 7 для перехода пассажиров из вагона в вагон при движении поезда, которые со стороны тамбура закрывают дверями. Снаружи по контуру проема 7 установлена металлическая рамка 6 для крепления на ней уплотнительного элемента (суфле) упругой переходной площадки. Для подъема на крышу на торцевой стене с котловой стороны вагона установлена откидывающаяся лестница 4. Для соединения кузова с тележками предусмотрены

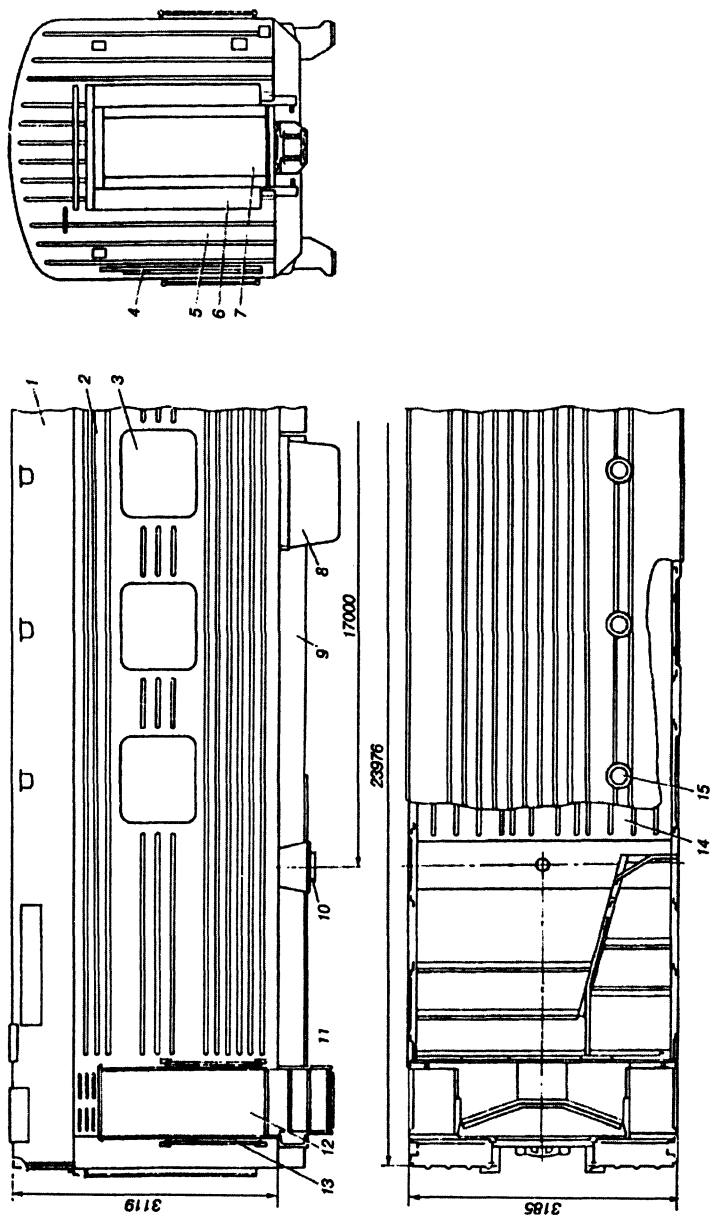


Рис. 9.7. Кузов
пассажирского вагона с
хребтовой балкой

пятники 10. Естественная вентиляция помещения вагона осуществляется через дефлекторы 15.

Рама кузова (рис. 9.8) образована хребтовой балкой 10, двумя шкворневыми 11, двумя концевыми 6 и тремя поперечными балками, размещенными между шкворневыми. Хребтовая балка 10 состоит из трех частей: двух концевых — из швеллера № 30В с толщиной стенок 9,5 мм и средней — из швеллера № 30а с толщиной стенок 6,5 мм. Применение мощного в консолях и более легкого профиля в средней части хребтовой балки обусловлено тем, что продольные усилия, возникающие в поезде, непосредственно воспринимаются консольными частями, а в средней — частично, так как здесь в восприятии этих сил участвуют боковые стены и крыша кузова. Швеллеры средней части хребтовой балки на всей своей длине связаны между собой поперечными диафрагмами 15, а по концам они соединены задними 4 и передними 2 упорами автосцепки, объединенными с розеткой 1. Для ограничения перемещения тягового хомута вверх к хребтовой балке сверху приварены планки 17. К вертикальным стенкам швеллеров хребтовой балки на участках между упорами 2 и 4 прикреплены планки 3, защищающие стенки швеллеров от истирания поглощающими аппаратами. На участке между задними упорами и шкворневыми балками хребтовая усилена листом 16 толщиной 10 мм.

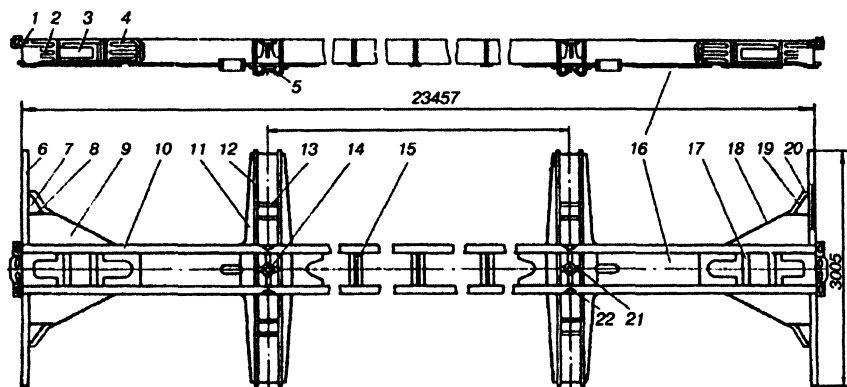


Рис. 9.8. Рама пассажирского вагона с хребтовой балкой

Шкворневая балка сварная, коробчатого сечения. Она состоит из двух вертикальных листов 12 толщиной 8 мм, переменной высоты по длине, нижнего фигурного листа 11 толщиной 10 мм и верхнего горизонтального листа. К нижнему листу в пересечении с хребтовой балкой на болтах крепится пятник 5, а по бокам — скользуны. Зоны размещения скользунов шкворневой балки усилены двумя ребрами 13, а надпятниковая зона — крестовиной 14, диафрагмами 21 и ребрами 22.

Косцевая балка 6 выполнена из двух швеллеров № 30, соединенных в середине с хребтовой балкой ударной розеткой 1 автосцепки. С хребтовой балкой снизу она связана фигурным листом 9, имеющим отбортовку 18 высотой 58 мм. Для придания достаточной жесткости концевым балкам в местах постановки на них буферов упругих площадок эти зоны усилены ребрами 8, 19 и 20 и планкой 7.

Основные поперечные балки рамы выполнены из штампованных листов Г-образной формы переменной высоты по длине из листов толщиной 6 мм.

Настил пола 2 (рис. 9.9) в консольных частях изготовлен из гладкого листа толщиной 3 мм, а на участках между шкворневыми балками 3 — из гофрированного 4 толщиной 2 мм. Соединенные свар-

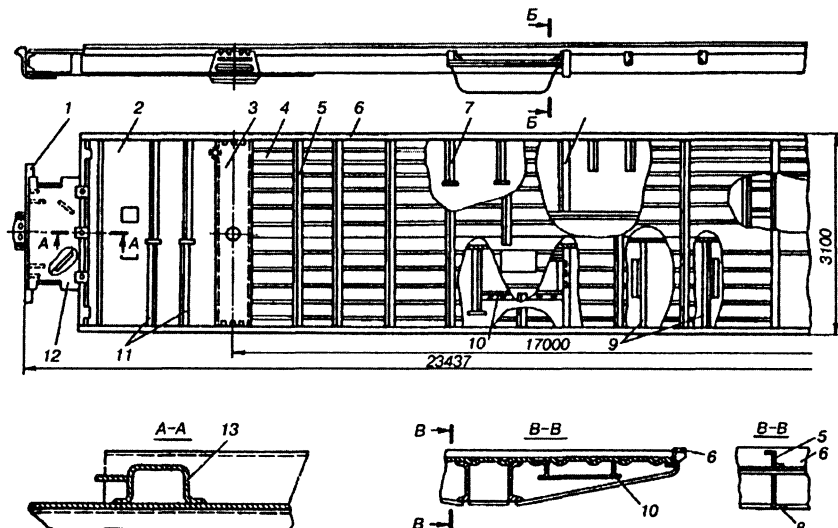


Рис. 9.9. Рама пассажирского вагона с настилом пола

кой концевые 1, шкворневые 3, хребтовая, основные 8 и вспомогательные поперечные, а также боковые продольные 6 балки с настилом пола 2 и 4 и подкрепляющими его поперечными балками 5 и 13 образуют жесткую конструкцию, обеспечивающую необходимую прочность кузову при действии эксплуатационных нагрузок. К вспомогательным балкам относятся: балка 7 для крепления тормозного оборудования, 9 — для высоковольтного контактного ящика и др. Поддерживающие пол балки 5 в средней части кузова выполнены из гнутых профилей высотой 65 мм и толщиной 3 мм, а в местах расположения тамбурных перегородок — из Ω -образных профилей 13 высотой 85 мм и толщиной 3 мм. Балки 11 для крепления котла отопления изготовлены из Z-образных профилей высотой 85 мм и толщиной 3 мм, у продольной оси рамы они стыкуются с поддерживающими пол балками такого же профиля и размера, что и балки 5 (Z № 6.5). Пол в тамбурах покрыт гладким фигурным листом 12 с вырезами для размещения подножек. Пространство над подножками на уровне пола перекрывается откидывающимися крышками.

Боковая стена (рис. 9.10) кузова состоит из гофрированных листов, подкрепленных с внутренней стороны каркасом — вертикальными стойками и продольными обвязками. Обшивка надоконного пояса 3 имеет толщину 2 мм, а подоконного 5 и межоконных простенков 4 — 2,5 мм.

Каркас стены образован набором стоек 2 (Z 55x65x40x3 мм) и продольной верхней 1 и нижней 6 обвязок, выполненных из Z-образ-

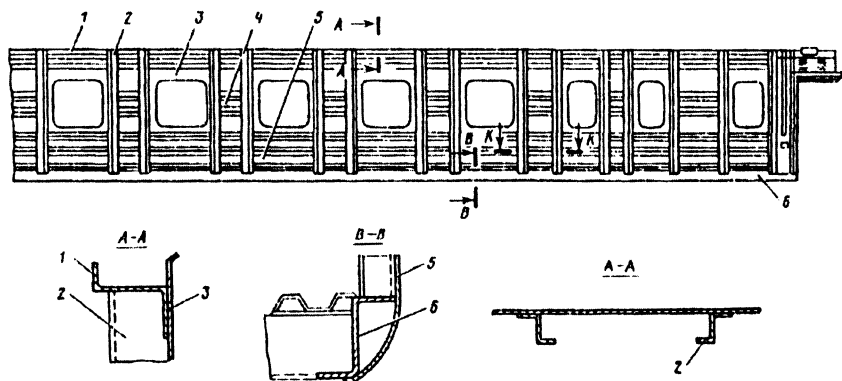


Рис. 9.10. Боковая стена кузова пассажирского вагона

ных профилей размером соответственно 70х50х20х3 и 100х75х6,5 мм. Дверные стойки сварные из двух Z-образных профилей № 6,5 и планок, образуя Ω-образный профиль размером 200х55х65х3 мм. По их высоте приварено по три коротких уголка, а над окнами к обшивке — по три Z-образных элемента для крепления деревянных брусев.

Торцевая стена (рис. 9.11) котлового конца вагона изготовлена из двух крайних гофрированных листов 7 толщиной 2 мм и среднего наддверного листа толщиной 1,4 мм. По высоте стены обшивка с внутренней стороны подкреплена ребрами 8 толщиной 2 мм, кромки

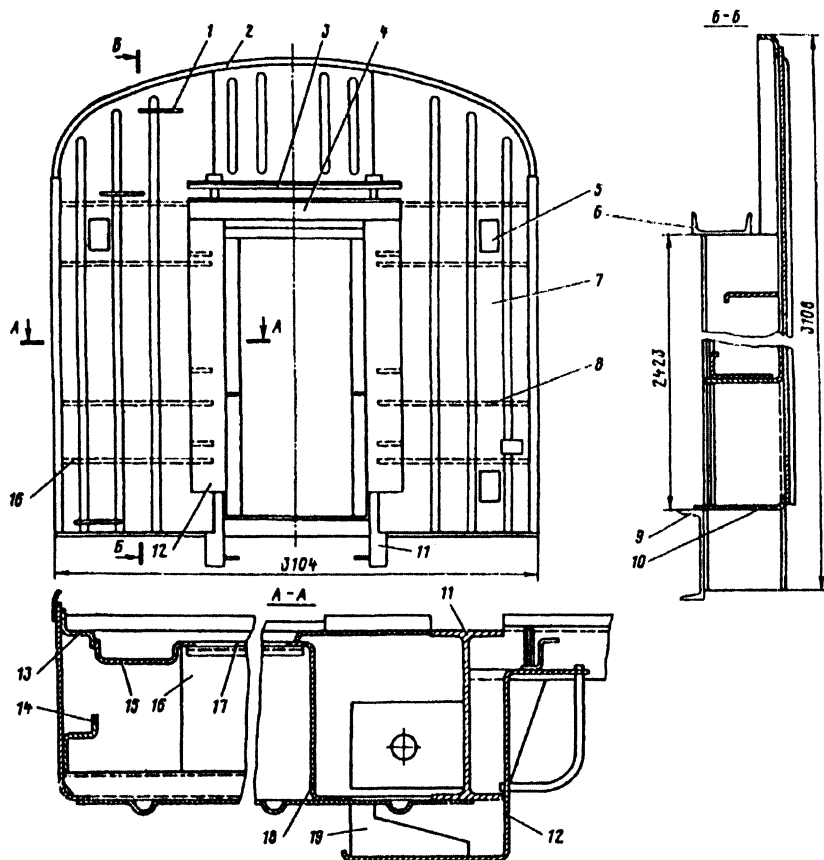


Рис. 9.11. Торцевая стена кузова пассажирского вагона

которых имеют отбортовку высотой 20 мм. Сверху листы 7 приварены к дуге 2 уголкового профиля 60х50х2 мм, снизу — к обвязке 10 (2 мм), а по краям — к обшивке, подкрепленной стойками 13 и 14 Z-образного профиля (55х40х30х3 мм), в зоне дверного проема торцевая стена усилена двумя мощными противоударными стойками 11 из двутавров № 26Б1. Стойки снизу приварены к концевой балке 9 рамы, а вверху — поперечной балке 6 (швеллер № 30), образуя конструкцию обеспечивающую жесткую связь стен и крыши. К стойкам 11 приварена П-образная рамка для крепления резинового суфле упругой площадки. Она состоит из стоек 12 и балки 4. Над балкой 4 расположен элемент 3, на который крепится козырек суфле. Балки 3, 4 и 12 выполнены из Z-образных профилей толщиной 1,4 мм. Наружная полка профиля стоек 12 по высоте подкреплена ребрами 19. Емкости для хранения угля в вагоне образованы пространством между наружной обшивкой 7, специальным листом 17, приваренным со стороны тамбура к элементам 15 и 18 и листу 16, образующим дно. Для размещения сигнальных фонарей в стене предусмотрено три выреза 5, а для безопасности подъема на крышу — поручни 1.

Крыша (рис. 9.12) состоит из металлического каркаса, обшитого снаружи в средней части гофрированными вдоль вагона листами 1 толщиной 2 мм, а по скатам — гладкими листами 2 толщиной 2 мм. Каркас крыши сварен из боковых продольных обвязок 4 уголкового профиля 56х56х3 мм и дуг 3 Z-образного профиля 45х65х40х2,5 мм. По концам продольные обвязки соединены с поперечными балками 6, выполненными из швеллера № 30. Концевые дуги 5 изготовлены из гнутых уголков 60х50х2 мм. В крыше предусмотрены отверстия с усиливающими армировками для дефлекторов, а также армированные люки для монтажа и демонтажа котла отопления, калориферов, бака для воды и вентиляционного агрегата.

Рама кузова изготовлена из низколегированной стали 09Г2Д, стойки стен и дуги — из углеродистой стали 20кп, обшивка стен и крыши, а также настил пола вместе с подкрепляющими его элементами — из углеродистой стали 15кп и отдельные несущие элементы кузова — из стали ВСтЗкп.

Для обеспечения необходимой коррозионной стойкости кузова места прилегания к нему элементов покрывают токопроводящим грунтом. Стены, пол и крышу тщательно очищают от ржавчины, окалины и сварочных брызг, обезжиривают, просушивают и покрывают грунтовкой ФЛ-ОЗк. Зоны кузова, подвергающиеся в эксплуатации интенсивной коррозии (настил пола, подоконные пояса боко-

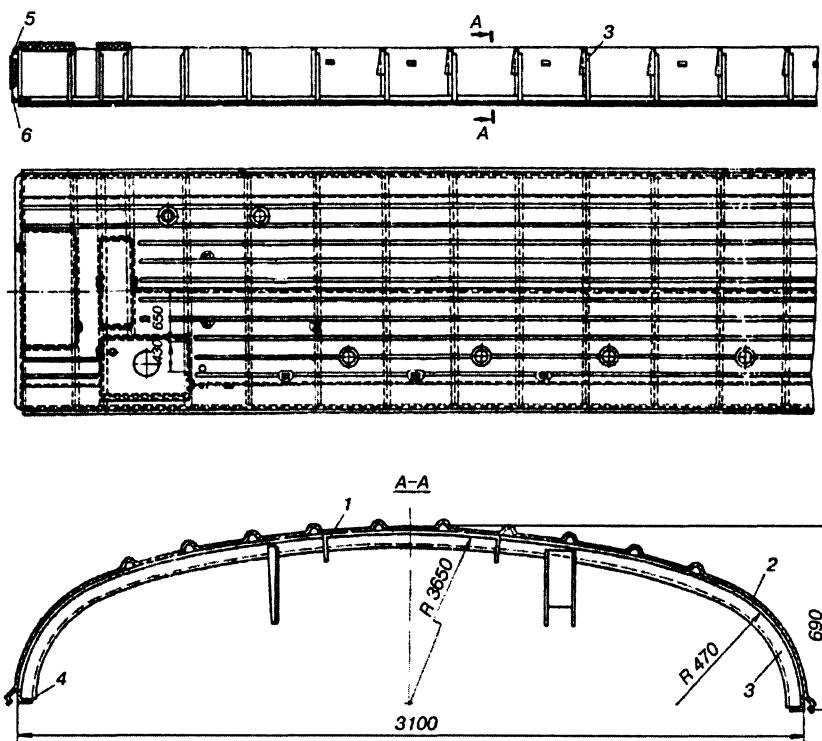


Рис. 9.12. Крыша кузова пассажирского вагона

вых стен), покрывают грунтом ВЛ-02 или ВЛ-08, а затем антикоррозионными мастиками № 213 или 579.

Металлоконструкция кузова без хребтовой балки незначительно отличается от кузова рассмотренной конструкции, имеющей хребтовую балку. Особенности в основном заключаются в конструктивной схеме рамы и перераспределении металла по ее элементам. Исключив хребтовую балку из средней части рамы, сделано необходимое усиление ее консольной части и боковых балок, а также связи между продольными боковыми балками в средней части. Поэтому в консольную часть рамы (рис. 9.13) дополнительно введены раскосы 3 и поперечные балки 2. Концевая 1 и шкворневая 4 балки сверху и снизу перекрыты листами толщиной 10 мм. Листы имеют вырезы,

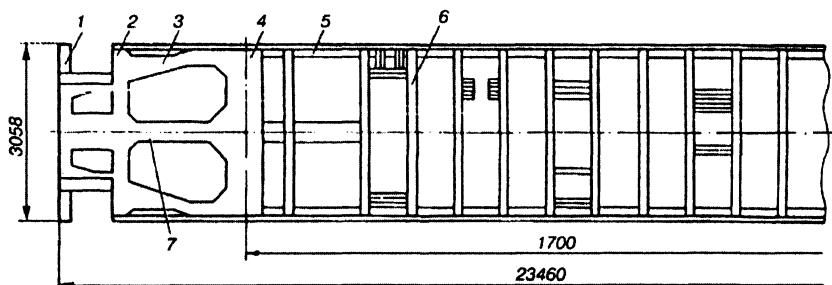


Рис. 9.13. Рама кузова пассажирского вагона без хребтовой балки

форма которых соответствует конфигурации элементов консольной части рамы. Боковые продольные балки 5 рамы усиленной конструкции — уголок 160x160x14 мм, а не Z-образный профиль 100x75x6,5 мм, как у кузова с хребтовой балкой. В средней части они дополнительно связаны поперечными балками 6. В зоне подвески подвагонного оборудования эти балки выполнены из прокатного швеллера № 14, а в остальных местах — из штампованных корытообразных элементов размером 140x60x4 мм. Увеличена также жесткость и прочность настила гофрированного металлического пола в средней части рамы, причем гофры имеют более рациональную трапециевидальную, а не радиальную форму. Толщина листов 2,5 мм, а не 2 мм, как у кузова с хребтовой балкой. Укороченные хребтовые балки 7 и шкворневые балки 4 замкнутого коробчатого сечения, сварены из листов толщиной 10 мм и усилены диафрагмами в зоне их соединения. Концевые балки 1 сварены в форме швеллера из листов толщиной 10 мм, поперечные балки 2 и раскосы 3 сварены в форме двутавров из листов толщиной 8 и 10 мм, настил пола от концевых до шкворневых балок гладкий, из листов толщиной 3 мм. Материал металлоконструкции кузова — углеродистые и низколегированные стали, аналогичные сталям, применяемым для кузова с хребтовой балкой.

Вместе с тем и в конструкции кузова имеются непринципиальные отличия. Обшивка стен его как над окнами, так и в межоконных простенках имеет толщину 2 мм. Под окнами она осталась, как и у вагонов с хребтовой балкой, толщиной 2,5 мм. Для большей жесткости боковой обшивки под окнами поставлен подкрепляющий продольный пояс. Обшивка крыши выполнена из гладких листов

(1,5 мм в средней части и 2,5 мм — на скатах), что потребовало для обеспечения ее устойчивости введения продольных Z-образных подкрепляющих элементов.

Рассмотренные конструкции кузовов, строящихся из углеродистых и низколегированных сталей, обладают недостаточной коррозионной стойкостью металлоконструкции. Поэтому в начале 90-х годов была разработана и прошла опробацию новая модель 61-836 пассажирских вагонов с кузовами из низколегированных и легированных (нержавеющих) сталей. Нижний пояс кузова выполнен из нержавеющей стали 12Х13Г18Д (ДИ-61), а межоконные простенки и верхний пояс — из низколегированной стали 10ХНДП. Обшивка надоконного пояса боковой стены и крыши выполнена из листов толщиной 2 мм, межоконных простенков — из листов толщиной 2,5 мм, а подоконного (нижнего) пояса боковых стен и настила пояса — из листов толщиной 1,5 мм. Стойки и дуги каркаса изготовлены из Z-образных профилей толщиной 2 мм, верхняя обвязка боковой стены — из Z-образного профиля толщиной 3 мм, а нижняя обвязка — из спец профиля толщиной 5 мм. Эксплуатация кузовов с обшивкой из этих сталей показала высокую их коррозионную стойкость. Срок окупаемости вагонов от удорожания их строительства находится в пределах установленных нормами — 7 лет. Однако широкого распространения эта модель не получила и была снята с производства.

Новое поколение пассажирских вагонов постройки Тверского вагоностроительного завода для скоростей движения до 160 км/ч имеют универсальную конструкцию кузова длиной 23,974 м, выполненного в виде несущей оболочки, подкрепленной каркасом стоек, поперечных балок и продольных связей, с применением низколегированных и углеродистых сталей. На основе базового кузова созданы купейные (61-820, 61-4179, 61-4186) и некупейный (61-4177), спальные вагоны, вагоны открытого типа с креслами для сидения (61-4178), вагон-салон (61-4167), вагон-бар (61-4166), багажный и др. Металлоконструкция кузова, защитные его покрытия, отделочные материалы, системы жизнеобеспечения, а так же пожарной безопасности в вагоне получили дальнейшее развитие, отвечающее требованиям по качеству международным стандартам качества серии ИСО-9000.

Рама этих кузовов выполнена с хребтовой балкой переменного сечения (рис. 9.14). В консольных частях 1 она состоит из двух швеллеров № 30В-1, а в средней части 5 — из одного двутавра

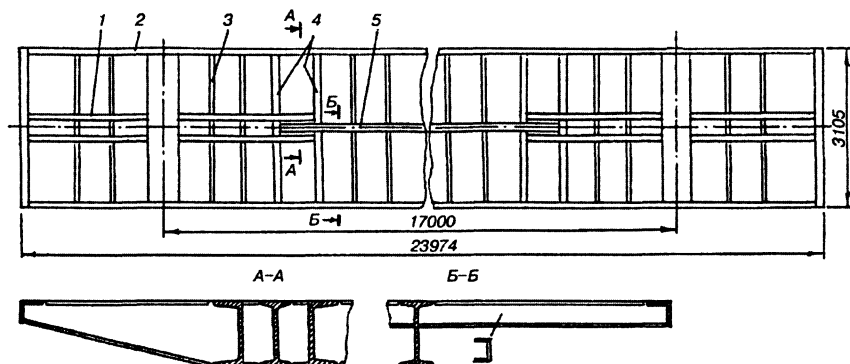


Рис. 9.14. Рама кузовов вагонов нового поколения

№ 30Б-2. Боковые балки 2 выполнены из уголка № 10, балки 3 для поддержания настила пола — из гнутых швеллеров 100х60х3 мм, а несущие поперечные балки 4 — из штампованных листов переменной высоты из листа толщиной 6 мм.

Конструкция кузова также изменена. В нем поддерживающие настил полки балки 1 (рис. 9.15, б) перенесены с внутренней поверхности кузова (рис. 9.15, а) наружу, что обеспечивает лучшую его защиту от коррозионных повреждений и улучшает теплотехническую изоляцию пола благодаря сокращению переходных мостиков. Нижние обвязки 2 боковых стен выполнены из уголка 100х100х8 мм, который полностью открыт для нанесения антикоррозионных покрытий по всем его поверхностям, что способствуют повышению надежности работы участка стыковки пола со стенами. Стойки 3 боковых стен совмещены с дугами 4 крыши и образуют единый шпангоут. В прежних конструкциях (61-425, 61-821 и 61-836) они были смещены друг относительно друга, что ухудшало работу каркаса кузова. Пол сделан плавающим, то есть с опорой деревянного настила на металлический через резиновые амортизаторы. Такая конструкция пола позволяет гасить вибрацию металлического пола и снижать шум внутри вагона.

Кузова вагона модели 61-4170 для скоростей движения до 200 км/ч отличаются от кузова вагонов для $V = 160$ км/ч своей формой, линейными размерами, материалом металлоконструкции и конструкцией рамы. Его длина 24,924 м, имеет обтекаемую форму и раму с более развитой консольной частью.

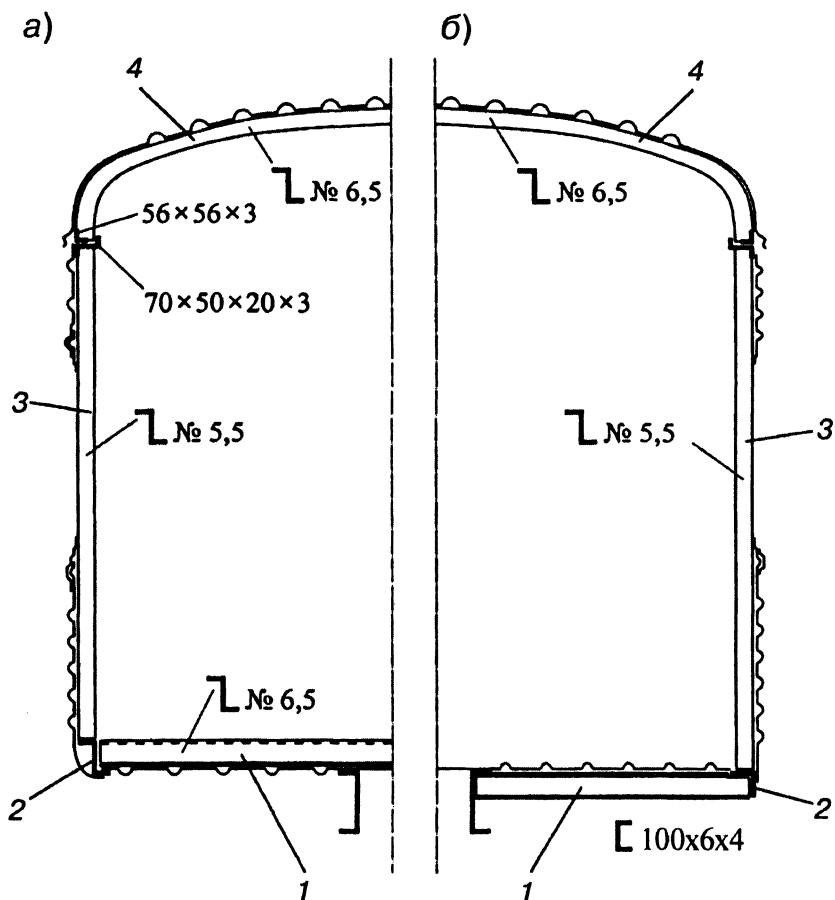


Рис. 9.15. Схемы поперечного сечения кузовов:
а — вагонов старого поколения; *б* — вагонов нового поколения

Рама (рис. 9.16) кузова имеет хребтовую балку переменного сечения: в консольной части *б* она выполнена из двух швеллеров № 30В-1, а в средней части *з* — из двух швеллеров № 14. Боковые балки *1* выполнены из неравнополочных уголков № 14/9, а балка *2* для поддержания пола — из гнутых швеллеров 140х50х4 мм. Средняя часть рамы благодаря такой конструкции лежит в одной плоскости, что благоприятствует более рациональному размещению обо-

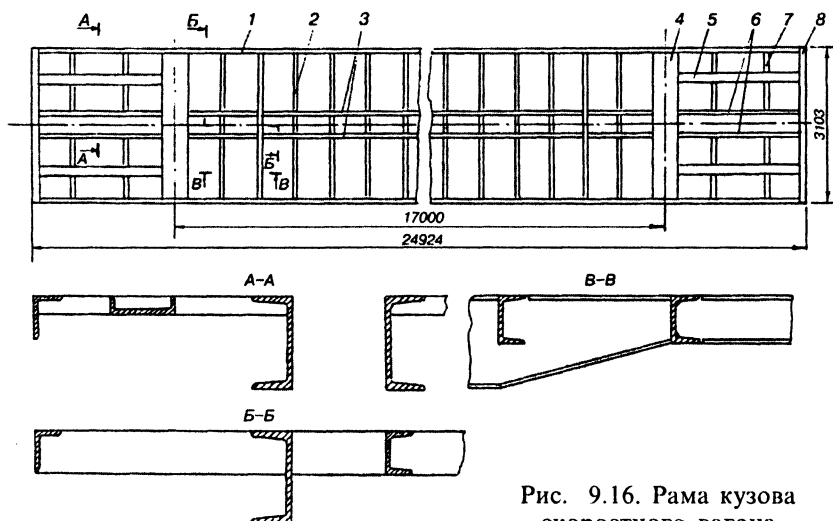


Рис. 9.16. Рама кузова скоростного вагона

рудования в подвагонном пространстве. Консольные части рамы усилены двумя швеллерами 5 № 30 и поперечными балками 7. Шкворневая 4 и концевая балки типовые: соответственно замкнутого коробчатого сечения и швеллер № 30.

Пол и боковые стены кузова выполнены из нержавеющей стали, причем боковые стены – двухслойные. Наружный слой выполнен из гладких листов толщиной 1 мм, а внутренний — из гофрированных листов толщиной 1,5 мм. Оба слоя листов сварены между собой контактной сваркой.

Торцевые стены выполнены из гладких, а крыша из гофрированных листов углеродистой стали.

Проведенный комплекс работ по совершенствованию противокоррозионной защиты кузовов (пароструйное обезжиривание для подготовки поверхности с одновременным фосфотированием кузовов; комплексное покрытие внутренних поверхностей эпоксидной грунтовкой и мастикой АБМ; принципиально новая для вагоностроения технология шпатлевочно-шлифовальных работ с использованием двухкомпонентной полиэфирной шпатлевки и быстросохнущей пентофталевой краски, использование водно-дисперсионных (акрилатных) красок различной цветовой гаммы) позволяет увеличить срок службы покрытия до 20 лет.

9.4. ИЗОЛЯЦИЯ, ВНУТРЕННЕЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ОКНА И ДВЕРИ КУЗОВОВ

Комфортные условия пассажирам при длительной температуре наружного воздуха -40°C обеспечиваются высокими теплоизоляционными качествами ограждений кузовов и необходимой тепловой системой отопления. В качестве теплоизоляции в вагонах старой постройки использовался пенополистирол марки ПСБ-С, который закладывается в ячейки деревянной обрешетки между наружной металлической и внутренней деревянными обшивками кузова (рис. 9.17). В новых вагонах применяется теплоизоляция «Исовер». Бруски обрешетки 4, 5 и 9 крепят болтами к металлическому каркасу кузова. Уложенные пакеты теплоизоляции 2 обертывают одним слоем гидроизоляционной бумаги 1, прикрепляемой по бокам специальными гвоздями к деревянной обрешетке. Огнестойкость деревянных конструкций обеспечивается глубокой пропиткой в автоклаве антипирином с антисептиком с предварительным вакуумированием деревянных деталей и последующей подачей пропиточного раствора под давлением. В крыше поверх изоляционного материала изнутри кузова нашивают оцинкованные стальные листы толщиной 0,55 мм. К деревянным брускам обрешетки поверх теплоизоляции на шурупах крепят внутреннюю обшивку. У

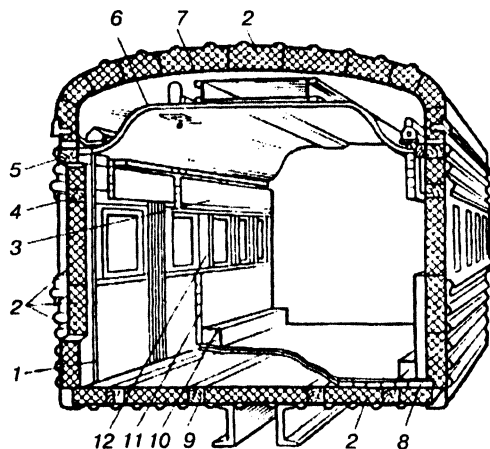


Рис. 9.17. Кузова пассажирского вагона с изоляцией и облицовкой

У некупейных вагонов она выполнена из следующих материалов: пол 8 и подоконные пространства 11 — из столярной плиты толщиной 19 мм, над окнами 3 и межоконные пространства 12 — из древесноволокнистой плиты толщиной 4 мм, торцовые и тамбурные стены — из фанеры толщиной 10 мм, а крыша 7 — из фанеры толщиной 4 мм. Ниже обшивки крыши кузовов имеет подшивной потолок 6,

выполненный из древесноволокнистых плит толщиной 4 мм. Между пассажирским салоном и купе проводников перегородка изготовлена из материалов, обеспечивающих повышенную стойкость к возгоранию. Она состоит из шести слоев: столярной плиты (19 мм), асбестового картона (5 мм), металлического оцинкованного листа (0,55 мм), фанерной плиты (8 мм), а с лицевых сторон купе проводников и пассажирского отделения покрыта трудносгораемым декоративным пластиком. Перегородка котельного отделения со стороны коридора выполнена из четырех слоев: оцинкованного листа, асбестового картона, столярной плиты (19 мм) и трудносгораемого пластика. Все остальные перегородки пассажирских отделений изготовлены из фанеры толщиной 25 мм, облицованной декоративным пластиком. Изоляция и обшивка вагонов остальных типов различается лишь деталями крепления и толщиной элементов. Изнутри стены пассажирского и служебных помещений также облицовывают декоративным пластиком, а пол вагона и стены тамбуров покрывают ленолиумом. Трубы водяного отопления закрываются специальными кожухами. Обшивка продольных стен, пола, потолка новых вагонов представляет собой отдельные блоки, обеспечивающие доступ к изоляции, электропроводке, трубам при монтаже и плановых видах ремонта.

Применение новых теплотехнических негорючих материалов в изоляции кузова, с принципиально новой конструкцией окна из алюмопластмассовых профилей с клееными герметичными стеклопакетами, позволили создать вагон со средним коэффициентом теплопередачи ограждений кузова 0,86 Вт/м, и одновременно выполнить все требования по пожарной безопасности. Вагоны оборудованы системами пожарной сигнализации с размещением контрольных датчиков обнаружения дыма и контроля температуры во всех помещениях вагона, установкой автоматического пожаротушения очага возгорания в пульте управления электрооборудованием и в аккумуляторном боксе.

Окна всех типов вагонов унифицированы. Их конструкции регламентированы отраслевыми стандартами, которые определяют типы окон, линейные размеры и требования к ним. В пассажирских вагонах старой постройки до середины 90-х годов применялись два типа окон — широкие и узкие. Оба типа окон изготавливались опускаемые и глухие. Глухие окна установлены в вагонах, имеющих кондиционирование воздуха, и в некупейных вагонах со стороны продольных диванов. Все окна, за исключением окна котельного отделения, имеют двойные плоские закаленные стекла.

Открывающееся окно (рис. 9.18) имеет перемещающийся по вертикали пакет 7 опускаемых рам, который состоит из наружной алюминиевой 9 и внутренней деревянной рамы 11, соединенных шурупами и ригельными замками 5, с деревянной оконной коробкой. В обе рамы вставлены термообработанные стекла 8 толщиной 6 мм. Ручка-защелка 6 служит для фиксации окна в закрытом положении. Опущенный вниз пакет открывает оконный проем на 1/3 высоты. Перемещение пакета снизу ограничивается резиновыми упорами 2. Пантограф рычажно-пружинного механизма 3, уравнивающий пакет рам, облегчает его поднятие и позволяет останавливать окна в любом промежуточном положении. Прижимная рама 4 предназначена для уплотнения окна и стопорения пакета в закрытом положении.

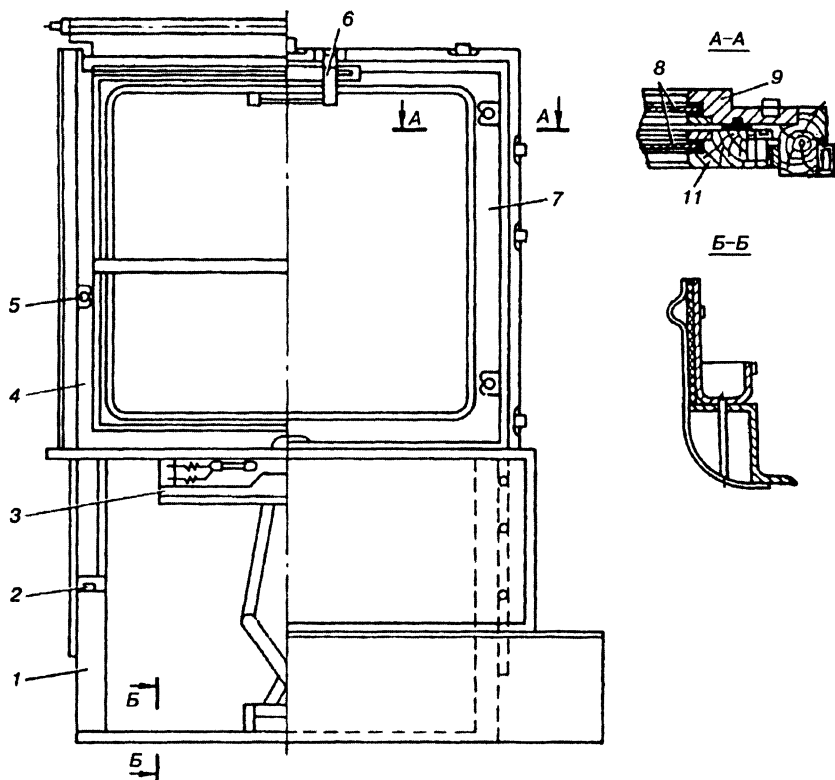


Рис. 9.18. Окна с опускающей рамой

Прижатие рамы к пакету производится ригельными замками 5. Узлы окна смонтированы на оконной коробке 1 в единый блок. Под окном установлена металлическая коробка для сбора воды, которая может попадать в оконный карман в виде конденсата и дождя при опущенном пакете. Вода удаляется через дренажные отверстия. Такие окна имеют два недостатка. Они исключают возможность постановки теплоизоляции под окнами, в пространстве которых опускаются пакеты, что ухудшает теплотехнические качества кузова. И, с другой стороны, в это пространство легко проникает вода, которая при засорении дренажных отверстий ускоряет процесс разрушения антикоррозионных покрытий и ведет к интенсивному коррозированию обшивки кузова. Глухое окно (неоткрывающееся) отличается от описанного выше отсутствием пружинно-рычажного механизма и ручки-защелки, а также конструкцией оконной коробки.

Окна вагонов нового поколения выполнены глухие или с открывающейся форточкой (рис. 9.19). Рамы оконных блоков изготов-

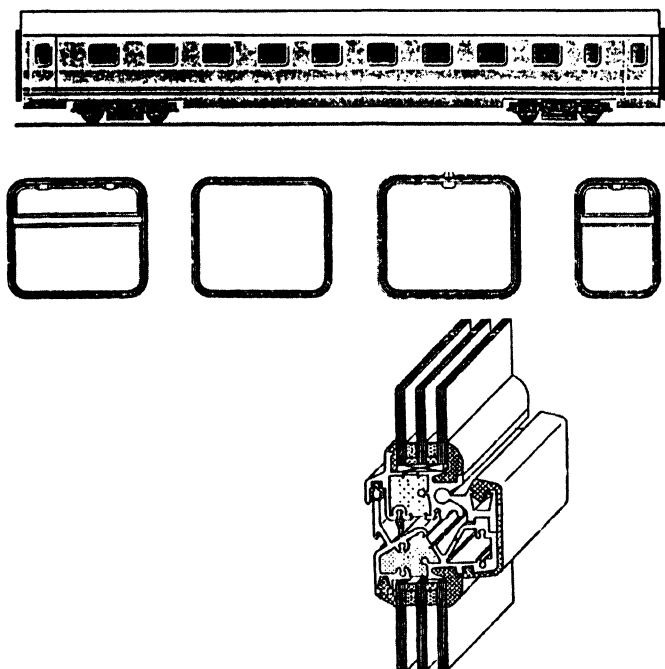


Рис. 9.19. Окно с откидной форточкой

лены из алюминиопластмассовых профилей и снабжены тремя противоударными стеклами. Они обеспечивают более высокую гидро- и шумогерметизацию кузовов способствуя повышению комфорта пассажиров и надежности вагонов.

Двери в пассажирских вагонах применяются поворотные и задвижные в зависимости от типа вагона и места их установки. Минимальные размеры дверей по ширине установлены нормами на проектирование вагонов. Ко всем типам дверей предъявляются единые требования: они должны легко открываться и быть травмобезопасными, фиксироваться в закрытом, а в ряде случаев и в открытом положении, иметь унифицированные замки. Двери купе для пассажи-

ров и служебных помещений сделаны задвижными с вентиляционными отверстиями в нижней их части. Наружные тамбурные двери более прочные, выполняются одностворчатыми, штампованными из листовой стали толщиной 2 мм. Эти двери имеют неоткрывающееся окно 5 (рис. 9.20), теплоизоляцию 7, накладные петли 6, допускающие регулировку полотна створки по высоте, предохранительные решетки 4 на стеклах и уплотнения 8, исключаящие попадание пыли внутрь вагона. Двери снабжены унифицированными замками 3 и фиксаторами 2 и 1.

Внутреннее оборудование пассажирских вагонов зависит от типа и назначения и состоит из комплекса помещений и

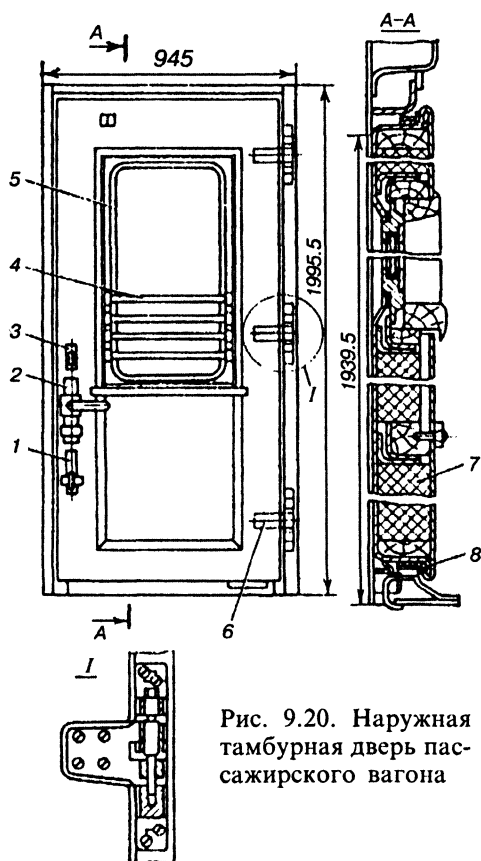


Рис. 9.20. Наружная тамбурная дверь пассажирского вагона

устройств, предназначенных для создания максимальных удобств и комфорта пассажирам в пути следования. Каждое из этих помещений имеет соответствующее оборудование. В отделении для пассажиров некупейного спального вагона (рис. 9.21) устроено шесть спальных мест или девять мест для сидения. Для этого оно оборудовано двумя поперечными 5 и одним продольным 8 диванами, двумя поперечными 1 и одной продольной спальными полками. Над спальными полками жестко укреплены полки для багажа 2, а под поперечными диванами размещены рундуки 6 для ручной клади. У окна между поперечными диванами укреплен столик 3. На торцевой части перегородки, отделяющей одно отделение от другого, устроены ступеньки и поручни 4, облегчающие подъем пассажира на верхние спальные места. Над каждым диваном ниже средней полки на перегородках размещены газетные сетки, брелодержатели, крючки-вешалки, державки для матрасов. На потолке установлены дефлекторы и решетка для подачи воздуха в пассажирское помещение из воздушного канала принудительной вентиляции, а также светильники с люминесцентными лампами. Продольный диван состоит из двух боковых сидений 8 и средней откидной части 7, которая поворачивается на шарнирах кронштейна и закрепляется за зацепы на подоконном бруске. Наличие откидной средней части в нижнем положении позволяет образовать сплошную полку для лежаания или в поднятом положении два места для сидения и столик между ними

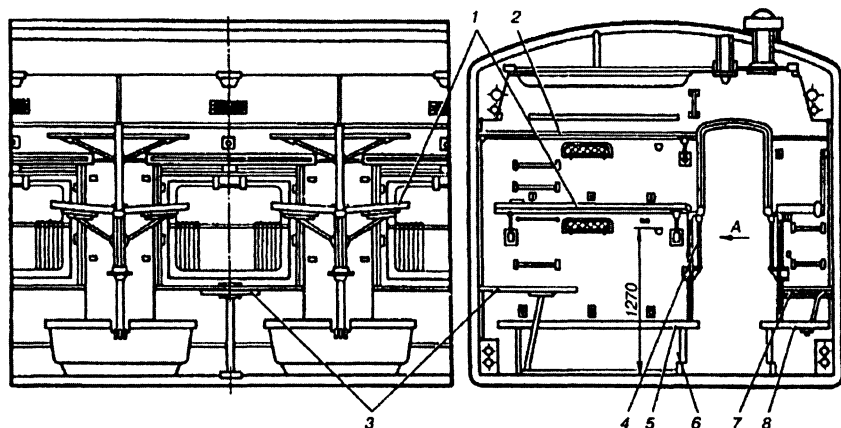


Рис. 9.21. Внутреннее оборудование некупейного спального вагона

под окном. Продольная спальная полка подвешена на тросах. В дневное время ее можно убрать под багажную полку.

Служебное помещение, предназначенное для дежурных проводников, оборудовано диванами с рундуками, откидным столиком, шкафом и нишей для размещения чистого постельного белья, раковины для мойки посуды, аптечкой, репродуктором, крючками-вешалками для одежды, шкафом для посуды, электрошитом. В купе для отдыха проводников размещены диван с рундуком, верхняя откидная спальная и глухая багажные полки и шкаф-стол под окном. Для размещения чистого постельного белья над потолком коридора купе устроена ниша. На перегородке укреплены крючки для одежды, сетки газетные и брюкодержатели. По концам пассажирского помещения имеются два коридора: большой и малый. В большом коридоре установлены шкаф для кипятильника, ящик для топлива, шкаф для размещения преобразователя тока и огнетушитель. В малом коридоре имеется ящик для мусора, огнетушитель и шкаф для хранения электроламп.

Купейный жесткий вагон на 38 спальных мест имеет девять четырехместных и одно двухместное купе, образованные перегородками и раздвижными дверями, размещенными со стороны общего коридора. В каждом четырехместном купе расположены два дивана с рундуками (в двухместном — один) и верхние откидные спальные полки. Спальные полки в нерабочем состоянии поднимаются вверх и закрепляются пружинными защелками. Под окном установлен столик. Над потолком коридора со стороны каждого купе устроены ниши для багажа. Над каждым спальным местом предусмотрены софиты для чтения, брюкодержатели, газетные сетки, вешалочные крючки. На потолке купе размещены решетки или жалюзи, через которые поступает воздух, подаваемый принудительной вентиляцией или воздухо-кондиционирующей установкой, а также репродуктор и светильники.

Купе мягких вагонов отличается от купе жестких вагонов тем, что оно более просторно и имеет мягкие нижние диваны со спинками и верхние полки для лежания.

Открытый вагон с креслами для сидения на 60 мест включает общий салон для пассажиров, оборудованный двумя рядами мягких двухместных кресел, размещенных вдоль каждой боковой стены. Кресла оборудованы механизмом для изменения положения наклона спинки так, что пассажир может удобно сидеть или полулежать. Кроме того, этот вагон имеет два тамбура,

котельное, два туалетных и служебное отделение, и купе отдыха проводников. Салоны вагона снабжены полками для багажа, вешалочными крючками для одежды и светильниками.

Для обеспечения необходимых удобств пассажиру и проводнику все современные вагоны снабжены соответствующим санитарно-техническим оборудованием, к которому относится система отопления, водоснабжения, вентиляции, туалетные и устройства для кипячения, обеззараживания и охлаждения питьевой воды и микроволновой печью.

9.5. ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ОТОПЛЕНИЕ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ

Водоснабжение пассажирских вагонов. Независимо от типа все пассажирские вагоны оснащены самотечной системой водоснабжения, которая предназначена для обеспечения пассажиров водой, удовлетворение их бытовых нужд и пополнения системы отопления в промежутках между заправками.

В пассажирском вагоностроении нашли две системы и конструкции водоснабжения; отечественного и постройки Германии.

Вагоны, выпускаемые Тверским (Калининским) вагоностроительным заводом, оборудованы горячим и холодным водоснабжением с общей вместимостью 1000 л (рис. 9.22). Система снабжения холод-

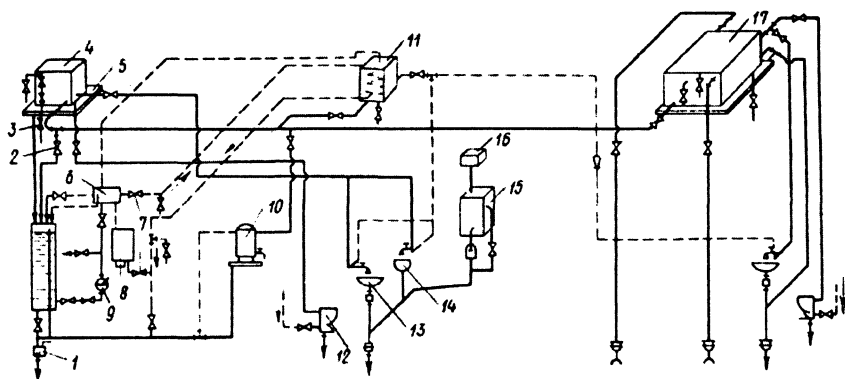


Рис. 9.22. Схема водоснабжения некупейного спального вагона

ной водой состоит из большого 17 и малого 4 баков с поддонами 5, объединенных двухдюймовой трубой, наливных труб с соединительными головками, расположенными под вагонами с обеих сторон, и сети трубопроводов (изображены сплошными линиями) с различной арматурой.

Большой бак 17 (объем 850 л) расположен над потолком туалета и коридора котлового конца вагона. Он состоит из стального корпуса, волнорезов, крышки. В корпус вварены две наливные трубы и вестовая труба, предотвращающая перелив баков. По торцам имеются люки, предназначенные для чистки бака.

Малый бак 4 (объем 80 л) размещен над потолком туалета котлового конца вагона. Он состоит из стальных корпуса и крышки, снабжен смотровым люком, воздушной трубой и водомерным стеклом. Внутренняя поверхность большого и малого баков оцинкована, а наружная окрашена эмалью. Поддоны изготовлены из листовой оцинкованной стали и имеют слив под вагон. Сливные трубы 1 снабжены обогревателями, расположенными на их концах.

На наливных трубах устанавливают вентили для предотвращения выплескивания воды из бака во время движения. Головки наливных труб закрыты кожухами, предохраняющими их от загрязнения, и оборудованы электрообогревателями. Уровень воды в обоих баках определяется по водомерному стеклу, установленному на малом баке. Из баков холодная вода попадает к кипятильнику 10, водяной коробке системы отопления, в туалетные к умывальникам 13 и унитазам 12, а также в служебное отделение к мойке 14.

Система снабжения горячей водой состоит из водогрейной плиты 8, работающей на твердом топливе, и расширительного бака 6, расположенных в котельном отделении, а также бака 11 для горячей воды, расположено над потолком коридора котлового конца вагона, и системы трубопроводов горячей воды (изображены штриховыми линиями).

Бак для горячей воды 11 (объем 45 л) состоит из стального корпуса, покрытого теплоизоляцией, крышки, змеевика и патрубка. Для периодического контроля за температурой воды в бак вмонтирован дистанционный термометр. Покрытие поверхностей корпуса аналогично с баками холодной воды.

Расширительный бак 6 состоит из корпуса, переливной трубы, благодаря которой уровень воды в баке не поднимается выше установленного, водопроводной трубы и патрубков для подсоединения различных трубопроводов.

Для управления системой водоснабжения служат вентили 2,7 и краны 3. Система имеет два режима работы: зимний и летний. В зимнем режиме, когда работает котел системы отопления, горячая вода в змеевик бака 11 поступает непосредственно из котла. В летнем режиме, когда котел не работает, горячая вода в змеевик поступает от водогрейной плиты 8. Перед тем как затопить водогрейную плиту, а также когда она уже топится, уровень воды в расширителе периодически проверяется, открывая водопробный кран, и в случае необходимости пополнения подкачивается ручным насосом 9. Питьевая вода перед употреблением кипятится и поступает в бак 16. Охлаждение ее осуществляется водоохладителем 15.

В водоснабжении купейного вагона постройки Германии (рис. 9.23), в отличие от предыдущей системы, с некотлового конца расположены два сообщающихся между собой бака 13. Общий объем системы водоснабжения 1050 л. В котловом конце вагона находился промывной бак объемом 50 л, в который вода попадает из больших баков по трубе 11. В этой системе вода нагревается в специальном бойлере 1 змеевиком 2, соединенными системой труб и кранов с котлом отопления. Температура воды в бойлере контролируется с помощью термометра 4. Летом бойлер можно подогревать от плитки для приготовления пищи, отапливаемой твердым топливом.

Система наполняется водой через наливные трубы 14, находящиеся в некотловом конце вагона: одна — со стороны купе, а другая — со стороны коридора. На концах этих труб имеются соединительные головки для подключения шлангов, защищены кожухами. В зимнее

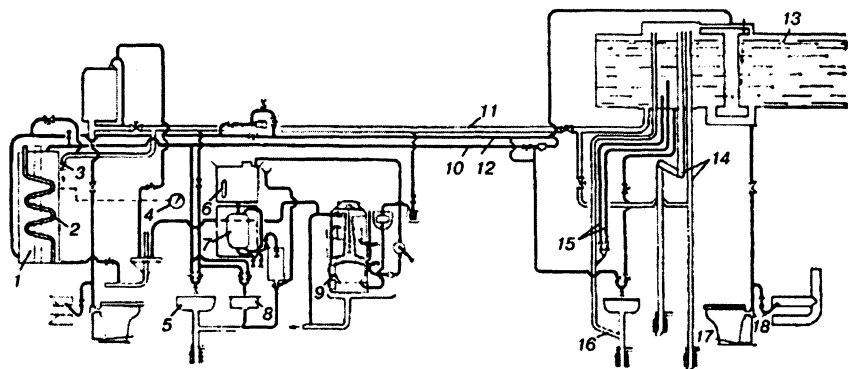


Рис. 9.23. Схема водоснабжения купейного вагона постройки Германии

время перед заполнением системы заблаговременно включаются электрические обогреватели для оттаивания головок наливных труб.

Если система заполняется через одну трубу, то другая и вестовая 16 трубы являются водосливными, не допускающими завывшения установленного уровня. Когда заполнение системы закончено, в средней части вагона на электрощите, смонтированном на боковой стене, зажигается сигнальная лампочка белого цвета, после чего наполнение прекращается, а выключатель сигнальной установки на распределительном щите служебного отделения ставится в положение «выключено».

Магистральный трубопровод 11, идущий вдоль вагона, питает холодной водой кипятильник 9 через фильтр и поплавковую камеру, а систему отопления — через обратный клапан. Кипяченая вода из кипятильника 9 перекачивается ручным насосом в бак 6, откуда она поступает в бак 7 охладительной установки. Охлажденная до $+(12-18)^{\circ}\text{C}$ вода по трубопроводу поступает к крану питьевой воды, установленному в нише стены малого коридора.

Умывальные чаши 5, расположенные в обоих концах вагона, а также мойка 8 снабжаются холодной и горячей водой.

К унитадам 17 поступает холодная вода из системы холодного водоснабжения, но и для оттаивания в зимний период к ним через трубопровод 18 из системы отопления подается горячая вода. Для подсоединения шланга, используемого при уборке в туалете, предусмотрен трубопровод 3 с вентилем.

Горячая вода к умывальникам 5 и мойкам 8 поступает по трубопроводу 12, а возвращается в бойлер неиспользованной горячей воды по трубопроводу 10. Уровень воды в баках 13 проверяют с помощью контрольных трубок 15 и кранов установленных в туалете неkotлового конца вагона.

Пассажи́рские вагоны других типов (вагоны-рестораны, почтовые, багажные и др.) также оборудованы самотечной системой водоснабжения и отличаются от приведенных выше конструктивными решениями, обусловленными назначением вагонов.

В вагонах-ресторанах установлены две самостоятельные системы снабжения горячей и холодной водой: первая для кухни с раздаточным отделением и вторая — для котельной с туалетным отделением.

Для снабжения кухни и раздаточной холодной водой имеется бак вместимостью 800 л, расположенный над потолком кухни. Из бака холодная вода по трубам подводится к кранам: мойке посуды, находящейся в раздаточной, мойке и умывальнику, находящемся в кухне.

От этого же бака по трубопроводу ручным насосом вода подается к водонагревателю и баку горячей воды (200 л). Отсюда вода через фильтр очистки поступает к кранам моек для посуды и умывальнику. Обе системы холодной и горячей воды кухни и раздаточной наполняются через соединительные головки, расположенные в середине вагона с обеих сторон. Система налива воды всего вагона оборудована электрической сигнализацией наполнения баков. Когда наполнение системы подходит к концу, загорается лампочка на щитке, которая гаснет в момент прекращения наполнения. Наливные трубы и труба слива умывальной чаши имеют электрические обогреватели.

Запас воды в вагоне-ресторане для котельной и туалета 130 л. Холодная вода по трубопроводу подается в котел отопления к умывальной чаше и душу. Горячая вода готовится в установленном в котельном отделении водонагревателе, от которого она по трубопроводу путем естественной циркуляции попадает в бак горячей воды и возвращается обратно в водонагреватель. Расходуется горячая вода в туалете (в душе и умывальнике).

Система водоснабжения багажных и почтовых вагонов также имеет горячую и холодную воду. Система снабжения холодной водой состоит из бака 300 л, расположенного над коридором в нише служебного отделения, а также трубопроводов и водоразборных устройств.

Система заполняется водой снизу из-под вагона по наливным трубам, проходящим в коридоре и купе багажных раздатчиков.

Кипяченая питьевая вода пассажирских вагонов приготавливается в *кипятильниках непрерывного действия* (рис. 9.24) с комбинированным (электрическим и угольным) отоплением. Он состоит из корпуса кипятильника 1, корпуса топки 21 угольного отопления, электрических элементов (верхнего 33 и бокового 27), водосборника 32 кипяченой воды, поплавковой камеры 18 с клапаном 16, фильтра 9, указателя 30 уровня кипяченой воды, термометра 19 и арматуры (трехходового 7, водоразборного 20 и спускного 22 кранов). Пространство между наружной стенкой корпуса 1 кипятильника, корпуса топки 21 и конусной трубой 31 водосборника представляет собой камеру, заполняемую сырой водой. Внутренняя стенка корпуса кипятильника и конусная труба образуют водосборник 32 кипяченой воды, который связан с атмосферой сливным патрубком 3. Вода в кипятильнике нагревается за счет сжигания твердого топлива (угольных брикетов) в топке 21 или электрических нагревательных элементов 27 и 33.

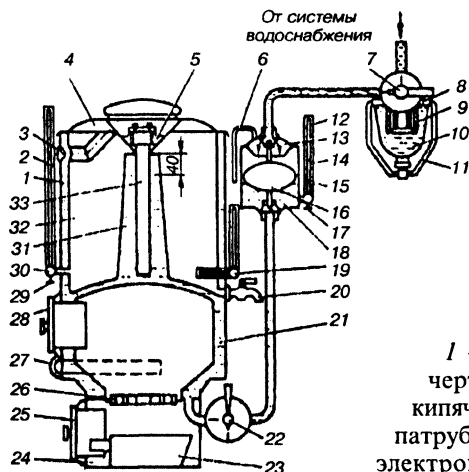


Рис. 9.24.
Комбинированный
кипятильник с угольным и
электрическим разогревом:

1 — корпус кипятильника; 2 — черта «15 л» на указателе уровня кипяченой воды; 3 — сливной патрубок; 4 — крышка; 5 — гнездо электронагревательного элемента; 6 — перепускная труба поплавкового клапана; 7 — трехходовой кран; 8 — водостойник; 9 — сетчатый фильтр; 10 — натяжная скоба; 12 — указатель уровня; 13 — крышка поплавкового клапана; 14, 15 — соответственно верхняя и нижняя красные риски; 16 — клапан (поплавок); 17, 29 — запорные краны водомерных стекол; 18 — корпус поплавковой камеры; 19 — ртутный термометр; 20 — водоразборный кран; 21 — корпус топки; 22 — спускной кран; 23 — ящик для золы; 24 — зольник; 25 — люк зольника; 26 — колосник; 27, 33 — нагревательные элементы; 28 — люк топки; 30 — указатель уровня кипяченой воды; 31 — конус водосборника; 32 — водосборник

Вода из сети водоснабжения подводится в кипятильник через трехходовой кран 7 и фильтр 9, поплавковую камеру 18 и кран 22. При нагревании воды до температуры кипения она переливается через конус 31 в водосборник 32, уровень ее в камере сырой воды и поплавковой камере понижается, поплавок 16 опускается и открывает клапан водопровода. Таким образом, сырая вода поднимается в кипятильнике. После подачи воды уровень ее поднимается, и поплавок своей верхней запорной иглой перекрывает водопровод. Поплавок отрегулирован так, что уровень сырой воды не может подняться выше уровня, не достигающего на 40 мм до верхней кромки конуса 31, в результате чего исключается возможность попадания ее в кипяченом виде в водосборник. Уровень сырой воды контролируется по указателю 12 уровня поплавковой камеры, на котором имеются две

красные риски 14 и 15. Верхняя риска указывает на предельное наполнение кипятильника водой, а нижняя — на предельно возможный расход сырой воды и минимально допускаемый уровень ее в камере. Наполнение водосборника кипяченой водой контролируют по указателю уровня 2, на котором также имеется красная риска, указывающая на предельное наполнение водосборника.

При номинальной работе кипятильник дает 1,1–1,4 л кипяченой воды в час.

Установка для охлаждения питьевой воды (рис. 9.25) состоит из компрессора 18, нагнетательного вентиля 20, конденсатора 16, ресивера 13, запорного вентиля 12, фильтра 11, автоматического регулирующего вентиля 10 и испарителя 8. Вода из бака кипяченой воды 4 поступает в бак 6, охлаждается в нем, а затем подается к водоразборному клапану 2. Вода охлаждается за счет отдачи своего тепла парам хладагента в испарителе 8. Последовательность процесса работы холодильной установки следующая. Из компрессора 18 газообразный хладагент (хладон-12) через нагнетательный вентиль 20 поступает в конденсатор 16 и переходит в жидкое состояние. Из конденсатора он через ресивер 13, запорный вентиль 12, фильтр 11 и

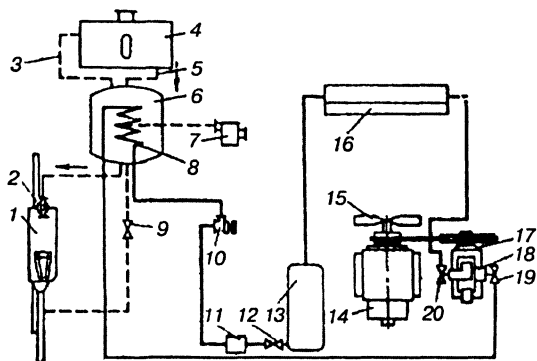


Рис. 9.25. Схема установки для питьевой воды:

1 — ниша раздачи воды; 2 — водоразборный кран; 3 — воздушная труба; 4 — бак кипяченой воды; 5 — переливная труба; 6 — бак охлажденной воды; 7 — термостат; 8 — испаритель; 9 — кран для слива воды; 10 — автоматический регулирующий вентиль; 11 — фильтр; 12 — запорный вентиль; 13 — ресивер; 14 — электронагреватель; 15 — вентиллятор; 16 — конденсатор; 17 — холодильной агрегат; 18 — компрессор; 19 — всасывающий вентиль; 20 — нагнетательный вентиль

автоматический регулирующий вентиль 10 компрессором 18 нагнетается в испаритель 8. При прохождении через регулирующий вентиль 10 жидкий хладон расширяется, давление его резко падает и он переходит в газообразное состояние — испаряется. В процессе испарения хладон-12 отбирает тепло от окружающей среды — воды, а затем его пары всасываются компрессором 18 через всасывающий вентиль 19, и цикл повторяется. Уровень температуры охлаждения воды устанавливается при помощи термостата 7 и может регулироваться в пределах $(+12-20)^{\circ}\text{C}$,

В вагоне водоохладитель находится в шкафу, где расположены бак 4 для кипяченой воды вместимостью 40 л, бак для охлаждающей воды 6, холодильный агрегат, а ниша 1 с краном 2 для раздачи воды — в коридоре.

Отопление пассажирских вагонов. В пассажирских вагонах применяются две системы отопления: водяная и электрическая. Водяная система применяется на всех пассажирских вагонах локомотивной тяги, снабженных автономной системой электроснабжения от подвагонных генераторов и аккумуляторных батарей. Вагоны локомотивной тяги, имеющие централизованное электроснабжение от вагона-электростанции или от контактной сети через электровоз, а также самоходные вагоны электропоездов оборудованы электрическим отоплением.

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 внутри вагона должна быть $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ при наружной температуре до -40°C и при скорости движения 160 км/ч, при этом отклонение температуры от указанной по высоте и по длине вагона не должно превышать 3°C . 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.

Водяное отопление. 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 его 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.

Направление движения воды при циркуляции в системе отопления показано стрелками на (рис. 9.26). Для упрощения схема системы отопления показана на рисунке только с одной ветвью обогревательных труб, без калорифера бойлера и центробежного циркуляционного насоса.

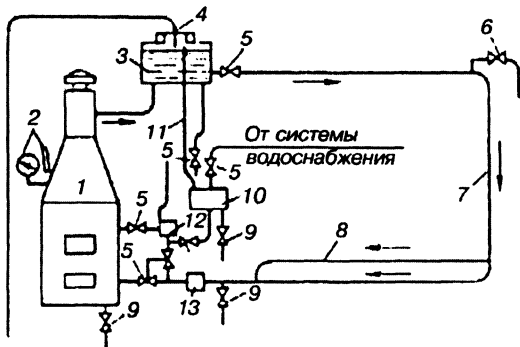


Рис.9.26. Упрощенная схема водяного отопления

Помимо естественной циркуляции применяется искусственная с помощью насосов ручных, поршневых и центробежных с приводом от электродвигателя. Так как вагоны поставлялись на наши дороги заводами разных стран, они имеют некоторые различия в конструктивном исполнении отдельных узлов и деталей системы отопления и в расположении их на вагоне, однако схема и принцип действия всех систем одинаковы.

Из котла 1 горячая вода поступает в расширитель 3, который предназначен для приема избытка воды в системе, образующегося вследствие увеличения ее объема при нагревании и для текущего восполнения потерь воды в результате испарения. Полость расширителя сообщается с атмосферой. Это способствует выходу воздуха из воды так как скопление воздуха в трубах ухудшает циркуляцию в системе. От расширителя идут две ветви отопительных труб вдоль боковых стен вагона. Каждая ветвь, отходящая от расширителя, идет по верху до противоположного конца вагона, затем спускается вниз, образуя стояки 7. От стояков понизу вдоль стен проходят обогревательные трубы 8, которые присоединяются к нижней части котла. В верхних трубах предусмотрены краны 6 для удаления воз-

духа. Насос 12 предназначен для питания котла водой из запасного водяного бака и в необходимых случаях для циркуляции воды в системе. Контрольные приборы 2 (термометр и гидрометр) служат для наблюдения за температурой и уровнем воды в котле.

Для спуска воды из котла, обогревательных труб и запасного бака предусмотрены краны 9, а для сбора и удаления выпавших из воды осадков — грязевики 13. Налив воды в систему производится через трубу 4. Контроль за уровнем воды при заполнении расширителя осуществляется с помощью сигнальной (вестовой) трубы 11. Вентили 5 служат для регулирования температуры в помещениях вагона и разобщения отдельных элементов системы отопления, а также для подачи воды в бачок 10 при заполнении котла водой и контроля за наличием воды в расширителе.

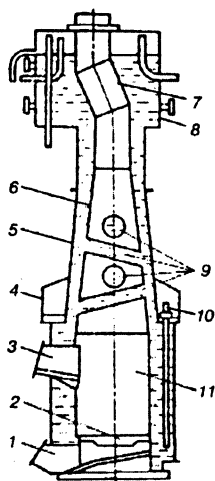


Рис. 9.27.
Отопительный котел

Наиболее распространенным типом водогрейного вагонного котла является котел, совмещенный с расширителем 8 (рис. 9.27). 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 вмонтированы 24 нагревательных элемента 10, которые распределены по всему периметру котла, за исключением пространства под люком топки для твердого топлива, и крепятся к фланцу топки котла через прокладки из паронита. Клеммы нагревательных элементов защищены кожухом 4, который можно поднять и зафиксировать на цепочках, приваренных к расширителю 8 котла, при необходимости проведения работ по монтажу нагревательных элементов и ухода за ними.

Наибольшая температура воды в котле 90–95°C. При более высокой температуре нижние трубы отопления нагреваются до 70°C и выше и осаждаются на их поверхности, отчего пыль подгорает.

Верхняя и нижняя ветви сети отопления собраны из труб с фланцами. Соединение фланцев болтовое, через прокладки. Для доступа к фланцевым соединениям верхней ветви в потолке предусмотрены люки. Интенсивность горения в топке регулируется изменением количества топлива и поступающего через люк зольника (поддувало) воздуха. Нельзя нагревать воду в котле до кипения, так как в результате парообразования происходит потеря воды, а из-за «бурления» уменьшается ее циркуляция по трубам.

Рассмотренная выше система отопления с верхней разводкой труб является самой распространенной. Иногда в вагонах применяют систему отопления с нижней разводкой труб, которая более экономична, но требует обязательного применения циркуляционного насоса, так как в ней практически не происходит естественной циркуляции воды из-за малого гидравлического напора. Крупным недостатком такой системы является то, что при отказе насоса прекращается отопление вагона из-за отсутствия циркуляции воды в системе. Поэтому система водяного отопления с нижней разводкой труб в настоящее время на пассажирских вагонах почти не применяется.

Система водяного отопления может работать в следующих режимах:

- обогрев помещений вагона отопительными трубами и подогретым вентиляционным воздухом;

- обогрев отдельными ветвями отопительных труб с усилением циркуляции воды (при необходимости) с помощью ручного насоса;

- усиление подогрева вентиляционного воздуха с помощью циркуляционного насоса (при этом следует поддерживать интенсивное горение топлива);

- обогрев подогретым воздухом при отключенных обогревательных трубах (этот режим применяется при плюсовых температурах наружного воздуха);

- обогрев отопительными трубами при выключенной принудительной вентиляции.

Режим работы системы отопления устанавливает проводник в зависимости от температуры наружного воздуха и внутри вагона, от населенности вагона и времени года.

9.6. ВЕНТИЛЯЦИЯ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ

Вентиляция — это процесс воздухообмена в каком-либо помещении или внесения наружного воздуха в помещении. 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.

Существуют два вида вентиляции: естественная и механическая. В пассажирских вагонах применяются оба вида вентиляции. Естественная вентиляция осуществляется с помощью каких-либо движущихся устройств и не требует затраты энергии, механическая — с помощью движущихся устройств и требует постоянной затраты энергии (чаще всего электрической). При механической приточности вентиляции воздух подается в вагон механически с помощью вентиляционного агрегата, приводимого в действие электродвигателем, а удаляется естественным путем через дефлекторы, неплотности, открытые двери и окна.

В вагонах, имеющих систему охлаждения воздуха, применяется обязательно механическая приточная система вентиляции с частичной рециркуляцией воздуха. Рециркуляция воздуха заключается в использовании части воздуха, взятого из вагона и возвращаемого обратно в вагон; она применяется для уменьшения мощности холодильных установок летом и обеспечения нормальной работы электрических калориферов в холодное время года. Соотношение объемов рециркуляционного и свежего воздуха обычно 3:1.

Естественная вентиляция вагона осуществляется через дефлекторы, расположенные на крыше вагона, а в летнее время — дополнительно через открывающиеся оконные форточки и окна.

Дефлектор размещен над крышей вагона на патрубке — воздуховоде. Работа дефлектора основана на принципе использования эффекта эжекции. Верхняя рабочая часть устроена таким образом, что в ней под воздействием протекающего потока воздуха происходит разряжение, благодаря чему воздух из вагона всасывается в трубу и уходит наружу.

Дефлекторы обеспечивают удаление использованного воздуха как при работе механической вентиляции, так и при ее выключении. Независимо от времени года дефлекторы должны быть полностью открыты в туалетах, а также в пассажирских помещениях при полной населенности вагона. Зимой при небольшой населенности и при особо низких температурах наружного воздуха дефлекторы открываются частично.

Форточки и опускаемые окна в теплое время года при необходимости можно открывать, как правило, с правой стороны по ходу поезда и при движении его со скоростью не более 120 км/ч.

При естественной вентиляции не обеспечивается приток необходимого количества свежего воздуха. Кроме того, воздух поступает в вагон крайне неравномерно, а его очистка и подогрев (охлаждение) не производится. Поэтому для обеспечения необходимых санитарно-гигиенических требований на всех вагонах применяется механическая приточная вентиляция с ручным и автоматическим управлением.

Механическая приточная вентиляция без рециркуляции воздуха (рис 9.28) имеет заборные решетки 11, расположенные на спусках крыши над боковыми тамбурными дверями котлового конца

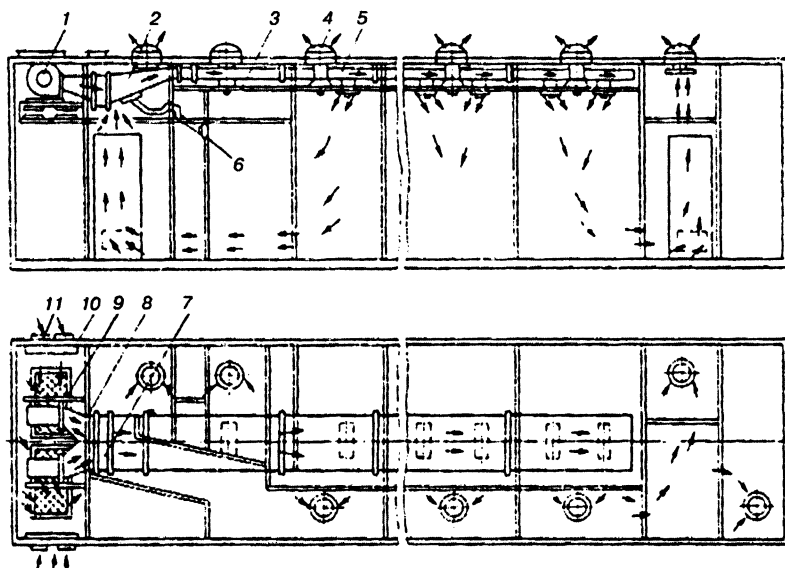


Рис. 9.28. Схема механической приточной вентиляции без рециркуляции воздуха

вагона; заслонки 10 с регулирующим устройством для изменения количества наружного воздуха, поступающего в вагон в теплое и холодное время года; фильтры 9, предназначенные для очистки подаваемого воздуха от пыли; вентиляционный агрегат с электродвигателем 1; диффузор 8 (расширяющаяся часть) и конфузор 2 (сужающаяся часть) нагнетательного воздуховода, между которыми расположен водяной калорифер 7 для подогрева воздуха; нагнетательный воздуховод 5, размещен между крышей и подшивным потолком вдоль всего вагона; вентиляционные (выпускные) решетки 3, через которые свежий воздух распределяется по пассажирским помещениям; дефлекторы 4, предназначенные для удаления используемого воздуха из вагона; дистанционный термометр 6 для наблюдения за температурой подаваемого воздуха. Летом поток вентиляционного воздуха направляется в обход калорифера через обходной канал, что уменьшает сопротивление его движению. На зиму обходной канал перекрывают заслонкой.

Фильтр (рис. 9.29) состоит из металлического корпуса 1, гофрированной или сетчатой задвижки 2 и помещенных внутри корпуса гофрированных сеток 3, 4 и 5 с ячейками различной величины. Перед постановкой на вагон фильтры пропитывают маслом. Загрязненные фильтры снимают с вагонов и заменяют чистыми.

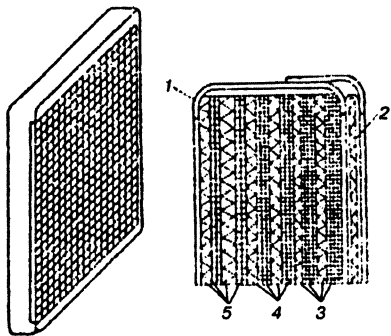


Рис. 9.29. Масляный фильтр

Воздуховод состоит из отдельных соединенных между собой звеньев, изготовляемых из оцинкованной стали. В нижней части воздуховода имеются прямоугольные вырезы для вентиляционных решеток. Вентиляционная решетка служит для регули-

рования количества подаваемого через нее воздуха. Решетки очень разнообразны по типам и конструкциям.

Вентиляционный агрегат (рис. 9.30) состоит из двух центробежных вентиляторов 1 и электродвигателя 2, смонтированных на специальной металлической раме 8, причем электродвигатель крепится на резиновых амортизаторах. Как видно из рисунка, электродвигатель имеет вал с двумя свободными концами, на которые насажены рабочие колеса 5 вентилятора. Кожух 4 вентилятора

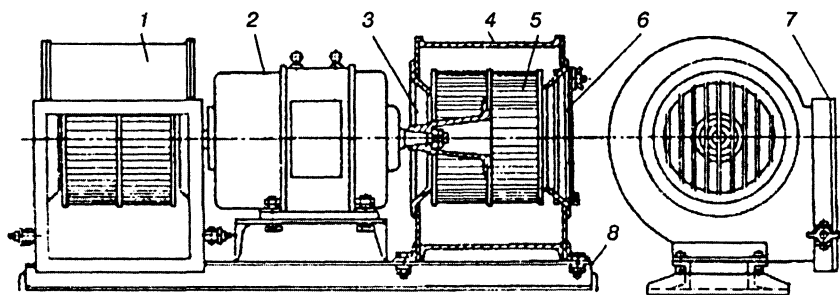


Рис. 9.30. Вентиляционный агрегат

имеет внутренний 3 и внешний основной конус 6 для забора воздуха. Фланец 7 выходного патрубка вентилятора служит для соединения с диффузором. Для удобства монтажа (демонтажа) агрегата в крыше вагона предусмотрен специальный люк.

Максимальная производительность агрегата в зависимости от типа вагона составляет $0,64\text{--}1,5 \text{ м}^3/\text{с}$ ($2300\text{--}5500 \text{ м}^3/\text{ч}$), а мощность электродвигателей $0,7\text{--}2,2 \text{ кВт}$.

Общее количество подаваемого в вагон воздуха можно регулировать изменением числа оборотов электродвигателя вентилятора или перестановкой заслонки в заборных решетках. Практически используются оба способа, но при переходе с высокой (летом) на низкую (зимой) производительность вентиляции предпочтение отдается первому способу, как более экономичному и надежному в работе.

Механическая приточная вентиляция с рециркуляцией воздуха показана на (рис. 9.31). Наружный воздух, поступающий через заборные решетки 1, и рециркуляционный, поступающий через канал 12, предварительно смешивается в камере смешения 14, очищается в единой системе из четырех фильтров 2, окончательно смешивается при засасывании вентиляторами 3 и в процессе прохода через воздухоохладитель (испаритель) 7 и воздухоподогреватель (калорифер) 8. Для регулирования количества

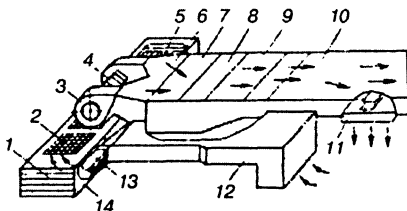


Рис. 9.31. Устройство системы вентиляции с рециркуляцией воздуха

подачи наружного и рециркуляционного воздуха служат соответственно заслонки 5 и 13. Остальные позиции рисунка обозначают: 4 — электродвигатель, 6 — диффузор, 9 — конфузор, 10 — нагнетательный воздуховод, 11 — вентиляционная перфорированная решетка типа «Мультивент».

9.7. ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ

К 1995 г. сложилась сложная ситуация на железнодорожном транспорте с парком пассажирского подвижного состава (ППС), которая характеризуется его неудовлетворительным техническим состоянием, устаревшими конструкциями, высоким процентом износа, большими эксплуатационными затратами.

В целом существующее состояние его не соответствует сегодняшним требованиям и стратегии МПС на перспективу. В связи с этим Министерство путей сообщения разработало и приняло федеральную целевую программу «Разработка и производство пассажирского подвижного состава нового поколения на предприятиях России».

Новые пассажирские вагоны, разработка которых предусмотрена федеральной программой, оборудуются принципиально новыми системами и агрегатами (кондиционер, статический преобразователь). Для отделки и постройки начали применять новые высокопрочные и долговечные материалы, которые позволят создать безремонтные конструкции механических частей вагона, что будет соответствовать мировому уровню и обеспечит хорошую звукоизоляцию, аэродинамику и привлекательный внешний вид.

Снижение массы кузова и других несущих конструкций за счет более легких, прочных и коррозионностойких материалов, а также применение эффективной отопительно-вентиляционной системы уменьшит расходы в эксплуатации на 10–15%.

В настоящее время на Тверском вагоностроительном заводе (АО ТВЗ) освоено производство купированных пассажирских вагонов модели 820 с радио-купе и с купе для инвалидов, вагона модели 820К повышенной комфортности с кондиционером и статическим преобразователем.

Для скоростей движения до 200 км/час создан пассажирский купейный вагон нового поколения (рис. 9.32).

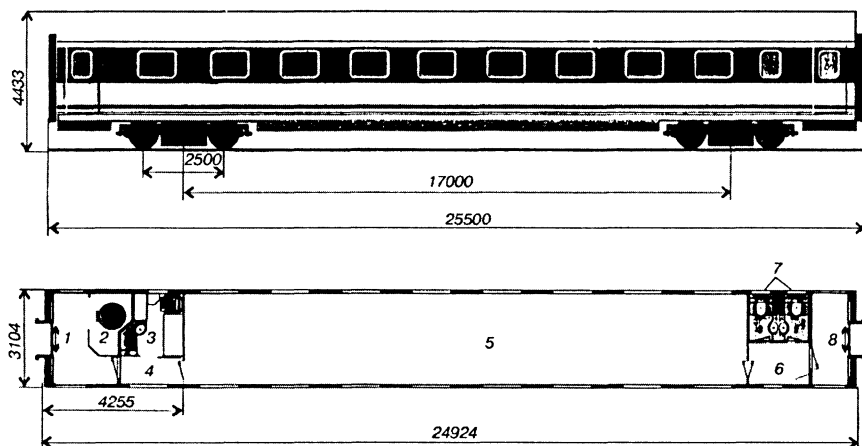


Рис. 9.32. Основные размеры и планировка скоростного вагона:

1 — тамбур тормозного конца вагона; 2 — котельное отделение; 3 — служебное отделение; 4 — коридор тормозного конца вагона; 5 — салон для пассажиров; 6 — коридор нетормозного конца вагона; 7 — туалеты; 8 — тамбур нетормозного конца вагона

Планировочное решение и размеры нового вагона выбраны таким образом, что позволяет изменять планировки салонной части и шага оконных проемов в зависимости от типа и классности вагона (рис. 9.33).

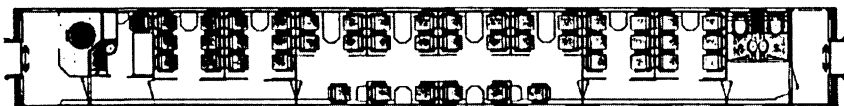
Увеличенная длина вагона (25,5 м) позволила получить более широкие тамбура (1100 мм) и дверные проемы (800 мм), а также увеличить размеры двух туалетов, расположенных в виде одного блока в нерабочем конце вагона.

Кузов вагона нового поколения стальной цельнонесущей конструкции с боковыми стенами с гладкой наружной обшивкой, подкрепленной изнутри гофрированными панелями и вертикальными уголковыми профилями.

Боковые стены и пол выполнены из листов нержавеющей стали. Это позволяет снизить массу кузова и увеличить срок его службы без ремонтно-восстановительных работ.



Купейный спальный вагон 1 класса (36 мест)



Купейный межобластной вагон 1 класса (46 мест)



Купейный межобластной вагон 2 класса (54 места)



Купейный межобластной вагон 2 класса (68 мест)

Рис. 9.33. Варианты планировки салона для пассажиров

Важное место в программе отведено обновлению пассажирского подвижного состава при капитально восстановительном ремонте (такие работы ведутся на Воронежском, Новороссийском, Московском, Октябрьском вагоноремонтных заводах), а также на АО ТВЗ. Срок службы модернизированных вагонов продлевается на 15 лет. Стоимость модернизации в зависимости от типа вагона составляет 50–60% от стоимости нового вагона.

Новая концепция развития научно-технической политики в области обновления парка ППС предполагает проведение разработок на основе альтернативных подходов с проведением анализа различных вариантов решений, т.е. создание конкурентной среды не только при производстве ППС, но и на стадии проектных работ. Качество разрабатываемых конструкций оценивается на этапах раз-

работки эскизного или дизайн-проекта. При этом предлагаются следующие критерии оценки качества конструкции ППС: необходимый уровень безопасности и экологической нагрузки на окружающую среду от единицы подвижного состава; комфорт и потребительские услуги; стоимость жизненного цикла и коэффициент эксплуатационной готовности.

Необходимый уровень безопасности достигается за счет новой концепции ППС и поезда в целом, а также специальной программы, основные положения которой должны быть включены в общие технические требования на подвижной состав нового поколения.

Экологичность пассажирских перевозок должна обеспечиваться за счет: уменьшения расхода энергии путем снижения массы тары, сопротивления движению и улучшения динамики взаимодействия колес с рельсами; снижения шумоизлучения от проходящих пассажирских поездов; оснащение вагонов экологически чистым санитарно-гигиеническим оборудованием; снижения вредных выбросов в окружающую среду; пригодности материалов для повторного использования после списания.

Повышенный уровень комфорта пассажиров и улучшение потребительских качеств достигаются путем установки системы кондиционирования с индивидуальным регулированием температуры в купе, снижением шума до 68 дБ, обеспечения современного дизайна и привлекательного внешнего вида, информационных систем включая аудио- и видеотехнику, световые табло, индивидуального управления положением тела специальным приводом, установленным в кресле, расширения числа сопутствующих услуг (ресторан, бар, буфет, дешевые автоматы для продажи напитков и бутербродов), установки замкнутых туалетов, телефонов-автоматов, оснащения вагонов интерфейсами для подключения персональных компьютеров и факсов.

Экономичность пассажирских перевозок обеспечивается за счет снижения стоимости жизненного цикла ППС и повышения коэффициента эксплуатационной готовности.

Внедрение этих подходов в практику создания ППС позволит производить подвижной состав нового поколения и приведет к существенному прогрессу в области пассажирских перевозок.

Основным критерием экономической эффективности ППС принято считать «стоимость жизненного цикла». Оценка этой стоимости представляет собой экономический анализ расходов в течение всего срока службы ППС от его приобретения до списания. Затраты на жизненный цикл складываются из затрат на приобретение, эксплуа-

тацию, техническое обслуживание и ремонт, учитываются также затраты на утилизацию. Анализ стоимости жизненного цикла наиболее эффективен на ранней стадии проектирования с целью оптимизации характеристик и затрат.

Поскольку в основе научно-технической политики обновления парка ППС лежит стратегия заказа и приобретения только такого подвижного состава, который удовлетворяет новым повышенным требованиям к его техническому уровню, необходимому комфорту и большому числу разнообразных услуг, уровню безопасности, экологии и экономической эффективности, то проектные организации и предприятия-изготовители должны перейти на применение новейших систем автоматизированного проектирования и технологической подготовки производства.

Для получения предприятием заказа на изготовление ППС по новым требованиям необходимо, чтобы технологический и производственно-технический процессы соответствовали мировому уровню, а это определяет конкурентоспособность продукции и ее стоимость.

Используя методику определения стоимости жизненного цикла ППС, были разработаны общие требования к системе технического обслуживания и ремонта пассажирских вагонов нового поколения. В них предусмотрен постепенный переход, от существующей планово-предупредительной системы технического обслуживания и ремонта к системе «по техническому состоянию». Переходным этапом к новой системе должно быть проведение технического обслуживания и ремонта «по пробегу».

Основной целью любой системы технического обслуживания и ремонта следует считать максимальное сокращение количества внезапных отказов в эксплуатации за счет соответствующих предупредительных мер, контроля, обслуживания и ремонта. Основные принципы обеспечения работоспособности ППС, в эксплуатации в течение срока службы должны закладываться на стадии проектирования. Поэтому с использованием методики оценки стоимости жизненного цикла распределена наиболее рациональная долговечность (срок службы) вагона как единого технического изделия, которая лежит в границах морального и физического сроков службы. Расчеты и опыт эксплуатации отечественных и зарубежных пассажирских вагонов показывает, что наиболее рациональным сроком службы следует считать 20 лет. Этот срок все необслуживаемые узлы, системы и элементы способны выдержать без капитального ремонта.

Моральный износ вагона происходит через 10 лет, после чего производится обновление интерьера без больших затрат, так как конструктивные элементы кузова предусматривают удобную и быструю перепланировку внутренних помещений. Такие работы можно провести в вагонном депо.

Расчеты стоимости жизненного цикла вагона показывают, что существует вариант, при котором также можно добиться мини-мальных затрат на техническое обслуживание и ремонт, например вагон со сроком службы 40 лет, кузов которого изготавливается из нержавеющей стали или алюминиевых сплавов. Через 20 лет с начала эксплуатации такого вагона производится капитально-восстановительный ремонт на предприятии-изготовителе, а через каждые 10 лет в депо — смена интерьера.

Контроль технического состояния систем, узлов и деталей вагона в процессе эксплуатации должен проводиться непрерывно или в установленные нормативами сроки. По результатам контроля принимается решение о необходимости ремонта. Непрерывный контроль технического состояния систем вагона должен осуществляться встроенными (бортовыми) диагностическими устройствами, имеющими возможность передачи в депо результатов контроля. Это позволит максимально снизить нежелательные последствия при отказе систем или сборочных единиц вагона. Периодический контроль технического состояния систем, сборочных единиц и узлов вагона должен производиться внешними диагностическими устройствами, как стационарными, так и переносными в пунктах формирования и оборота поездов для определения их остаточного ресурса и необходимости производства ремонта.

9.8. РАСЧЕТ КУЗОВОВ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ

Современные пассажирские вагоны, поступающие на железные дороги МПС, представляют собой единую несущую конструкцию кузова в виде замкнутой оболочки, подкрепленной набором продольных и поперечных элементов жесткости и имеющей оконные и дверные проемы. Элементы набора образуются стержнями, присоединенными к листовой обшивке, гофрами или отгибкой самой обшивки. Иногда стержни изготавливают заодно с обшивкой, например, экструдированные профили из алюминиевых сплавов. Могут применяться конструкции кузова пассажирских вагонов из

трехслойной оболочки типа «Сэндвич». По концам кузова вагона устраивают мощные жесткие рамы, рассчитанные на восприятие больших усилий и предназначенные для надежной защиты пассажиров даже при крупных авариях или крушениях.

Основными нагрузками, воспринимаемыми кузовом пассажирского вагона в эксплуатации, являются:

вертикальная от действия собственной тяжести кузова и пассажиров с багажом, включая динамические усилия от колебаний на рессорах;

боковые горизонтальные от действия центробежной силы и давления ветра. В приближенных расчетах для боковых элементов кузова пассажирского вагона эти силы учитываются увеличением на 12,5% напряжений, возникающих от вертикальных статических нагрузок;

продольные, возникающие во время движения поезда в автоцепках, при соударениях вагонов между собой и с локомотивом, величина которых определяется режимом работы подвижного состава.

Кузов пассажирского вагона рассчитывают на наиболее невыгодное возможное сочетание одновременно действующих в эксплуатации сил.

Вертикальная статическая нагрузка состоит из собственной силы тяжести кузова и суммарного веса пассажиров с багажом. Под собственной силой тяжести кузова пассажирского вагона понимается сила тяжести его конструкции и укрепленного на ней оборудования, а также полный вес запаса воды, топлива и других предметов экипировки. Сила тяжести от груза, действующая на кузов пассажирского вагона, определяется в зависимости от его населенности и средней массы одного пассажира с багажом по формуле (1.27).

В приближенных расчетах при базе вагона $2l \geq 2,5h_k$ (h_k — высота кузова) цельнонесущий кузов можно рассматривать как балку, лежащую на двух опорах — пятниках или четырех опорах — боковых скользунах, на которую действует равномерно распределенная нагрузка q и продольные усилия N по I или III расчетным режимам (рис. 9.34, а). Равномерно распределенная нагрузка

$$q = \frac{(m_k + nm_{\text{пас}})g}{2L_k}, \quad (9.1)$$

где m_k — масса кузова с укрепленным на нем оборудованием и полным запасом воды, топлива и других предметов экипировки, т;

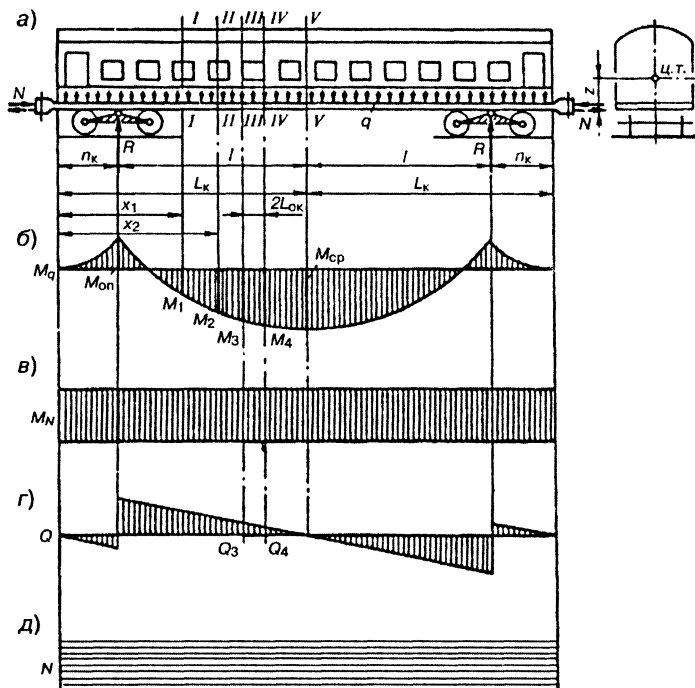


Рис. 9.34. Схема усилий, действующих на кузов пассажирского вагона:

а — расчетная схема; *б* — эпюра изгибающих моментов от равномерно распределенной нагрузки; *в* — то же от эксцентричного действия продольной нагрузки; *г* — эпюра поперечных сил; *д* — эпюра нормальных сил

- n — расчетная населенность вагона;
 $m_{\text{пас}}$ — средняя масса одного пассажира с багажом, т;
 $2L_k$ — длина несущей конструкции кузова, м;
 g — ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

Реакции опор

$$R = \frac{(m_k + nm_{\text{пас}})g}{2}. \quad (9.2)$$

Изгибающие моменты, возникающие в сечениях кузова от равномерно распределенной нагрузки (рис. 9.34, *б*), определяются по формулам:

над опорами

$$M_{\text{оп}} = \frac{qn_k^2}{2}; \quad (9.3)$$

по середине кузова

$$M_{\text{ср}} = \frac{qL_k^2}{2} - Rl; \quad (9.4)$$

в сечении I-I

$$M_1 = \frac{qx_1^2}{2} - R(x_1 - n_k); \quad (9.5)$$

в сечении II-II

$$M_2 = \frac{qx_2^2}{2} - R(x_2 - n_k). \quad (9.6)$$

Изгибающие моменты от эксцентричного действия продольной нагрузки равны между собой в рассматриваемых сечениях кузова (рис. 9.34, в):

$$M_N = Nz, \quad (9.7)$$

где N — продольная сила, приложенная по оси автосцепки в соответствии с расчетным режимом: $N_I = -2,5 \cdot 10^3$ кН, $N_{III} = 1,0 \cdot 10^3$ кН;
 z — расстояние от центра тяжести поперечного сечения кузова до оси автосцепок, м.

Суммарные нормальные напряжения при III режиме, возникающие в материале кузова от равномерно распределенной нагрузки и продольной сжимающей (–) или растягивающей (+) силы N_{III} , с учетом действия боковых и динамических усилий при рассмотрении кузова как балки, лежащей на двух опорах, подсчитываются по формулам:

в сечении над опорами

$$\sigma_{\text{оп}} = \frac{1,125 M_{\text{оп}} (1 + K_{\text{дв}}) \pm Nz}{I} h_1 \pm \frac{N}{F}, \quad (9.8)$$

в сечении по середине вагона

$$\sigma_{\text{ср}} = \frac{1,125 M_{\text{ср}} (1 + K_{\text{дв}}) \pm N z}{I} h_i \pm \frac{N}{F}, \quad (9.9)$$

где I , F — соответственно момент инерции, м^4 , и площадь, м^2 , расчетного поперечного сечения несущей конструкции кузова с учетом рабочей части плоской обшивки;

h_i — расстояние от нейтральной оси (н.о.) кузова до i -й точки поперечного сечения, в которой определяются напряжения, м : 1,125 — коэффициент, учитывающий действие центробежной и ветровой нагрузок;

$K_{\text{дв}}$ — коэффициент вертикальной динамики кузова, определяемый по формуле (1.27) при $a = 0,05$.

Напряжения при I режиме действия продольной сжимающей силы определяются по тем же формулам (9.8) и (9.9), в которых исключается коэффициент 1,125 и принимается $K_{\text{дв}} = 0$.

Под действием указанных выше расчетных нагрузок в элементах кузова пассажирского вагона возникают также дополнительные напряжения в связи с наличием оконных и дверных проемов в боковых стенах. Для определения напряжений в простенках рассмотрим два поперечных сечения кузова I-I и II-II (рис. 9.34, а), проходящих через середины соседних оконных вырезов. Из эпюры изгибающих моментов (рис. 9.34, б) видно, что $M_2 > M_1$, а следовательно, простенок нагружен разностью горизонтальных сил (рис. 9.35, а)

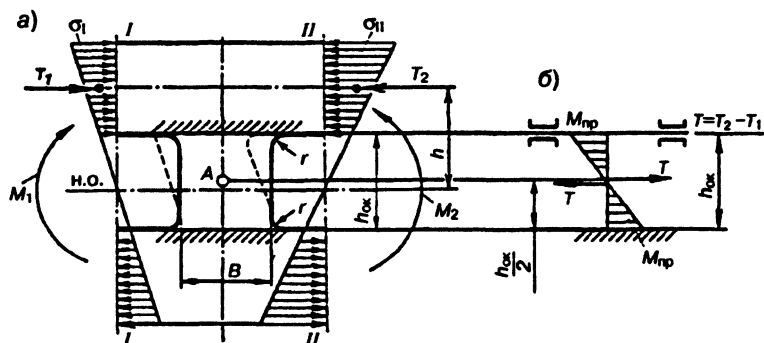


Рис. 9.35. Схема для расчета простенков:

а — схема действия усилий и эпюры напряжений; б — расчетная схема

$$T = T_2 - T_1 = \sigma_{II} 2F_b - \sigma_I 2F_b = 2F_b (\sigma_{II} - \sigma_I), \quad (9.10)$$

где F_b — площадь поперечного сечения верхнего надоконного пояса боковой стены, м².

Среднее значение нормальных напряжений, возникающих слева и справа от простенка в верхнем надоконном поясе, с учетом действия боковых и динамических сил

$$\sigma_I = \frac{1,125 M_1 (1 + K_{дв})}{I} h, \quad (9.11)$$

$$\sigma_{II} = \frac{1,125 M_2 (1 + K_{дв})}{I} h, \quad (9.12)$$

где h — расстояние между нейтральными осями поперечного сечения конструкции кузова (н.о.) и верхнего пояса боковой стены, м.

Подставляя (9.11) и (9.12) в формулу (9.10), получим

$$T = \frac{2F_b h}{I} 1,125 (M_2 - M_1) (1 + K_{дв}). \quad (9.13)$$

При составлении расчетной схемы предполагается, что пояса абсолютно жестки и смещаются относительно друг друга в горизонтальном направлении, не поворачиваясь (рис. 9.35, б), а простенок образован вертикальной линией, проходящей через совокупность центров тяжести поперечных сечений его несущей конструкции. При этом нижний конец простенка считается полностью заземленным в нижний пояс, а верхний имеет заделку, допускающую горизонтальное перемещение без поворота узла. Воспользуемся особым свойством точки A перегиба, где изгибающий момент меняет знак на обратный. Следовательно, в точке A поперечного сечения простенка изгибающий момент равен нулю, а поперечная сила T вызывает изгибающие моменты, максимальное значение которых по концам.

$$M_{пр} = T \frac{h_{ок}}{2}. \quad (9.14)$$

В связи с тем, что действие максимальных изгибающих моментов совпадает с углами оконных вырезов, при расчете напряжений учитывается концентрация. Поэтому нормальные напряжения в верхних и нижних углах оконных вырезов

$$\sigma_{\text{пр}} = \frac{M_{\text{пр}}}{I_{\text{пр}}} \frac{b}{2} K, \quad (9.15)$$

где $I_{\text{пр}}$ — момент инерции несущей конструкции простенка при изгибе в плоскости стены, м^4 ;
 b — ширина простенка, м ;
 K — коэффициент концентрации напряжений, зависящий от отношения радиуса закругления к ширине простенка.

Коэффициент концентрации напряжений в зависимости от отношения r/b имеет значения, приведенные в табл. 9.2.

Таблица 9.2. Коэффициенты концентрации

r/b	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0
K	2,0	1,8	1,65	1,55	1,47	1,4	1,35	1,28	1,22

Касательные напряжения в обшивке простенка приближенно

$$\tau = T/F_{\text{пр}}, \quad (9.16)$$

где $F_{\text{пр}}$ — площадь поперечного сечения листа обшивки простенка.

Эквивалентные напряжения в простенках

$$\sigma_3 = \sqrt{\sigma_{\text{пр}}^2 + 3\tau^2},$$

которые не должны превышать допускаемых $[\sigma]$ для обеспечения прочности конструкций.

Надоконные и подоконные пояса на участках оконных и дверных проемов под действием поперечных сил испытывают дополнительные напряжения. Для составления расчетной схемы рассмотрим два поперечных сечения кузова *III-III* и *IV-IV* (рис. 9.34, а), проходящие по краям оконного выреза. Из эпюры перерезывающих сил (см. рис. 9.34, з)

видно, что пояса боковых стен в зоне оконного проема находятся под действием различных по величине поперечных усилий, причем $Q_3 > Q_4$. Следовательно, пояса получают дополнительную деформацию под действием разности этих сил (рис. 9.36, а):

$$2Q = Q_3 - Q_4, \quad (9.17)$$

где Q — перерезывающая сила, приходящаяся на оконный проем одной боковой стены кузова.

Поперечная сила Q распределяется между поясами пропорционально их жесткости на изгиб, т.е. на верхний пояс будет приходиться

$$Q_v = Q \frac{I_v}{I_v + I_n}, \quad (9.18)$$

а на нижний

$$Q_n = Q \frac{I_n}{I_v + I_n}, \quad (9.19)$$

где I_v , I_n — соответственно моменты инерции сечений верхнего и нижнего поясов, м^4 .

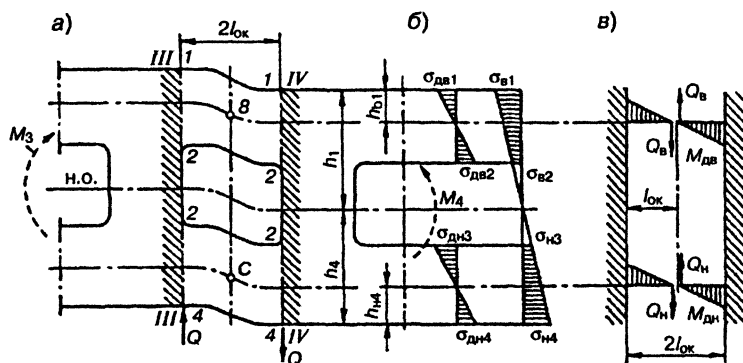


Рис. 9.36. Схема для расчета дополнительных напряжений в поясах боковой стены в зоне оконного проема:

а — схема действия усилий; б — эпюры напряжений; в — расчетная схема

При составлении расчетной схемы предполагается, что пояса слева и справа полностью защемлены в простенки. Кроме того, воспользовавшись особым свойством точек перегиба верхнего B и нижнего C поясов, где изгибающие моменты равны нулю, получим простую расчетную (рис. 9.36, в). Причем, в приведенной схеме пояса образованы линиями, проходящими через совокупность центров тяжести поперечных сечений их несущей конструкции, а поперечные к ним силы $Q_{\text{в}}$ и $Q_{\text{н}}$ приложены в точках перегиба B и C , расположенных посередине оконного проема. Эпюры дополнительных изгибающих моментов в верхнем и нижнем поясах показаны на рис. 9.36, в, максимальное значение которых в заделках:

в верхнем поясе

$$M_{\text{дв}} = Q_{\text{в}} l_{\text{ок}}; \quad (9.20)$$

в нижнем поясе

$$M_{\text{дн}} = Q_{\text{н}} l_{\text{ок}}, \quad (9.21)$$

а дополнительные напряжения в общем случае подсчитываются по формулам:

в верхнем поясе

$$\sigma_{\text{дв}} = \frac{M_{\text{дв}}}{I_{\text{в}}} h_{\text{в}}; \quad (9.22)$$

в нижнем поясе

$$\sigma_{\text{дн}} = \frac{M_{\text{дн}}}{I_{\text{н}}} h_{\text{н}}, \quad (9.23)$$

где $h_{\text{в}}$, $h_{\text{н}}$ — расстояния от нейтральной оси верхнего и нижнего поясов соответственно до точек сечения, в которых определяются напряжения.

Рассматривая наиболее загруженный оконный проем, расположенный вблизи среднего сечения кузова $V-V$ (см. рис. 9.34, а), определим суммарные напряжения в точках 1 и 4 (см. рис. 9.36, б):

$$\Sigma \sigma_1 = - \left(\sigma_{\text{ср1}} + \frac{1,125 M_{\text{дв}} (1 + K_{\text{дв}})}{I_{\text{в}}} h_{\text{в1}} \right); \quad (9.24)$$

$$\Sigma\sigma_4 = - \left(\sigma_{ср4} + \frac{1,125M_{дн}(1+K_{дв})}{I_n} h_{н4} \right), \quad (9.25)$$

где $\sigma_{ср1}$ — основные напряжения в точке 1 среднего сечения, полученные по формуле (9.9) при действии неблагоприятного сочетания продольной сжимающей силы N со знаком минус;
 $\sigma_{ср4}$ — то же в точке 4 при действии продольной растягивающей силы со знаком плюс.

Расчетные суммарные напряжения, кПа, сравниваются с допускаемыми $[\sigma]$.

Если условие

$$\sigma \leq [\sigma] \quad (9.26)$$

соблюдается, то прочность кузова обеспечена с учетом действия наиболее неблагоприятного сочетания сил в эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автосцепное устройство железнодорожного подвижного состава/В.В. Коломийченко, Н.А. Костина, В.Д. Прохоренков, В.И. Беляев. М.: Транспорт, 1991, 232 с.
2. ГОСТ 9238-83. Габариты приближения строений и подвижного состава железных дорог колеи 1520 (1524) мм. М.: Издательство стандартов, 1985, 27 с.
3. Грузовые вагоны колеи 1520 мм железных дорог. Альбом-справочник. М.: ПКБ-ЦВ, 1998, 283 с.
4. Егоров В.П. Устройство и эксплуатация пассажирских вагонов (для проводников). М.: УМК МПС, 1994, 335 с.
5. Инструкция по осмотру, освидетельствованию, ремонту и формированию вагонных колесных пар. М.: Транспорт, 1977, 87 с.
6. Нормы для расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных). М.: ГосНИИВ-ВНИИЖТ, 1996, 319 с.
7. Пастухов И.Ф., Лукин В.В., Жуков Н.И. Вагоны. М.: Транспорт, 1988, 280 с.
8. Ягодин С.К., Саутенков В.А. Изотермический подвижной состав. М.: Транспорт, 1986, 192 с.

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

А

- Автосцепка СА-3 212
- Автосцепное устройство:
 - вагонов с большой базой 220
 - восьмynosных вагонов 222
 - назначение и типы 210
 - четырёхосных вагонов 212
- Автономный рефрижераторный вагон см. Вагон рефрижераторный автономный
- Амортизатор двери крытого вагона 259
- Аппарат поглощающий гидравлический 230
 - — пластинчатый 228
 - — резинометаллический Р-2П 228
 - — сочлененный
 - — с эластомерным материалом ЭПА-120 234
 - — Ш-6-ТО-4 227
- Аппараты поглощающие:
 - силовая характеристика 226
 - типы и параметры 225
 - устройство 225

Б

- База вагона 19
- Балансир 161
- Балансировка колесных пар 61
- Балка надрессорная тележки ТВЗ-ЦНИИ 173
 - — модели 18-100 152
 - соединительная 163
- Безотказность 56
- Буксовое подвешивание:
 - — тележки ТВЗ-ЦНИИ 170
 - — тележки KB3-И2 160
- Буксовый узел тележки модели 18-115 156
- Буксы с подшипниками качения:
 - классификация 90-91
 - конструкция 91-100
 - повышение надежности 106-110
 - расчет 1110-1113
 - типы буксовых узлов 91
- Буфер боковой 237

В

- Вагон грузовой 5-вагонной рефрижераторной секции 408, 417
- Вагон-дизель-электростанция 416, 419
- Вагон крытый двухъярусный для автомобилей 262
 - — для зерна модели 19-756 267
- Вагон крытый универсальный:
 - конструкция 253
 - материал 255
 - характеристика 255
- Вагон рефрижераторный автономный 424
- Вагон-термос 429
- Вагон-хоппер 267-272
- Вагоны грузовые:
 - знаки и надписи 249
 - материалы 49-50
 - назначение, классификация 244
 - перспективы развития 392
 - расчет 396
 - требования 248
- Вагоны пассажирские:
 - основные требования 437
 - перспективы развития 482
 - планировка 439
 - расчет 483
 - характеристика 440-441
- Вал карданный 196
 - приводной 192
- Вентиляция:
 - естественная 478
 - механическая 479
- Водоснабжение пассажирских вагонов 467
- Возвращающие устройства см. Устройства возвращающие

Г

- Габарит подвижного состава 21
 - приближения строений 20
- Гасители колебаний гидравлические 121-126
 - — фрикционные 120-121
- Гибкость упругого элемента 127
- Грузооборот

Грузоподъемность вагона 16–17

Д

Двери крытого вагона 257

Дверь наружная тамбурная 464

Детали механизма автосцепки 215–216

Долговечность 56

Ж

Жесткость пневматической рессо-
ры 131

— резинового элемента 130–131

— упругого элемента 129

З

Замкодержатель 216

Замок автосцепки 215

Запор клиновой для платформы 290

К

Карданный вал см. Вал карданный

Клапан предохранительно-впуск-
ной 323

Кипятильник комбинированный 471

Классификация вагонов 9–14

Колеса составные 69, 81

— цельнокатаные 69

Колесные пары:

знаки и клейма 75–77

динамическая балансировка 61

конструкция 59

основные размеры 60–61

типы 60

Кольцо лабиринтное 95

Контейнер:

— малотоннажный 355

— среднетоннажный 363

— крупнотоннажный 364

Корпус автосцепки 212

— буксы грузового вагона 94

— — пассажирского вагона 94–95

Коммуникация воздушная цистерны

для цемента 339

Котел безрамной цистерны,

расчет 402–406

— цистерны для нефтепродуктов 320

— — цемента 337

Коэффициент сопротивления гидрав-
лического гасителя 137

— тары 18

Кузов вагона:

— восьмиосного полувагона 244

— пассажирского вагона, боковая
стена 451

— — — металлоконструкция 447

— — — четырехосного полува-

гона 274

Кузова грузовых вагонов,

расчет 396–406

Крыша кузова пассажирского

вагона 453

Крышка люка крытого вагона 262

— — полувагона 278

Крышки букс

М

Материалы элементов вагонов 49–50

Метод расчета оси условный 82–87

Механизм автосцепки СА-3:

расцепление 219

сборка, разборка 217

сцепление 218

устройство 215

Н

Нагрузка осевая 17

— погонная 17

Нагрузки, действующие на вагон 37

Надежность 53–54, 56

— буксовых узлов 106–110

— колесных пар 78–80

Неисправность 54

О

Оборудование внутреннее некупейного
спального вагона 464–465

Окна с опускающейся рамой 462

— пакетные 463

Опора котла восьмиосной цис-
терны 319

— кузова на тележку ТВЗ-ЦНИИ 175

Оси колесных пар:

знаки и клейма 67

конструкция 62–65

материалы 68

методы расчета 82–87
 типы 62, 66
 Ось повышенной прочности 65
 — полая 67–68
 — типа РУ 62
 — — — РУ1Ш 62
 Отказ 55
 Отопление 474

П

Парк вагонный 9–10
 Планировка:
 — багажного вагона 445
 — багажно-почтового вагона 445
 — вагона-ресторана 446
 — пассажирского вагона мягкого с
 четырехместными купе 443
 — — — купейного 439
 — — — некупейного 439
 — — — открытого типа 443
 — почтового вагона 443
 Платформа двухъярусная для автомо-
 билей 295
 — для большегрузных контейнеров 291
 — леса в хлыстах 296
 — четырехосная, универсальная 286
 Площадка упругая 238
 Поводок направляющий 180
 Подвижной состав рефрижераторный:
 конструкция 412
 характеристика 409
 Подшипники роликовые 95–99
 Показатель надежности 56–57
 Полувагоны восьмиосные 244
 — четырехосные 272
 — — специализированные 282
 Прибор универсальный сливной 323
 — центрирующий 213
 Привод расцепной 215
 — плоско-ременный 182–184
 — редукторно-карданный 190–199
 — текстурно-карданный 186–189
 — текстурно-редукторно кардан-
 ный 184–186
 Приводы вагонных
 генераторов 184–199
 Принцип построения нумерации по-
 лувагонов 252
 Профили поверхности катания колеса:
 криволинейный 70, 81

объединенный 70–72, 81
 стандартный 70
 Прочность надрессорной балки, рас-
 чет 201–206
 Пружина цилиндрическая 115–116
 — — — однорядная, расчет 141–143

Р

Разгрузочное устройство цистерны
 для цемента см. Устройство раз-
 грузочное цистерны для цемента
 Рама боковая тележки модели
 18-100 151–152
 Рама вагона-хоппера для зерна 268
 — кузова двухъярусного крытого
 вагона 264
 — пассажирского вагона с настилом
 пола 450
 — — — хребтовой балкой 449
 — — платформы 288
 — — для контейнеров 292
 — — — леса в хлыстах 296
 — тележки КВЗ-И2 159
 — — ТВЗ-ЦНИИ 167–170
 — универсального крытого вагона 255
 — цистерны 231
 — четырехосного полувагона 275
 Редуктор от средней части
 оси 193–199
 Ремонтпригодность 56
 Рессора Галахова 116–117
 Рессорное подвешивание вагонов:
 возвращающие устройства 118–119
 гасители 120–126
 параметры 134–139
 расчет 140–143
 схемы 131–134
 упругие элементы 115–118
 Рессоры пневматические 117
 Рефрижераторный подвижной состав
 см. Подвижной состав рефрижера-
 торный
 Ролики подшипников 98–99
 Роликовые подшипники см. Подшип-
 ники роликовые
 Рым 366

С

Себестоимость перевозок 16
 Скользун тележки модели 18-115 153
 Стена боковая крытого вагона 257

— — пассажирского вагона 451
— — четырехосного полувагона 277
— торцовая крытого вагона 259
— — пассажирского вагона 452
— — четырехосного полувагона 275
Схема водоснабжения 467
— установки для охлаждения питьевой воды 473
— циркуляции воздуха в грузовом вагоне 411
Схема нагружения роликового подшипника 112
Схемы рессорного подвешивания 131–134

Т

Тара 17
Тележка
— КВЗ-И2 159–161
— ТВЗ-ЦНИИ-М 167–176
— модели 18-100 150–155
— — 18-115 155–159
— — 68-4071, 68-4072 178–180
— — 68-4075, 68-4076 180–181
— трехосная УВЗ-9М 161–162
— четырехосная 162–165
Тележки вагонов:
классификация 146–148
грузовых 149–166
пассажирских 166–181
расчет 199–209
Теплоизоляция 312, 415, 460
Тормоз 15
Транспортер колодцеобразного типа 301
— платформенного типа 299
— сочлененного типа 303
— — сцепного типа 303

У

Универсальный сливной прибор см.
Прибор универсальный сливной
Упор колесный 266
Упругие переходные площадки см.
Площадки упругие переходные
Условный метод расчета оси см.
Метод расчета оси условный
Устойчивость колесной пары против схода с рельса 88–89
Устройства возвращающие
— ударно-тяговые 239

Устройство разгрузочное цистерны для цемента 338
— упряжное 214

Ф

Фитинг контейнера 370

Х

Характеристика пассажирских вагонов 440–441
— платформ 286
— полувагонов 273
— рефрижераторного подвижного состава 409
специализированных крытых вагонов 263
— цистерн 328
— — для пылевидных и затвердевающих грузов 337
— транспортеров 300
— тележек грузовых вагонов 149
— — — пассажирских вагонов 167, 178
— цистерн общего назначения 316

Ш

Шкив ведомый 186
— ведущий 184–186

Ц

Центральное подвешивание тележки КВЗ-И2 160
— — ТВЗ-ЦНИИ-М 170–173
Центрирующий прибор см. Прибор центрирующий
Цистерна для жидкой серы 349
Цистерна для крепкой азотной кислоты 329
— — молока 334
— — нефтепродуктов 328
— — светлых нефтепродуктов 316
— — хлора 342
— — — цемента 336

Цистерны:
восьмиосная 316
четырёхосная 319

Э

Элементы рессорного подвешивания 114
— — упругие 114–118
Энергоемкости 224

ОГЛАВЛЕНИЕ

От авторов	3
Введение	5
Глава 1. Общие сведения о вагонах	9
1.1. Классификация и основные элементы конструкции и вагонов	9
1.2. Выбор типов и параметров вагонов	16
1.3. Габариты вагонов	20
1.4. Основные положения норм расчета и проектирова- ния вагонов	36
1.5. Основные понятия о надежности вагонов	53
Глава 2. Колесные пары	59
2.1. Назначение, устройство и основные размеры колес- ных пар	59
2.2. Оси	62
2.3. Колеса	69
2.4. Соединение колеса с осью	73
2.5. Повышение надежности колесных пар и улучшение взаимодействия их с рельсами	78
2.6. Основные требования норм расчета колесных пар вагонов	81
Глава 3. Буксовые узлы	90
3.1. Назначение и классификация буксовых узлов	90
3.2. Буксовые узлы с подшипниками качения	91
3.3. Повышение надежности буксовых узлов	106
3.4. Расчет роликовых подшипников	110
Глава 4. Рессорное подвешивание	114
4.1. Назначение, состав и классификация рессорного под- вешивания	114
4.2. Упругие элементы и возвращающие устройства	115
4.3. Гасители колебаний	120
4.4. Упругие свойства элементов рессорного подвешивания	126
4.5. Основные схемы и параметры рессорного подвешивания	131
4.6. Расчет рессорного подвешивания вагонов	140
Глава 5. Тележки вагонов	146
5.1. Назначение и классификация тележек	146
	501

5.2. Тележки грузовых вагонов	149
5.3. Тележки пассажирских вагонов	166
5.4. Приводы генераторов пассажирских вагонов	182
5.5. Расчет деталей тележек вагонов	199
Глава 6. Автосцепное устройство	210
6.1. Автосцепное устройство четырехосных вагонов	210
6.2. Устройство и работа механизма автосцепки СА-3	215
6.3. Автосцепное устройство полужесткого типа четырех- и восьмиосных вагонов	220
6.4. Поглощающие аппараты грузовых и пассажирских вагонов	223
6.5. Пути совершенствования конструкции автосцепного устройства	231
6.6. Упругие переходные площадки и амортизирующие устройства пассажирских вагонов	237
6.7. Ударно-тяговые приборы вагонов международного сообщения	239
Глава 7. Грузовые вагоны и контейнеры	244
7.1. Назначение и классификация кузовов	244
7.2. Требования к грузовым вагонам	248
7.3. Знаки и надписи на вагонах	249
7.4. Крытые вагоны	253
7.5. Полувагоны	273
7.6. Платформы	285
7.7. Транспортёры	299
7.8. Цистерны	307
7.9. Контейнеры	353
7.10. Перспективы развития грузовых вагонов	392
7.11. Расчет кузовов грузовых вагонов	396
Глава 8. Изотермический подвижной состав	407
8.1. Назначение и классификация изотермического подвиж- ного состава	407
8.2. Пятивагонные рефрижераторные секции	408
8.3. Автономные рефрижераторные вагоны	424
8.4. Специализированные изотермические вагоны	429
Глава 9. Пассажирские вагоны	437
9.1. Основные требования к пассажирским вагонам	437
9.2. Классификация и планировка пассажирских вагонов	439

9.3. Конструкция кузовов пассажирских вагонов	447
9.4. Изоляция. Внутреннее оборудование. Окна и двери кузовов	460
9.5. Водоснабжение и отопление пассажирских вагонов....	467
9.6. Вентиляция пассажирских вагонов	478
9.7. Перспективы развития пассажирских вагонов	482
9.8. Расчет кузовов пассажирских вагонов	487
Список литературы	497
Предметный указатель	498

**Пастухов Иван Федорович,
Пигунов Владимир Владимирович,
Кошкалда Роман Олегович**

КОНСТРУКЦИЯ ВАГОНОВ

Учебник

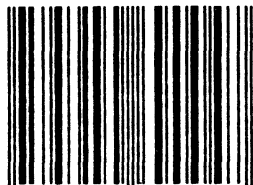
Компьютерная верстка О.А. Денисова

ИД № 04598 от 24.04.2001

Подписано в печать 8.09.2003. Формат 60×88¹/₁₆. Печать офсетная. Бумага офсетная №1.

Уч.-изд. л. 31,5. Тираж 2500 экз. Зак. № 8808.

ISBN 5-94069-004-1



9 785940 690047 >

Издательство «Маршрут»
Москва, Басманный переулок, 6

Отпечатано в ФГУП «Производственно-
издательский комбинат ВИНТИ»,
140010, г. Люберцы Московской обл.,
Октябрьский пр-т, 403. Тел. 554-21-86.