

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**  
**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**

**Кафедра вагонов**

**Т. В. ЗАХАРОВА, С. М. ВАСИЛЬЕВ,  
О. М. МОЙСЕЙЧИКОВА**

# **ВАГОНЫ**

**Учебное пособие**

**Гомель 2022**

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра вагонов

Т. В. ЗАХАРОВА, С. М. ВАСИЛЬЕВ,  
О. М. МОЙСЕЙЧИКОВА

# ВАГОНЫ

*Допущено Министерством образования Республики Беларусь  
в качестве учебного пособия для студентов учреждений высшего образования  
по специальностям «Подвижной состав железнодорожного транспорта»,  
«Тяговый состав железнодорожного транспорта (по направлениям)»,  
«Электроснабжение (по отраслям)»,  
«Организация перевозок и управление на железнодорожном транспорте»*

Гомель 2022

УДК 629.45/.46 (075.8)  
ББК 39.24  
З-38

Р е ц е н з е н т ы : заведующий кафедрой тракторов БНТУ,  
д-р техн. наук, профессор *В. П. Бойков*;  
начальник ОТК ОАО «Минский ВРЗ» *А. В. Умеренков*

## **Захарова, Т. В.**

З-38 Вагоны : учеб. пособие / Т. В. Захарова, С. М. Васильев, О. М. Моисейчикова ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2022. – 238 с.  
ISBN 978-981-891-058-7

Рассматриваются общие сведения о вагонах, конструктивные особенности кузовов грузовых и пассажирских вагонов, ходовые части грузовых и пассажирских вагонов, автосцепные и сцепные устройства, устройство и принцип действия автоматических тормозов и система технического обслуживания и ремонта вагонов.

Предназначено для студентов специальности «Подвижной состав железнодорожного транспорта» «Тяговый состав железнодорожного транспорта (по направлениям)», «Электроснабжение (по отраслям)», «Организация перевозок и управления на железнодорожном подвижном составе» при изучении курсов «Подвижной состав железных дорог» и «Вагоны».

УДК 629.45/.46 (075.8)  
ББК 39.24

**ISBN 978-981-891-058-7**

© Захарова Т. В., Васильев С. М.,  
Моисейчикова О. М., 2022  
© Оформление. БелГУТ, 2022

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Введение</b> .....	5
<b>1 Общие сведения о вагонах</b> .....	7
1.1 История развития вагоностроения в России и в СНГ .....	7
1.2 История развития и современное состояние вагоностроения в странах дальнего зарубежья .....	19
1.3 Современное состояние вагоностроения .....	21
1.4 Роль ученых в развитии вагоностроения и вагонного хозяйства .....	23
1.5 Классификация и основные элементы конструкции вагонов .....	29
1.6 Основные технико-экономические параметры вагонов .....	32
1.7 Нагрузки, действующие на вагон .....	38
1.8 Габариты приближения строения и подвижного состава .....	39
1.9 Общие требования к вагонам .....	47
<b>2 Кузова вагонов</b> .....	49
2.1 Назначение и классификация кузовов грузовых вагонов .....	49
2.2 Крытые вагоны .....	49
2.3 Полувагоны .....	68
2.4 Платформы .....	79
2.5 Вагоны-транспортёры .....	85
2.6 Цистерны .....	89
2.7 Рефрижераторные вагоны .....	97
2.8 Знаки и надписи на грузовых вагонах. Нумерация вагонов .....	103
2.9 Направления развития вагонов нового поколения .....	104
<b>3 Пассажирские вагоны</b> .....	105
3.1 Основные части и планировка вагонов .....	105
3.2 Вентиляция пассажирских вагонов .....	112
3.3 Отопление пассажирских вагонов .....	115
3.4 Водоснабжение пассажирских вагонов .....	119
3.5 Поезда STADLER для Белорусской железной дороги .....	122
3.6 Знаки и надписи на пассажирских вагонах. Нумерация вагонов .....	128
3.7 Основные тенденции развития пассажирского движения в мире .....	131
<b>4 Ходовые части вагонов</b> .....	134
4.1 Устройство колесных пар, их типы .....	134
4.2 Буксовые узлы .....	139
4.3 Рессорное подвешивание .....	141
4.4 Тележки .....	143
4.4.1 Тележки грузовых вагонов .....	144

4.4.2 Тележки пассажирских вагонов .....	149
4.4.3 Тележки поезда Штадлер для Белорусской железной дороги .....	157
<b>5 Автосцепное устройство .....</b>	<b>160</b>
5.1 Классификация устройств для соединения вагонов .....	160
5.2 Назначение и типы автосцепного устройства .....	160
5.3 Сцепные устройства нового поколения для пассажирского подвижного состава .....	164
5.4 Поглощающие аппараты .....	169
5.5 Зарубежные автосцепки .....	175
<b>6 Устройство и принцип действия автоматических тормозов .....</b>	<b>180</b>
6.1 Назначение и классификация тормозов .....	180
6.2 Подготовка тормозов к работе .....	183
6.3 Тормозное оборудование грузовых вагонов .....	188
6.4 Тормозное оборудование пассажирского вагона .....	192
6.5 Тормоза высокоскоростного подвижного состава .....	194
6.6 Опробование тормозов .....	199
6.7 Устройства, обеспечивающие безопасность движения .....	201
<b>7 Система технического обслуживания и ремонта вагонов .....</b>	<b>203</b>
7.1 Вагонное хозяйство и ремонт вагонов .....	203
7.2 Виды ремонта и технического обслуживания вагонов .....	204
7.3 Ремонт вагонов по пробегу .....	206
7.4 Предприятия для ремонта и технического обслуживания вагонов .....	209
7.5 Пункты технического обслуживания .....	211
7.5.1 Организация ремонта вагонов на пунктах технического обслуживания сортировочных и участковых станций .....	211
7.5.2 Подготовка вагонов к перевозкам .....	216
7.5.3 Текущий отцепочный ремонт .....	218
7.5.4 Пункты контрольно-технического обслуживания вагонов .....	219
7.6 Техническое обслуживание и экипировка пассажирских вагонов .....	219
7.7 Устройства контроля технического состояния подвижного состава .....	220
7.8 Вагоноремонтные депо .....	222
7.9 Вагоноремонтные заводы .....	223
7.10 Мероприятия, направленные на совершенствование вагонного хозяйства ..	223
7.11 Система технического обслуживания и ремонта вагонов за рубежом .....	225
7.12 Средства диагностики деталей подвижного состава .....	227
<b>Список литературы .....</b>	<b>231</b>

## **ВВЕДЕНИЕ**

Транспортная система страны является неотъемлемой частью производственной и социальной инфраструктуры государства, обеспечивая ее территориальную целостность и национальную безопасность. Железнодорожный транспорт занимает ведущее положение в осуществлении перевозок среди других видов транспорта. Возрастающий спрос на услуги транспорта требует совершенствования конструкции вагонов, поддержания работоспособности в исправном состоянии вагонного парка за счет повышения качества ремонта и содержания вагонов.

Разработаны конструкции новых грузовых вагонов, отличающихся повышенной надежностью и экономичностью, которые обладают уменьшенным воздействием на путь, существенно сокращая эксплуатационные расходы на текущее содержание и ремонт. В конструкциях и параметрах новых вагонов предусматривается расширение специализации, применение в тележках конструктивных решений, обеспечивающих их нормальную работу без восстановительного ремонта от постройки до первого капитального ремонта и между капитальными ремонтами. В основные элементы кузовов нового поколения вагонов вводятся прогрессивные конструктивные решения, обеспечивающие сохранность перевозимых грузов и прочность его частей. Колеса применяются с повышенной твердостью обода, обеспечивающей уменьшенный износ гребней, внедряются буксы кассетного типа. Элементы конструкции кузова изготавливаются из новых антикоррозионных материалов.

При изготовлении кузовов пассажирских вагонов применены новые огнестойкие материалы. Предусматриваются специальные купе для инвалидов. Новые пассажирские вагоны рассчитываются на скорость движения 200 – 250 км/ч, с централизованным энергоснабжением, центральной системой диагностики и телеуправления.

Постоянно совершенствуются конструкции автосцепных, сцепных устройств и тормозного оборудования.

Вагонное хозяйство располагает необходимой производственной базой, включающей вагонные депо, вагонно-колесные мастерские, промывочно-пропарочные предприятия, конторы обслуживания пассажиров, прачечные, а также пункты технического обслуживания вагонов, пункты подготовки вагонов к перевозкам, ремонтно-экипировочные депо, контрольные пункты автотормозов и другие сооружения и устройства, входящие в состав вагонного депо или участка, в территориальных границах которых они расположены.

Для поддержания численности парка в размерах, обеспечивающих объемы перспективных перевозок, намечено обновление парка грузового подвижного состава вагонами нового поколения с нагрузкой на ось 27 тс. Постоянное совершенствование вагонного парка – важного звена транспорта – позволяет выполнять поставленные перед транспортом задачи: полное удовлетворение народного хозяйства и населения в перевозках, значительное повышение скоростей движения поездов, увеличение пропускной и провозной способности железных дорог, повышение производительности труда, снижение себестоимости перевозок и уменьшение удельных капитальных вложений. В связи с этим повышаются требования к исследованиям, проектированию, постройке и содержанию вагонов, к подготовке специалистов, связанных с эксплуатацией вагонного парка. Вагоны – один из наиболее ответственных и важнейших элементов железнодорожного транспорта. От уровня развития и состояния вагонов в значительной мере зависят провозная и пропускная способности железных дорог, а также безопасность движения поездов.

## 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ВАГОНАХ

### 1.1 История развития вагоностроения в России и СНГ

Рельсовый вагонный парк появился с возникновением железных дорог. Первые конструкции пассажирских вагонов напоминали кареты или почтовые дилижансы. Вагоны для Царскосельской железной дороги закупались за рубежом. Словом вагон (англ. *waggon*) назывались повозки, предназначенные для движения по рельсам. На Царскосельскую дорогу ко дню открытия поступило 44 пассажирских и 119 товарных (грузовых) вагонов.

Вагоны были двухосные с деревянными рамами, имели чугунные колеса со стальными бандажами, стальные оси, буксы имели устройства для смазки подшипников. Кузова изготавливались в Бельгии и в России, ходовые части – в Англии.

Первые поезда Царскосельской железной дороги включали вагоны четырех классов. Самыми комфортными и дорогими были кареты, которые назывались «берлинами» и «дилижансами» и имели закрытые кузова, мягкие сиденья и делились на отделения с самостоятельными входами. В каждом отделении вагона I класса (рисунок 1.1) размещалось 8 человек, II класса – 10.

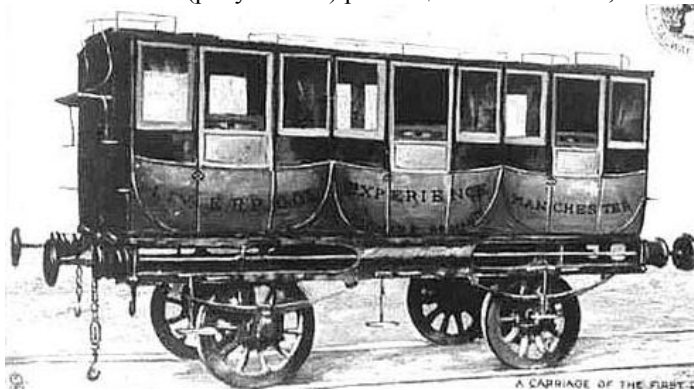


Рисунок 1.1 – Пассажирский вагон I класса



Также применялись открытые повозки или «линейки» с крышей (шарабаны) и без нее (вагоны). У последних стенки доходили только до середины высоты кузова. Вагоны не имели отопления и освещения [2].

Первые вагоны в России были выпущены в середине XVIII в. Начало промышленного вагоностроения (1850–1854) на Александровском литейно-механическом заводе в Санкт-Петербурге связано со строительством в 1843 г. первой магистральной железной дороги Петербург–Москва. Железная дорога была предназначена, в основном, для перевозки пассажиров. Строились преимущественно пассажирские вагоны для пригородных поездок.

Первые **товарные** вагоны в России появились на Петербурго-Московской ж. д. в 1846 г. Вагоны строили 4-осными, с деревянными кузовами, центральной сцепкой, без боковых буферов, с тормозным устройством с ручным приводом. Грузоподъемность крытого вагона составляла 8,2 т, тара – 7,8 т (рисунок 1.2). Для насыпных и длинномерных грузов предназначались платформы с весом 6 т и грузоподъемностью 10 т (рисунок 1.3) [3].

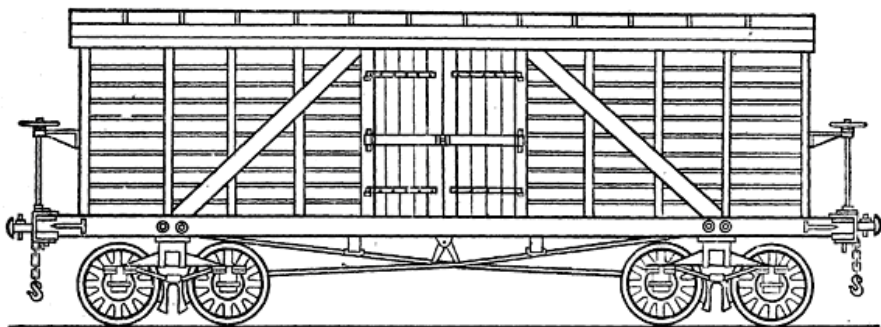


Рисунок 1.2 – Первый 4-осный крытый вагон

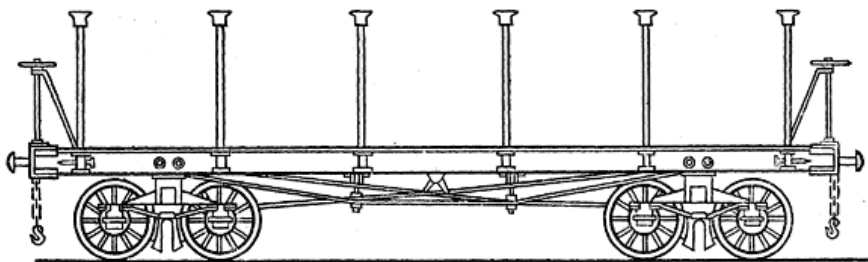


Рисунок 1.3 – Первая 4-осная платформа

Вагоны, построенные из деревянных деталей, были пожароопасны и не обладали достаточно высокой прочностью. Металла в то время выплавлялось недостаточно, что явилось одной из причин перехода на выпуск преимущественно двухосных вагонов. Для перевозки грузов, не требующих защиты от атмосферных осадков, начали выпускать двухосные вагоны без крыши (полувагоны), а также платформы, которые имели боковые буфера и центральные тягово-сцепные устройства. Колеса состояли из спицевых центров с бандажами.

С введением на дорогах России бесперегрузочного сообщения возникла потребность в стандартизации вагонов, т. е. выпуске их одинаковыми по типу, конструкции, размерам и внешнему оформлению для всех дорог. Стандартизация предусматривала единообразные устройства для запираания дверей, чугунные колеса заменялись железными, крыши изготовлялись из кровельного железа, стены окрашивались в красный цвет. Грузоподъемность вагонов постепенно увеличивалась и достигала 15 т. При этом усиливались не только оси колесных пар, но и рессорное подвешивание.

В 1872 г. в связи с развитием нефтяной промышленности в России были построены первые вагоны-цистерны. Российские вагоны с ледяным охлаждением для перевозки скоропортящихся грузов появились в 1862 г., вагон-думпкар с опрокидывающимся кузовом – в 1868 г.

В связи с увеличением грузооборота железных дорог была поставлена задача дальнейшего повышения грузоподъемности подвижного состава. В конце 90-х гг. разработали и внедрили несколько типов большегрузных вагонов.

Для соединения пассажирских вагонов использовалась сцепка в виде цепей. К вагонной раме крепился один буфер, который предохранял вагоны от столкновения при ручном торможении. Нагрузка от массы вагона на буксы передавалась через листовые рессоры.

Первые пассажирские вагоны не отличались удобствами, однако уже в 1850 г. Александровский завод построил два 8-осных вагона усовершенствованной конструкции со сравнительно комфортными условиями для пассажиров. 4-осные пассажирские багажные вагоны, построенные на Александровском литейно-механическом заводе в Санкт-Петербурге, были построены в 1857 г.

Сначала **пассажирские** вагоны строились по иностранным образцам. Однако, практика их эксплуатации на Царскосельской и Петербурго-Московской железных дорогах показала, что европейская конструкция не пригодна для использования в условиях русской зимы. Уже в 1850 г. стали выпускать вагоны I, II и III классов, различающиеся внутренней отделкой, ценой билетов. От морозов в вагонах окна изготавливались с двойными рамами.

Пассажи́рские вагоны не имели отопления. Кузов имел закрытые тамбуры, входные двери которых открывались внутрь, переходные мостики для прохода в соседний вагон. Были установлены размеры коридоров, диванов, отделений, дверей и окон. Для организации спальных мест были сконструированы подъемные спинки диванов, а также предусматривались полки для ручной клади и багажа. В конце XIX в. проводились работы по внедрению и развитию внутреннего оборудования пассажирского вагона. Для обеспечения нормальной жизнедеятельности человека в пути следования применялись отопление, водоснабжение, освещение и вентиляция. В 1863 г. вагоны стали оборудовать умывальниками, печами сухого отопления и другими устройствами для удобства пассажиров.

В 1871 г. на Ковровских мастерских Московско-Нижегородской ж. д. был создан пассажирский вагон I класса, оборудованный четырнадцатью креслами-кроватями, на которых пассажирам было удобно сидеть или лежать. Для Петербурго-Московской ж. д. на заводе Бремме и Левестама в Москве был построен мягкий купейный вагон I класса. В нем посредине кузова размещался салон для пассажиров. Диваны в этом вагоне были с подъемными спинками. В 1882 г. на Всероссийской промышленно-художественной выставке Сормовский завод представил пассажирский вагон I класса с креслами-кроватями, за конструкцию которого была присуждена высшая награда – право изображения на изделиях Государственного герба России. В 1879 г. Сормовский завод построил служебный пассажирский вагон, в котором размещались салон с тремя диванами и два купе с одним диваном в каждом. Салон имел выход через торцовую дверь на открытую веранду с крышей для осмотра железнодорожного пути и окружающей местности.

С течением времени парк пассажирских вагонов подразделялся по видам, предназначенным для эксплуатации в дальнем, местном и пригородном сообщениях. Вагонами дальнего следования были мягкие I и II классов, «микст» (смешанные) и жесткие III класса. 3-осный пассажирский вагон класса «микст» (число спальных мест 20) был изготовлен на Путиловском заводе по заказу частных дорог – это были последние 3-осные вагоны, которые строились «на заказ» до стандартизации вагонного парка (рисунок 1.4) [4].

В последующем вагоны строились, в основном, в 4-осном исполнении. Составы дальних поездов помимо классовых вагонов включали почтовые, багажные и служебные вагоны. Вагоны различных классов окрашивались в определенные цвета: I класса – синий, II – золотисто-желтый, III – зеленый, IV – серый. Пригородные поезда обычно состояли из жестких 2-осных вагонов III класса или, по мере надобности, из 3-осных. Местные поезда для перевозки рабочих составлялись из 2-осных вагонов III и IV классов. Вагоны выпускались всех классов, как с открытыми площадками, так и с закрытым тамбуром и окрашивались в зеленый цвет, некоторые экземпляры эксплуатировались до середины 1950-х гг.

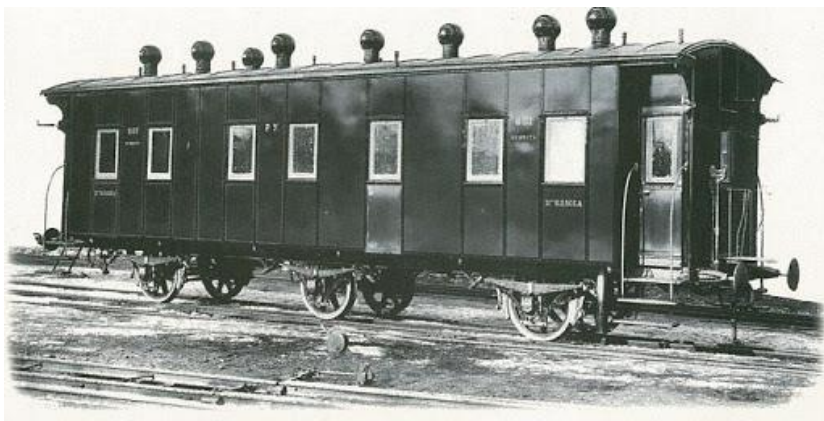


Рисунок 1.4 – 3-осный пассажирский вагон класса «микст»

В России в 1891 г. начала функционировать пассажирская компания «Международное общество спальных вагонов». Принадлежавшие данному обществу комфортабельные поезда ходили в европейские столицы и на Восток. Кузова опирались на тележки с тройным рессорным подвешиванием, обшивались снаружи ценными породами дерева. Внутренняя отделка предполагала для пассажиров повышенный комфорт.

Поезд «Сибирский экспресс» состоял из семи вагонов: трех спальных I класса, вагона-ресторана с кухней широкого ассортимента, «вагона-бассейна» с гимнастическим отделением, багажного и вагона-библиотеки с мягкими креслами, уютным освещением, коврами. Регулярно свежая пресса пополнялась на крупных станциях. Поезд шел в восточном направлении 11 суток.

В 1896–1897 гг. на Александровском заводе в Санкт-Петербурге началось строительство для путешествий по России императорского поезда. В составе первых семи вагонов были вагон-мастерская, служебный вагон с помещениями для размещения прислуги, светский, вагон-опочивальня с детским отделением, вагон-салон-столовая, вагон-кухня и багажный вагон с помещением для дворцовой прислуги. Вагоны окрашивались в темно-синий цвет с продольной темно-золотой полосой. Они отличались высоким уровнем комфорта.

Было построено небольшое число двухэтажных вагонов IV класса. При длине кузова 20 м в вагоне размещалось 106 мест для сидения, что значительно увеличивало его вместимость. Вход на верхний этаж осуществлялся через наружные двусторонние лестницы, которые были расположены по концам кузова. На нижний этаж пассажиры входили и выходили через двери, находящиеся по середине боковых стен (рисунок 1.5).



Рисунок 1.5 – Двухэтажный вагон

В 1910–1912 гг. на Александровском заводе была разработана конструкция 20-метрового классного вагона, принятого в качестве стандарта для всей сети.

В 1913 г. был выпущен первый динамометрический вагон, а также четыре образцовых салон-вагона. Для государственного банка через год завод построил бронированный вагон для перевозки золотой и серебряной монеты.

На рисунке 1.6 представлен пассажирский 4-осный вагон I класса с тележками Фетте трехкратного подвешивания, изготовленный на Сормовском заводе. Длина кузова вагона увеличена до 20 м (число спальных мест 18), применена полностью железная рама. Вагоны такого типа строились только I и II классов). Впервые с 1912 г. на них стали применять электрическое освещение, ранее устанавливавшееся только в вагонах-салонах.



Рисунок 1.6 – Пассажирский 4-осный вагон I класса

На Путиловском заводе был изготовлен пассажирский 4-осный вагон II класса с тележками тройного рессорного подвешивания (количество спальных мест 32). Этот тип назван «вагон системы Полонсо» – по фамилии французского инженера, сконструировавшего для вагона специальный, впервые примененный в отечественной практике несущий кузов. В России курсировали такие вагоны всех классов, кроме IV, которые распространения не получили, поскольку были тяжелые и имели большую нагрузку на ось. У бронированных вагонов толщина листового металла нижней части кузова составляла 5 мм и пули стрелкового оружия тех времен его не пробивали. Позже под часть таких вагонов для уменьшения осевой нагрузки подкатывались трехосные тележки. Вагоны вошли в историю, став личными вагонами видных военачальников и политических деятелей [2].

По состоянию на 1 января 1914 г. в России эксплуатировалось 30858 пассажирских вагонов. К 1917 г. в стране насчитывалось 569 тыс. товарных вагонов [2].

Первая мировая война 1914–1918 гг., Великая Октябрьская социалистическая революция 1917 г., гражданская война 1918–1922 гг. решительно (в основном негативно) отразились на всем хозяйстве страны, в том числе на вагоностроении. Парк грузовых вагонов сократился с 502000 в 1913 г. до 150000 в 1919 г., при этом многие вагоны были неисправными. В годы гражданской войны за золото были закуплены 1500 цистерн в Канаде, Англии и Германии.

Строительство вагонов возобновилось в 1923 г. Сначала выпускались двухосные вагоны грузоподъемностью 20 т. Они имели металлические рамы с хребтовой балкой и каркас кузова, а также возможность последующей установки автосцепки. Двери, люки, несъемные приспособления для перевозок людей оставались такими же, как и у дореволюционных крытых вагонов.

В 1931 г. в Народном комиссариате путей сообщения СССР (НКПС) было принято решение о реконструкции железнодорожного транспорта: строились только 4-осные вагоны; существующие 2-осные вагоны реконструировались для увеличения их грузоподъемности и возможности применения автосцепки. Предельную грузоподъемность для крытого вагона было предложено принять равной 60 т; для полувагонов и хопперов за исходную выбрать грузоподъемность 60 т с возможностью ее увеличения в будущем.

В период с 1933–1937 гг. предполагалось значительно увеличить выпуск большегрузных вагонов, оборудованных автотормозами и автосцепкой.

В третьей пятилетке (1938–1942 гг.) все грузовые намечалось строить 4-осными, увеличилось производство цистерн и изотермических вагонов. Большое внимание уделялось повышению прочности подвижного состава. С 1940 г. предполагалось устанавливать в крытых вагонах металлические торцовые стены; кузова полувагонов изготавливать цельнометаллическими;

котлы цистерн выполнять из продольных листов-обечаек; под вагоны подкачивать тележки с литыми боковыми рамами и надрессорными балками; широко применять низколегированные стали.

Пассажирские вагоны в этот период были с деревянными кузовами, но уже с мощными стальными рамами. Вагоны строили 4-осными длиной 20,2 м с электрическим освещением, водяным отоплением, с мягкими и жесткими местами для лежания. Технический уровень и комфортные условия пассажирских вагонов были значительно повышены, что позволило получить на Всемирной промышленной выставке в Париже (1937 г.) золотую медаль «Гран-при» за конструкцию мягкого спального вагона, построенного Ленинградским вагоностроительным заводом (ЛВЗ). Одновременно испытывались опытные вагоны с различными планировками длиной 25 м.

Великая Отечественная война помешала осуществлению этих прогрессивных планов.

До начала войны вагонный парк состоял из 2-осных и 4-осных вагонов. В эксплуатации находились двухосные крытые вагоны грузоподъемностью до 20 т и четырехосные грузоподъемностью 27,5–50 т, которые строились в дореволюционный период. 4-осные вагоны, построенные в годы довоенных пятилеток, имели грузоподъемность 50–60 т. К 1940 г. в вагонном парке находилось до 30 % четырехосных вагонов, а средняя грузоподъемность вагона составляла 27 т [9].

Основную часть вагонного парка составляли четырехосные платформы и цистерны. Весь парк вагонов был оснащен: 73 % – автотормозами, 38 % – автосцепкой.

Вагонный парк был подготовлен в годы войны к обеспечению перевозок, несмотря на то, что осуществлялся дефицит вагонов.

В начале Великой Отечественной войны вагоностроительные заводы европейской части СССР были эвакуированы на восток. Вагоны в период 1941–1945 гг. выпускались небольшими партиями, что не позволяло полностью восполнить потери вагонов из-за военных действий. Крытые 2-осные товарные вагоны, созданные в 1870 г. и использовавшиеся в период с 1870 до 1940 гг. были переоборудованы в вагоны «теплушки» для перевозки людей (прежде всего для переброски войск). Вагон оборудовался двух- или трехъярусными нарами, утеплялся внутри деревянными щитами и двойным войлоком. В загрузочные бортовые люки вставлялись рамы со стеклами. В центре вагона размещалась печка-буржуйка. Для предохранения от выпадения людей в дверном проеме устанавливался поперечный брус. Грузоподъемность вагона составляла 16 т, вместимость – 40 человек. Для перевозки животных в вагоне сооружались стойла – по четыре в каждой половине вагона. В вагоне можно было перевезти восемь лошадей или 20 человек и четыре лошади одновременно.

Часть вагонов теплушек более поздней постройки изготавливались с тормозными площадками. Внутри вагона располагались деревянные нары, чугунная печь и фонари освещения. Для соединения вагонов применялось, в основном, винтовое сцепление. Все вагоны имели буфера, даже те, которые были оборудованы автосцепкой.

В крытых вагонах для перевозки людей два люка, имеющихся на крыше, использовались для вывода дымовых труб от печек.

Для перевозки тяжеловесных грузов четырехосные вагоны-платформы были переделаны в 6-осные – под середину рамы кузова подкатывалась дополнительная двухосная тележка, что привело к увеличению грузоподъемности в 1,5–2 раза.

В кратчайшие сроки во время войны была организована работа по переоборудованию вагонов для воинских перевозок. Для доставки боеприпасов, горюче-смазочных материалов создавались фронтные «вертушки». Каждая из них состояла из 20 четырехосных цистерн и теплушки для коменданта и караула. Воинские вагоны имели специальную нумерацию.

Вагоны для эвакуации использовались из только что разгрузившихся воинских эшелонов. Вагоны отапливали всем, что попадалось под руку – углем, досками, даже шпалами.

По железной дороге курсировали бронепоезда, восстановительно-санитарные поезда и санитарные летучки. Бронепоезд обычно состоял из бронированного паровоза, который находился в середине поезда, впереди и сзади размещались броневагоны и по две контрольные платформы с каждой стороны.

На крытых бронеплощадках располагались по две пушки и четыре танковых пулемета, а на открытых – зенитные орудия и ракетные установки типа «Катюша». В качестве балласта контрольные платформы загружались мешками с песком и даже запасными рельсами со шпалами, инструментом и противопожарным инвентарем. Благодаря наличию контрольных платформ заложенные под путями мины нажимного действия попадали только на платформу с балластом и не наносили вреда боевой части бронепоезда.

Для обслуживания поездов создавались передвижные базы. База состояла из полутора-двух десятков товарных и пассажирских вагонов: штабного вагона, вагона-кухни, вагона-мастерской, вагона с боезапасами и т. д. База в «походном положении» перевозилась в общем составе. Если поезд шел в бой, то базу оставляли в безопасном месте, например, в тылу на своей железнодорожной станции.

Военно-санитарные поезда разделялись на две категории: постоянные, выполняющие рейсы по маршрутам фронта – тыловые госпитали, и временные – санитарные летучки, которые предназначались для перевозки раненых в ближайший тыл. Санитарные летучки в отличие от санитарных поездов



были составлены не из пассажирских, а из крытых грузовых вагонов, переоборудованных для перевозки раненых. В состав военно-санитарного поезда были включены пассажирские вагоны для раненых, изолятор, аптека, перевозочная, кухня и др. Один такой санитарный поезд, например, мог обеспечить доставку в тыл более 500 раненых.

Поездная бригада своими силами проводила ремонт вагонов: замену окон, смену колесных пар. Для обеспечения питания раненых вагоны оборудовались дополнительными устройствами: для перевозки различной мелкой живности (кур, поросят и т. п.), выращивания зелени.

О военно-санитарных поездах писала Вера Панова: «На дальних запасных путях, возле длинного забора, стоял красавец поезд: свежевыкрашенные темно-зеленые вагоны, алые кресты на белом поле; на окнах – ослепительной чистоты полотняные занавески ручной вышивки» [10].

Победа во многом зависела от подвига железнодорожников, которые в трудные военные годы в сжатые сроки создавали в вагонных депо военно-санитарные поезда и летучки.

Были организованы управления восстановительных работ и приведены в боевую готовность все восстановительные средства. Специальными формированиями на фронтах руководили головные восстановительные отряды (ГВОТ). Восстановительные и ремонтные поезда разделялись на ремонтные поезда (горемы), поезда для восстановления водоснабжения (водремы), для восстановления связи (связьремы), мостовые восстановительные поезда (мостремы), поезда по ремонту подвижного состава (подремы) [5].

После освобождения территории Красной Армией работники вагонного депо приспособляли кузова поврежденных вагонов, в т. ч. немецких, под механические мастерские, столовые, служебные помещения, одновременно восстанавливали цеха и депо.

За годы ВОВ было разрушено и повреждено около 40 % вагонного парка. Железнодорожники перевезли 20 миллионов вагонов с солдатами, а также с грузами, снарядами, боевой техникой, продовольствием. Если предположить, что эшелоны выстроены по цепочке, то ими можно обернуть 4 раза всю землю по экватору. В эвакуацию было отправлено 18 миллионов человек, для чего потребовалось более полутора миллионов вагонов.

В послевоенные годы нужны были неотложные меры по восстановлению и развитию вагонного хозяйства. Важнейшей задачей стало возобновление и расширение отечественного вагоностроения, создание новых, более совершенных вагонов различных типов.

Рижский и Крюковский вагоностроительные заводы должны были отремонтировать в 1945 г. 6000 полувагонов, а с 1946 г. – начать выпускать новые вагоны. Предусматривалось закончить строительство Алтайского (в г. Барнауле) и имени Урицкого (в г. Энгельсе) вагоностроительных

заводов, и к 1 мая 1945 года каждый из них должен был выпустить 6000 двухосных платформ. С 1945 г. на Калининградском вагоностроительном заводе был налажен выпуск вагонов-самосвалов (думпкаров), на Мариупольском заводе имени Ильича – цистерн. В 1950 г. были созданы тележка грузового вагона без поперечной связи, изотермический вагон для перевозки живой рыбы, к декабрю 1950 г. – цистерна для высоковязких нефтепродуктов [6].

В период с 1946 по 1950 гг. железные дороги получили 165900 вагонов отечественной постройки. Были созданы новые вагоностроительные заводы и заложен прочный фундамент для выпуска более совершенных грузовых вагонов.

С 1951 г. опытные партии грузовых вагонов, а также все новые пассажирские вагоны оснащались роликовыми подшипниками. К 1955 г. почти весь вагонный парк был переведен на автосцепку [7].

В период с 1956–1960 годы парк пополнялся новыми большегрузными вагонами, крытыми вагонами с увеличенным объемом кузова, изотермическими вагонами с механическим охлаждением и электрическим отоплением, цистернами повышенной емкости, а также цельнометаллическими пассажирскими вагонами с кондиционированием воздуха. Все грузовые вагоны были переведены на автоматическую сцепку и закончено оборудование автотормозами не тормозных вагонов.

В восьмой пятилетке (1966–1970 гг.) грузоподъемность грузовых вагонов возросла более чем на 20 %, а средняя грузоподъемность одного вагона составила 59,2 т.

В период с 1961 по 1970 годы вагонный парк получил 427000 грузовых и 18648 пассажирских вагонов.

В течение 1970-х гг. железным дорогам относительно равномерно поставлялись новые вагоны.

В 1971 г. было запланировано выпустить первую промышленную партию 8-осных цистерн. Ждановский завод прекратил производство четырехосных цистерн и перешел на серийное производство большегрузных цистерн.

В качестве основного типа (по количеству) из грузовых вагонов стали выпускать универсальные полувагоны, что позволяло сократить долю порожнего пробега между погрузками. Крытые вагоны составляли вторую по величине часть грузового вагонного парка. Увеличилось количество рефрижераторных вагонов, возростала доля специализированных вагонов (зерновозы, двухъярусные платформы для транспортировки автомобилей, крытые хопперы и цистерны для перевозки цемента), что способствовало повышению уровня механизации погрузочно-разгрузочных работ.

Пассажирский парк пополнялся за счёт цельнометаллических вагонов различных категорий, обладающих высокой прочностью. В вагонах были преду-

смотрены электрическое освещение от подвагонного генератора, принудительная вентиляция, смешанное отопление (электрическое – от локомотива и автономное – печное), а купейные вагоны оснащались устройствами для кондиционирования воздуха. Пополнялся вагонный парк изотермическими вагонами, автономными рефрижераторными вагонами и 5-вагонными рефрижераторными секциями, проводились работы по усилению прочности и надёжности вагонных тележек, колёсных пар, автосцепных устройств, автотормозов, буксовых узлов.

В период 1970–1980 гг. на основании результатов научных исследований при изготовлении грузовых вагонов начали использовать низколегированные стали с применением меди, марганцовистые и марганцево-ванадиевые стали, что позволило на 20–30 % повысить коррозионную стойкость и надёжность основных узлов и деталей вагонов. Вагоны оборудовались поглощающими аппаратами повышенной энергоёмкости. В 1981 г. было продолжено увеличение нормативной осевой нагрузки до 23,75 тс, а в 1985 г. – до 25,75 тс, что способствовало значительному повышению провозной способности железных дорог.

Однако, в вагонном парке находилось большое количество старотипных вагонов, оборудованных морально и физически устаревшими деталями и узлами. Поэтому производилась модернизация подвижного состава, заменялись устаревшие воздухораспределители автотормозных систем на более совершенные (типа № 483М), что позволяло допускать вождение поездов массой до 10 тыс. т. Такими воздухораспределителями к концу 1990 г. было оборудовано 85 % парка грузовых вагонов. К концу 1990 г. 95 % парка грузовых вагонов было оснащено композиционными тормозными колодками, 86 % парка грузовых вагонов было переведено на роликовые подшипники, деревянная обшивка кузовов полувагонов заменялась на металлическую с усилением их рамы и каркаса, старотипные тележки типа МТ-50 заменялись на тележки типа ЦНИИ-ХЗ.

Планы экономического и социального развития страны на 1986–1990 гг. и на период до 2000 г. предусматривали увеличение выпуска грузовых и пассажирских вагонов, пополнение парка пассажирскими вагонами улучшенной комфортабельности и грузовыми вагонами повышенной грузоподъёмности и вместимости, увеличение доли специализированных вагонов в эксплуатируемом парке в 1,3–1,4 раза, также завершение перевода парка грузовых вагонов на роликовые подшипники. Однако, из-за перестройки в связи с развалом экономики, а в последующем СССР, намеченным планам не суждено было реализоваться. За годы реформ страна осталась отброшенной на десятилетия назад. Закупки новых вагонов были снижены с десятков тысяч вагонов в год до нескольких сотен.

Только в 2001–2002 гг. начался рост производства грузовых вагонов, в 2007 г. их выпуск, по всем странам СНГ, достиг 70 тыс. ед., причём более 41 тыс. ед. произведено в России.

Отрасль вагоностроения в России и странах СНГ объединяет более 30 вагоностроительных и вагоноремонтных предприятий. В настоящее время производственные мощности по выпуску грузовых вагонов в СНГ оцениваются на уровне 84,5 тыс. вагонов в год, в том числе в России – 52,8 тыс. ед., в Беларуси – 700 вагонов.

## 1.2 История развития и современное состояние вагоностроения в странах дальнего зарубежья

Создание вагона связано с открытием конночугунных дорог. Первые пассажирские и грузовые повозки перемещались по конночугунной дороге, построенной в графстве Суррей, близ Лондона.

Первые вагоны начали строить в Великобритании в связи со строительством дороги Ливерпуль – Манчестер. В течение нескольких лет к списку стран, строящих железные дороги, присоединились США, Франция, Германия, Бельгия, Австро-Венгрия. К концу 1830-х г. в Великобритании, США, Германии, Бельгии было построено заводы, изготавливающие для железных дорог подвижной состав. Первоначально паровозы и вагоны строились на одних и тех же заводах, затем появилась специализация и выделились отдельные вагоностроительные заводы.

Первые пассажирские вагоны своими очертаниями очень напоминали кареты или старые почтовые дилижансы. Вагоны, в основном, не имели крыш, окна не были застеклены. На линии Лейпциг – Дрезден пассажирам даже предлагали приобретать маски для защиты лица от ветра и паровозных искр. Вагоны не отапливались, в них не было освещения, удобных сидений, пассажиры страдали от тряски и шума. На рисунке 1.7 показан старинный пассажирский вагон II класса линии Стоктон-Дарлингтон [8].



Рисунок 1.7 – Старинный пассажирский вагон

Достижения в вагоностроении были продемонстрированы при открытии Манчестер – Ливерпульской железной дороги в Англии (1830 г.) в присутствии представителей многих стран, в том числе из России. В Европе до

70-х г. прошлого века были распространены вагоны английского типа. Каждый вагон делился поперечными стенками на три отделения по шесть мест в каждом. Багаж пассажиров размещался на крыше вагона. Согласно английской системе вагоны делились на классы.

Пассажирские вагоны железных дорог США не разделялись на отделения, а были проходными, их вместимость составляла 60–70 пассажиров. Развитие железнодорожного сообщения предусматривало совершенствование конструкции пассажирских вагонов: рессоры стали делать более упругими, что способствовало уменьшению качки и тряски. Полы и стены вагонов для снижения уровня шума были с внутренним наполнителем [11].

Совершенствовалось освещение вагонов – сначала использовали свечи или масло, а затем керосиновые лампы. Позднее было введено газовое освещение, затем появились ацетиленовые светильники, а позже электрические. Электрическое освещение было слишком дорогим, поскольку в каждом отделении вагона необходимы были аккумуляторные батареи, а первые электрические лампы не выдерживали вагонной тряски. Постепенно эти вопросы были решены. Улучшилась и система отопления вагонов – было введено сначала печное отопление, т. к. применявшиеся ранее металлические печки накалялись так же быстро, как и остывали.

В некоторых странах с более мягким климатом пользовались грелками для ног, которые представляли собой длинные металлические ящики, наполненные горячей водой или песком. На вагон требовалось 10–15 грелок, которые наполняли на станциях. Применение парового отопления решило вопросы пожарной безопасности и значительно облегчало обслуживание.

Первые прототипы спальных вагонов появились в 1836 г. в США на Пенсильванской железной дороге. Вагоны были оснащены трехъярусными полками, пассажирам выдавались соломенные матрасы, но постельного белья и подушек в этих вагонах не было.

Вагоны с мягкими сиденьями, которые на ночь переоборудовались в спальные места, были построены в 1867 г. на заводах Пульмана (США). Спальные места располагались вдоль вагона, на ночь разделялись устанавливаемыми поперечными мягкими стенками, верхние полки спускались с потолка на цепях. Такие вагоны курсировали в Америке, а в 1873 г. такого типа вагоны появились в Европе. В отличие от вагонов США они имели двух- или четырехместные купе, в которых верхнее спальное место открывалось при подъеме стенки дивана.

В 1872 г. на заводах Пульмана начали строить вагоны-столовые и вагоны-рестораны. В некоторых случаях к поездам прицепляли смотровые салон-вагоны, которые позволяли пассажирам наблюдать за пейзажем из открытых окон или, находясь в креслах, на открытой задней площадке. Салон-вагоны были предназначены для богатых пассажиров и их оборудовали роскошной мебелью, коврами, музыкальными инструментами.

Со временем развивалось и грузовое вагоностроение: повышалась грузоподъемность вагонов, увеличивался объем кузова, совершенствовались ходовые части вагонов и тормозное оборудование.

В 1890 г. железные дороги США начали, а в 1900 закончили полный перевод подвижного состава на автосцепку типа Дженни вместо винтовой упряжи для грузовых вагонов. В 1925 г. на американскую автосцепку перешла Япония, затем Китай и другие страны Азии. До настоящего времени железные дороги европейских государств оставались на винтовой стяжке. Для перехода на автосцепку стали использовать переходной вагон-адаптер.

Конструкции и оборудование пассажирских вагонов более поздних лет выпуска направлены на создание комфорта и удобства для поездки пассажиров.

Начало развиваться высокоскоростное движение, в 1936 году скорый пассажирский поезд на маршруте Гамбург – Берлин проследовал со скоростью 200 км/ч. В 1938 г. в Великобритании скорость достигла 203 км/ч. Во Франции в 1955 г. рубеж скорости составил 331 км/ч. В 1990 г. поезд TGV развил скорость 515,5 км/ч. В середине 60 гг. в XX века во Франции, Японии и Германии стали строить высокоскоростные поезда.

Состояние вагоностроения в Республике Беларусь и перспективы развития мирового вагоностроения рассматриваются в разд. 2 и 3.

### **1.3 Современное состояние вагоностроения**

В настоящее время в России и в странах СНГ разработаны и запущены в серийное производство грузовые вагоны с улучшенными техническими параметрами, увеличилась доля производства вагонов габарита  $T_{пр}$ , сокращающих себестоимость перевозок, погонная нагрузка увеличилась до 5,6 т/м, увеличились межремонтные пробеги до 500 тыс. км, между капитальным и деповским ремонтами до 250 тыс. км, достигнуто уменьшение массы тары, увеличение объема кузова. Осевая нагрузка увеличена до 27 т/ось, разработаны новые конструкции тележек.

Модернизация старого подвижного состава по современным технологиям также дает возможность улучшить дизайн вагонов, которые приобретают современный вид.

При изготовлении кузовов пассажирских вагонов применены новые огнестойкие материалы, новые системы противопожарного контроля и тушения огня, экологически чистые туалеты, новые системы кондиционирования воздуха. Применение современных средств электронной автоматики позволяет поддерживать заданную температуру ( $20 \pm 2$  °С) и микроклимат в вагоне. Предусматриваются специальные устройства, в том числе подъемные для посадки и высадки пассажиров, места для установки колясок для подъема людей с ограниченными физическими возможностями. Новые пассажирские вагоны

рассчитываются на скорость движения 200–250 км/ч, выполнены с центральной системой диагностики и телеуправления. Разрабатываются новые типы тормозов, действующими на вихретоковых токах. Скоростные вагоны оборудуются микропроцессорными противосходными устройствами.

С 1 августа 2014 г. на линии Москва – Санкт-Петербург начата эксплуатация электропоездов «Сапсан» в вдвоенном режиме. Использование таких поездов ежедневно добавляет 3–4 тыс. мест.

Впервые в мире внедрена технология эксплуатации высокоскоростных поездов в вдвоенном режиме с максимальной скоростью эксплуатации 250 км/ч, что позволило увеличить провозную способность без назначения дополнительных пар поездов. В вдвоенном режиме поезд состоит из 20 вагонов, имеет длину 500 метров и вместимость составляет 1050 пассажиров.

Курсирующие сейчас на маршрутах Москва – Санкт-Петербург и Санкт-Петербург – Нижний Новгород 16 высокоскоростных поездов в 10-вагонном исполнении развивают скорость до 250 км/ч. При этом российским «Сапсанам» не страшны экстремальные погодные условия. Их узлы и агрегаты рассчитаны на эксплуатацию при температуре от – 40 до + 40 °С. Российская система безопасности гарантирует максимальный уровень надежности.

В настоящее время характерной особенностью грузовых вагонов, выпускаемых в США, является повышенная осевая нагрузка, достигающая 300 кН и более. Выпускаются 4-осные вагоны грузоподъемностью 90–95 т. Пассажирские вагоны дальнего следования производятся в небольшом объеме, поскольку дальние пассажирские перевозки по железной дороге в США не развиты. Эксплуатируются секционные сочленённые вагоны-платформы для перевозки крупнотоннажных контейнеров, в т. ч. для 2-ярусной перевозки.

В Германии курсируют высокоскоростные электропоезда с конструкционной скоростью 300 км/ч. В течение многих лет проводятся исследования и разработки поезда на магнитном подвесе. Разработан ряд эффективных конструкций вагонов-транспортёров для перевозки тяжеловесных и крупногабаритных грузов.

Франция специализируется на строительстве высокоскоростных поездов типов ТЖВ (TGV) и ТЖВ-А. Во Франции получили распространение 2-этажные пассажирские вагоны пригородного сообщения.

Грузовые и пассажирские вагоны, которые выпускаются во Франции, Германии и других западноевропейских странах, разнообразны по типу и конструкции. Максимальная осевая нагрузка составляет 225 кН. Грузоподъемность основных типов 4-осных вагонов 60–65 т, конструкционная скорость – до 120 км/ч

В Японии, в основном, узкая колея (1067 м), поэтому подвижной состав характеризуется меньшими габаритами, осевыми нагрузками, грузоподъемностью. Отличительной особенностью вагонов являются уменьшенная высо-

та, оборудование устройствами принудительного наклона кузова при движении на криволинейных участках пути. Конструкционная скорость поездов – 300 км/ч. В Японии также проводится разработка подвижного состава на магнитном подвесе, в т. ч. разрабатываются системы электродинамического подвеса с использованием криогенной техники.

Продукция фирм Китая, Австралии, Великобритании, Италии, Швеции, Финляндии и др. отличается прогрессивными техническими решениями и высоким качеством.

Характерными тенденциями мирового вагоностроения являются: в области пассажирских вагонов – повышение конструкционных скоростей движения, комфорта пассажиров, максимальное обеспечение безопасности перевозок; в области грузового подвижного состава – увеличение грузоподъемности и вместимости вагонов, повышение допускаемых осевых и погонных нагрузок, упрощение и механизация процессов погрузки-выгрузки, повышение прочности и надёжности вагонов. Стремление снизить массу вагона, устранить коррозию кузова, повысить его надёжность предусматривает применение новых материалов и соответствующих им конструктивных форм. В мировом вагоностроении, как и в странах СНГ, все шире используются алюминиевые сплавы, нержавеющая сталь, пластмассы, композитные материалы. Дизайн вагонов учитывает требования технической эстетики.

Применение современных композитных материалов в производстве, в частности для пассажирских вагонов, значительно улучшает комфортность пассажирских вагонов и одновременно существенно снижает их массу. Соответственно уменьшаются расходы на энергоносители, необходимые для перемещения пассажиров по стране. Композитные материалы по сравнению с традиционными в 2–2,2 раза легче, намного устойчивее против механических повреждений. Стеклопластик, созданный на основе трудногорючих смол, практичен и долговечен, за ним легко ухаживать, предназначен для облицовки интерьеров купе, туалетов, тамбуров, полов и технологических воздуховодов вагонов.

#### **1.4 Роль ученых в развитии вагоностроения и вагонного хозяйства**

Велика роль ученых в развитии вагоностроения. В результате вклада специалистов в теорию проектирования и разработку конструкций вагонов, появилась новая наука – наука о вагонах. Примером для молодых специалистов должны послужить устремленность и творческий путь изобретателей и ученых [12].

Павел Петрович Мельников (1804–1880) в своих научных работах рассмотрел новые и важные для того времени вопросы, касающиеся вагоностроения – дал рекомендации по разработке конструкции кузовов и рам вагонов, подшипников, смазочных устройств в буксах, устройству ручного тормоза.



Профессор Николай Леонидович Щукин (1848–1924) поставил проектирование по вагоностроению на научную основу вместо экспериментального подхода. Ученый внес огромный вклад в создание облегченных конструкций вагонов, крытого вагона увеличенной грузоподъемности. Н. Л. Щукин принимал активное участие в создании Московского института путей сообщения, почетным членом которого он был затем избран.

Николай Егорович Жуковский (1847–1921), работая в экспериментальном институте путей сообщения, выполнил основополагающие исследования в области продольной динамики. Созданная им теория позволила определять максимальные продольные усилия в тяговых приборах подвижного состава, уточняла расчеты частей вагонов, получила применение и дальнейшее развитие в научных трудах многих отечественных и зарубежных ученых и используется до настоящего времени.

Михаил Васильевич Винокуров (1890–1955) – доктор технических наук, профессор – ученый в области динамики, подробно исследовал собственные и вынужденные колебания двухосного и четырехосного грузового и пассажирского вагонов, разработал методы расчета отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха в вагонах.

Алексей Александрович Попов (1905–1966) – доктор технических наук, профессор выполнил фундаментальные исследования по теории колебаний и прочности вагонов, разработал метод расчета оси колесной пары, явившийся значительным шагом вперед по сравнению с применявшимися ранее методами.

Василий Захарович Власов (1906–1958) – доктор технических наук, профессор, член-корреспондент Академии наук СССР, выдающийся ученый в области строительной механики. Его научные исследования посвящены созданию современных методов расчета тонкостенных элементов вагонных конструкций.

Иван Иванович Челноков (1909–1978) – доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, ученый в области динамики вагонов – проводил экспериментальные исследования рессорного подвешивания и гасителей колебаний вагонов. Совместно с ним в ЛИИЖТе исследования проводили доктора технических наук, профессора Леонид Александрович Кальницкий (1921–1985) и Михаил Матвеевич Соколов.

Евгений Николаевич Никольский (1914–1998) – доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РФ, почетный доктор Будапештского университета – внес значительный вклад в развитие методов расчета напряженного состояния сложных конструкций кузовов вагонов. Им выполнены важные исследования по развитию метода конечных элементов (МКЭ) для расчета вагонных конструкций.

Бронислав Людвигович Карвацкий (1881–1971) доктор технических наук, профессор, один из пионеров науки и техники в области автоматических тормозов – внес большой вклад в развитие тормозной техники.

Валентин Макарович Казаринов (1907–1978) – доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, ученый в области автотормозов подвижного состава – являлся заведующим отделения автотормозного хозяйства Всесоюзного научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ).

Владимир Григорьевич Иноземцев (1931–2003) – доктор технических наук, профессор, член-корреспондент Российской академии наук, академик Российской академии транспорта, заслуженный деятель науки, заслуженный изобретатель. Под руководством В. Г. Иноземцева создана уникальная лаборатория для исследования тормозов, разработаны методы вождения длинно-составных и тяжеловесных поездов для РСФСР. Он так же был специалистом в области систем управления, тяги поездов, процессов торможения.

Владимир Николаевич Котуранов – доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РФ, академик Российской академии транспорта – развил теорию В.З. Власова применительно к кузовам вагонов. Разработал специализированные конечно-элементные модели для анализа напряженно-деформированного состояния оболочек котлов цистерн с учетом их конструктивных особенностей от воздействия различных нагрузок. Результаты исследований В. Н. Котуранова реализованы при создании котлов большегрузных 8-осных цистерн, усиленных кольцевыми элементами жесткости (шпангоутами).

Леонид Абрамович Шадура (1913–2002) доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РФ – усовершенствовал методы расчета боковых рам и надрессорных балок тележек грузовых вагонов. Под руководством и непосредственном участии Л. А. Шадура проведен обширный комплекс исследований по технико-экономическому обоснованию и созданию большегрузных высокоэффективных конструкций 8-осных вагонов.

Виктор Васильевич Лукин – доктор технических наук, профессор, заслуженный работник транспорта РФ, академик Российской академии транспорта – под руководством Л.А. Шадура проводил испытания напряженно-деформированного состояния в расчетных сечениях литых боковых рам тележек типа ЦНИИ-ХЗ для подтверждения правильности теоретических расчетов. Разработал эффективный метод и алгоритм, позволяющий проводить направленный поиск оптимальных параметров вагонов по определяющему критерию – минимуму приведенных затрат народного хозяйства, связанных с постройкой вагонов, реконструкцией вагоноремонтного производства.

Владимир Давидович Хусидов (1939–2003) – доктор технических наук, академик Российской академии транспорта, почетный профессор МИИТа – в 1965 г. разработал математические модели нелинейных колебаний 8-осных вагонов и методы их анализа, основанные на численном интегрировании дифференциальных уравнений. Под его руководством по заказу МПС России бы-

ла разработана система моделирования движения пассажирских вагонов по прямым, кривым участкам пути и стрелочным переводам, на основе которой устанавливаются причины сходов и аварий подвижного состава.

Александр Алексеевич Хохлов – доктор технических наук, почетный профессор МИИТа, академик Российской академии транспорта, академик Академии проблем качества РФ – усовершенствовал методику выбора основных параметров грузовых вагонов с учетом их эксплуатации в рыночных условиях, разработал аналитические методы оценки нагруженности вагонов, используя теорию эквивалентного преобразования исходных математических моделей.

Виктор Николаевич Филиппов – доктор технических наук, профессор, академик Международной Академии информатизации – разработал и экспериментально подтвердил теоретические методы прогнозирования динамических воздействий на конструкцию вагона при аварийных режимах. Им предложены конструкции устройств, обеспечивающих защиту при аварийных ситуациях котлов цистерн для перевозки опасных грузов.

Петр Степанович Анисимов – доктор технических наук, профессор, академик Российской академии транспорта и Академии проблем качества РФ, заслуженный работник транспорта РФ – выполнил комплекс теоретических и экспериментальных исследований по обеспечению безопасной перевозки на транспортерах, платформах и полувагонах тяжелых, негабаритных и длинномерных грузов. Рекомендации вошли в технические условия погрузки и крепления указанных выше грузов, которые используются на железных дорогах СНГ.

Петр Андреевич Устич – доктор технических наук, профессор – разработал методику анализа надежности грузового вагона как ремонтируемого изделия, имеющего специфическую форму эксплуатации. Он предложил математическую формулировку задачи по оптимизации параметров системы ремонта вагона.

Петр Иванович Травин (1885–1970) возглавил Центральное вагонное конструкторское бюро (ЦВКБ), созданное в 1931 г. для форсирования работ по проектированию новых вагонов. Являлся одним из авторов впервые разработанных норм для проектирования вагонов. Под его руководством был освоен выпуск первых полувагонов грузоподъемностью 60 т, активно участвовал в создании первых вагонов для Московского метрополитена.

Широко известны изобретения по совершенствованию конструкции элементов подвижного состава: Н. К. Галахова – конструктора эллиптической рессоры, Ф. П. Казанцева – разработчика нескольких систем железнодорожных автоматических тормозов, И. К. Матросова – изобретателя тормоза для грузовых поездов и для поездов Московского метрополитена, а также ряда узлов тормозных устройств, И. Н. Новикова – автора автосцепки СА-3.

Иван Фомич Скиба (1910–1994) – доктор технических наук, профессор, заслуженный работник транспорта РФ, основатель школы по организации вагоноремонтного производства, один из ведущих специалистов в области технологии, организации и планирования ремонта вагонов.

Большое значение в рассмотренных выше научных направлениях имеют исследования докторов технических наук М. М. Болотина, С. Н. Киселева, В. И. Гридюшко, В. В. Кобищанова, А. С. Лисовского, В. П. Лозбинина, Н. С. Бочурина. и др.

Значительный вклад в транспортную науку внесли ученые кафедры вагонов и вагонного хозяйства Белорусского государственного университета транспорта (ранее БИИЖТ).

Николай Захарович Криворучко (1904–1987) – профессор, основоположник науки о вагонном хозяйстве. Результаты научных разработок легли в основу руководящих документов МПС СССР, использовались и используются при выборе конструкции и модернизации пассажирских и грузовых вагонов, создании новых технологических процессов и совершенствовании организации ремонта и технического обслуживания вагонов. Учебники по вагонному хозяйству профессора Н. З. Криворучко неоднократно издавались и переиздавались, в том числе в Польше, Китае, Корее и на Кубе.

Вениамин Иванович Сенько (1946–2019) – доктор технических наук, профессор – руководил отраслевой научно-исследовательской лабораторией «Технические и технологические оценки ресурса единиц подвижного состава», являлся ведущим специалистом в области прогнозирования и функционирования вагонного хозяйства на перспективу и организации периодических видов ремонта вагонов. В лаборатории решались как оперативные, так и перспективные задачи по оздоровлению, модернизации и продлению срока службы вагонов, совершенствованию и развитию вагонного хозяйства Белорусской железной дороги. Под его руководством был организован испытательный центр железнодорожного транспорта («СЕКО»), позволяющий проводить весь комплекс натуральных прочностных испытаний конструкции вагонов новых и модернизированных.

Эдуард Иванович Галай – доктор технических наук – является основателем отраслевой научно-исследовательской лаборатории «Тормозные системы подвижного состава», разработал теоретические основы скоростного регулирования тормозной силы пассажирского подвижного состава, позволяющие значительно повысить безопасность перевозки пассажиров. Лаборатория решает жизненно важные задачи по совершенствованию конструкции, технического обслуживания и ремонта автотормозов, непосредственно связанных с безопасностью движения на Белорусской железной дороге. Неоднократно преподаватели выезжают в заграничные командировки по приглашению коллег из других государств, для решения актуальных транспортных проблем.

Иван Федорович Пастухов (1931–2019) – кандидат технических наук, доцент – специалист в области расчета вагонных конструкций методом конечных элементов, совершенствования конструкции вагонов.

Игорь Леонидович Чернин – кандидат технических наук, доцент, автор более 200 изобретений и патентов в области вагоностроения и ремонта вагонов, совершенствования технологии формирования-расформирования колесных пар железнодорожных вагонов.

Олег Викторович Холодилов – доктор технических наук, профессор, автор научных работ по неразрушающему контролю и технической диагностике подвижного состава.

Артур Владимирович Путято – доктор технических наук, специалист в области совершенствования конструкций кузовов вагонов с учетом взаимодействия с перевозимыми грузами, продления срока службы вагонов.

Анатолий Владимирович Пигунов – кандидат технических наук, доцент, специалист по вагоностроению, в т. ч. по оценке несущей способности кузовов вагонов, расчету стержневых конструкций.

Большое значение имеют труды докторов технических наук, профессоров Нины Михайловны Ершовой в области систем автоматизированного проектирования вагонов, Виталия Петровича Бугаева и Александра Владимировича Шиловича по вопросам экономики и вагонного хозяйства.

Беларусь входит в число государств с высоким уровнем научно-технического развития.

Достигнутый уровень развитости научно-технической сферы подтверждается достаточно высокими позициями страны в международных рейтингах (в частности, в рейтинге по развитию информационно-коммуникационных технологий, по индексу человеческого развития).

Для постоянного поддержания конкурентоспособности приоритеты базового уровня должны получать комплексное научно-технологическое обеспечение на основе разработки и внедрения новейших высоких технологий и техники.

Постепенно идет переход к интеллектуальным транспортным системам. В вагоностроении в перспективе намечено широкое внедрение новых, в том числе композиционных материалов с заданными свойствами «умных» материалов.

Сочетание прорывных технологий производственного, цифрового и социогуманитарного контуров обеспечит реализацию модели «Беларусь Интеллектуальная».

Для Беларуси важными направлениями являются межотраслевые исследования и разработки, связанные с информационными технологиями. CALS-технологии направлены на обеспечение информационной поддержки поставок и жизненного цикла изделий.

Серийное производство электрического транспорта, в том числе беспилотного, производство новых конструкционных материалов для машиностроения, (углепластики, металлокерамики, металлопластики), применение нанотехнологий при создании оборудования для контроля и измерения инновационных конструкций, робототехники при производстве работ – это перспективная сфера приложения усилий в планах и стратегиях большинства стран мира.

## 1.5 Классификация и основные элементы конструкции вагонов

**Вагон** (фр. *wagon*, от англ. *waggon* – повозка) – транспортное средство, предназначенное для движения по рельсам или иным путям (монорельсу, маглев-колее и т. д.) и предназначенное для перевозки пассажиров или грузов.

Вагоны разделяются по назначению, технической характеристике и месту эксплуатации.

По назначению вагоны делятся на пассажирские и грузовые.

**Пассажирский** вагон имеет закрытый кузов со всеми основными устройствами, которые необходимы для пассажиров (оборудование для сидения или лежания, системы вентиляции, водоснабжения, отопления и освещения, удобные входы и выходы и т. д.).

Пассажирские вагоны магистральных железных дорог бывают несамоходные и самоходные.

Несамоходные вагоны перемещаются локомотивами, а самоходные имеют свою энергетическую установку или получают энергию от контактной сети.

Несамоходные вагоны – это вагоны дальнего следования, межобластного и пригородного сообщения, почтовые, багажные, почтово-багажные, вагоны-электростанции, вагоны-рестораны, вагоны-клубы и другие специальные вагоны.

К вагонам дальнего следования относятся вагоны, предназначенные для перевозки пассажиров на большие расстояния; некупечные и купечные с жесткими и мягкими спальными местами.

Вагоны межобластного сообщения предназначены для перевозки пассажиров на более короткие расстояния; открытого типа с мягкими креслами для сидения.

В вагонах пригородного сообщения (до 150 км/ч) перевозят пассажиров на небольшие расстояния в сравнительно короткое время. Вагоны имеют нижние диваны, которые используются для сидения, или кресла.

Пассажирские вагоны специализируются исходя из их назначения:

- общесетевые вагоны: с конструкционной скоростью движения до 160 км/ч;
- скоростные вагоны: пассажирские вагоны с конструкционной скоростью движения свыше 160 до 200 км/ч;

– специальные вагоны пассажирского типа: обеспечивающие предоставление комплекса дополнительных услуг пассажирам (вагон с кафе-буфетом, вагон-ресторан, багажный вагон, почтовый вагон, вагон повышенной комфортности, вагон-салон, туристический вагон, вагон-гараж, вагон с трансформируемыми купе). Вагоны, предназначенные для организации обслуживания населения (вагон-магазин, вагон-клуб, вагон-поликлиника и др.);

– двухэтажные пассажирские вагоны: вагоны, предназначенные для перевозки пассажиров и/или специального назначения, в которых помещения вагона выполнены в двух уровнях (один над другим);

– пассажирские вагоны международного сообщения: вагоны, предназначенные для перевозки пассажиров и багажа, почтовых отправок в межгосударственном сообщении по железным дорогам колеи 1520 и 1435 мм;

– вагоны трамвайные (пассажирские и грузовые);

– вагоны метрополитена и монорельсовые.

Вагоны-рестораны предназначены для организации питания пассажиров в пути следования; имеют зал, кухню, кладовые с холодильными установками для хранения продуктов и другие отделения.

Почтовые и багажные вагоны отличаются от вагонов для перевозки пассажиров планировкой и внутренним оборудованием; имеют зал для почтовых операций или кладовые с погрузочно-разгрузочными механизмами и помещениями для обслуживающего персонала.

Специальные пассажирские вагоны – это служебные вагоны, вагоны-клубы, вагоны-дискотеки, вагоны-электростанции и др.

К самоходным магистральным вагонам относятся секции пассажирских, электро- и дизель-поездов для пригородного сообщения, а также автотрисы (в т. ч. электроотрисы). Дизель- и электропоезда не нуждаются в локомотивах. Автотрисы являются самостоятельно движущимися транспортными средствами.

**Грузовые** вагоны подразделяются в зависимости от вида перевозимых грузов на следующие типы:

– крытые, которые предназначены для перевозки зерна и других сыпучих грузов, нуждающихся в защите от атмосферных осадков, для транспортировки тарно-упаковочных и высокоценных грузов; вагон имеет закрытый кузов, обычно оборудованный дверями и люками;

– полувагоны – для перевозки грузов, не требующих защиты от атмосферных осадков, навалочных (уголь, руда, лесоматериалы т. п.) контейнеров, различных машин и др.; вагон имеет сверху открытый кузов, может быть оборудован разгрузочными люками и дверями;

– платформы, предназначенные для перевозки длинномерных и громоздких грузов (лесоматериалы, прокат, строительные материалы и т. п.), контейнеров, автомашин и т. д., не требующих защиты от атмосферных осадков, в большинстве имеющие настил пола на раме и откидные борта;

– цистерны, предназначенные для перевозки жидких грузов (нефть, бензин, лигроин, керосин, масла), кузовом у которых является котел;

– изотермические, в которых перевозят скоропортящиеся грузы (мясо, рыба, овощи, фрукты и т. п.), оснащенные специальным оборудованием для создания необходимых температурного и влажностного режимов. Современные изотермические вагоны выполняют в виде рефрижераторных секций с центральной холодильной установкой и помещением для размещения бригады в одном из вагонов при использовании остальных секций для размещения грузов; ранее строились вагоны со льдосоляным охлаждением;

– вагоны специального назначения, предназначенные для грузов, требующих особых условий перевозки – это транспортеры для перевозки тяжёлых и громоздких грузов, вагоны для перевозки автомобилей, цемента, скота, бункерные полувагоны для перевозки битума, цистерны для перевозки кислот, газов и других специфических грузов, а также вагоны-хoppers для зерна, минеральных удобрений и других грузов. К вагонам специального назначения относятся, предназначенные для технических нужд железных дорог вагоны-мастерские, вагоны восстановительных и пожарных поездов и т. д. [13].

Согласно утвержденному в 1988 г. классификатору грузовых вагонов к специализированным отнесены все цистерны и изотермические вагоны.

В зависимости от технических характеристик вагоны классифицируются: по числу осей, конструктивному исполнению, виду материала и технологии изготовления кузова, техническим параметрам, габариту подвижного состава, ширине железнодорожной колеи и другим характеристикам:

– по осности – 4-осные, 6-осные, 8-осные и многоосные;

– конструктивному исполнению и особенностям технико-экономических параметров каждому типу вагона присвоен номер модели;

– материалу и технологии изготовления кузова – цельнометаллические, с деревянной или металлической обшивкой, выполненные из стали, алюминиевых сплавов, пластмасс, в основном сварные, с отдельными клёпаными узлами;

– техническим параметрам – грузоподъёмности, величине тары, нагрузке от колёсной пары на рельсы, нагрузке на 1 м пути и др. параметрам;

– габариту подвижного состава, которому они удовлетворяют;

– ширине железнодорожной колеи – ширококолейные и узкоколейные;

– месту эксплуатации: общесетевые и вагоны промышленного транспорта.

Общесетевые вагоны допускаются для движения по всей сети железных дорог. Вагоны промышленного транспорта, помимо движения по внутризаводским и другим путям замкнутого направления, могут выходить на магистральные железные дороги, если при их проектировании предусматривалось удовлетворение соответствующим нормам прочности, устойчивости и другим требованиям, которые предъявляются к общесетевым вагонам. К ним относятся вагоны-самосвалы (думпкары), шлаковозы, чугуновозы, коксосушильные и др.



Все вагоны, независимо от назначения, состоят из четырех основных элементов: кузова, ходовых частей, ударно-тягового устройства, тормозного оборудования.

Кузов предназначен для размещения пассажиров или грузов. Его конструкция определяется типом вагона. Для обеспечения сохранности перевозимого груза и комфорта пассажиров кузова вагонов имеют специальные устройства. Кузова грузовых вагонов состоят из рамы с полом, боковых и торцевых стен; крытые вагоны имеют дополнительно крышу с загрузочными люками и двери в боковых стенах.

Ходовые части направляют вагон по рельсовому пути, обеспечивают необходимую плавность хода и безопасность движения. К ходовым частям вагона относятся тележки, которые состоят из колесных пар, буксовых узлов, рам, рессорного подвешивания, надрессорных балок.

Ударно-тяговые устройства предназначены для сцепления вагонов между собой и с локомотивом, для смягчения продольных нагрузок, удержания вагонов на определенном расстоянии.

Тормозное оборудование предназначено для создания искусственного сопротивления движению поезда, регулирования скорости движения, остановки и удержания состава на месте. Вагоны могут быть оборудованы ручными, стояночными и автоматическими тормозами. Грузовые и пассажирские вагоны оснащены автоматическими и частично дополнительно ручными тормозами. Управление тормозами осуществляет машинист с локомотива, а при необходимости торможение осуществляется из вагона стоп-краном. В случае обрыва поезда тормоза срабатывают автоматически. Тормозное оборудование расположено на раме кузова и на тележках вагона.

## 1.6 Основные технико-экономические параметры вагонов

Основными технико-экономическими параметрами, характеризующими эффективность работы **грузовых вагонов**, являются: грузоподъемность ( $P$ ), тара ( $T$ ), число осей ( $m_o$ ), объем кузова ( $V$ ) или площадь пола для платформ ( $F$ ), линейные размеры вагона: общая длина по осям сцепления автосцепок ( $2L_{об}$ ), наружная длина вагона ( $2L_n$ ), внутренняя длина вагона ( $2L_{вн}$ ), длина рамы ( $2L_p$ ), наружная ширина вагона ( $2B_n$ ), внутренняя ширина вагона ( $2B_{вн}$ ), наружная высота кузова ( $H_n$ ), внутренняя высота кузова ( $H_{вн}$ ), база вагона ( $2l$ ).

Важными являются соотношения этих параметров: коэффициенты тары ( $k_m$ ), удельный объем кузова ( $v_y$ ) или удельная площадь пола для платформ ( $f_y$ ), нагрузка от колесной пары на рельсы ( $p_0$ ), погонная нагрузка приходящая на 1 м пути ( $q_n$ ) и максимальная скорость движения ( $v$ ) [16].

При проектировании определяют оптимальные величины указанных параметров. Оптимальными являются параметры, обеспечивающие минимум

приведенных затрат ( $\min C$ ) и соответствие параметров структуре и объёму перевозимых грузов. Приведенные затраты определяются по формуле

$$C_{\text{пр}} = C + E_n K, \quad (1.1)$$

где  $C$  – затраты на обслуживание и ремонт вагона;

$E_n$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений,  
 $E_n = 0,15$ ;

$K$  – капитальные вложения на изготовление вагона и сооружений для его обслуживания.

Основными характеристиками вагона на начальной стадии проектирования являются осевая нагрузка и габарит. Осевая нагрузка – это нагрузка, передающаяся от массы брутто вагона на одну колёсную пару; рост ее ограничивается прочностью железнодорожного пути. На перспективу предполагается её рост до 264 кН.

**Грузоподъёмность** – это наибольшая масса груза, допускаемая к перевозке в данном вагоне. Вагоны строятся с максимально допустимой грузоподъёмностью по условиям прочности верхнего строения пути, поскольку грузоподъёмность определяет провозную способность железных дорог. Грузоподъёмность ограничивается заданным габаритом подвижного состава, родом перевозимого груза, нагрузкой от оси колёсной пары на рельсы. Для повышения грузоподъёмности строят вагоны с увеличенным числом осей. Проблема повышения грузоподъёмности должна решаться комплексно: проектирование нового подвижного состава, повышение прочности верхнего строения пути, совершенствование ремонтной базы и системы технического обслуживания вагонов.

**Тара** – это собственная масса порожнего вагона. При проектировании вагона её стремятся выбрать минимальной при условии обеспечения заданной прочности и надёжности. Основными факторами, влияющими на величину тары, являются величины эксплуатационных нагрузок, которые зависят от выбора конструктивной схемы вагона, характеристики используемых материалов, качества изготовления, проектирования ходовых частей и автосцепного устройства, характеристик погрузочно-выгрузочной техники и режима работы вагона: скорости движения, скорости роспуска с горки и т. д.

Удельный объём кузова (для платформ площадь пола),  $\text{м}^3/\text{т}$ ,

$$v_y = \frac{V}{P}; \quad (1.2)$$

$$f_y = \frac{F}{P}, \quad (1.3)$$

где  $V$  – геометрический объём,  $\text{м}^3$ ;

$F$  – площадь пола вагона,  $\text{м}^2$ ;

$P$  – грузоподъёмность вагона, т.

Погрузочный объём кузова, м<sup>3</sup>,

$$V_n = V\varphi, \quad (1.4)$$

где  $\varphi$  – коэффициент использования геометрического объёма; у крытых и изотермических вагонов  $\varphi < 1$ , у цистерн  $\varphi \approx 1$ , у полувагонов при их загрузке «с шапкой» выше уровня стен  $\varphi > 1$ .

С учётом выражения (1.4) формулы (1.2) и (1.3) принимают вид

$$v_y = \frac{V_n}{P\varphi}. \quad (1.5)$$

Для платформ вместо удельного объёма определяют удельную площадь пола, м<sup>2</sup>/т,

$$f_y = \frac{F}{P} = \frac{V_n}{PH\varphi}, \quad (1.6)$$

где  $H$  – высота погрузки, м.

Для сыпучих грузов высота погрузки определяется высотой бортов платформы и углом естественного откоса груза, а для остальных грузов – очертаниями верхних линий габарита подвижного состава.

Критерием для выбора оптимальных значений  $v_y$  и  $f_y$  являются перспективный объём, структура перевозимого груза и минимума приведенных народнохозяйственных затрат.

Для специализированных вагонов оптимальный удельный объём, м<sup>3</sup>/т, (площадь, м<sup>2</sup>/т) зависит от плотности перевозимого груза (т/м<sup>3</sup>), коэффициента использования геометрического объёма кузова, а для платформ – от высоты погрузки:

$$v_y = \frac{1}{\varphi\rho}; \quad (1.7)$$

$$f_y = \frac{1}{\varphi\rho H}, \quad (1.8)$$

где  $\rho$  – плотность перевозимого груза, т/м<sup>3</sup>.

Для универсальных вагонов оптимальные величины удельного объёма или площади зависят от структуры перевозимых грузов. По каждому роду груза перспективного грузооборота определяют его удельное значение в общем грузообороте, определяют удельный объём или удельную площадь, которые обеспечивают полное использование объёма и грузоподъёмности. Затем группируют грузы с примерно одинаковыми значениями  $v_{yг}$  или  $f_{yг}$  и определяют коэффициент использования грузоподъёмности  $\lambda$ , т. е. отношение фактически погруженного в вагон груза к грузоподъёмности в зависимости от величины удельного объёма  $v_y$  или  $f_y$  удельной площади.

Определяют средний коэффициент использования грузоподъёмности по формулам

$$\bar{\lambda}_v = \frac{\sum a_n + \sum a_n}{\sum a_n + \frac{1}{v_y} \sum a_n v_{yT}}; \quad (1.9)$$

$$\bar{\lambda}_f = \frac{\sum a_n + \sum a_n}{\sum a_n + \frac{1}{f_y} \sum a_n f_{yT}}, \quad (1.10)$$

где  $a_n, a_n$  – доля грузов, при которых используется или не используется грузоподъёмность при выбранных  $v_y$  или  $f_y$ ;  
 $v_y (f_y), v_{yT} (f_{yT})$  – соответственно выбранная и потребная величина удельного объёма, м<sup>3</sup>/т (м<sup>2</sup>/т).

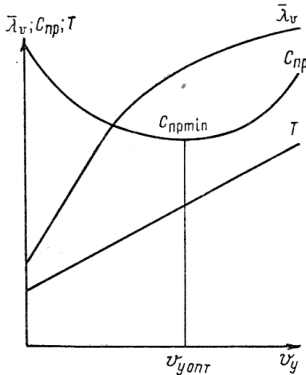


Рисунок 1.8 – Графики зависимости коэффициента использования грузоподъёмности, тары вагона и приведенных затрат от удельного объёма вагона

грузоподъёмности возрастание удельного объёма ведёт к увеличению объёма кузова и, следовательно, к повышению массы тары. Поэтому строится график зависимости приведенных расходов от значения удельного объёма  $C_{пр} = f(v_y)$ . Как видно из рисунка 1.8, увеличение удельного объёма приводит вначале к уменьшению затрат, а затем – к возрастанию. Минимальное значение приведенных затрат соответствует оптимальному удельному объёму [15].

Аналогично определяется оптимальная величина удельной площади пола платформ.

Для сравнения вагонов между собой определяют технический, погрузочный и эксплуатационный коэффициенты тары, которыми оценивается выгодность вагона.

На рисунке 1.8 представлено изменение среднего значения коэффициента использования грузоподъёмности  $\lambda_v$  в зависимости от величины удельного объёма  $f_y$ . Согласно формулам (1.9) и (1.10) с увеличением удельного объёма  $v_y$  повышается средняя величина коэффициента использования грузоподъёмности  $\bar{\lambda}_v$  вначале интенсивно, а затем – медленно. Это вызвано тем, что при увеличении  $v_y$  уменьшается число грузов, для которых происходит возрастание  $\lambda_v$ , поскольку грузоподъёмность для некоторых грузов используется полностью при малых  $v_y$ . При неизменной

Техническим коэффициентом тары называется отношение массы тары к грузоподъёмности:

$$k_t = \frac{T}{P}. \quad (1.11)$$

Погрузочный коэффициент тары

$$k_n = \frac{T}{P\lambda}, \quad (1.12)$$

где  $\bar{\lambda}$  – коэффициент использования грузоподъёмности;

$$\bar{\lambda} = \frac{\bar{P}_{ст}}{P}, \quad (1.13)$$

где  $\bar{P}_{ст}$  – средняя статическая нагрузка на вагон, т;

$$\bar{P}_{ст} = \frac{\sum a_i}{\sum \frac{a_i}{P_{стi}}}, \quad (1.14)$$

$a_i$  – доля  $i$ -го груза в общем объёме, перевозимом в данном типе вагона;

$P_{стi}$  – статическая нагрузка на вагон от  $i$ -го груза, т;

$$P_{стi} = P\lambda_i. \quad (1.15)$$

Эксплуатационный коэффициент тары определяется по зависимости

$$k_3 = \frac{T(1 + \alpha_{пор})}{P_{дин}}, \quad (1.16)$$

где  $\alpha_{пор}$  – коэффициент порожнего пробега, равный отношению порожнего пробега вагонов данного типа к их груженому пробегу (порожний пробег обусловлен недостаточной универсальностью вагона);

$\bar{P}_{дин}$  – средняя динамическая нагрузка на вагон, получаемая от деления тонно-км на вагоно-км, т,

$$\bar{P}_{дин} = \frac{\sum \dot{a}_i l_i}{\sum n_i l_i}, \quad (1.17)$$

$a_i$  – масса перевезенного груза в  $i$ -м вагоне;

$l_i$  – дальность перевозки  $i$ -го груза, км;

$n_i$  – количество вагонов.

Эксплуатационный коэффициент тары учитывает порожний пробег вагона и дальность перевозки грузов различного удельного объёма.

На рисунке 1.9 представлен эскиз полувагона и его основные линейные размеры.

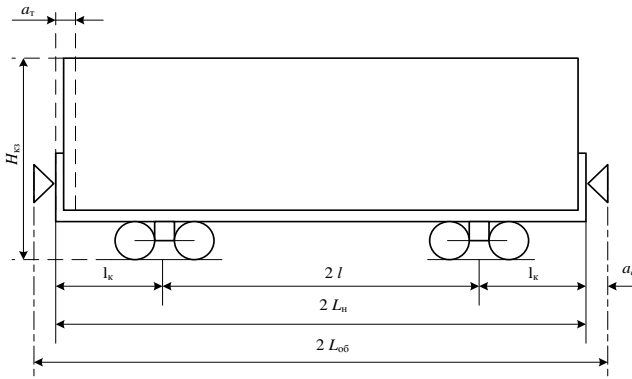


Рисунок 1.9 – Линейные размеры кузова вагона:

$2l$  – база вагона;  $2L_{об}$  – длина вагона по осям сцепления автосцепок;  $2L_{н}$  – наружная длина вагона;  $2l_{к}$  – длина консоли;  $H_{кз}$  – наружная высота кузова от уровня головки рельса;  $a$  – толщина боковой стены;  $a_a$  – вылет автосцепки

**К параметрам пассажирских вагонов** относятся: тип планировки, определяемый назначением вагона; населенность, число осей, тара, масса экипировки (вода, уголь, съемное оборудование), линейные размеры и максимальная скорость движения. Пассажирские вагоны проектируются на базе типовых кузовов длиной 23,6 и 26,5 м.

Согласно паспортным данным вагон с наружной длиной 23,6 (26,5) м имеет следующие линейные размеры:

- длину по осям сцепления автосцепок – 24,54 (27,3) м;
- базу – 17 (19) м;
- длину консольной части – 3,3 (3,75) м;
- наружную ширину – 3,106 (3,05) м;
- внутреннюю ширину – 2,926 (2,826) м;
- высоту внутри салона от пола до потолка – 2,585 (2,923);
- полную высоту – 4,377 (4,377) м.

Минимальные размеры внутренней планировки и оборудования пассажирских вагонов регламентируются ГОСТами.

**Масса брутто вагона** определяется по формуле

$$m_{бр} = (T + nm_{пас}), \quad (1.18)$$

где  $T$  – масса тары, т;

$n$  – населённость вагона, пас.;

$m_{пас}$  – средняя масса одного пассажира с багажом; для вагонов дальнего следования  $m_{пас} = 0,1$  т.

## 1.7 Нагрузки, действующие на вагон

В процессе эксплуатации на вагон действуют следующие силы:

- вертикальная нагрузка;
- боковая нагрузка;
- продольная нагрузка;
- группа самоуравновешенных сил: вертикальных кососимметричных, горизонтальных от распора сыпучих грузов и др.

**Вертикальная нагрузка** состоит из тары, полезной и вертикальной динамической нагрузок.

**Боковая нагрузка** перпендикулярна продольной плоскости симметрии вагона и обуславливается действием центробежной силы, силы давления ветра и сил динамического взаимодействия вагона и пути в горизонтальной плоскости.

Центробежная сила, возникающая при движении в кривых участках пути, приложена к центру тяжести вагона и направлена горизонтально, перпендикулярно продольной оси вагона. Для уменьшения центробежной силы в кривых участках пути наружный рельс приподнимают в зависимости от радиуса кривой максимум на 150 мм [14].

Равнодействующую силу давления ветра (боковая нагрузка),  $H_v$ , определяют по формуле

$$H_v = wF, \quad (1.19)$$

где  $w$  – давление ветра, перпендикулярное боковой стене вагона, Па;

$F$  – площадь боковой проекции кузова, м<sup>2</sup>.

Равнодействующую силу давления ветра прикладывают в центре тяжести этой площади параллельно поперечной оси вагона.

Для расчетов на прочность принимают  $w = 500$  Па для вагона, движущегося с установленной максимальной скоростью.

В ряде районов стран СНГ, по которым проходит сеть железных дорог, давление ветра достигает существенно большей величины, например, по низовьям рек и побережьям морей – 700 Па, а на стокилометровой прибрежной полосе около Новороссийска – 1000 Па.

**Продольные нагрузки вагона** состоят из растягивающих и сжимающих сил взаимодействия со смежными вагонами или локомотивом, возникающих при движении поезда и маневровой работе, а также из продольных сил инерции.

ГОСТами при проектировании грузовых вагонов устанавливаются два основных (I и III) и один дополнительный специальный (II) расчетные режимы [20].

По I расчетному режиму рассматривается относительно редкое сочетание экстремальных нагрузок (1000–1500 раз за амортизационный срок службы вагона). I режиму соответствует: для грузовых вагонов – осаживание и трогание тяжеловесного состава с места, соударение вагонов при маневрах, экстренное торможение в поездах при малых скоростях движения; для пассажирских вагонов – аварийное соударение при маневрах или столкновение вагона в нештатных ситуациях, а также аварийный рывок (толчок) вагона при следовании в грузовом поезде.

Для I расчетного режима для грузовых вагонов продольная растягивающая сила установлена  $N_{Iр} = +2,5$  МН, а сжимающая  $N_{Iс} = -3,5$  МН (для изо-термических и вагонов самосвалов  $N_{Iс} = -3,0$  МН). Для пассажирских вагонов  $N_{Iр} = +2,0$  МН,  $N_{Iс} = -2,5$  МН.

III расчетному режиму соответствует нормальная работа вагона в движущемся поезде по прямым и кривым участкам пути, стрелочным переводам с допускаемой скоростью при периодических служебных регулировочных торможениях, периодических умеренных рывках и толчках, штатной работе механизма и узлов вагона. Продольную силу принимают  $N_{III} = \pm 1$  МН для всех типов вагонов, повторяемость которой за срок службы вагонов составляет до  $2,5 \cdot 10^5$  раз.

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.).

Для пассажирских вагонов II режим отражает движение при включении в состав грузового поезда на расчетном подъеме, продольная растягивающая сила равна  $+1,5$  МН.

Продольные силы инерции масс приложены в центре тяжести вагона и возникают при торможении поезда или при соударениях при маневровых работах.

Силы, возникающие при торможении определяются, по формуле

$$T_{в} = \eta_{т} P_{бр} \quad (1.20)$$

При плавном торможении в случае отсутствия соударения вагонов в поезде принимают  $\eta_{т} = 0,2$ , а при соударениях  $\eta_{т} = 3,0$  для четырехосных вагонов.

### 1.8 Габариты приближения строения и подвижного состава

Для обеспечения безопасности работы железнодорожного транспорта необходимо, чтобы ни одна часть подвижного состава при его движении не могла войти в соприкосновение со стационарными сооружениями, расположенными вблизи железнодорожного пути, или с подвижным составом, находящимся на соседнем пути.



Однако, зазор между поперечным сечением подвижного состава и внутренними размерами станционных сооружений не может быть слишком большим, так как это привело бы к снижению вместимости вагона, уменьшению провозной способности и экономичности железных дорог, недоиспользованию размеров существующих стационарных сооружений.

Для обеспечения рациональных зазоров между элементами строения и движущимся подвижным составом установлены предельные размеры приближения строений к оси пути и максимальные размеры, допускаемые к обращению подвижного состава. Эти предельные контуры называются габаритами и подразделяются на габарит приближения строения и габарит подвижного состава.

*Габаритом приближения строений* железных дорог называется предельное поперечное перпендикулярное оси железнодорожного пути очертание, внутрь которого помимо железнодорожного подвижного состава не должны попадать никакие части сооружений и устройств, а также лежащие около железнодорожного пути материалы, запасные части и оборудование, за исключением частей устройств, предназначенных для непосредственного взаимодействия с железнодорожным подвижным составом (контактные провода с деталями крепления, хоботы гидравлических колонок при наборе воды и другие), при условии, что положение этих устройств во внутригабаритном пространстве увязано с соответствующими частями железнодорожного подвижного состава и что они не могут вызвать соприкосновения с другими элементами железнодорожного подвижного состава.

*Габариты 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 железнодорожный подвижной состав, в том числе имеющий максимально нормируемые износы [22].

При проектировании вагонов на основании заданного габарита определяют строительное, а затем и проектное очертания вагона (рисунок 1.10). Причем, строительное очертание вагона 2 получается путем уменьшения горизонтальных размеров габарита подвижного состава 3 на величину зазоров и износов ходовых частей, исчисляемых в горизонтальном поперечном направлении, и выносов частей вагонов в кривых, а вертикальных размеров – на величину статического прогиба рессорного подвешивания и измеряемых в вертикальном направлении износов ходовых частей вагона. Проектное очертание вагона 1 получается уменьшением размеров строительного очертания на величину допускаемых при постройке технологических отклонений.

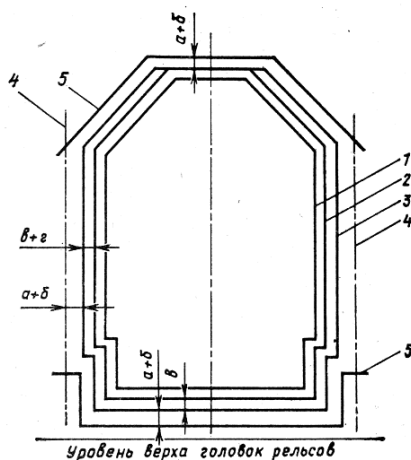


Рисунок 1.10 – Схема построения габаритов подвижного состава:

1 – проектное очертание вагона; 2 – строительное очертание вагона; 3 – эксплуатационный габарит подвижного состава; 4 – ось междупутья; 5 – габарит приближения строений;  $a + b$  – смещения, учитывающие отклонения в состоянии пути и динамические колебания вагона при его движении;  $v + z$  – смещения, учитывающие зазоры и износы ходовых частей, прогибы рессорного подвешивания под действием статической нагрузки, а так же выносы частей вагона при движении в кривых участках пути

### Габариты приближения строений имеют следующие обозначения:

С – для сооружений и устройств, размещаемых вблизи железнодорожных путей общего пользования со скоростями движения до 200 км/ч включительно и внешних подъездных путей общего и необщего пользования от станции примыкания до территорий предприятий.

Сп – для сооружений и устройств, размещаемых вблизи железнодорожных путей необщего пользования, расположенных на территории и между территориями заводов, фабрик, мастерских, депо, речных и морских портов, шахт, грузовых дворов, баз, складов, карьеров, лесных и торфяных разработок, электростанций и других промышленных и транспортных предприятий, а также для промышленных железнодорожных станций, погрузо-выгрузочных и прочих специальных путей на железнодорожных станциях общего пользования.

С250 – габарит приближения строений на перегонах и железнодорожных станциях при скорости движения от 200 до 250 км/ч включительно.

1-СМ – габарит приближения строений железных дорог колеи 1435 мм. Допускается применение этого габарита и на участках железных дорог колеи 1520 мм пограничных пунктов, на которых применение габарита приближения строений С экономически затруднено, а габарит 1-СМ обеспечивает без-

опасный пропуск эксплуатируемого на этом участке подвижного состава, габарит приближения строений на перегонах и железнодорожных станциях при скорости движения от 200 до 250 км/ч включительно.

Все сооружения и устройства (светофоры, пассажирские и грузовые сооружения, опоры контактной сети, столбы оповестительных линий, служебные здания) должны быть размещены на таком расстоянии от железнодорожного пути, чтобы обеспечивалось безопасное следование подвижного состава с учетом допускаемых наибольших скоростей и динамических колебаний подвижного состава. Расположение вышеуказанных сооружений и устройств по отношению к путям, а также расстояния между соседними путями определяются габаритами приближения строений  $S$  и  $S_n$  и габаритом подвижного состава.

Сооружения и устройства общей сети железных дорог с колеей 1520 мм и подъездных путей с такой же колеей от станции примыкания до территории промышленных и транспортных предприятий должны удовлетворять требованиям габарита приближения строений  $S$  (рисунок 1.11).

Размеры габарита приближения строений по горизонтали измеряются от оси пути, а по вертикали – на уровне верха головок рельсов снаружи колеи и на высоте 50 мм над уровнем головок рельсов внутри колеи. Левую часть габарита  $S$  применяют на станциях, правую – на перегонах.

На станциях очертание нижней части габарита  $S$  учитывает необходимость размещения высоких и низких пассажирских платформ, предназначенных для удобства посадки и высадки пассажиров.

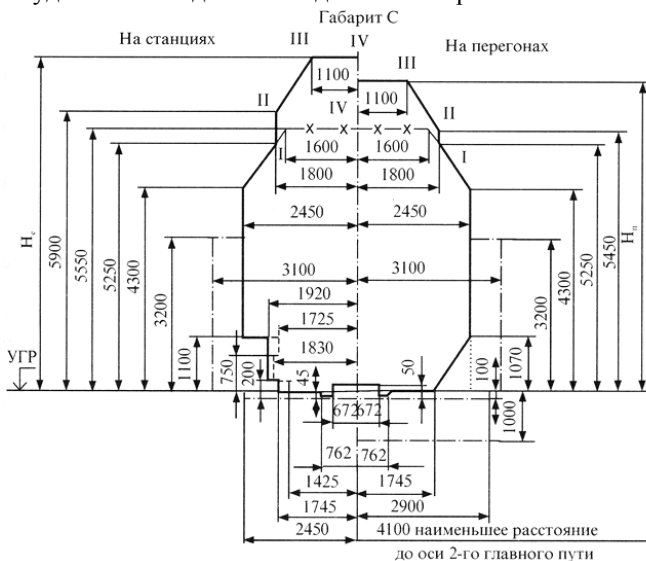


Рисунок 1.11 – Габарит приближения строений  $S$

Сооружения и устройства железной дороги, находящиеся на территории и между территориями заводов, фабрик, депо, грузовых районов, речных портов, складов, электростанций и других промышленных и транспортных предприятий, должны удовлетворять требованиям габарита приближения строений  $C_{п}$ .

Габарит  $S_{п}$  отличается от габарита  $S$  по высоте (5500 мм), непосредственно на территории предприятий – отдельными размерами по ширине в меньшую сторону, но с соблюдением основных размеров от оси пути (3100 и 2400 мм).

Межгабаритное пространство, т. е. пространство между габаритами приближения строений и подвижного состава, необходимо для обеспечения безопасных для сооружений и устройств смещений подвижного состава, которые вызываются возможными отклонениями в состоянии отдельных элементов пути, а также боковыми колебаниями и наклонами подвижного состава на рессорах.

### **Габариты подвижного состава**

$T$  – статический габарит для подвижного состава, допускаемого в обращение по железнодорожным путям общего и необщего пользования шириной колеи 1520 мм на электрифицированных железных дорогах и других участках, сооружения и устройства на которых отвечают требованиям габаритов приближения строений  $S$  и  $S_{п}$ . Габарит имеет наибольшие размеры ширины и высоты и предназначен преимущественно для вагонов, обращающихся по отдельным замкнутым направлениям реконструированных дорог СНГ, Латвии, Литвы, Эстонии, Монголии, внешним и внутренним подъездным путям промышленных и транспортных предприятий;

$T_{ц}$  – статический габарит для цистерн, вагонов-самосвалов и другого подвижного состава, допускаемого к обращению по железнодорожным путям общего и необщего пользования, сооружения и устройства на которых приведены к требованиям контрольного очертания. Габарит  $T_{ц}$ , как и габарит  $T$ , имеет наибольшую ширину 3750 мм, наибольшую высоту 5200 мм, нижнее очертание, соответствующее габариту меньшей ширины 1- $T$ . Цистерны, построенные по такому габариту, не требуют уширения станционных междупутий до 5300 мм, так как наибольшую ширину вагоны имеют только в зоне горизонтального диаметра котла. Габарит предназначен в основном для вагонов, обращающихся по отдельным замкнутым направлениям реконструированных дорог СНГ, Латвии, Литвы, Эстонии и Монголии, внешним и внутренним подъездным путям промышленных и транспортных предприятий.

$T_{пр}$  – статический габарит для железнодорожного подвижного состава, допускаемого к обращению на главных путях перегонов и станций, а также по другим железнодорожным путям, сооружения устройства и междупутья которых приведены в соответствие с требованиями контрольного очерта-

ния. Габарит предназначен, в основном, для полувагонов, а также вагонов, допускаемых к обращению по путям общей сети железных дорог, внешним и внутренним подъездным путям промышленных и транспортных предприятий, обращающихся по отдельным замкнутым направлениям реконструированных дорог СНГ, Латвии, Литвы, Эстонии, и Монголии.

1-T – статический габарит для железнодорожного подвижного состава, допускаемого в обращение по всем железнодорожным путям общего и не-общего пользования, внешним и внутренним путям промышленных и транспортных предприятий железных дорог государств-участников (СНГ), а также Грузии и Латвии, Литвы, Эстонии, Монголии.

ГЦ (GC) – кинематический габарит для железнодорожного подвижного состава, установленный в качестве исходного для достижения совместимости габаритов в рамках трансъевропейской высокоскоростной железнодорожной системы, применяется в международном сообщении.

ГЦгу (GCgu) кинематический габарит для железнодорожного подвижного состава для высокоскоростного движения на железных дорогах колеи 1520 мм, гармонизированный с габаритом ГЦ (GC) трансъевропейской высокоскоростной железнодорожной системы.

1-ВМ (0-T) – статический габарит для железнодорожного подвижного состава, допускаемого в обращение как по железнодорожным путям шириной колеи 1520 (1524) мм, так и шириной колеи 1435 мм, используемых для международных сообщений. Применяется в странах СНГ, Балтии, Монголии, а также по отдельным реконструированным магистральным линиям других стран-участниц Организации сотрудничества железных дорог (ОСЖД) колеи 1435 мм, используемых для международных сообщений;

0-ВМ (01-T) – статический габарит для железнодорожного подвижного состава, допускаемого в обращение как по железным дорогам колеи 1520 (1524) мм, так и по линиям железных дорог – членов ОСЖД и Международного Союза железных дорог (МСЖД) колеи 1435 мм, с ограничениями только на отдельных участках.

02-ВМ (02-T) – статический габарит для железнодорожного подвижного состава, допускаемого в обращение как по всей сети железных дорог колеи 1520 (1524) мм, так и по железным дорогам – членам ОСЖД колеи 1435 мм, за исключением отдельных участков.

03-ВМst (03-T) – статический габарит для железнодорожного подвижного состава, допускаемого к обращению как по всей сети железных дорог колеи 1520 (1524) мм, так и по всем железным дорогам колеи 1435 мм европейских и азиатских стран;

03-ВМк – кинематический габарит для железнодорожного подвижного состава, допускаемого к обращению по всей сети железных дорог колеи 1520 (1524) мм и по железным дорогам колеи 1435 мм европейских и азиатских стран.

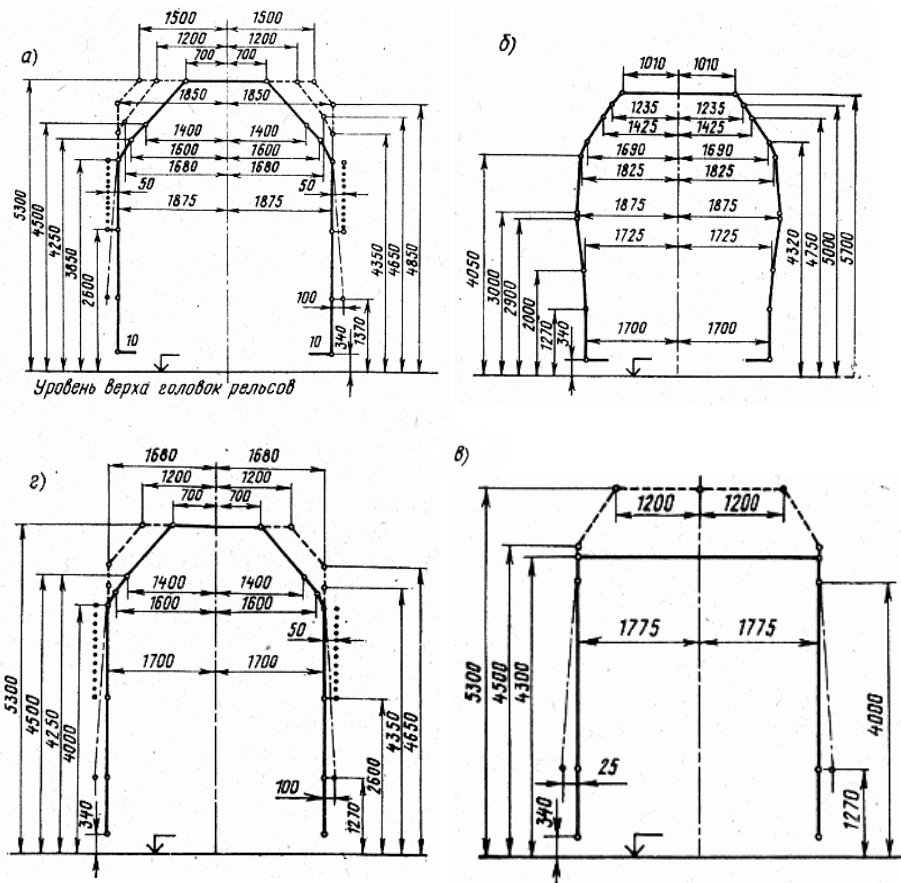


Рисунок 1.12 – Статические габариты подвижного состава (верхние очертания):

а – габарит Т; б – габарит Т<sub>ц</sub>; в – габарит Т<sub>пр</sub>; г – габарит 1-Г

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

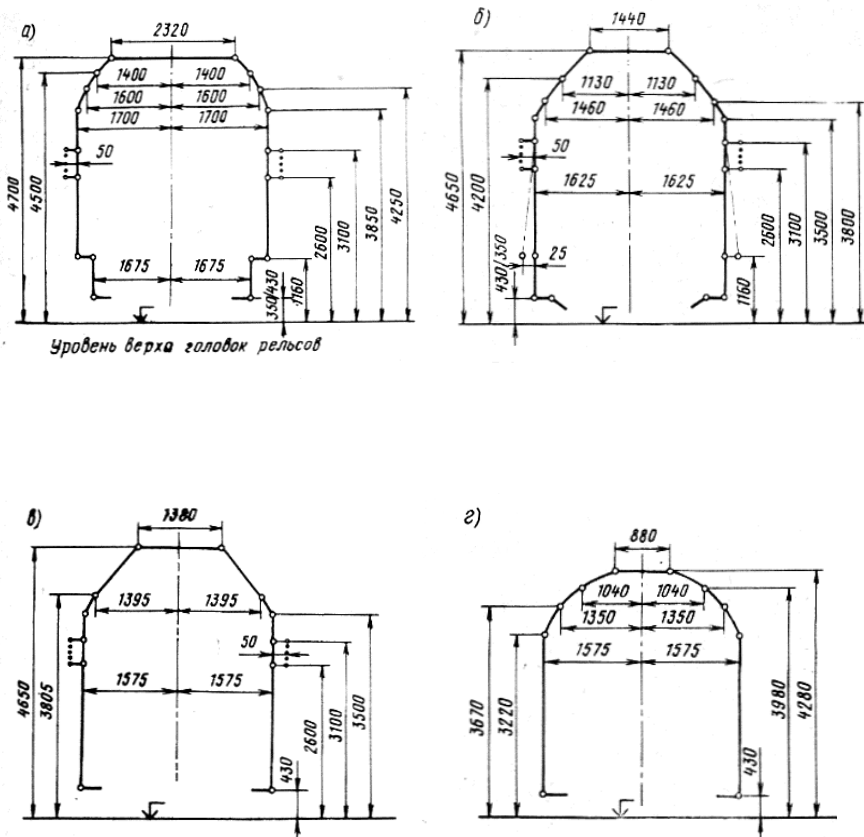


Рисунок 1.13 – Статические габариты подвижного состава (верхние очертания):

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

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

В кривых участках пути для безопасного следования встречных поездов имеется габаритное уширение междупутья, размер которого зависит от радиусов круговых кривых и от возвышения наружного рельса, а также от соотношений между возвышениями соседних путей. Это вызвано тем, что концы экипажей в кривых смещаются наружу, а середина – внутрь кривой (рисунок 1.14), а также из-за неодинакового наклона и расстояния *а* и *б* между кузовами подвижного состава по высоте.

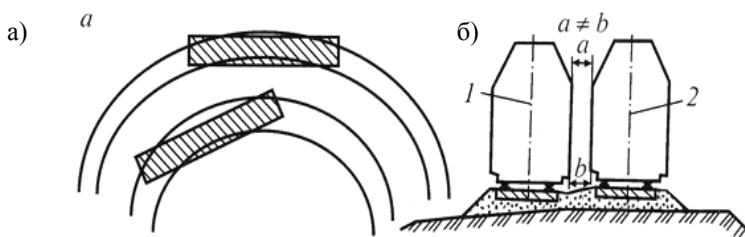


Рисунок 1.14 – Положение экипажей на двухпутном участке:  
*a* – план; *б* – поперечный разрез; 1, 2 – соответственно оси наружного и внутреннего путей

## 1.9 Общие требования к вагонам

Вагоны магистральных железных дорог колеи 1520 мм должны проектироваться и изготавливаться в соответствии с действующими стандартами по рабочим чертежам и техническим условиям на конкретную модель вагона. По прочности, устойчивости, динамическим качествам и безопасности движения они должны соответствовать ГОСТам.

Конструкция вагонов и всего оборудования должны обеспечивать заданные показатели ремонтпригодности и сохранять свою работоспособность в течение нормируемых сроков службы при выполнении установленных видов технического обслуживания и плановых видов ремонта.

**Требования к грузовым вагонам.** На перспективу предусматривается улучшение их потребительских свойств и технико-экономических параметров. Основными критериями, обеспечивающими повышение эффективности вагонов нового поколения, являются:

- соответствие действующим нормативным документам заказчика и прогнозам развития экономики в течение назначенного срока службы;
- обеспечение сохранности грузов, возможность механизации погрузки и выгрузки;
- улучшение показателей производительности (грузоподъемности) по сравнению с лучшими из имеющихся в эксплуатации прототипами;
- сокращение капитальных вложений на поставки новых вагонов для требуемого объема перевозок;
- экономия эксплуатационных расходов;
- применение тележек с усовершенствованными системами рессорного подвешивания и автоматических тормозов, безремонтными конструкциями пар трения в течение пробега до капитального ремонта, снижением динамических нагрузок в несущих узлах вагонов и элементах верхнего строения пути;
- уменьшение удельной металлоемкости на единицу грузоподъемности, объема кузова и площади пола;



– экологическая безопасность, возможность утилизации после окончания срока службы, предотвращение потерь груза через неплотности кузовов и выветривание с открытой поверхности;

– повышение производительности труда за счет сокращения затрат на обслуживание.

Вагоны нового поколения с увеличенной нагрузкой на ось 25–30 тс должны иметь повышенную прочность и коррозионную стойкость за счет применения новых марок сталей и перспективных материалов. Это позволит уменьшить тару вагона, а следовательно, увеличить массу перевозимого груза, а также снизить эксплуатационные расходы на ремонт.

**Требования, предъявляемые к пассажирским вагонам,** – это требования к внешнему и внутреннему виду вагонов, планировке пассажирских салонов и служебных помещений, расположению и размерам дверей, окон, диванов, поручней, фактуре и цвету поверхностей снаружи и внутри вагона и другим эргономическим и эстетическим параметрам, а также создаваемым в вагоне безопасным, комфортным условиям и удобству для проезда пассажиров и обслуживающего персонала.

Конструкции пассажирских вагонов должны отвечать требованиям санитарных норм по освещенности, микроклимату, шуму, вибрации, эргономике; полностью соответствовать требованиям пожарной безопасности.

В пассажирских вагонах должны быть использованы блочные конструкции, допускающие быструю замену модулей и элементов оборудования для удобства монтажа, ремонта и демонтажа, а также обслуживания установленного на вагоне оборудования.

## **2 КУЗОВА ВАГОНОВ**

### **2.1 Назначение и классификация кузовов грузовых вагонов**

**Кузов** является основным узлом вагона, конструкцию которого определяет род перевозимого груза. Кузов предназначен для размещения грузов, на его конструктивное исполнение влияют определенные климатические условия в грузовых помещениях, необходимость удобства погрузки и выгрузки, сохранности грузов, соблюдения требований экологии при перевозке грузов. Конструкция кузова, его технико-экономические показатели, а также производительность вагона определяют конкурентную способность вагона на рынке транспорта.

В процессе эксплуатации кузова воспринимают все виды действующих нагрузок, испытывают сложные климатические воздействия, на их работоспособность влияют взаимодействия с грузами, погрузочно-разгрузочные устройства.

На рисунке 2.1 представлена классификация кузовов грузовых вагонов

### **2.2 Крытые вагоны**

В крытых вагонах перевозят грузы, требующие укрытия и защиты от воздействия атмосферных осадков. Кузова этих типов вагонов имеют раму, боковые и торцевые 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.

К специализированным крытым вагонам относятся вагоны для перевозки: скота, легковых автомобилей, холодногнутой 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.



Рисунок 2.1 – Классификация кузовов грузовых вагонов

**Универсальные крытые вагоны.** Вагонный парк СНГ в основном состоит из вагонов моделей 11-066, 11-217, 11-260, 11-270 и самой новой на лето 2017 г. – моделью 11-6874.

В таблице 2.1 представлена техническая характеристика ряда универсальных крытых вагонов.

*Таблица 2.1 – Техническая характеристика универсальных крытых вагонов*

Показатель	Модель				
	11-066	11-217	11-260	11-270	11-6874
Грузоподъемность, т	68	68	72	68,5	73
Масса тары, т	21,23	24	24	24,5	26
Объем кузова, м <sup>3</sup>	120	120	140	122	175
База вагона, м	10	10	12,24	10	13,930
Длина, м:					
по осям сцепления автосцепок	14,73	14,73	16,97	14,73	19,200
по концевым балкам рамы	13,87	13,87	15,75	13,87	19,200
Ширина, м					
максимальная	3,282	3,249	3,26	3,266	3,240
кузова внутри	2,76	2,77	2,77	2,764	2,822
Ширина дверного проема, м	2,0	3,825	3,973	3,802	4,035
Высота от уровня головок рельсов, м:					
максимальная	4,594	4,622	4,6	4,68	4,767
до уровня пола	1,283	1,286	1,285	1,286	1,342
Высота кузова внутри (по боковой стене), м	2,79	2,737	3,05	2,9	3,422
Коэффициент тары	0,32	0,35	0,388	0,357	0,356
Удельный объем, м <sup>3</sup> /т	1,77	1,77	2,09	1,78	2,39
Нагрузка от колесной пары на рельсы, кН	228	228	245	228	245,2
Конструкционная скорость, км/ч	120	120	120	120	120
Габарит по ГОСТ-9238	1-ВМ	1-ВМ	1-ВМ	1-ВМ	1-Т

У вагонов модели 11-066 каркас кузова раскосно-стоечной конструкции, обшивка стен – деревянная.

У вагонов модели 11-217 каркас кузова без раскосов, наружная обшивка – гофрированная металлическая из низколегированной стали толщиной 3 мм снизу и 2,5 мм сверху, внутренняя – из влагостойкой фанеры толщиной 10 мм (рисунок 2.2).

**Универсальный крытый вагон модели 11-217** спроектирован по габариту 1-ВМ и предназначен для эксплуатации по железным дорогам СНГ колеи 1520 мм. Кузов таких вагонов оборудован двустворчатыми дверями, имеющими увеличенную ширину дверного проема. Увеличение ширины дверного проема обеспечивает более быстрый процесс погрузки и выгрузки, а следовательно, сокращение простоя под грузовыми операциями и ускорение оборота вагона.

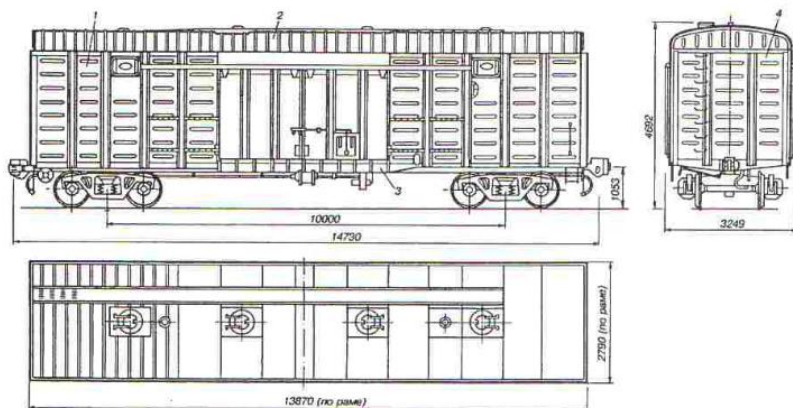


Рисунок 2.2 – Универсальный крытый вагон

Вагон загружают через двери 3 и люки в крыше 2 и боковые стены 1. Уширенный дверной проем усилен, повышена прочность пола кузова из расчета работ автопогрузчиков с осевой нагрузкой до 43 кН.

На рисунке 2.3 показана рама кузова. Рама кузова состоит из хребтовой балки 2, двух боковых 3, двух концевых 1, 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.

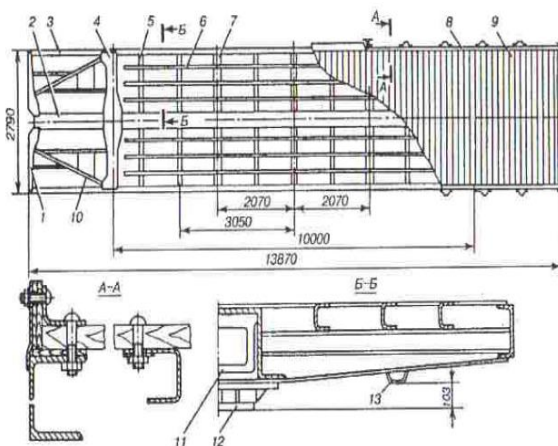


Рисунок 2.3 – Рама универсального крытого вагона

В зоне дверного проема к балкам 3 приварены пороги. Концевая балка 1 в месте постановки розетки имеет нишу глубиной 180 мм, позволившую заглубить розетку и уменьшить вылет автосцепки с 610 до 430 мм. Такое решение

привело к увеличению внутренней длины и повышению объема кузова без изменения размеров вагона по осям сцепления автосцепок. Для безопасной работы составителей поездов на концевой балке установлены поручни. В местах пересечения шкворневых балок 4 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. Для обеспечения равнопрочности конструкции рамы концевые, шкворневые и основные поперечные балки 7 имеют переменную высоту по своей длине. Раскосы 10 и вспомогательные балки имеют постоянную высоту по длине. Для передвижения вагонов лебедкой на каждом конце боковых балок рамы приварены специальные скобы.

На раму настлан пол 9 из досок толщиной 55 мм, который по периметру армирован уголком 8. В зоне дверного проема, где интенсивно работают автопогрузчики, деревянный настил пола покрыт металлическими листами толщиной 4 мм.

Боковая стена (рисунок 2.4) 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. На разрезе А-А показаны верхняя обвязка 1 и продольная боковая балка 19. На разрезе Д-Д видны две стойки 13 из зетобразного профиля и направляющий уголок 15. К раме стена приварена через продольную боковую балку рамы 19, а к торцевым стенам – через угловые стойки 12 (разрез В-В).

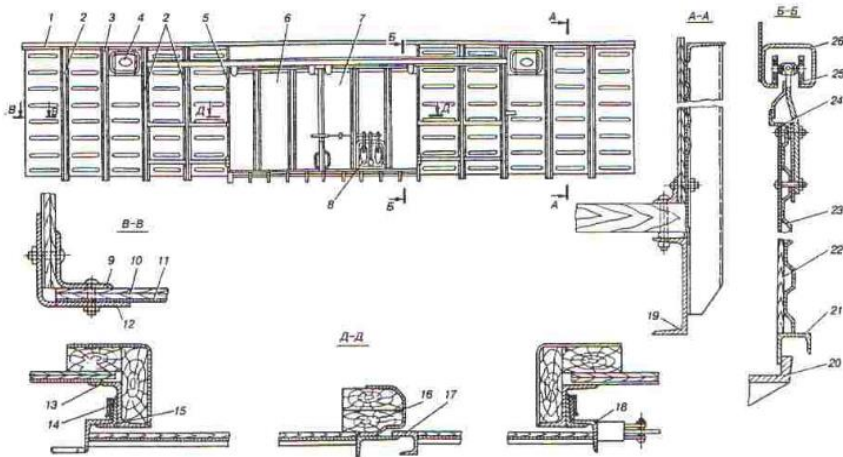


Рисунок 2.4 – Боковая стена кузова универсального крытого вагона

Наружная обшивка стен *11* изготовлена из гофрированных листов толщиной 3 мм снизу и 2,5 мм сверху, а внутренняя *10* – из влагостойкой фанеры марки ФСФ толщиной 10 мм. Внутренняя обшивка прикреплена к каркасу болтами и обрамлена в стыках уголком *9*. В каждом дверном проеме шириной 3825 мм установлено по две створки двери *6* и *7*, на одной из которых 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 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*, 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 *24*, нижней *21* и боковой *18* обвязок. Средние обвязки на левой и правой створках дверей имеют специальный профиль *16* и *17*, внутрь которого для жесткости введены деревянные брусья.

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.

Торцевая стена (рисунок 2.5) изготовлена из каркаса, наружной металлической *4* и внутренней деревянной *5* обшивок, обрамленных по полу уголком *6*, а по углам – уголком *8*.

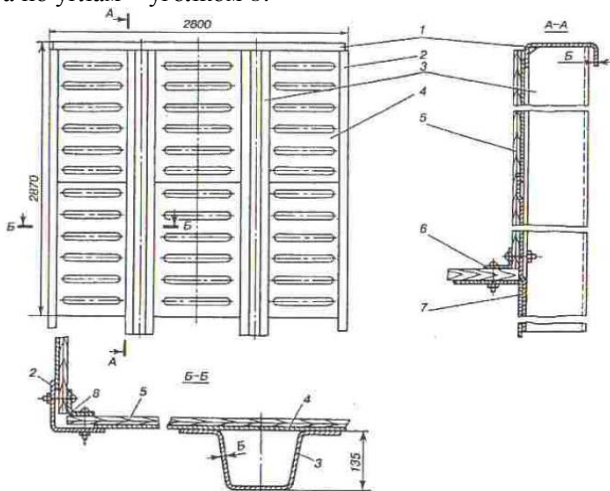


Рисунок 2.5. Торцевая стена кузова крытого универсального вагона

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. Нижней обвязкой стены служит концевая балка 7 рамы.

Крыша кузова (рисунок 2.6) – цельносварная с четырьмя загрузочными люками 6 диаметром 400 мм и двумя типовыми печными разделками 4. К боковым торцевым стенам кузова крыша крепится заклепками 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.

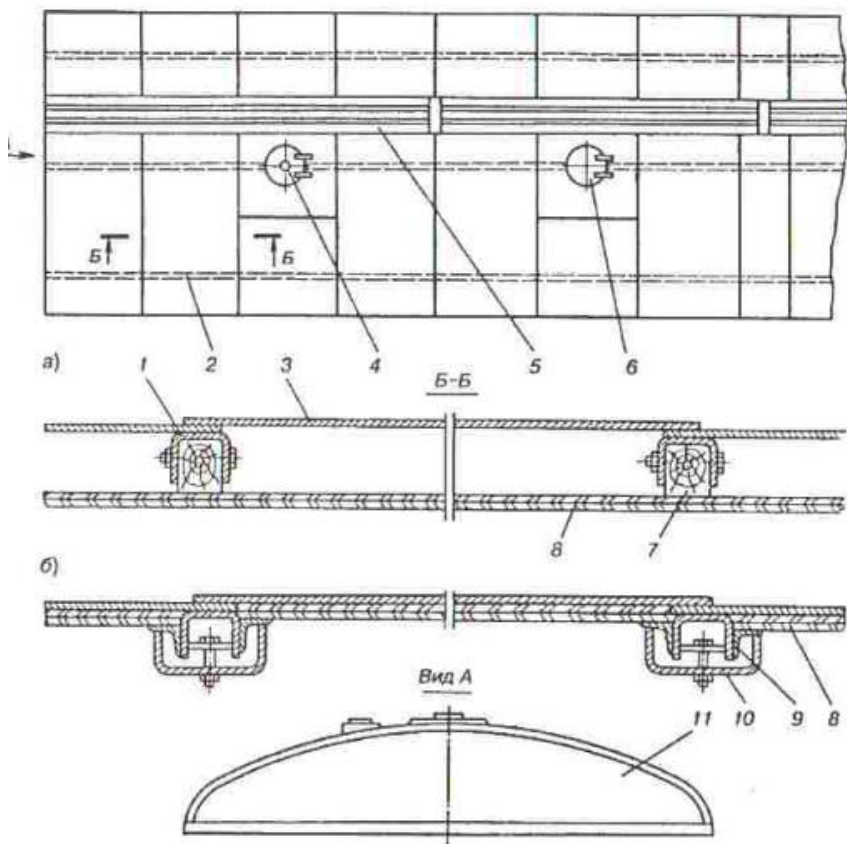


Рисунок 2.6 – Крыша универсального крытого вагона со старым (а) и новым (б) способами укладки и крепления подшивки



Крыша имеет металлический каркас, обшитый снаружи гофрированными листами 3 толщиной 1,5 мм, и две фрамуги 11, с помощью которых крыша крепится к торцевым стенам. Каркас крыши образован набором дуг 1, продольных элементов 2, расположенных в средней части, и двух боковых продольных обвязок. Изнутри (рисунок 2.6, 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 [14].

**Универсальный крытый вагон модели 11-260** отличается от вагона модели 11-217 тем, что объем его кузова увеличен от 120 м<sup>3</sup> до 140 м<sup>3</sup>. Внутренняя деревянная обшивка стен и крыши кузова заменена полимерным покрытием, ширина дверного проема увеличена до 3973 мм, дверной направляющий рельс находится внизу, на пороге дверного проема. Изменения конструкции кузова вагона позволяют полностью использовать грузоподъемность вагона и тем самым повысить эффективность его эксплуатации, а также обеспечить надежность кузова и лучшую приспособленность вагона к погрузочно-разгрузочным операциям.

Конструктивные решения рамы, деревянного пола, стен, крыши и внутреннего оборудования аналогичны вагонам предыдущих моделей. Рама вместо двух основных поперечных балок имеет четыре. Лобовые балки рамы вагона выполнены без углублений под розетку автосцепки и имеют посадочные места на лобовом листе для постановки на вагон буферных стаканов при необходимости соединения вагонов с автосцепкой с вагонами западноевропейских железных дорог с винтовой стяжкой. Боковые стены кузова цельнометаллические, сварные. Металлическая обшивка состоит по высоте из трех листов: нижнего (толщиной 5 мм), среднего (3 мм) и верхнего (2,5 мм). В отличие от вагона модели 11-217 дверные амортизаторы устанавливаются с обеих сторон дверного проема для смягчения ударов створок боковой двери при их открывании.

**Конструкция крытого вагона модели 11-270** аналогична конструкции вагона модели 11-217, но отличается от него некоторыми техническими показателями.

**Универсальный крытый вагон модели 11-6874** (рисунок 2.7) разработан ООО «Всесоюзный научно-исследовательский центр транспортных технологий». Вагон обладает лучшим из имеющихся на рынке вагонов-аналогов сочетанием основных технико-экономических показателей. Грузоподъемность вагона 73 т, что на 3,7 т превышает данный показатель типовых крытых вагонов. Размеры дверного проема увеличены и позволяют проводить погрузочно-разгрузочные операции всеми существующими типами автопогрузчиков.

Значительным преимуществом вагона является увеличение сроков межремонтных пробегов, которые обеспечивают снижение стоимости жизненного цикла вагона почти в 3 раза. Длина вагона по осям сцепления автосцепок

обеспечивает оптимальные условия при маневрировании на подъездных путях и эстакадах при проведении погрузочно-разгрузочных операций и взвешивании.



Рисунок 2.7 – Универсальный крытый вагон модели 11-6874

Автосцепное устройство вагона оборудовано современным поглощающим аппаратом класса Т1, который уменьшает уровень продольных сил, действующих на вагон, и усовершенствованным расцепным приводом, предотвращающим падение автосцепки на путь при ее обрыве в нештатной ситуации.

Система отдельного потележечного торможения обеспечивает более благоприятные условия торможения, обладает большей эффективностью и надежностью по сравнению с традиционной схемой тормоза. Тормозная система укомплектована современными тормозными приборами с межремонтным сроком не менее восьми лет, арматурой для безрезьбового соединения тормозных трубопроводов, износостойкими втулками из композиционного прессовочного материала (КПМ) на основе формальдегидных смол, обеспечивающими ресурс по пробегу не менее 1 млн км.

Подкатываемая под вагон тележка модели 18-9855 улучшает динамические характеристики вагона, повышает безопасность его эксплуатации, увеличивает межремонтный пробег и сокращает стоимость жизненного цикла изделия в целом.

Расширенный дверной проем облегчает погрузочно-разгрузочные работы и предусматривает возможность пломбировки и закрытия на замок. Размеры дверного проема позволяют проводить погрузочно-разгрузочные операции всеми существующими типами автопогрузчиков.

Четыре погрузочных люка обеспечивают быструю и легкую загрузку сыпучих грузов.

Вагон оборудован помостами на крыше и лестницей на торцевой стене для доступа на крышу.

Конструкция вагона обеспечивает целостность груза при перевозке и защиту от атмосферных осадков. Увязочные петли на стенах кузова надежно фиксируют груз, что обеспечивает пригодность вагона в коммерческом отношении.

Объем погрузки перевозимого груза значительно возрос за счет увеличенной кубатуры кузова до 175 м<sup>3</sup>. Пол сложен из стального рифленого листа, что обеспечивает лучшее сцепление груза с его поверхностью и колес погрузчика при загрузке/выгрузке.

В боковых стенах имеются люки типа заслонок, не выходящие за габарит вагона в открытом положении, конструкция которых при необходимости обеспечивает режим проветривания внутренней поверхности кузова. Срок службы вагона – 32 года.

**Специализированные крытые вагоны.** К ним относятся вагоны для перевозки легковых автомобилей, скота, цемента, зерна, холодногнутой стали в рулонах и др.

В таблице 2.2 представлена техническая характеристика ряда специализированных крытых вагонов.

Таблица 2.2 – Техническая характеристика специализированных крытых вагонов

Показатель	Модель				
	Легковые автомобили 11-835	Скот 11-240	Цемент 19-758	Зерно 19-752	Холодногнутая сталь
Грузоподъемность, т	25	22	72	72	64
Масса тары, т	35	25,4	19,5	22	29
Объем кузова, м <sup>3</sup>	–	–	60	94	–
База вагона, м	17	10	7,7	10,5	10,77
Длина, м:					
по осям сцепления автосцепок	24,26	14,17	1,92	14,72	14,9
по конечным балкам рамы	23,24	13,87	10,7	13,5	13,68
Ширина, м:					
максимальная	3,232	3,282	3,278	3,24	3,195
дверного проема	2,1	2,0	–	–	–
Ширина дверного проема, м	2,0	3,825	3,973	3,802	4,035
Высота максимальная от головок рельсов, м	5,125	5,133	4,405	4,565	3,5
Коэффициент тары	1,4	1,15	0,276	0,314	0,45
Удельный объем, м <sup>3</sup> /т	–	–	0,83	1,3	–
Нагрузка от колесной пары на рельсы, кН	147	117	224,3	225,5	228
Конструкционная скорость, км/ч	120	120	120	120	120
Габарит по ГОСТ-9238	1-Т	1Т	1-Т	1-ВМ	1-ВМ

**Крытый вагон для легковых автомобилей модели 11-835 двухъярусный** создан с учетом необходимости обеспечения сохранности и товарного вида перевозимых автомобилей. Рама 6 (рисунок 2.8) образует нижний ярус кузова. Кроме того, имеются верхний ярус 4, боковые стены 7, торцевые двери 2, крыша 1 и переездные площадки 3.

Торцевые двери и переездные площадки обеспечивают беспрепятственный проезд автомобилей по всему составу. В средней части вдоль боковых стен вагона предусмотрены проемы 5, закрытые металлической сеткой.

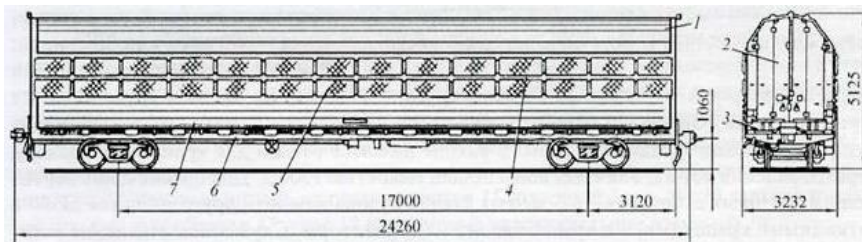


Рисунок 2.8 – Вагон для перевозки легковых автомобилей модели 11-835

Основа рамы кузова (рисунок 2.9) – 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. В консольной части установлены передние и задние упоры автосцепки, а за шкворневыми балками размещены грузы 7 общей массой 2,7 т для придания устойчивости вагону против опрокидывания от центробежной силы и ветровой нагрузки. В месте постановки ударной розетки концевая балка имеет углубление на 100 мм, позволившее уменьшить вылет автосцепки с 610 мм до 510 мм. Для безопасности работы составителей поездов на концевых балках установлены поручни.

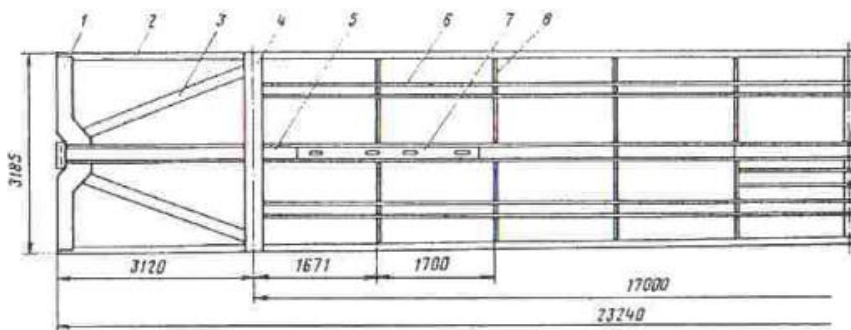


Рисунок 2.9 – Рама кузова вагона для легковых автомобилей

Пол настлан из гофрированных листов толщиной 3 мм. Для установки колесных упоров, предназначенных для крепления автомобилей, в полу предусмотрены щелевые пазы.

Верхний ярус (рисунок 2.10) 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.

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. В рамы окон вделаны сетчатые решетки, 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. Обшивка стен 8 металлическая гофрированная. С нижней обвязкой 10 стена связана накладкой 11 и усилена уголками 12 и 13.

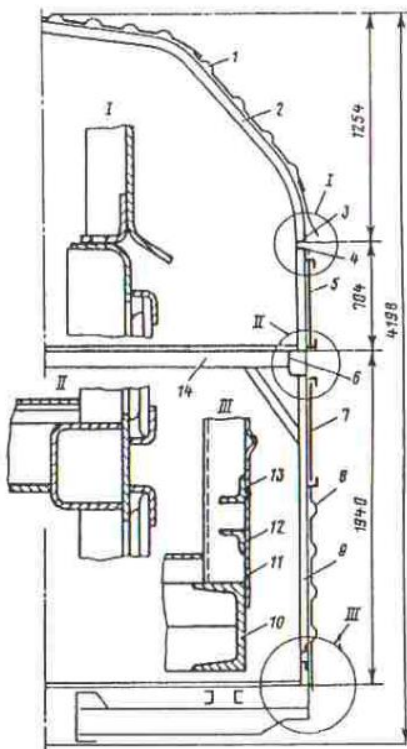


Рисунок 2.10 – Поперечное сечение кузова крытого вагона для легковых автомобилей

Крыша кузова металлическая сварная. Каркас крыши обшит гофрированными листами 1 и выполнен из двух продольных обвязок 3 и набора дуг 2.

Торцевые 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 [14].

**Двухъярусные крытые вагоны для перевозки скота** (рисунок 2.11) изготавливают двух моделей: 11-240 (без служебного отделения) и 11-246 (со служебным отделением).

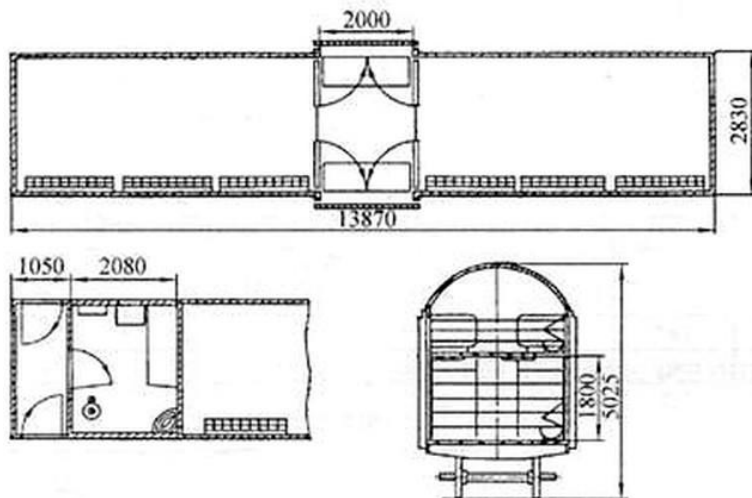


Рисунок 2.11 – Двухъярусный крытый вагон для перевозки скота

Максимальная вместимость кузова вагона модели 11-240: овец – 220, свиней – 82. При комбинированной перевозке мелкого и крупного рогатого скота на нижнем ярусе размещается 20 голов крупного рогатого скота, а на верхнем ярусе – 11 овец или 40 свиней. Кузов вагона модели 11-246 рассчитан на перевозку 168 овец или 64 свиней. При комбинированной перевозке на нижнем ярусе размещается 15 голов крупного рогатого скота, а на верхнем ярусе – 80 овец или 30 свиней. Высота грузового помещения первого яруса равна 1800 мм, а второго яруса – 1750 мм. На каждом ярусе имеются световые окна, кормушки и поилки для скота на боковых стенах кузова, обшитых изнутри досками толщиной 35 мм. В вагоне имеются отсеки для хранения фуража и приготовления корма, баки для воды общей емкостью 1500 л. Для обеспечения вентиляции грузовых помещений в боковых стенах кузова каждого яруса имеются люки с откидными крышками, а в крыше вагона – дефлекторы. Служебное отделение вагона модели 11-246 оборудовано спальными местами, плитой и умывальником. Некоторые конструкции вагонов для перевозки скота имеют торцевые двери с переходными площадками для обслуживающего персонала [12].

**Специализированный крытый вагон модели 12-4011** (рисунок 2.12) грузоподъемностью 64 т для перевозки **холоднокатаной стали в рулонах или пакетах** имеет кузов с двумя съемными кожухами 1, изготовленными из гладких листов 15 толщиной 3 мм, дуг 16 верхней и нижней продольных обвязок 17, упора 18 и резиновых уплотнительных элементов 19.

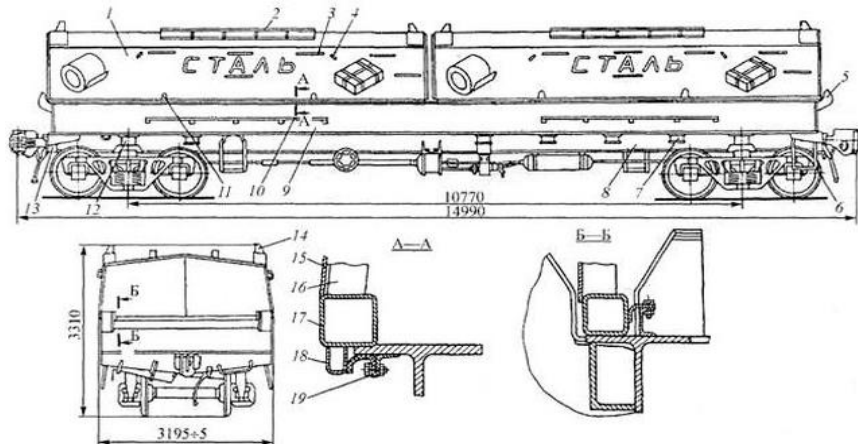


Рисунок 2.12 – Крытый вагон для перевозки холодногнутой стали в рулонах

При погрузке и выгрузке грузов с помощью подъемного крана снимаются поочередно кожухи и устанавливаются на четыре угловые опоры 14 соседнего вагона или укладываются около вагона. Для захвата кожухов подъемным краном на каждом из них предусмотрены по четыре скобы 4, а для безопасности стропальных работ – поручни 3, подножки 10 и 2 и лестница 6. Рулоны листовой стали укладываются в вагон на стационарные неподвижные и поворотные ложементы в один или два ряда в зависимости от диаметра рулонов, фиксируемых от продольных смещений упорными балками с резиновыми амортизаторами, которые могут перемещаться вдоль кузова, для чего имеются балки и фиксирующие стержни. Для их размещения на боковых продольных балках-стенках 9 предусмотрен набор отверстий. Пакеты листов стали удерживаются от поперечных смещений передвижными стойками, закрепляемыми в поперечных балках рамы с отверстиями. Кожухи вагона удерживаются от продольных и поперечных смещений торцевыми 5 и боковыми 11 упорами, расположенными на раме вагона, состоящей из продольных балок 8, концевых балок 13, средних промежуточных 7 и шкворневых балок 12 [12].

**Специализированный крытый вагон-хopper для зерна модели 19-756** спроектирован по габариту 1-Т (рисунок 2.13).

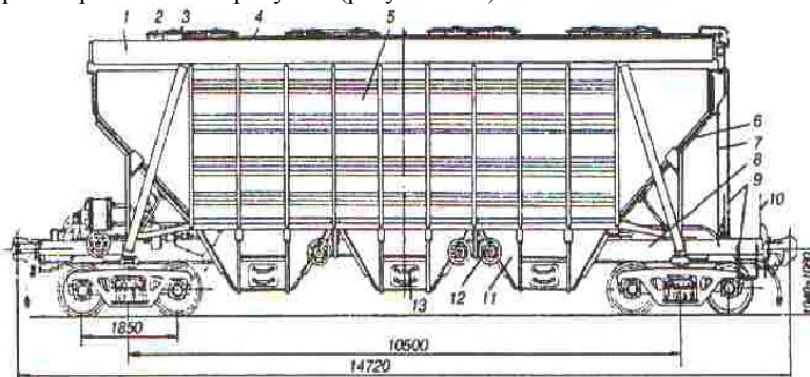


Рисунок 2.13 – Крытый вагон-хopper для перевозки зерна

Вагон цельнометаллический саморазгружающийся, бункерного типа. Рама 8, боковые 5 и торцевые 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 (1690×660 мм) с резиновыми уплотнениями. Каждая крышка запирается 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 запираения. 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 в торцевой 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 торцевой стене кузова и на раме установлены лестницы 9. Переходная площадка вагона снабжена ограждением 10. Все несущие элементы кузова и обшивка выполнены из низколегированной стали.

Рама (рисунок 2.14) состоит из хребтовой 3, двух боковых 2, двух концевых 5, двух шкворневых 1 и двух средних 4 балок. Хребтовая балка сварена из двух зетобразных профилей № 31, перекрытых в средней части коньком 8 для лучшего ссыпания груза. В консольной части хребтовая балка усилена розеткой 7 и упорами автосцепки. Для безопасной работы составителя на



концевой балке установлены поручни *б*. Шкворневые балки коробчатого сечения состоят из двух вертикальных *12* и двух горизонтальных *13* листов. 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* и нижнего наклонного *15* листов.

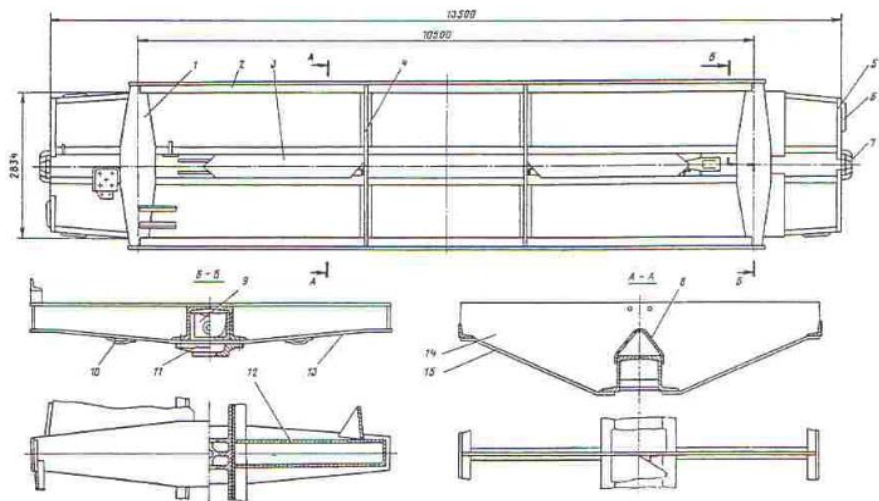


Рисунок 2.14 – Рама крытого вагона-хоппера для зерна

Боковые стены (рисунок 2.15) выполнены из гофрированных металлических листов *б* толщиной 3 мм, подкрепленных для жесткости десятью стойками *5*, верхней *4* и нижней *7* обвязками.

Бункера *9* сварены из листов толщиной 5 мм в форме усеченной пирамиды и имеют разгрузочные крышки *10* люков с резиновыми уплотнениями. Каждые два противоположных 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. Закрытие 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 торцевые стены кузова *12* располагаются под углом  $55^\circ$  к плоскости рамы. Они

сварены из верхнего и нижнего листов толщиной 4 мм и двух боковых обвязок. 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 торцевая стена усилена двумя стойками-раскосами 14 и 16.

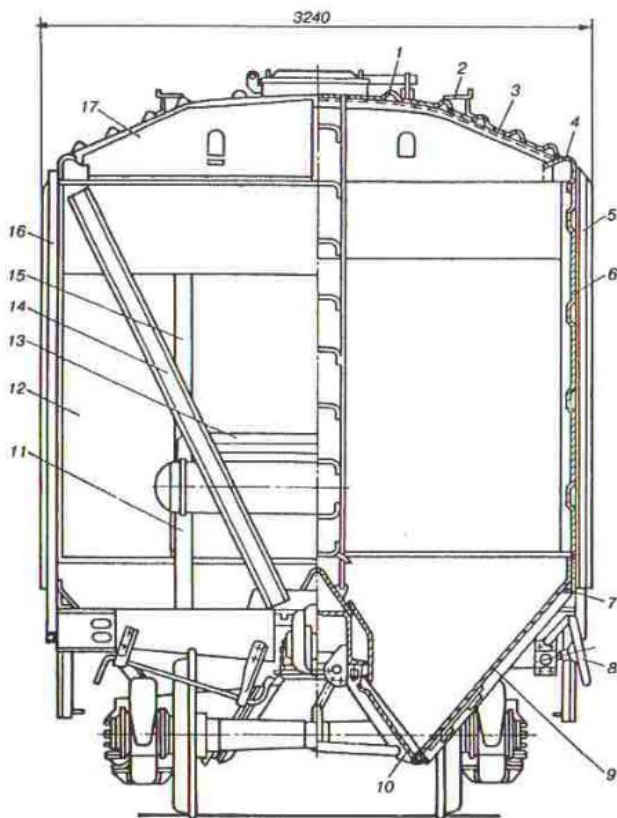


Рисунок 2.15 – Поперечное сечение кузова вагона-хoppers для зерна

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. С торцевыми 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.

СЗАО «Мозилевский вагоностроительный завод» выпустил вагоны модели 19-6943 для перевозки зерна (рисунок 2.16) и модели 19-9774 (рисунки 2.17 и 2.18) для перевозки минеральных удобрений, с увеличенной грузоподъемностью.

Технические характеристики вагонов-хoppers приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Сравнительная характеристика вагонов-хопперов  
СЗАО «Могилевский вагоностроительный завод»

Показатель	Минеральные удобрения 19-9774	Зерно 19-6943
Грузоподъемность, т	70,5	69,5
Объем кузова, м <sup>3</sup>	82	120о
Масса тары, т	23	24
Длина по осям автосцепок, мм	13720	14720
Длина рамы вагона по концевым балкам, мм	12500	13500
База вагона, мм	9500	10500
Высота оси автосцепок от уровня головки рельсов	1040–1080	1040–1080
Высота вагона от уровня головок рельсов, мм	4580	4900
Ширина вагона, мм	3230	3252
Ширина колеи, мм	1520	1520
Габаритный ГОСТ–9238	1Т	1Т
Количество разгрузочных люков	4	3
Размер разгрузочного люка в свету, мм	1080×475	600×350
Количество загрузочных люков	4	5
Размер загрузочных люков, мм	1550×600	1550×600
Конструкционная скорость, км/ч	120	120
Нагрузка от колесной пары на рельсы, кН	230,5	230,5
Габарит по ГОСТ-9238	1-Т	1-Т

Вагон-хopper предназначен для перевозки по всей сети железных дорог Беларуси, стран СНГ и Балтии колеи 1520 мм зерновых культур и других сыпучих грузов, требующих защиты от атмосферных осадков, с погрузкой через верхние люки и гравитационной разгрузкой через нижние разгрузочные люки в межрельсовое пространство на специальных погрузочных и разгрузочных устройствах.

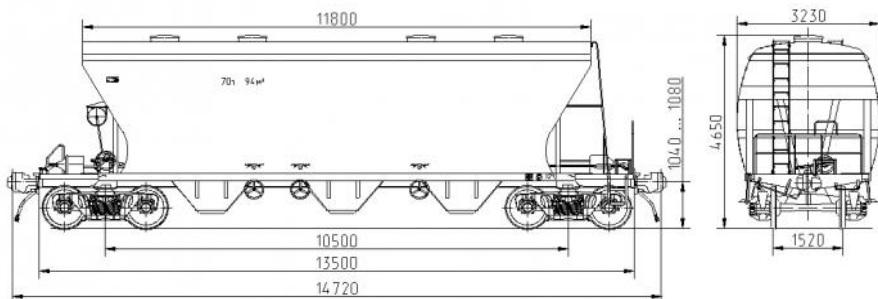


Рисунок 2.16 – Вагон для перевозки зерна модели 19- 6943

Вагон модели 19-9774 предназначен для перевозки минеральных удобрений от места производства к потребителям, имеющим специальные приемо-разгрузочные устройства для выгрузки.

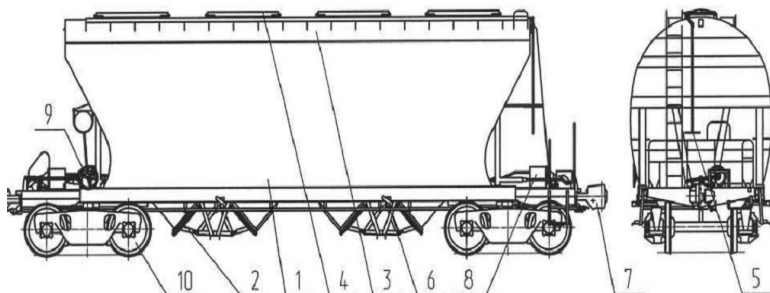


Рисунок 2.17 – Вагон модели 19-9774 для перевозки минеральных удобрений:  
1 – кузов; 2 – разгрузочный люк; 3 – крыша; 4 – загрузочный люк; 5 – механизм блокировки загрузочных люков; 6 – механизм разгрузки; 7 – автосцепка, 8 – автоматический тормоз; 9 – стояночный тормоз; 10 – тележка двухосная.

Кузов вагона представляет собой цельносварную конструкцию, образованную двумя боковыми стенками из гладких листов обшивки толщиной 4 мм, подкреплённых внутри стойками и торцевыми стенками, состоящими из гладких листов обшивки толщиной 4 мм, подкреплённых тремя стойками и тремя поперечинами.

Внутри кузова установлены наклонные пластины для усиления бокового борта и обеспечения сыпавести груза. Поперечные гнутые листы обеспечивают связь боковых бортов с бункерами.

Бункера изготовлены из гладких листов толщиной 5 мм, подкреплены усилителями. В бункерах имеются разгрузочные люки.



Рисунок 2.18 – Вагон модели 19-9774 для перевозки минеральных удобрений

Крыша выполнена из листов толщиной 3 мм, подкреплённых дугами, образующими горловины загрузочных люков. В торцовых листах крыши установлены клапаны для обеспечения вентиляции внутреннего пространства кузова и для предотвращения образования вакуума при разгрузке. Для подъема на крышу и спуска с крыши обслуживающего персонала предусмотрена лестница на переходной площадке. На крыше вагона размещены четыре загрузочных люка, крышки которых блокируются механизмом запирания люков. Открывание и закрывание крышек осуществляется вручную.

Рама вагона состоит из двух укороченных хребтовых балок, концевых, шкворневых и поперечных балок, соединенных с продольными боковыми балками, и раскосов.

Бункера оснащены треугольными стенками-опорами, выполненными из листа с отгибом, связывающими наклонные листы крайних бункеров с силовыми настилами переходных площадок.

Тормоз – автоматический пневматический, ручной стояночный. Ходовая часть – две 2-осные тележки модели 18-100. Автосцепка СА-3. Поглощающий аппарат – типовой.

### 2.3 Полувагоны

**Полувагон** – это грузовой вагон без крыши с высокими стенами. Полувагоны предназначены для грузов, не требующих защиты от атмосферных осадков – навалочных грузов: руды, угля, лесоматериалов и т. п., а также контейнеров и других грузов. Кузов полувагона не имеет крыши, что обеспечивает удобство использования 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 торцевыми 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-хoppers с кузовами бункерного типа, специализированные – с глухим кузовом (без крышек люков в полу и с глухими торцевыми стенами).

**Разгрузка полувагона** обычно производится двумя способами: выгрузка навалочных грузов под действием силы тяжести через люки (через борта при использовании вагоноопрокидывателя) или путем выгрузки груза без открывания люков. Разгрузка универсальных полувагонов производится через люки на повышенных путях (эстакадах) или над приемными бункерами.

Выгрузка груза из полувагонов с глухим кузовом производится грейфером или ковшами. Разгрузка полувагонов вычерпыванием является менее эффективной, ввиду своей меньшей производительности и необходимости ручной очистки остатков груза из вагона. Наиболее эффективной является разгрузка таких полувагонов путем их опрокидывания.

В эксплуатации на железных дорогах России и стран СНГ находятся в основном универсальные 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 двухстворчатых дверей (моделей 12-753, 12-757).

В таблице 2.4 приведены технические характеристики универсальных полувагонов.

Таблица 2.4 – Техническая характеристика универсальных полувагонов

Показатель	Модель вагона			
	12-132	12-119	12-753	12-9853
Грузоподъемность, т	75	69	69	75
Масса тары, т	25	22,5	22,5	25
Объем кузова, м <sup>3</sup>	88	76	74	92
База вагона, м	8,65	8,65	8,65	8,65
Длина, м: по осям сцепления автосцепок по конечным балкам рамы	13,92 12,78	13,92 12,73	13,92 12,8	13,92 12,8
Ширина максимальная, м	3,158	3,13	3,21	3,21
Высота от уровня головок рельсов, м: максимальная кузова внутри	3,78 2,315	3,495 2,08	3,48 2,07	3,863 2,398
Количество разгрузочных люков	14	14	14	14
Размеры разгрузочного люка	1,327×1,54	1,327×1,54	1,327×1,54	1,327×1,54
Коэффициент тары	0,333	0,326	0,326	0,333
Нагрузка от колесной пары на рельсы, кН	245	228	228	245
Конструкционная скорость, км/ч	120	120	120	120
Габарит по ГОСТ-9238	1-ВМ	0-ВМ	0-ВМ	1-ВМ

Также производителями полувагонов в России являются Абаканвагонмаш; Алтайвагон; Промтрактор-Вагон; Брянский машиностроительный завод; Тихвинский вагоностроительный завод и др.

В Республике Беларусь полувагоны выпускались на Могилевском вагоностроительном заводе.

8-осные полувагоны УВЗ строились небольшими партиями с 1964 по 1983 гг. За этот период было разработано, построено и испытано 10 моделей вагонов грузоподъемностью 125–133т. Однако на промышленное производство они не вышли из-за ряда технических проблем, возникших на начальной стадии их проектирования и эксплуатации.

**Универсальные полувагоны.** Кузов полувагона модели 12-753 цельнометаллический с четырнадцатью люками в полу и двухстворчатыми торцевыми дверями (рисунок 2.19).

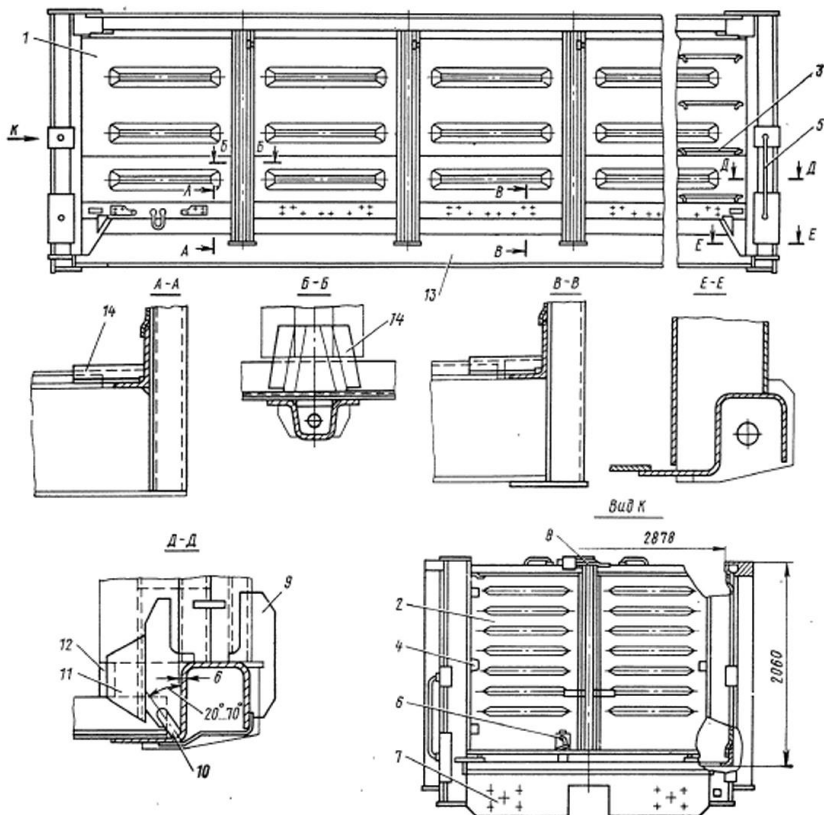


Рисунок 2.19 – Кузов универсального 4-осного полувагона

Наружная лестница 3 и поручень 5 установлены для удобства обслуживания вагона в эксплуатации. Для придания необходимой прочности крепления угловых стоек к концевым балкам 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 концевых балках рамы предусмотрены посадочные места 7 для постановки буферных стаканов на случай сцепления с вагонами железных дорог колеи 1435 мм, оборудованных винтовой стяжкой.

Рама (рисунок 2.20) образована хребтовой 7, двумя концевыми 2, двумя шкворневыми 5 и четырьмя промежуточными поперечными 11 балками. Хребтовая балка, сварена из двух Z-образных профилей 8, перекрытых двутавром 10, служащим для крепления петель 1 и навешивания на них крышек люков. Передние упоры автосцепок, установленные в консольной части хребтовой балки, выполнены за одно целое с ударной розеткой 17.

В зоне размещения поглощающих аппаратов снизу хребтовой балки крепятся поддерживающие планки 14, а в зоне задних упоров – усиливающие накладки 13. Для крепления тормозного цилиндра на хребтовой балке имеются кронштейны 12.

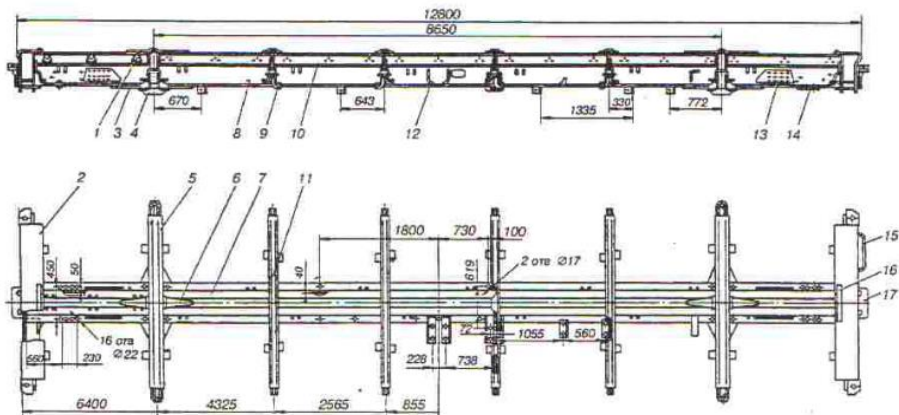


Рисунок 2.20 – Рама универсального 4-осного полувагона

На концевых балках 2 рамы предусмотрены посадочные места для возможной установки буферных комплектов, через которые передаются значительные ударные нагрузки. Лобовой вертикальный лист концевой балки на всей своей длине имеет выштамповку глубиной 50 мм, что позволило увеличить внутреннюю длину кузова и его объем без изменения длины вагона по осям сцепления автосцепок. С наружной стороны на лобовом листе укреплены поручень 15 и кронштейн стояночного тормоза. Сверху на концевой балке приварен порог 16, который служит упором дверей, препятствуя открыванию их наружу кузова.

Место пересечения шкворневой 5 и хребтовой балок усилено надпятниковой коробкой и накладками 6. В этой зоне к нижнему горизонтальному листу шкворневой балки приклепан пятник 4, а по бокам от продольной оси вагонов – скользуны. Гофры на верхних листах шкворневых поперечных балок служат для возвышения точек контакта длинномерных грузов над крышками люков и предупреждения их деформации. Шкворневые и промежуточные поперечные балки 11 выполнены переменной высоты по длине для обеспечения их равной прочности. Ко всем поперечным балкам приварены кронштейны 9 для опирания на них крышек люков в открытом положении.

Боковая стена кузова (рисунок 2.21) 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. Угловые стойки связаны с верхней обвязкой накладками 4 и 5, а с нижней обвязкой – косынкой 15.



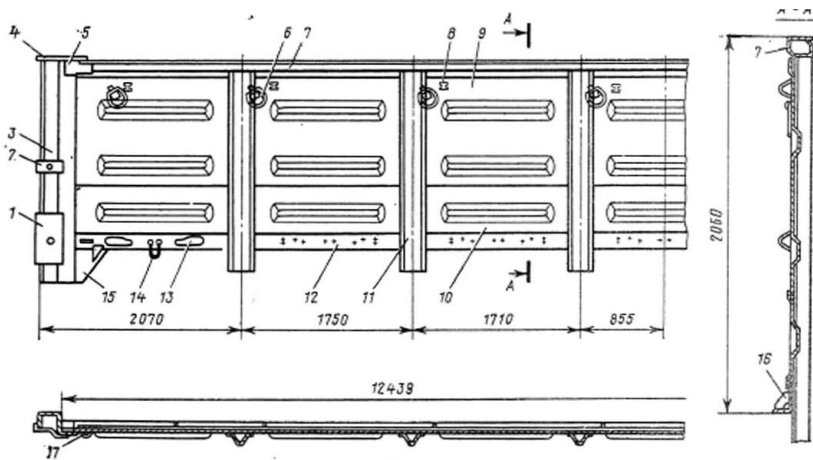


Рисунок 2.21 – Боковая стена универсального четырехосного полувагона

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 и нижнего 10 листов толщиной 5 мм. Для придания им необходимой жесткости листы снабжены продольными гофрами глубиной 40 мм.

С целью пригодности полувагона в коммерческом отношении 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 ломом подтягиваются крышки люков.

Крышки люков (рисунок 2.22) образуют пол кузова и служат для выгрузки сыпучего груза из вагона при открытом положении. Для облегчения закрывания крышек каждая из них снабжена торсионным устройством 5. Крышки к хребтовой балке шарнирно крепятся с помощью трех петель 1, изготовлены из металлических гофрированных листов 2. 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 ее открытия, а следовательно, и крышки люка. Груз через открытые люки высыпается самотеком из кузова по обе стороны [14].

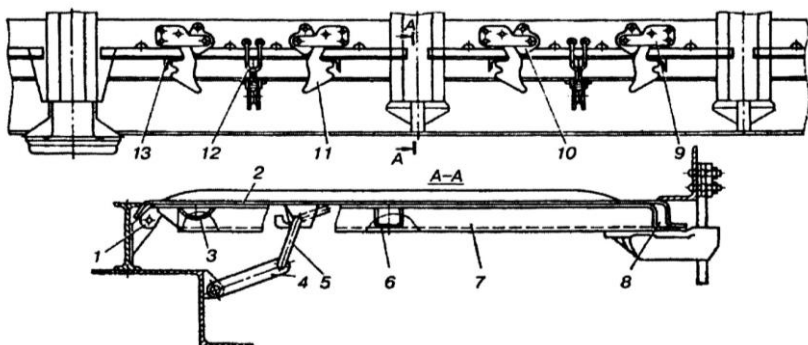


Рисунок 2.22 – Крышка люка с торсионным механизмом

**Универсальный четырехосный полувагон модели 12-119** (рисунок 2.23) отличается от выше приведенного конструкцией торцевых стен, угловых стоек и торсионных механизмов крышек разгрузочных люков. Достигнуто это за счет замены торцевых дверей на глухие стены 5, что позволило увеличить внутреннюю длину кузова с 12126 до 12770 мм без изменения продольных размеров рамы и вагона. Концевые балки 4 коробчатого сечения не имеют посадочных мест под буферные стаканы. На лобовом листе имеется выштамповка глубиной 16 мм для установки розетки переднего упора автоцепки. 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.

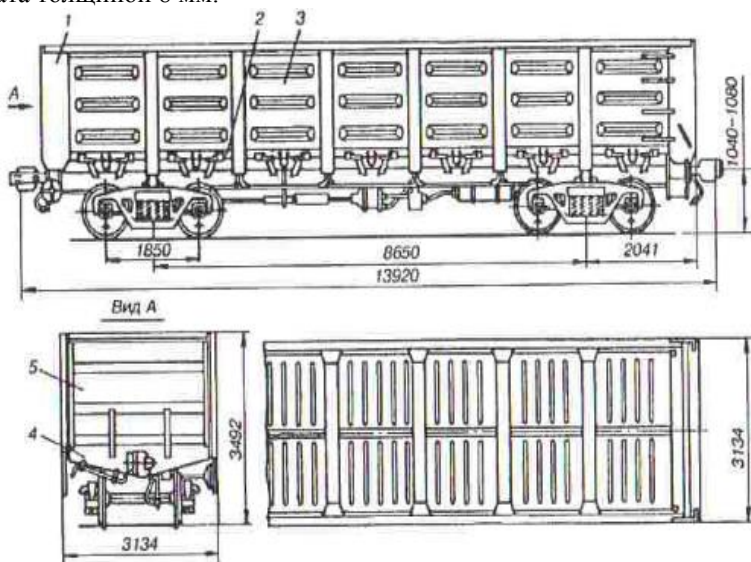


Рисунок 2.23 – Универсальный 4-осный полувагон с глухими торцевыми стенами

Каждая торцевая 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. Боковые стойки с двух сторон приварены к угловым стойкам пластинами боковых стен, а полустойки – к концевой балке 4 рамы. Крышки люков типовые с литыми косорасположенными кронштейнами и торсионными механизмами спаренного типа

У универсального вагона модели 12-132 с глухими торцевыми стенами объем кузова увеличен до 88 м<sup>3</sup>, грузоподъемность составляет 75 т.

Под полувагоны модели 12-132-03 подкатываются тележки модели 18-578 с нагрузкой на ось 23,5 тс. Пробег до первого планового ремонта составляет 500 тыс. км. Вагон имеет повышенную прочность. На полувагон устанавливается автосцепка СА-3 с износостойкой наплавкой и с нижним ограничителем перемещений, поглощающие аппараты Ш-6-ТО-4У-120, РТ-120 или ПМКП-110. Расцепной привод автосцепки имеет блокировочную цепь. Полувагон выпускается как с классической тормозной рычажной передачей, так и в варианте раздельного (потележечного) торможения.

На рисунке 2.24 представлены универсальные полувагоны модели 12-9853 с глухими торцевыми стенами. Под вагон подкатывается тележка модели 18-9855. Увеличенный до 92 м<sup>3</sup> объем кузова вагона нового поколения позволяет перевозить грузы широкого спектра, до 10 % груза больше по сравнению с типовым вагоном.



Рисунок 2.24 – Универсальный полувагон модели 12-9853

Значительным конкурентным преимуществом вагона являются увеличенные сроки межремонтных пробегов, которые обеспечивают снижение стоимости жизненного цикла вагона почти в 3 раза. Полувагон полностью

совместим с существующей инфраструктурой и может эксплуатироваться на всех типах погрузочно-разгрузочных терминалов.

**Специализированные полувагоны.** Повышение технического уровня вагонного парка железных дорог России и стран СНГ достигается за счет увеличения доли специализированных полувагонов повышенной грузоподъемности с глухим кузовом без разгрузочных люков в полу с глухими торцевыми стенами. Для погрузочно-разгрузочных операций используются современные механизированные средства, а также гравитационные свойства сыпучих грузов. Специализированные полувагоны обеспечивают в эксплуатации значительный технико-экономический эффект.

Техническая характеристика специализированных полувагонов приведена в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Техническая характеристика специализированных полувагонов

Показатель	Модель вагона			
	12-1592 с глухим кузовом	12-283 для технологической щепы	12-1505	12-9869 с глухим кузовом
Грузоподъемность, т	71	67	69	77
Масса тары, т	21,2	27	21,1,5	22,5
Объем кузова, м <sup>3</sup>	83	132	76	98
База вагона, м	8,65	12,240	8,65	8,65
Длина, м:				
по осям сцепления автосцепок	13,92	16,97	13,92	13,92
по концевым балкам рамы	12,8	15,75	12,8	12,8
Ширина максимальная, м	3,14	3,08	3,134	3,21
Высота от уровня головок рельсов, м:				
максимальная	3,492	4,231	3,482	3,863
кузова внутри	2,24	2,994	2,07	2,398
Коэффициент тары	0,3	0,403	0,326	0,292
Нагрузка от колесной пары на рельсы, кН	228	–	228	245,2
Конструкционная скорость, км/ч	120	120	120	120
Габарит по ГОСТ-9238	0-ВМ	1-ВМ	0-ВМ	1-ВМ

**Специализированный полувагон модели 12-1592** грузоподъемностью 71 т имеет цельнометаллический сварной кузов (рисунок 2.25). Боковые стены вагона состоят из каркаса и гофрированной обшивки. Обшивка торцевых стен изготовлена из гладких стальных листов толщиной 5 мм. Торцевые стены имеют верхнюю обвязку гнутого профиля, два боковых швеллера, два горизонтальных пояса жесткости. Для стока воды и зачистки кузова от мусора в полу предусмотрены два люка, расположенные по диагонали, открывающиеся вовнутрь. Для поддержания пола между хребтовой балкой и каждой из боковых стен установлено по дополнительной продольной балке. Рама, в отличие от рамы универсального полувагона, не имеет двутавра хребтовой балки для навешивания крышек люков, что позволило увеличить внутреннюю высоту кузова и его объем до 83 м<sup>3</sup> и увеличить грузоподъемность вагона.

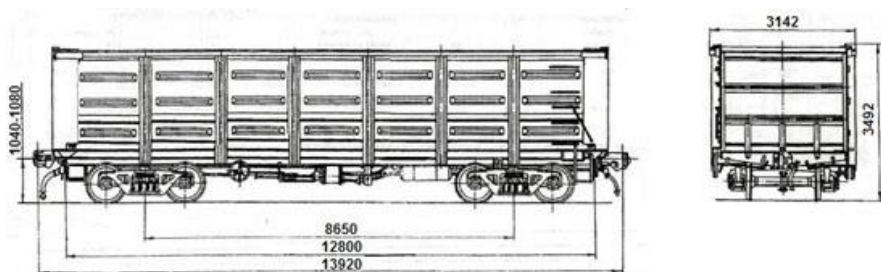


Рисунок 2.25 – Специализированный 4-осный полувагон с глухим кузовом модели 12-1592

*Специализированный четырехосный полувагон с глухим кузовом модели 12-1505* (рисунок 2.26) спроектирован на базе универсального полувагона, поэтому параметры и линейные размеры его мало изменились. Отличается он конструкцией торцевых стен и настила пола. Кузов полувагона не имеет крышек люков, которые заменены сплошным настилом пола 1 из листов толщиной 6 мм, а торцевые двери 4 заварены наглухо. Для стока воды и зачистки кузова в полу предусмотрены два люка 2, открывающиеся вовнутрь. Люки расположены по диагонали кузова. Рама вагона 3 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. Остальные элементы кузова мало изменились по сравнению с конструкциями универсальных полувагонов.

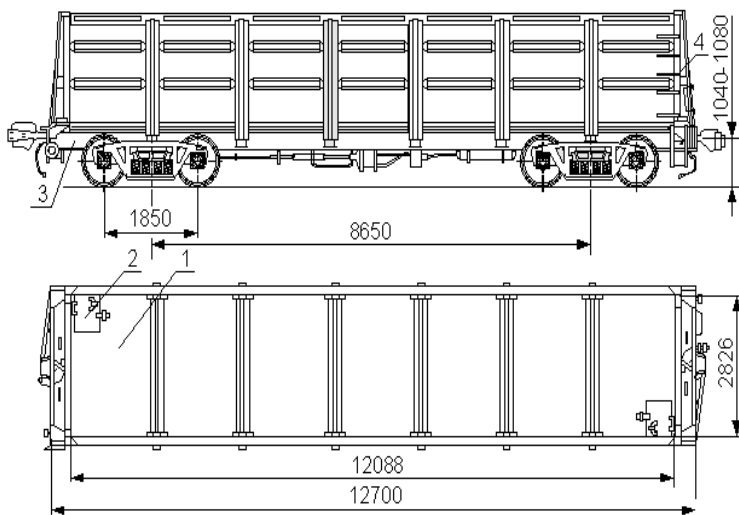


Рисунок 2.26 – Специализированный 4-осный полувагон модели 12-1505 с глухим кузовом

**Специализированный четырехосный полувагон модели 12-1580 с глухим кузовом** имеет более совершенную конструкцию кузова и лучшие параметры, нежели полувагон модели 12-1505. Рама не имеет двутавра хребтовой балки, что позволило увеличить внутреннюю высоту и объем кузова до  $83 \text{ м}^3$ , а грузоподъемность – до 71 т. Усовершенствована также торцовая стена, которая выполнена аналогично конструкции, применяемой в полувагоне модели 12-119, тогда как у полувагона модели 12-1505 она состоит из двустворчатых дверей, заваренных наглухо.

Специализированные полувагоны с глухими кузовами с выгрузкой на вагоноопрокидывателях значительно эффективнее универсальных. 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.

Особенностью полувагонов с глухим кузовом ряда моделей 12-197, выпускаемых Уралвагонзаводом, является наличие наклона боковых и торцевых стен, скругленные сопряжения боковой стены и пола, гладкая обшивка боковых и торцевых стен. Такие изменения в конструкции позволяют без остатка выгружать перевозимые грузы. Для предупреждения повреждений кузова при разгрузке в вагоноопрокидывателях выполнено усиление обвязки боковых стен, а также увеличено количество промежуточных стоек. Грузоподъемность вагона 74,5 т, масса тары – 25 т.

**Специализированный четырехосный полувагон модели 12-283** (рисунок 2.27) для перевозки технологической щепы и короткомерной древесины от мест ее производства к предприятиям целлюлозно-бумажной промышленности. Вагон с глухим кузовом имеет 6 разгрузочных люков.

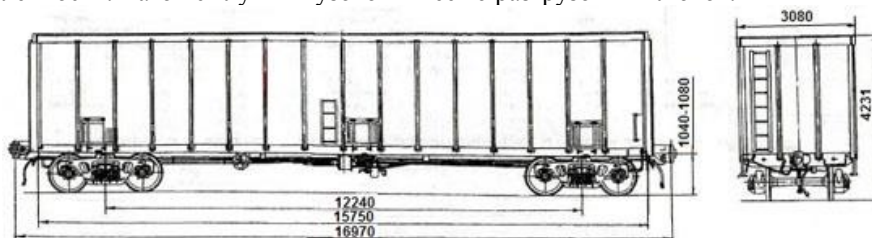


Рисунок 2.27 – Специализированный 4-осный полувагон модели 12-283 для перевозки технологической щепы

**Специализированный саморазгружающийся бункерный полувагон-хоппер модели 22-471** для доставки горячих окатышей и агломерата (рисунок 2.28) с температурой до  $700 \text{ }^\circ\text{C}$  с места их производства к приемным бункерам доменных печей грузоподъемностью 65 т.

Вагон-хоппер имеет массу тары 23 т, объем кузова  $42 \text{ м}^3$ . Длина по концевым балкам рамы 10,78 м. Габарит 1-ВМ. Кузов хоппера имеет раму, две боковые и две торцевые стенки с углом наклона последних  $41^\circ$  к плоскости рамы, два бункера с разгрузочными люками размерами  $3500 \times 400 \times 560 \text{ мм}$ .

Обшивка стен кузова выполнена из набора съемных панелей гнутого профиля для обеспечения их подвижности при температурных деформациях и предупреждения коробления несущих элементов кузова. Крышки разгрузочного механизма приводятся в действие от пневматического цилиндра с дистанционным управлением.

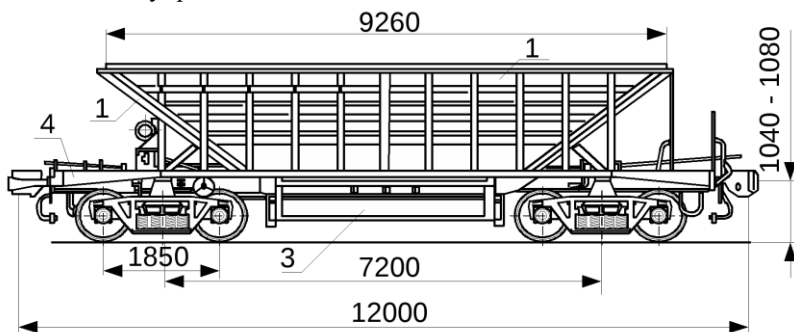


Рисунок 2.28 – Специализированный саморазгружающийся бункерный полувагон-хopper

Новые инновационные полувагоны отличаются улучшенными технико-эксплуатационными характеристиками. Срок службы инновационного полувагона с глухим кузовом модели 12-9869 (рисунок 2.29) выше и составляет 32 года в отличие от универсального полувагона, который служит всего 22 года.



Рисунок 2.29 – Полувагон с глухим кузовом модели 12-9869

Объем кузова также больше и составляет  $98 \text{ м}^3$  против  $88$  у универсального полувагона. Грузоподъемность нового полувагона составляет  $77 \text{ т}$ , что на  $7,5 \text{ т}$  больше, чем у обычного универсального полувагона. Наиболее крупными производителями инновационных полувагонов являются АО «НПК Уралвагонзавод» (УВК) и ПАО «НПК Объединённая вагонная компания» (ОВК).

## 2.4 Платформы

Платформы предназначены для перевозки колесных пар и гусеничной техники, тарных грузов, контейнеров, металлоконструкций, длинномерных и других грузов, не требующих укрытия и защиты от воздействия атмосферной среды. Платформы разделяются на универсальные и специализированные.

В таблице 2.6 представлены технические характеристики универсальных и специализированных платформ.

Таблица 2.6 – Технические характеристики универсальных и специализированных платформ

Показатель	Универсальная модель		Специализированная модель для	
	13-4012	13-926	контейнеров 13-470	легковых автомобилей 13-479
Грузоподъемность, т	71	73	60	20
Масса тары вагона, т	21,4	27	22	26
База вагона, мм	9720	14400	14720	16500
Длина, мм:				
по осям сцепления автосцепок	14620	19520	19620	21660
по концевым балкам рамы	13400	18400	18400	20800
Ширина максимальная, мм	3150	3205	2500	3250
Высота от уровня верха головок рельсов, мм:				
максимальная	1820	1806	1365	3220
до уровня пола	1310	1304	1300	1210
Количество осей, шт.	4	4	4	4
Модель 2-осной тележки	18-100	18-131	18-100	18-100
Длина кузова внутри, мм	13300	18300	–	–
Ширина кузова внутри, мм	2770	2830	–	–
Высота бортов, мм:				
продольных	500	500	–	–
торцевых	400	400	–	–
Количество бортов, шт.:				
продольных	8	12	–	–
торцевых	2	2	2	–
Площадь, м <sup>2</sup>	36,8	54	46	130
Нагрузка от оси колесной пары на рельсы, кН	228	245	200	113
Скорость конструкционная, км/ч	120	120	140	120
Габарит	0-ВМ	1-ВМ (0-Т)	0-ВМ	1-Т

К универсальным платформам относятся четырехосные платформы, имеющие боковые и торцевые борта. К специализированным платформам



относятся четырехосные платформы для перевозки большегрузных контейнеров, легковых автомобилей, леса в хлыстах и др.

**Универсальные платформы.** Особенностью конструкции универсальных платформ по сравнению с другими типами вагонов является то, что боковые борта шарнирно связаны с рамой и воспринимают только усилия от распора сыпучего груза. Основные эксплуатационные нагрузки воспринимает рама платформы.

На рисунке 2.30 представлена платформа модели 13-4012.

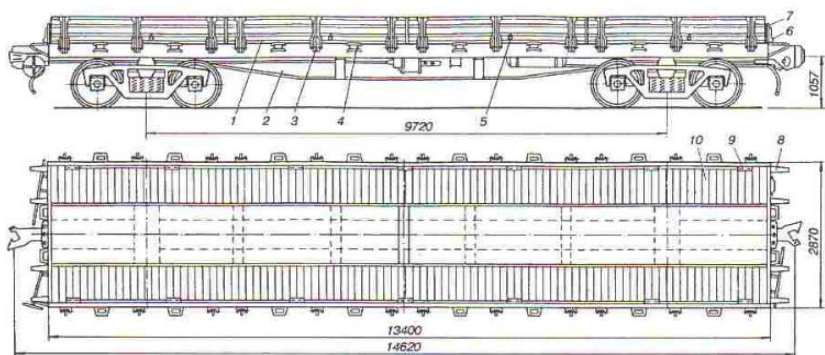


Рисунок 2.30 – Универсальная четырехосная платформа с комбинированным настилом пола

**Универсальная четырехосная платформа модели 13-4012** постройки Днепродзержинского вагоностроительного завода предназначена для эксплуатации по железным дорогам стран СНГ колеи 1520 мм и реконструированным дорогам колеи 1435 мм. Кузов платформы состоит из рамы 2 с деревометаллическим настилом пола 10, восьми боковых 1 (по 4 на сторону) и двух торцевых 7 бортов. Боковые борта шарнирно закреплены на боковых балках рамы. Каждый боковой борт в закрытом положении удерживается тремя клиновыми запорами 3, а торцевые борта – двумя клиновыми запорами 6. Для удержания торцевых 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 грузов, которые загружаются, выше бортов, на боковых балках рамы приварены скобы 4 для установки деревянных стоек.

Рама кузова (рисунок 2.31) состоит из хребтовой 15, двух боковых 13, двух концевых 1, двух шкворневых 2, трех основных 5 и двух промежуточных поперечных 4 балок, которые совместно со вспомогательными продольными балками 3 и 9 служат для поддержания настила пола.

Хребтовая балка 15 переменной высоты по длине. Места пересечения

хребтовой и шкворневых балок усилены надпятниковыми диафрагмами 16. Боковые балки 13 постоянной высоты по всей длине, к ним приварены с внешней стороны лесные скобы 6 и державки 7 клиновых запоров.

Концевые балки 1 сварные, постоянной высоты по длине усилены двумя уголками и четырьмя ребрами, которые привариваются с внутренней стороны балки на участках размещения кронштейнов 8.

Шкворневые балки 2 переменной высоты по длине. К нижним горизонтальным листам шкворневых балок приклепаны скользящие 17, а в зонах соединения с хребтовой балкой установлены пятники 18.

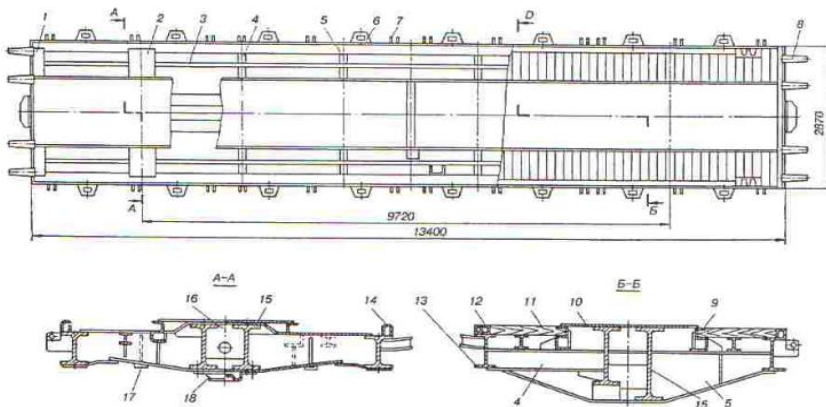


Рисунок 2.31 – Рама универсальной четырехосной платформы

Основные поперечные 5, вспомогательные поперечные 4 и крайние продольные 3 балки, переменной высоты по длине, служат для поддержания настила пола. Поперечные балки 4 расположены в раме ниже уровня пола на высоту вспомогательных продольных балок, таким образом обеспечивается расположение их верха в одной плоскости с боковыми балками. Настил пола комбинированный: в средней части – металлический 10 и по бокам деревянный 11. Доски пола опираются на хребтовую и две боковые продольные балки. Один конец их заводится в S-образную балку 9, а другой 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 рифленного листа толщиной не менее 4 мм и шириной 1200 мм. Для крепления тормозного оборудования на раме предусмотрены кронштейны. Боковые борта платформы имеют высоту 500 мм и длину 3322 мм. Они выполнены из специального гнутого профиля толщиной 3 мм с широкими продольными гофрами для обеспечения необходимой жесткости. Высота 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.

Торцевые борта высотой 400 мм изготовлены из холодногнутого листа толщиной 4 мм с продольным гофром и запираются клиновыми запорами. Высота торцовых 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.

**Платформа модели 13-926** (рисунок 2.32) эксплуатируется на магистральных железных дорогах колеи 1520 мм и предназначена для перевозки колесных и гусеничных машин, штучных, лесных и длинномерных грузов в ящичной упаковке, контейнеров и других грузов, не требующих защиты от атмосферных осадков.

Рама платформы представляет сварную конструкцию с хребтовой балкой, оборудованной задними и передними упорами.

Платформа оборудована дерево-металлическим настилом пола, продольными и поперечными бортами.

Борта шарнирно крепятся к раме и удерживаются клиновидными запорами в поднятом (закрытом) положении. В опущенном положении продольные борта находятся ниже уровня пола.

Торцевые борта оборудованы торсионными, удерживающими их в приподнятом положении над опорными кронштейнами и обеспечивающими пережатку накатных грузов и колесной техники вдоль состава поезда.

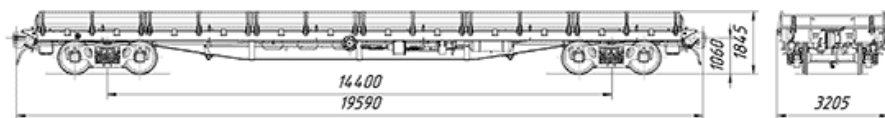


Рисунок 2.32 – Платформа модели 13-926

У платформы 13-926 при подкатке тележек модели 18-100 грузоподъемность не более 68 т. Поскольку универсальная платформа модели 13-4012 имеет меньшую площадь пола, чем платформа модели 13-926, то коэффициент использования грузоподъемности у нее 0,58, что значительно ниже 0,8 и зависит от характера перевозимого груза.

**Специализированные платформы.** В настоящее время значительно увеличилась доля грузов, перевозимых по железным дорогам России, стран СНГ и Балтии в крупнотоннажных контейнерах грузоподъемностью 10, 20, 30 и 40 т. Из-за низкого использования грузоподъемности платформ перевозка крупнотоннажных контейнеров на универсальных платформах неэффективна.

**Для перевозки крупнотоннажных контейнеров разработана специализированная четырехосная платформа модели 13-470** (рисунок 2.33). Платформа имеет грузоподъемность 60 т. На платформе можно перевозить шесть контейнеров типа 1Д грузоподъемностью 10 т, три контейнера типа 1С грузоподъемностью 20 т, или один контейнер типа 1А грузоподъемностью

30 т и один контейнер типа 1С. Платформа не имеет деревянного настила пола и бортов, но снабжена десятью упорами, которые поворачиваются поперек платформы на 180°, и четырьмя угловыми неподвижными упорами, которые удерживают контейнеры за нижние угловые фитинги от продольных и поперечных смещений. При погрузке контейнеров используются только те упоры, которые располагаются друг от друга на расстоянии, соответствующем длине перевозимого контейнера. Оставшиеся остальные поворотные упоры приводятся в нерабочее положение. Поворотные упоры расположены попарно на поворачивающихся панелях на расстоянии 280 мм друг от друга.

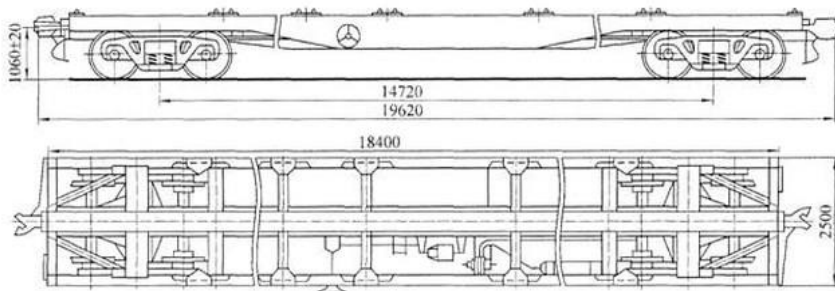


Рисунок 2.33 – Платформа для перевозки контейнеров модели 13-470

Хребтовая балка рамы выполнена переменной высоты по длине сечения. В консольной части рамы установлены два раскоса, которые передают часть нагрузки при ударе от концевой балки на продольные боковые балки при полном закрытии поглощающих аппаратов автосцепки.

С целью повышения эффективности эксплуатации платформ для перевозки контейнеров на базе платформы модели 13-470 создана платформа модели 13-9004, грузоподъемностью 65 т настилом пола и торцевыми бортами для перевозки колесно-гусеничной техники и других грузов. Настил пола в средней части на ширине 500 мм изготовлен из рифленых листов, а боковые части – из досок. Для поддержания настила пола предусмотрены дополнительные продольные балки. Торцевые борта и их клиновые запоры типовые.

*Двухъярусная платформа модели 13-1479 предназначена для перевозки автомобилей* (рисунок 2.34). Грузоподъемность платформы 20 т.

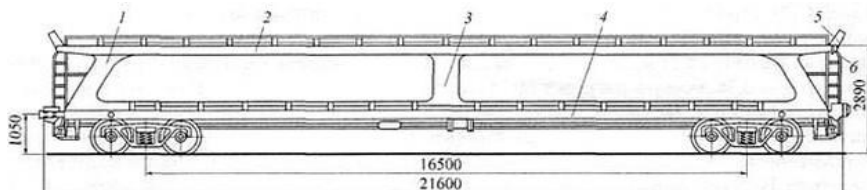


Рисунок 2.34 – Двухъярусная платформа модели 13-1479 для перевозки автомобилей

Платформа имеет нижнюю 4 и верхнюю 2 рамы. Пол металлический, на нем расположены направляющие устройства для погрузки и выгрузки автомобилей самоходом и надежного их крепления на платформе. Обе рамы соединены между собою четырьмя концевыми 1 и двумя средними 3 стойками. Для подъема обслуживающего персонала на верхнюю раму служат лестница 6 и переходные концевые площадки 5. На нижнюю раму, которая состоит из хребтовой балки, двух продольных боковых балок, двух концевых и шкворневых балок, промежуточных поперечных и продольных укороченных балок, настлан пол из гофрированных металлических листов толщиной 3 мм.

Для установки колесных упоров в полу имеются щелевые отверстия, служащие для закрепления автомобилей от перемещений при движении платформы. Верхняя рама состоит из средней, двух боковых продольных, двух концевых, двадцати промежуточных и трех усиленных балок. Настил пола выполнен из гофрированных листов толщиной 3 мм. Автомобили закрепляются на платформе при помощи 68 стационарных колесных упоров.

**Платформа модели 23-419 предназначена для перевозки леса в хлыстах** (рисунок 2.35). Платформа имеет грузоподъемность 59 т, массу тары 29,2 т, длину по раме 24 м. Она имеет мощную раму 2 с двенадцатью неподвижными металлическими стойками 1 и металлическим гофрированным полом. В стойки входят Г-образные кронштейны с механизмом поворота. Рама платформы состоит из хребтовой балки, двух боковых продольных балок, двух шкворневых сварных балок замкнутого коробчатого сечения, четырех основных и одиннадцати поперечных поддерживающих балок.

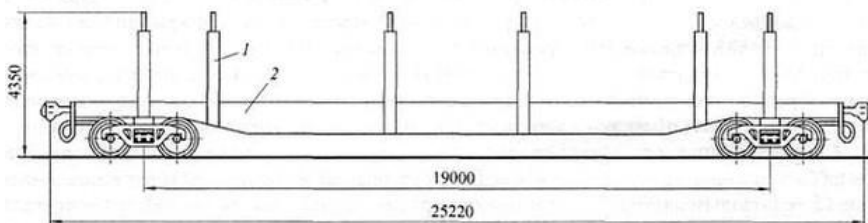


Рисунок 2.35 – Платформа модели 23-419 для перевозки леса в хлыстах

Между стойками 1 поперек платформы установлены гребенки высотой 100 мм для недопущения смещения хлыстов вдоль платформы. На стойках установлены верхние кронштейны с механизмом их поворота. Поворот и подъем кронштейнов осуществляются с поверхности земли одним рабочим. По требованию заказчика платформа может быть оборудована цепными стяжками вместо механизма поворота Г-образных кронштейнов.

Научно-производственная корпорация «Объединенная Вагонная Компания» (ОВК) разработала **лесовоз нового поколения модели 13-6895** (рисунок 2.36) с грузоподъемностью 72,5 т и погрузочной длиной 60 футов.

Вагон-платформа с длиной погрузочного пространства 18850 мм позволяет перевозить три штабеля лесоматериалов по шесть метров при этом оставаясь в короткобазном тарифе, что существенно уменьшает стоимость перевозки тонны груза. Боковые стойки постоянного сечения значительно уменьшают «паразитный» объем при перевозке пакетированного груза и предотвращают повреждение груза при погрузо-разгрузочных работах. Значительным конкурентным преимуществом вагона модели 13-6895 являются увеличенные сроки межремонтных пробегов, которые обеспечивают снижение стоимости жизненного цикла вагона почти в три раза.

Благодаря действующей системе тарификации перевозок на специализированных платформах и улучшенным техническим характеристикам вагона средняя стоимость перевозки одной тонны груза сокращается прямо пропорционально росту грузоподъемности. Эксплуатация таких вагонов позволяет собственнику сократить потребный парк и повысить его оборачиваемость, существенно снизить себестоимость перевозки и сократить расходы на обслуживание подвижного состава.



Рисунок 2.36 – Лесовоз нового поколения модели 13-6895

## 2.5 Вагоны-транспортёры

Вагоны-транспортёры предназначены для грузов, которые по габаритно-весовым характеристикам невозможно транспортировать в обычных универсальных вагонах, полувагонах и на платформах. К таким грузам относятся, например, турбины, статоры и роторы, тяжелая строительная техника, трансформаторы больших мощностей, станины больших станков и т. д. На железных дорогах РФ и стран СНГ эксплуатируются транспортёры грузоподъемностью от 55 до 500 т. Грузоподъемность транспортёра определяется числом колесных пар, габаритом и конструкцией балки транспортёра.

В России транспортеры преимущественно создавались для перевозки подводных лодок. Производители же самых больших транспортеров находились в Германии – заводы MAN и KRUPP. Передовые технологии, ранее использованные для создания орудий большой массы и транспортеров для перевозки их по железным дорогам позволили занять лидирующие позиции и создать транспортеры грузоподъемностью 500 и 300 т.

Технические характеристики некоторых вагонов-транспортеров представлены в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Технические характеристики вагонов-транспортеров

Род вагона	Платформенный транспортер модели 14-6055 типа 3935	Площадочный транспортёр модели 14-6071 типа 3928	Колодцевый транспортёр модели 14-6056 типа 394	Сочлененный транспортёр модель 14-T003 тип 3996
Грузоподъемность, т	120	220	120	400
Масса тары вагона, т	54	122	56	200
Габарит по ГОСТ 9238	02-ВМ	1-Т	1-Т	1-Т
База вагона, мм	16000	22800	16850	36750*
Длина по осям авто-сцепок, мм	24130	38230	25280	58520*
Высота от УГР до погрузочной площадки, мм:				
порожного	1347	1056	2000	–
груженого	1286	910	1950	–
Количество осей, шт.	8	16	8	28
Размеры погрузочной площадки (Д×Ш), мм	23000 × 2770	8900 × 2400	–	–
Размеры колодца, мм:				
длина поверху	–	–	10800	–
длина понизу	–	–	10200	–
ширина	–	–	2440	–
высота	–	–	747 (697)	–
Количество тележек				
2-х осных				2
4-х осных	2	4	2	6
Минимальный радиус проходимой кривой, м	100	80	80	80
* При длине груза 15,5 м				

По конструкции рамы различают следующие типы транспортеров: платформенные, площадочные, колодцеобразные, сцепные и сочленённые.

Платформенные транспортеры предназначены для перевозки тяжеловесных, длинномерных и крупногабаритных грузов, например, прессов, станков, шахтных барабанов и др. Транспортеры оборудованы металлическим полом с отверстиями для крепления груза. Рама транспортера платформенного типа представляет сварную конструкцию, к которой приварен металлический пол с рядом отверстий для крепления перевозимого груза. Главная балка рамы имеет прямую форму.

На рисунке 2.37 представлен платформенный транспортер модели 14-6055 типа 3935.

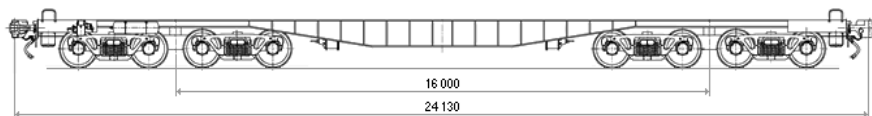


Рисунок 2.37 – Платформенный транспортер модели 14-6055 типа 3935

У **площадочных транспортеров** главная несущая балка имеет форму изогнутого бруса, в нижней части которого расположена погрузочная площадка. Главная балка оборудована пятниками (обычно сферическими), которые опираются на вспомогательные (соединительные) балки или непосредственно на ходовые части транспортера. Грузоподъемность площадочных транспортеров составляет от 55 до 220 т (в зависимости от числа осей, длины погрузочной площадки и её высоты от головки рельса).

На рисунке 2.38 схематично изображен вид боковой проекции площадочного транспортера модели 14-6071 типа 3929, который предназначен для перевозки крупногабаритных тяжеловесных металлоконструкций, трансформаторов и реакторов, котлов, турбин, горно-шахтного оборудования, деталей станков и прессов, габариты и вес которых не позволяют размещать их на универсальных платформах.

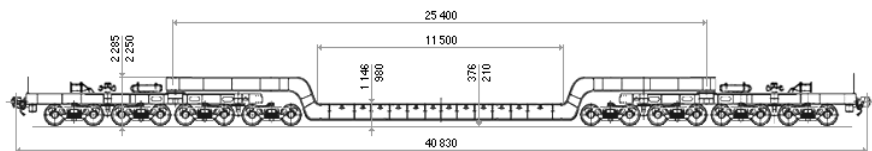


Рисунок 2.38 – Площадочный транспортер модели 14-6071 типа 3929

**Колодезные транспортеры** имеют главную несущую балку рамы, которая в средней межтележечной части образует нишу («колодец») между двумя боковыми элементами. В нижней части «колодца» расположены передвижные балки, на которые опирается груз. Грузоподъемность транспортеров колодечного типа составляет 60–120 т (рисунок 2.39).

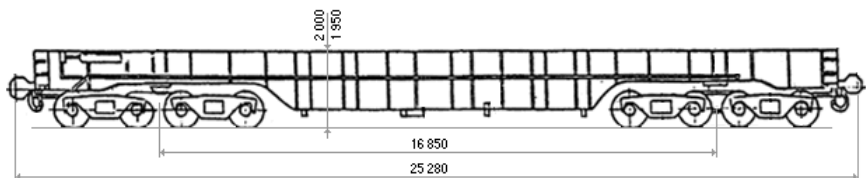


Рисунок 2.39 – Транспортер колодечного типа модели 14-6056 типа 3948



Транспортёр колодецевого типа модели 14-6056 типа 3948 предназначен для перевозки элементов реакторов, трансформаторов, габаритных и негабаритных карусельных станков, обечаек, колец, шестерен большого диаметра, деталей машин и механизмов и других грузов высотой до 5100 мм и шириной до 2440 мм. Колодец (пустота) несущей балки имеет длину 10,8 м сверху, 10,0 м внизу и ширину 2,42 м. Транспортёр колодецевого типа имеет четыре съёмные поперечные балки, которые можно переставлять в зависимости от размеров перевозимых грузов, при этом опирая на различные пары подушек.

**Ценные транспортёры** состоят из двух несущих платформ (секций) с турникетами, которые служат для опирания и закрепления длинных тяжёлых грузов. Имеются также промежуточные платформы, предназначенные для увеличения длины и для связи секций транспортёров. Секции транспортёров соединяются автосцепками без поглощающих аппаратов. Грузоподъёмность сцепных транспортёров: 12-осного – 120 т, 16-осного – 240 т и 32-осного – 480 т.

**Сочленённые транспортёры** для перевозки грузов в подвешенном состоянии состоят из двух секций, которые имеют главные несущие элементы в виде консолей, опирающихся через систему балок на ходовые части. Груз между двумя консолями располагают обычно на вспомогательных несущих балках (иногда без них). Сочленённые транспортёры оборудованы системой гидравлических подъёмников для погрузки-разгрузки и поддержания консолей при разведении секций транспортёра. Эксплуатируются 16-осные транспортёры (грузоподъёмность 220 т), 20-осные (300 т), 28-осные (400 и 500 т).

Транспортёр сочлененного типа модель 14-T003 типа 3996 (рисунок 2.40) предназначен для перевозки турбогенераторов, трансформаторов, энергоблоков и другого крупногабаритного оборудования массой до 400 т.



Рисунок 2.40 – Общий вид транспортёра сочлененного типа, модель 14-T003 тип 3996

## 2.6 Цистерны

Цистерны предназначены для перевозки жидких, газообразных, затвердевающих и порошкообразных грузов. Они различаются: по роду перевозимых грузов, конструкции рамы, осности и калибровочному типу.

Котлы цистерн в большинстве случаев имеет цилиндрическую форму с двумя овалоидными днищами. Цистерны подразделяются на две группы:

- общего назначения – для перевозки широкой номенклатуры нефтепродуктов;
- специальные – для перевозки отдельных видов грузов.

Цистерны общего назначения подразделяются на цистерны для перевозки:

- светлых (бензин, легроин) нефтепродуктов;
- темных (нефть, минеральные масла).

Специальные цистерны предназначены для перевозки:

- вязких грузов;
- пищевых продуктов (молоко, спирт, виноматериалы, патока);
- кислот (соляная, азотная, серная и др.);
- сжиженных газов (пропан, бутан, аммиак и др.);
- затвердевающих грузов (пек, капролактан и др.).

Специальные цистерны для удобства эксплуатации, ремонта и постройки имеют унифицированные с цистернами общего назначения рамы, узлы крепления котла, ходовые части и др.

На железных дорогах СНГ массу жидкого груза, который перевозится в цистерне, определяют не взвешиванием, как в других типах вагонов, а замерно-калибровочным способом. Для этого измеряют высоту наполнения котла, затем с учетом плотности груза посредством специальных таблиц калибровки, в которых приведена ёмкость котла в зависимости от уровня его налива, подсчитывают массу груза. Цистерны различаются калибровочным типом, обозначенным металлическими цифрами, которые приварены к котлу на обеих сторонах его цилиндрической части. Отсутствие операций взвешивания ускоряет оборот цистерн и снижает себестоимость перевозок.

По конструкции рамы цистерны делятся на рамные (основные нагрузки воспринимаются рамой) и безрамные (продольные нагрузки воспринимаются котлом).

Кроме того, цистерны подобно другим типам вагонов различаются по осности, грузоподъёмности, объёму котла, устройству, материалу и другим признакам.

Все универсальные цистерны оборудованы нижними сливными приборами, обеспечивающими надежную герметичность затворов. В настоящее время на все вновь строящиеся цистерны для перевозки нефтепродуктов устанавливаются сливные приборы с тройным запирающим [24].

Технические характеристики универсальных цистерн приведены в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Технические характеристики универсальных цистерн

Показатель	Четырехосная				Восьмиосная	
	для нефтепродуктов моделей					
	светлых			вязких	светлых	
	15-1443	15-195	новая	15-565	15-1500	
Грузоподъемность, т	60	72	72	72	125	
Масса тары вагона, т	23,24	27,5	28	27,3	51	
Полный объем котла, м <sup>3</sup>	73,1	84,16	95,4	74,9	161,6	
База вагона, м	7,8	7,8	7,8	7,8	13,92	
Длина, м:	по осям сцепления автосцепок	12,02	12,02	12,02	12,02	21,25
	по концевым балкам рамы	10,8	10,8	10,8	10,8	20,120
Ширина максимальная кузова, мм	3,08	3,21	–	3,21	3,21	
Наружная длина котла, мм	10,77	10,77	10,77	10,77	20,65	
Внутренний диаметр котла, мм	3,0	3,2	переменный	3,2	3,2	
Высота от уровня головок рельсов, м:	4,615	4,710	4,710	4,573	5,2	
Нагрузка от колесной пары на рельс	218	245	245	245	230	
Скорость конструкционная, км/ч	120	120	120	120	120	
Габарит	02-ВМ	1-Т	1-Т	1-Т	1-ВМ (0-Т)	

На рисунке 2.41 представлена цистерна модели 15-1443 для светлых нефтепродуктов.

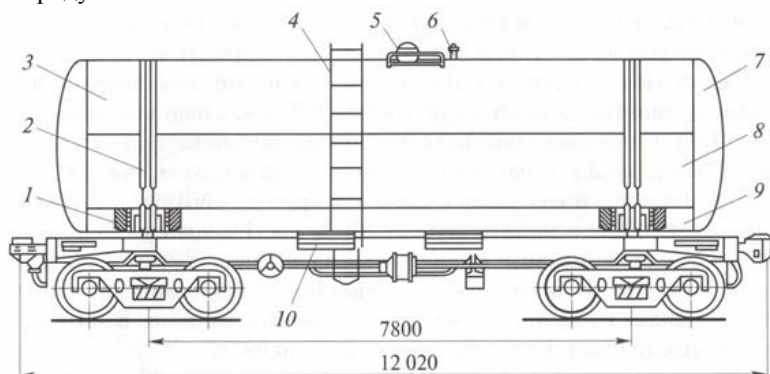


Рисунок 2.41 – Цистерна для светлых нефтепродуктов

Котел 3 включает цилиндрическую обечайку, сваренную из пяти продольных листов: нижнего 9, двух боковых 8, двух верхних 3 и двух днищ 7. К крайним опорам котел притянут стяжными хомутами 2, которые предотвращают вертикальные и поперечные перемещения котла относительно рамы.

Котел имеет верхний налив и нижний слив, оборудован универсальным сливным прибором. Для налива нефтепродуктов, осмотра внутренних частей котла и его очистки предназначен люк 5 диаметром 570 мм, герметически закрываемый крышкой. В люке размещены привод основного затвора сливного прибора и две сегментные планки, предназначенные для контроля за предельными уровнями налива груза. Рядом с люком размещен патрубок 6 для установки предохранительно-впускного клапана, который предназначен для регулирования давления в котле цистерны.

Обеспечение полного слива груза достигается наличием на нижнем броне листе котла уклона к сливному прибору. Для подъема на цистерну с обеих сторон вблизи от люка закреплены металлические лестницы 4, а наверху расположена площадка для безопасного обслуживания котла при осмотре и промывке. Внутри котла также имеется лестница, опирающаяся на нижний лист. Котел жестко закреплен на раме посередине 10 и не жестко в концевых 1 ее частях.

На рисунке 2.42 показано крепление котла на раме в средних и концевых ее частях. Для компенсации изменения линейных размеров котла при изменении температуры внешнего воздуха только средняя часть котла жестко связана с рамой фасонными лапами, приваренными к нижнему листу. Концевые части котла свободно лежат на деревянных брусках.

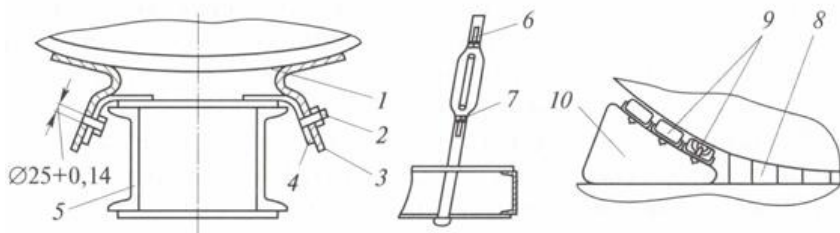


Рисунок 2.42 – Крепление котла на раме в средних и концевых ее частях:

1 – фасонные лапы; 2 – нижний лист; 3 – болт; 4 – лапы; 5 – хребтовая балка;  
6 – стяжной хомут; 7 – винтовая муфта; 8, 9 – деревянные бруски; 10 – диафрагма

Универсальный сливной прибор расположен посередине нижнего листа котла, служит для слива груза, а при необходимости налива снизу при помощи насоса.

Вагонами, котлы которых воспринимают все виды нагрузок, являются цистерны безрамной конструкции [14].

На рисунке 2.43 представлена **8-осная цистерна модели 15-1500**, у которой все нагрузки передаются непосредственно через котел цистерны.

Котел цистерны состоит из сваренных посередине двух цилиндрических обечайек 2. Котел снабжен двумя люками 3 диаметром 570 мм, которые герметически закрываются крышками и оборудованы двумя сегментными планками на разных высотах для контроля предельных уровней заполнения котла. Каждый люк оборудован приводом затвора сливного прибора.

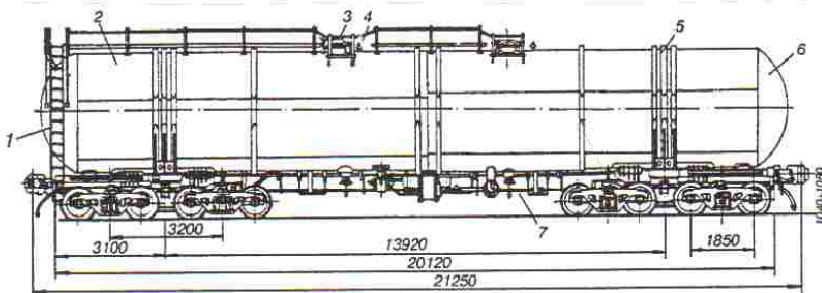


Рисунок 2.43 – Восьмиосная цистерна для нефтепродуктов

Для повышения жесткости и прочности котел подкреплен десятью омегаобразными кольцевыми шпангоутами 5, которые приваривают снаружи цилиндрической части котла в середине и над опорами. Для обеспечения полного слива груза предусмотрены уклоны к сливным приборам. 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 (рисунок 2.44) размещены опоры. Каждая из опор состоит из укороченной хребтовой 2 и шкворневой 3 балки, которые соединены также укороченными концевыми и боковыми балками. Опоры приварены снизу к броневому листу и служат для передачи основных нагрузок на котел и соединительные балки четырехосных тележек. Котел цистерны приварен к опорному листу 6. Кроме того, котел приварен к хребтовым балкам при помощи специальных лап 1 и 5.

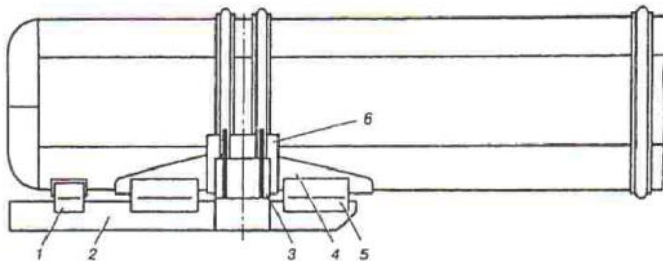


Рисунок 2.44 – Опора котла восьмиосной нефтебензиновой цистерны

**Цистерны нового поколения** имеют безрамную конструкцию. Преимуществами безрамной цистерны являются:

- существенное понижение центра тяжести вагона;
- наиболее полное использование пространства между тележками за счет переменного диаметра котла (большого в среднем сечении), что позволит сохранить длину вагона по осям сцепления и сохранить существующие модули по наливу и сливу цистерн.

На рисунке 2.45 приведена *цистерна для светлых нефтепродуктов модели 15-195 безрамной конструкции с укороченной хребтовой балкой.*



Рисунок 2.45 – Цистерна безрамной конструкции для светлых нефтепродуктов модели 15-195

Важнейшим отличием вагонов-цистерн нового поколения является их большая статическая нагрузка при перевозке нефтепродуктов, экологическая и пожарная безопасность. Предусматривается разработка систем герметичной погрузки-выгрузки, защиты котлов цистерн от пробоя и повышение их огнестойкости в зоне пожара. Для предупреждения пробоя котла цистерны снабжаются защитными щитами.

На рисунке 2.46 изображена цистерна для вязких нефтепродуктов модели 15-566.



Рисунок 2.46 – Цистерна модели 15-566 для вязких нефтепродуктов.

Цистерна для перевозки бензина с переменным сечением котла разработана ОАО «Рухиммаш» совместно с НВЦ «Вагоны» (рисунок 2.47).

Объем кузова – 95,4 м<sup>3</sup> при длине вагона 12020 мм. Материал кузова низколегирующая сталь. Применено потележечное торможение. Котел цистерны выполнен с ломаной осью и стыком посередине.



Рисунок 2.47 – Цистерна нового поколения для светлых нефтепродуктов

**Специальные цистерны.** В специализированных цистернах перевозят различные кислоты, сжиженные газы под давлением и пищевые продукты, а также перевозят пылевидные и затвердевающие грузы. Цистерны для перевозки кислот отличаются от универсальных цистерн меньшим диаметром котла (2,0–2,6 м) и объемом котла из-за большей удельной массы кислот. Котлы кислотных цистерн изготавливаются из стойких к агрессивным свойствам грузов металлов. К ним относятся нержавеющие стали, алюминиевые сплавы, углеродистые стали, облицованные с внутренней стороны котла резиной или специальными синтетическими материалами. Цистерны для перевозки кислот имеют также специальные устройства для верхнего налива и слива, а иногда и для защиты рамы и других частей вагона от возможного разбрызгивания кислот. Перевозка кислот связана с повышенной опасностью – возможны ожоги обслуживающего персонала, взрывы. Окраска котлов таких цистерн резко отличается от окраски других типов вагонов. С обеих сторон цилиндрической части вдоль котла кислотной цистерны нанесены желтые полосы шириной 0,5 м, а на днищах квадраты размером 1×1 м, на которых указано назначение цистерны и опасность перевозимой кислоты.

Технические характеристики специализированных цистерн для кислот, сжиженных газов и пищевых продуктов приведены в таблице 2.9.

Таблица 2.9 – Технические характеристики специализированных цистерн для кислот, сжиженных газов и пищевых продуктов

Показатель	Для кислот	Для сжиженных газов	Для пищевых продуктов
	азотной крепкой, 15-1596	хлора, 15-1556	молока, 15-886
Грузоподъемность, т	57,3	57,5	31,2
Масса тары вагона, т	22,9	29,4	23,3
Полный объем котла, м <sup>3</sup>	39,50	46,00	30,24
База вагона, м	7,8	7,8	7,8
Длина, м:			
по осям сцепления автосцепок	12,02	12,02	12,02
по концевым балкам рамы	10,8	10,8	10,8
Наружная длина котла, мм	10680	10610	10556
Внутренний диаметр котла, мм	2210	2400	2012
Нагрузка от колесной пары на рельс, кН	216	216	216
Скорость конструкционная, км/ч	120	120	120
Габарит	02-ВМ	02-ВМ	02-ВМ

Для перевозки крепкой азотной кислоты применяется четырехосная цистерна (рисунок 2.48), у которой котел выполнен из алюминиевого сплава. Котел современной цистерны сварен из продольных листов нижних, средних, верхних и двух днищ.

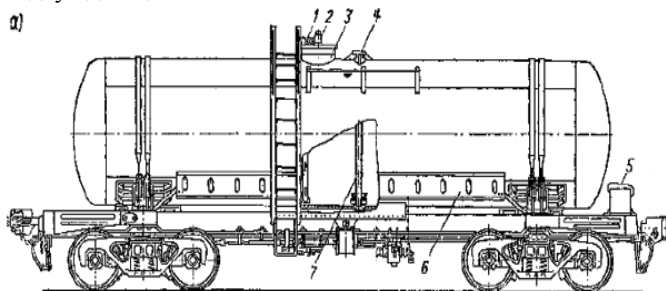


Рисунок 2.48 – Цистерна для перевозки крепкой азотной кислоты

В верхней части котла расположен люк 3 диаметром 565 мм с крышей и штуцер 4 диаметром 116 мм, к которому крепится сливноналивная труба 7. На крышке люка имеются лючок 1 для отбора проб груза и предохранительно-впускной клапан 2, отрегулированный на давление 0,2 Н/м<sup>2</sup>. На котле у клапана расположена площадка из рифленого стального листа, огражденная поручнями, и наружные лестницы, находящиеся с обеих сторон котла.

Для предохранения рамы, ходовых частей и деталей тормоза от случайно пролитой кислоты имеются прикрепленные к котлу с обеих сторон щиты 6, изготовленные из листового алюминиевого сплава. При необходимости



нейтрализации кислоты используют известь, которая находится в ящике 5 на концевой балке рамы.

Эксплуатация цистерн для перевозки сжиженного газа под большим давлением регламентируется специальными правилами Ростехнадзора. Для защиты котла от нагрева солнечными лучами применяются теньевые защитные кожухи, которые расположены над верхней частью котла и окрашены в светлый цвет.

На котлы таких цистерн наносят трафареты об опасности груза, о величине рабочего и испытательного давления, о станции приписки. С целью обеспечения прочности котла толщина его стенок увеличена.

**Цистерна для перевозки хлора** (рисунок 2.49), сжатого до давления  $1,5 \text{ МН/м}^2$ , состоит из котла 1, сваренного из поперечных обечаяек и днищ из листовой стали толщиной соответственно 22 и 24 мм. В нижней части котла расположен покрытый изоляцией и кожухом 5 змеевиковый пароподогреватель, состоящий из труб диаметром 60 мм для подогрева груза в случае его выгрузки.

Сверху котел покрыт кожухом 2, который предохраняет груз от перегрева солнечными лучами.

На крышке люка под кожухом 3 установлены сливо-наливные устройства и манометр. Предохранительный клапан 4 защищен кожухом.

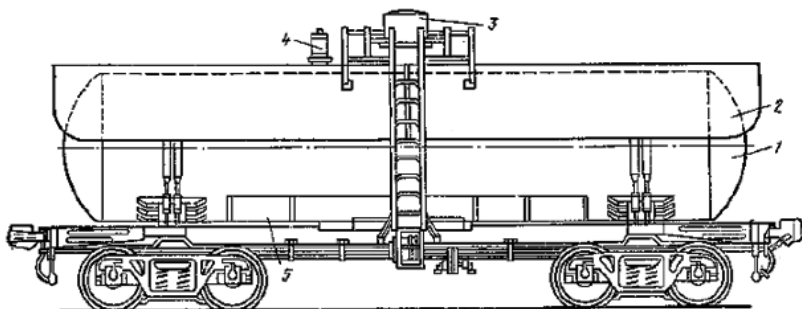


Рисунок 2.49 – Цистерна для перевозки хлора

Большое давление сжиженного газа внутри котла (2,5–3,0 Мпа) обуславливает значительную толщину стенок котла (24–30 мм). Налив и слив сжиженного газа в газовых цистернах производится через вертикально расположенные трубы, укрепленные внизу в поддоне. Сливо-наливная арматура расположена наверху котла и защищена специальными дугами безопасности для предотвращения повреждений при крушениях цистерн.

Имеются и другие типы цистерн для перевозки различных газов. Котлы цистерн для перевозки газов снабжены яркими отличительными полосами шириной 0,3 м на цилиндрической части и кругами на днищах. Полосы желтого цвета имеют цистерны для перевозки аммиака, красного – для пропана, а защитного цвета – цистерны для хлора.

На рисунке 2.50 показана *цистерна-термос для перевозки молока*. Котел цистерны изготавливают из алюминиевых сплавов и из нержавеющей стали. Снаружи он покрывается теплоизоляцией – мипорой, которая обернута в перфолы и закрыта стальным кожухом. В результате молоко не перегревается летом и не скисает, а зимой не замерзает. Кожух покрыт краской цвета слоновой кости, а его нижняя часть – темно-синей краской.

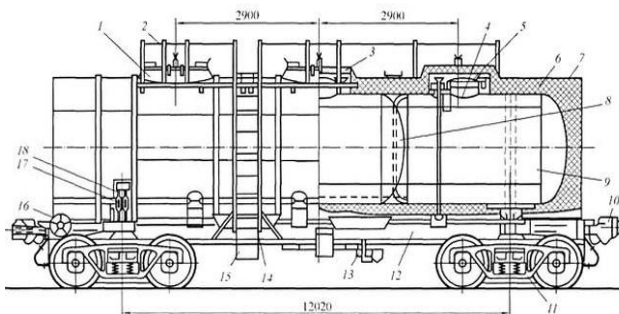


Рисунок 2.50 – Цистерна-термос для перевозки молока

Цистерна-термос для перевозки молока имеет котел 1 из алюминиевых сплавов, разделенный на три секции 8, 9 объемом по  $10,08 \text{ м}^3$  с люками 4, которые имеют сверху теплоизоляцию 3, и откидные крышки 5. В каждой секции вверху расположен герметически закрываемый люк с устройством для налива молока. Такая конструкция позволяет заполнять цистерну молоком на нескольких станциях и разгружать по мере необходимости по секциям. Наливают молоко через патрубки, опущенные в котел, а выливать его можно на обе стороны от цистерны через сливные приборы, имеющие двойной запор.

Котел опирается на раму 12 через опоры 17, 18. Теплоизоляция 6 защищена стальным кожухом 7. На котле снаружи укреплены лестница 15, имеющая поручни 14 и ограждения 2 для обеспечения безопасной работы обслуживающего персонала [12].

## 2.7 Рефрижераторные вагоны

Изотермические вагоны служат для перевозки скоропортящихся грузов (мясо, рыба, масло, фрукты, овощи и т. п.). По назначению эти вагоны разделяются на универсальные и специализированные. Универсальные предназначены для перевозки всех видов скоропортящихся грузов, а специализированные – для перевозки отдельных грузов, например, молока, живой рыбы, вина.

По способу охлаждения и способу отопления вагоны делятся на вагоны с машинным охлаждением и электрическим отоплением (рефрижераторные) и охлаждаемые водным льдом или льдосоляной смесью и отапливаемые печами-временками (вагоны-ледники).

В зависимости от способа охлаждения рефрижераторный подвижной состав бывает с рассольной и индивидуальной системами охлаждения. Поезда и секции с центральным охлаждением имеют аммиачные холодильные установки в машинном отделении вагона, из которого холод передается в вагоны с грузом с помощью раствора хлористого кальция. Такую систему охлаждения имеют 21- и 23-вагонные рефрижераторные поезда и 12-вагонные секции.

Технические характеристики рефрижераторных вагонов приведены в таблице 2.10.

Таблица 2.10 – Технические характеристики рефрижераторных вагонов

Показатель	Секции			АРВ	
	5	4	4	1	1
Число вагонов для груза	5	4	4	1	1
Длина по осям сцепления автосцепок, м:					
вагона для груза	18,076	22,08	22,076	20,08	22,08
общая	91	106,38	106,38	–	–
Длина кузова, м:					
вагона для груза	17	21	21	19	21
специального вагона	17	17	17	–	–
Высота вагона для груза от головок рельсов, м	3,0	3,1	3,1	3,1	3,1
База вагона для груза, м	12	16	16	14	16
Погрузочный объем, м <sup>3</sup> :					
одного вагона	73,7	100,0	101,8	88,0	100,0
общий	318	400	447,2	–	–
Грузоподъемность, т:					
одного вагона	41; 29; 26	41	46	40	36
общая	178	164	184	–	–
Тара в экипированном состоянии, т:					
вагона для груза	39; 50; 52	43	39	44	48
общая	219	242	209	–	–
Площадь пола помещения вагона для груза, м <sup>2</sup>	33,5...22	45	46,4	40,3	45
Дверной проем м:					
ширина	1,43	2,2	2,1	2,2	2,2
высота	2,0	2,0	2,2	2,0	2,0
Расчетная температура °С:					
в грузовых помещениях	–12...+14	–20...+14	–20...+14	–18...+14	–2...+14
наружная	+30...–45	+40...–45	+40...–15	+40...–5	+40...–45
Тип дизелей:					
главный	4НВД-21	4НВД-21	К-461	4НВД-12,5	4НВД-12,5
вспомогательный	–	4НВД-12,5	–	–	–
Мощность дизелей (общая), кВт	132,4	196,7	169,2	40,4	40,4
Тип компрессора	К-902	У2Н-5675-1052	ФУУБСС	У	У2Н-5675-1052

При индивидуальном охлаждении в каждом вагоне имеется автономная холодильная установка в качестве хладагента с хладоном-12, от которого холод перемещается воздухом в грузовые помещения. Такую систему охлаждения имеют 5-вагонные секции и автономные рефрижераторные вагоны.

5-вагонная рефрижераторная секция с машинным охлаждением и электрическим отоплением типа ZB-5 постройки завода Дессау (Германия) и модели 16-380 Брянского машиностроительного завода (БМЗ) состоит из четырех изотермических вагонов для перевозимого груза и одного вагона дизель-электростанции. Вагон для грузов типа РС-4 используется для перевозки скоропортящихся грузов, а также для охлаждения предварительно не охлажденных фруктов и овощей. Максимальная скорость движения вагона составляет 140 км/ч. Вагон оборудован компрессорными и холодильными установками, устройствами электроотопления, принудительной вентиляцией, системой циркуляции воздуха, устройством для удаления конденсата и промывочных стоков воды, а также приборами контроля температуры воздуха и груза. В кузове вагона (рисунок 2.51) расположены грузовое 1 и машинное отделения 4.

Грузовое отделение имеет мощную теплоизоляцию из пенополиуретана, внутреннюю обшивку и напольные решетки, машинное – только внутреннюю обшивку без термоизоляции и приборы, которые обеспечивают необходимый температурный режим в грузовом отделении. В машинном отделении имеются две компрессорные установки 3 с хладоном-12 и воздухоохладитель 2 производительностью 42 кВт.

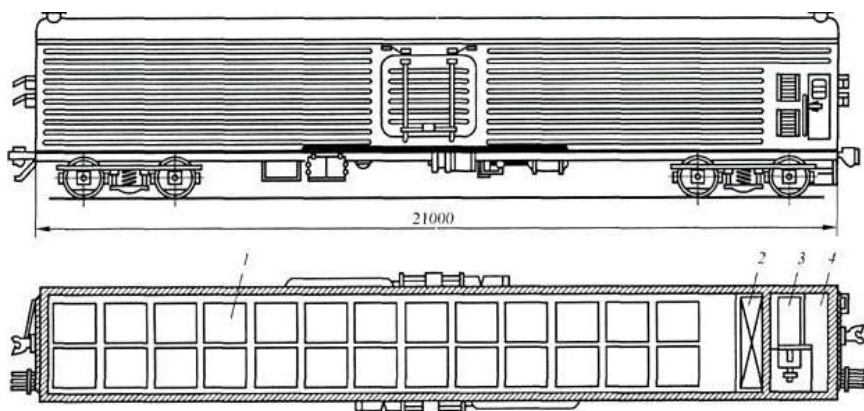


Рисунок 2.51 – Грузовой вагон 5-вагонной рефрижераторной секции

Вагон дизель-электростанция в 5-вагонной рефрижераторной секции служит для выработки электроэнергии, имеет дизельное, аппаратное, котельное отделения, служебное отделение, кухню-салон, туалет и аккумуляторное отделение.

В дизельном отделении установлены два дизель-генератора типа ДГМА-75 мощностью по 75 кВт каждый, трехфазные генераторы напряжением 400 В, системы охлаждения дизелей, насосы, преобразователи. У вагона имеется подвагонный генератор с приводом от колесной пары. В служебном отделении

расположены силовые электрощиты с распределительными устройствами, и приборами автоматики и контроля температуры в вагонах для грузов. Передача электроэнергии к силовым установкам и всем приборам вагонов секции для перевозки грузов осуществляется по подвагонным электромагистралям и междувагонным соединениям (кондуитам) со штепсельными разъемами.

В салоне-кухне находятся нагревательная плита, холодильник, раковина-мойка, радиоприемник и телевизор, стол, стулья. В котельной установлен котел водяного отопления, работающий на жидком топливе (солярка). В помещении для отдыха имеются четыре мягких спальных места, шкаф для одежды, стол, стулья.

Вагон спроектирован по габариту 1-Т и имеет массу тары 64,5 т, длину кузова 17 м, толщину теплоизоляции пола 133 мм, стен и крыши – 110 мм.

Автономный рефрижераторный вагон (рисунок 2.52) предназначен для перевозки скоропортящихся грузов при температуре внутри грузового помещения вагона от +14 до –18 °С при температуре наружного воздуха от –45 до +40 °С.

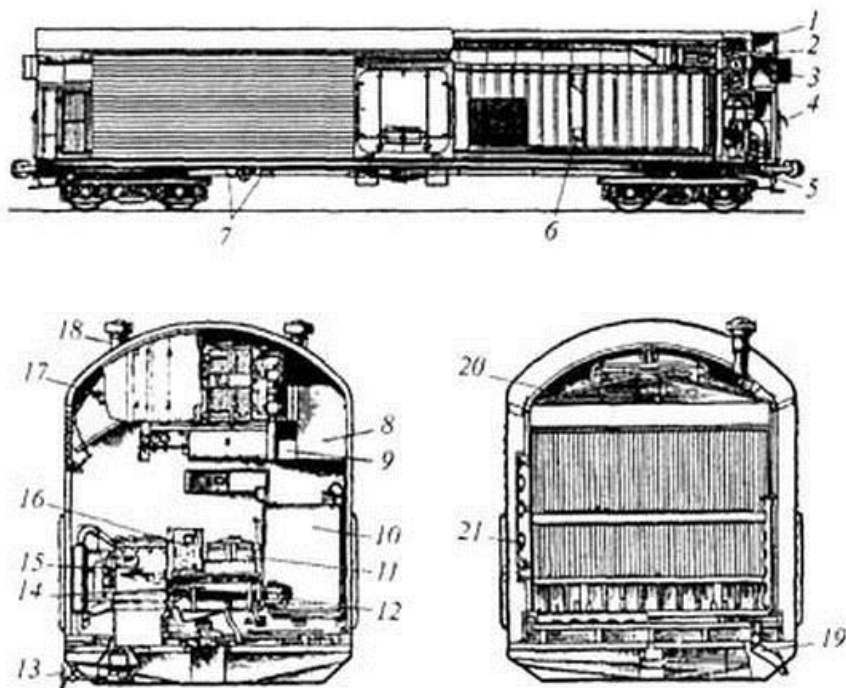


Рисунок 2.52 – Автономный рефрижераторный вагон

Данный тип вагона можно ставить в пассажирские поезда, поэтому он имеет сквозную магистраль и розетки 5 для подключения к электропневматическому тормозу, а также стояночный тормоз 13. В двух машинных отделениях вагона

имеются дизель-генератор 15 и холодильная установка 1, работающая на хладоне. В кузове вагона расположены: нагревательная установка 14 для подогрева зимой, аккумуляторные батареи 11, топливный бак 10 емкостью 730 л, полупроводниковый зарядный выпрямитель 9, распределительный щит 16, вытяжной вентилятор 3 для охлаждения летом, в зимний период подогревается установкой 14 воздухопровод 12, температурный блок, состоящий из термостатов 21 с температурным датчиком 6, переключатель которого для выбора температурных режимов находится на главном распределительном щите 8. Температура в грузовом помещении вагона контролируется переносной термостанцией, которая питается от щита 7 на продольной балке рамы вагона. Холодильно-отопительные установки могут получать питание от постороннего источника тока. Поэтому на торцевых стенах расположено по одной розетке 4.

При необходимости подвода свежего воздуха открывается заслонка в воздушном канале 2.

Охлажденный или подогретый воздух нагнетается в грузовое помещение вентиляторами, которые размещаются в холодильных агрегатах, и подается в пространство над промежуточным потолком 20, затем распределяется по грузовому помещению. Для отвода воздуха из вагона предназначены два потолочных дефлектора 18 с заслонками, открывающимися или закрывающимися с помощью рычагов 17 из машинных отделений. Промывочные воды и конденсат отводятся через четыре сливных прибора 19 [12].

Вагон-термос (рисунок 2.53) предназначен для перевозки термически подготовленных грузов, не выделяющих биологического тепла, при температуре наружного воздуха от  $-50$  до  $+50$  °С.

Цельнометаллический кузов имеет наружную обшивку из низколегированной стали и внутреннюю обшивку из алюминиевого сплава, конструкцию типа «Сэндвич». 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. В торцах грузового помещения установлены защитные стенки из оцинкованного листа, которые служат для предотвращения повреждений основной торцевой стены при сдвиге перевозимого груза.

Пол состоит из двух слоев стеклопластика, между которыми расположены бумажные вертикальные сегменты (соты) с вспененным полиуретаном. Сверху пол покрыт многослойной фанерой толщиной 18 мм с наружным слоем биологически нейтральной резины. В грузовом помещении имеются оцинкованные стальные напольные решетки, а в полу по диагонали два устройства, предназначенные для удаления промывочной воды. Дверные проемы шириной 2,7 м и высотой 2,3 м закрываются дверями прислонного типа.

Все холодильное и электрическое оборудование вагона работает автоматически, поэтому не требует обслуживающего персонала для сопровождения вагона-термоса.

Техническое обслуживание вагонов-термосов и наблюдение за исправностью работы их оборудования производится на специальных пунктах крупных железнодорожных станций.

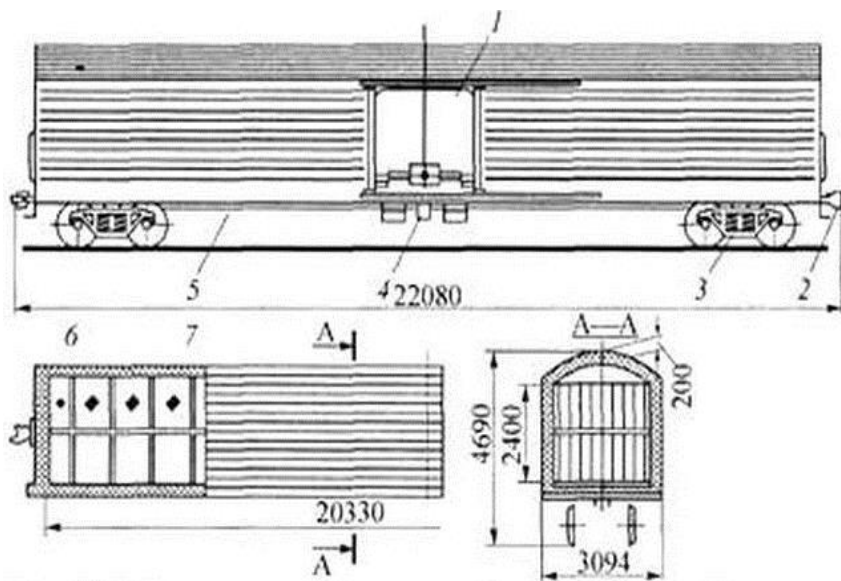


Рисунок 2.53 – Вагон-термос:

- 1 – дверь; 2 – автосцепка; 3 – тележка, 4 – пневматический тормоз;  
5 – стояночный тормоз; 6 – защитная стенка; 7 – напольные решетки

Не имеющий аналогов в России изотермический вагон-термос модели 16-6962 выпущен Армавирским машиностроительным заводом (входит в ГК «РэйлТрансХолдинг»). Он по многим техническим параметрам превосходит существующие аналоги.

Наряду с высокими показателями эксплуатационной надежности модель 16-6962 имеет повышенную грузоподъемность вагона – 62,7 т, увеличен срок службы (32 года) и межремонтные нормативы. Тара вагона составляет 37,3 т, длина вагона – 22,16 м, объем – 136 м<sup>3</sup>, габарит – 1-ВМ. Значительно снижен коэффициент теплопередачи кузова, который обеспечивается применением современных теплоизоляционных материалов при увеличенных толщинах изолирующего слоя. Применяемый в конструкции жесткий пенополиуретан позволяет в течение всего срока службы вагона сохранять его высокие теплоизоляционные свойства, что является определяющим фактором при эксплуатации вагона-термоса.

## 2.8 Знаки и надписи на грузовых вагонах. Нумерация вагонов

На каждую единицу грузового подвижного состава наносятся отличительные знаки и надписи:

- знак дороги (Белорусской дороги БЧ) БЧ, место и дата постройки, место и дата производства установленных видов ремонта, масса тары, грузоподъемность и номер вагона;

- на крытые, полувагоны и некоторые другие типы вагонов наносится объем кузова;

- на наружной поверхности хребтовой балки устанавливается табличка с указанием предприятия изготовителя;

- марка стали кузова вагона;

- знак «К» – композиционные колодки;

- на хребтовой балке надпись «Авторежим»;

- на некоторых типах вагонов указывается род перевозимого груза (Цемент, Зерно, Молоко, Бензин и т. д.)

- на вагоны, предназначенные для перевозки опасных грузов, наносят трафареты степени опасности, например, «Огнеопасно», «Ядовито» и др.;

- на боковые стены наносится знак транзитности и габаритности («МС»);

- на котлы цистерн накладными цифрами наносится калиброванный тип, по которому, измерив уровень перевозимого груза, можно определить его объем и массу, используя специальные таблицы.

Номер вагона наносится на боковой стене и на хребтовой балке рамы вагона, имеет восьмизначную нумерацию.

В номере вагона отражены важные его характеристики, такие как длина, масса тары, грузоподъемность. Всего выделено более 180 типов грузовых вагонов, в том числе более 60 типов транспортеров. В каждом роде подвижного состава типы вагонов сгруппированы по объединяющим их признакам

**Первый знак** характеризует род подвижного состава.

2 – крытые грузовые вагоны; 4 – платформы; 5 – собственные вагоны; 6 – полувагоны; 7 – цистерны; 8 – изотермические вагоны; 3 и 9 – прочие вагоны (специализированные и др.)

**Второй знак** характеризует осьность и основные характеристики вагона.

Цифры 0–8 обозначают четырехосные, цифра 9 – восьмиосные вагоны. Все шестиосные вагоны и транспортеры отнесены к прочим вагонам, номера которых начинаются с цифры 3 (у шестиосных вторая цифра номера – 6, у транспортеров – 9). Кроме осьности вторая цифра определяет: для крытых вагонов – объем кузова; для платформ – длину рамы; для 4-осных полувагонов – наличие люков в полу и торцовых дверей; для цистерн – специализации.

**Третий знак** для отдельных родов вагонов используется для обозначения дополнительных технических характеристик.

**Пятый и шестой знаки** технической характеристики не несут.

**Седьмой знак** характеризует сведения о ручном тормозе и наличии переходной площадки.

**Восьмая цифра контрольная** [25].



## 2.9 Направления развития вагонов нового поколения

Существуют различные тенденции обновления и поддержания численности необходимого вагонного парка:

- модернизация вагонов с продлением срока службы;
- обновление выпускаемых вагонов в несколько этапов, в ходе которых осваивается выпуск так называемых переходных моделей, отличающихся от предшествующей модели конструкций отдельных узлов и агрегатов;
- освоение выпуска новых инновационных вагонов.

Грузовые вагоны нового поколения должны отвечать следующим основным критериям:

- высокая эффективность в эксплуатации;
- меньшая стоимость жизненного цикла;
- пониженное динамическое воздействие на железнодорожный путь и, как следствие, меньшее шумовое воздействие на окружающую среду;
- межремонтный пробег от постройки до первого деповского ремонта – до 1,2 млн км;
- конструкционная скорость скоростных платформ для контейнерных перевозок – до 160 км/ч.

К важным направлениям инновационного вагоностроения относятся применение новых материалов повышенной износостойкости, в том числе полимерных композиционных материалов, что позволит повысить безопасность движения и уменьшить объемы технического обслуживания.

Конструкция инновационных грузовых вагонов должна обеспечивать:

- увеличение грузоподъемности и снижение коэффициента тары до 25 %;
- создание специализированных вагонов с нагрузками на ось 27–30тс и до 8,5–9,5 т/м;
- повышение приспособленности вагонов к комплексной механизации погрузочно-разгрузочных работ.

## **3 ПАССАЖИРСКИЕ ВАГОНЫ**

### **3.1 Основные части и планировка вагонов**

**Пассажирские вагоны** предназначены для перевозки пассажиров, багажа, грузобагажа, ставятся в поезда вагоны-рестораны, вагоны-клубы, вагоны-лаборатории, путеизмерительные вагоны, путеизмерители и т. д.

Современные пассажирские вагоны имеют удобную планировку, которая предусматривает рациональное размещение и оснащение помещений для пассажиров и поездной бригады.

К внутреннему оборудованию пассажирского вагона относятся устройства, составляющие интерьер вагона: места для сидения пассажиров, размещения багажа, окна, двери, перегородки между помещениями, облицовка стен, пола, потолка.

Каждый пассажирский вагон имеет систему электроснабжения, которая обеспечивает питание электроэнергией всех ее потребителей, устройств отопления и освещения.

К климатическим устройствам пассажирского вагона относятся установки отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха.

Система отопления предусматривает поддержание установленного температурного режима внутри вагона вне зависимости от температуры окружающей среды. Кроме того, система отопления обеспечивает подогрев воды в системе горячего водоснабжения, а также подогревает воздух, подаваемый в вентиляционную установку.

Вентиляционная система предназначена для обеспечения необходимого воздухообмена и подачи воздуха в вагон, а также для препятствия проникновения пыли и неочищенного воздуха в салон вагона.

Система кондиционирования воздуха предусматривает подучу и обработку свежего воздуха, его обеззараживания с целью предотвращения распространения болезнетворных бактерий и обеспечения комфортных условий для пассажиров и обслуживающего персонала.

На рисунке 3.1 представлены категории вагонов Белорусской железной дороги для перевозки пассажиров.



Рисунок 3.1 – Категории вагонов Белорусской железной дороги для перевозки пассажиров

Вагоны различаются назначением, планировкой, конструкцией кузова и рамы.

Кузова цельнометаллических пассажирских вагонов по своему устройству разделяются на два основных типа:

- с рамами со сквозной хребтовой балкой;
- с рамами без сквозной хребтовой балки.

Все пассажирские вагоны различных типов имеют общие основные элементы: кузов с рамой, ходовые части, ударно-тяговые приборы и тормозное оборудование. Общий вид пассажирского купейного вагона показан на рисунке 3.2.

Кузов вагона длиной 23,6 м состоит из рамы с металлическим настилом пола, боковых и торцевых стен и крыши. Кузов выполнен цельнометаллическим, сварным, несущей конструкции типа замкнутой оболочки с оконными и дверными проемами в стенах.

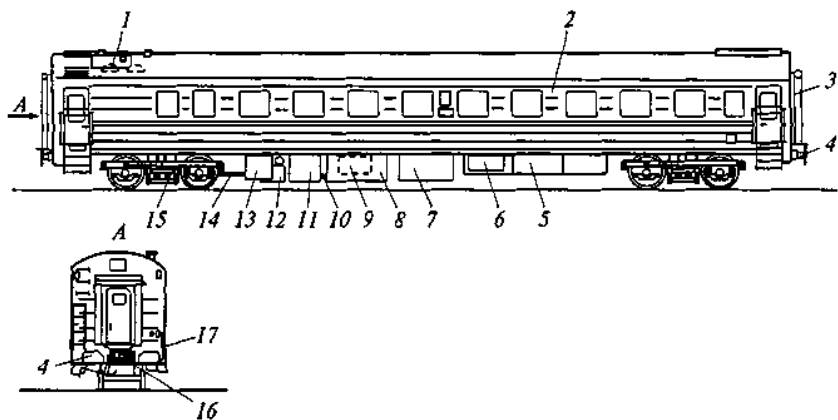


Рисунок 3.2 – Общий вид пассажирского (купейного) вагона:

1 – дефлектор; 2 – кузов с термоизоляцией; 3 – суфле переходных площадок; 4 – буфера; 5 – аккумуляторная батарея; 6 – ящики для белья; 7 – компрессорный агрегат установки кондиционирования воздуха; 8 – конденсаторный агрегат; 9 – приборный ящик низкого напряжения; 10 – выпрямитель; 11 – трансформатор; 12 – подвагонный генератор мощностью 32 кВт; 13 – подвагонный ящик приборов высокого напряжения; 14 – привод генератора; 15 – тележка; 16 – автосцепка; 17 – междувагонное высоковольтное соединение

В боковых стенах предусмотрены проёмы для окон и дверей с подножками и поручнями.

Под полом кузова размещен ящик для хранения постельного белья, бывшего в употреблении. На торцевых стенах кузова имеются проемы для перехода пассажиров из вагона в вагон при движении поезда, которые со стороны тамбура закрывают дверями. Снаружи, по контуру проема, установлена металлическая рама для крепления над ней уплотнительного элемента (суфле) упругой переходной площадки. Для подъема на крышу на торцевой стене с котловой стороны вагона установлена откидывающаяся лестница. Для соединения кузова с тележками предусмотрены пятники. Естественная вентиляция помещения вагона осуществляется через дефлекторы.

Все оборудование вагона подразделяется на механическое, санитарно-техническое, низковольтное электрическое (работающее на напряжении 50 или 110 В постоянного тока), высоковольтное электрическое (работающее на напряжении свыше 1000 В). По месту расположения оно, в свою очередь, подразделяется на подвагонное, внутривагонное и расположенное в крышевом пространстве. Места расположения оборудования на вагонах разного типа могут различаться, это зависит от планировки вагона и его габаритов.

Все механическое оборудование находится снаружи вагона или под вагоном (тележки, все основные детали тормоза, переходные площадки и т.п.).

К низковольтному подвагонному оборудованию относятся генератор, аккумуляторная батарея, ящик с аппаратурой. К внутривагонному низко-

вольтному оборудованию относятся распределительный шкаф, светильники, узлы кондиционирования воздуха и др.

Высоковольтное электрическое оборудование размещено как снаружи вагона (высоковольтные междувагонные соединения, высоковольтный подвагонный ящик), так и внутри вагона в котле водяного отопления.

К санитарно-техническому оборудованию, расположенному в основном внутри вагона, относятся системы жизнедеятельности пассажиров и проводников: холодного и горячего водоснабжения, отопления, кондиционирования воздуха. Узлы системы кондиционирования воздуха частично находятся под вагоном (компрессорный и конденсаторный агрегаты, ресивер), частично в крышечном пространстве (калориферы, воздухоохладители) [14].

**Внутренняя планировка** пассажирских вагонов зависит от их назначения. В кузове расположено помещение для пассажиров, которое оборудовано устройствами, обеспечивающими нормальные условия и необходимый комфорт. Ограждение кузова (стены, крыша, пол) имеет изоляцию для обеспечения температурных условий в помещениях вагона.

Внутреннее оборудование пассажирских вагонов – это устройства, составляющие интерьер вагона и выполняющие его планировку в соответствии с назначением: перегородки между помещениями, облицовка стен, пола и потолка, диваны для лежания и (или) сидения пассажиров, размещения багажа и т. д. Каждый пассажирский вагон имеет систему электроснабжения, которая обеспечивает питание электроэнергией всех его потребителей. Климатические устройства пассажирских вагонов – это установки отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, необходимые для обеспечения в вагоне нормальных температурных условий и воздухообмена. К санитарно-техническому оборудованию пассажирских вагонов относятся санузлы и система водоснабжения.

Внутреннее оборудование располагают таким образом, чтобы обеспечить достаточную ширину проходов, свободный доступ к диванам и полкам, а также удобство пассажирам. Для инвалидов предусматриваются подъемники для транспортировки в вагон и специальные купе (рисунок 3.3).

По концам вагона расположены тамбуры. Рабочий тамбур находится со стороны служебного помещения для проводников, через него осуществляется посадка и высадка пассажиров. Из него есть доступ к котлу отопления вагона (этот конец вагона со стороны рабочего тамбура называют котловым). В обоих тамбурах вагона находятся краны экстренного торможения (стоп-краны), а в рабочих – штурвалы привода ручных тормозов.

С целью обеспечения безопасного перехода пассажиров из одного вагона в другой, а также для амортизации резких ударов и толчков, возникающих при трогании поезда и торможении, пассажирские вагоны оборудуют буферными комплектами с упругими переходными площадками.

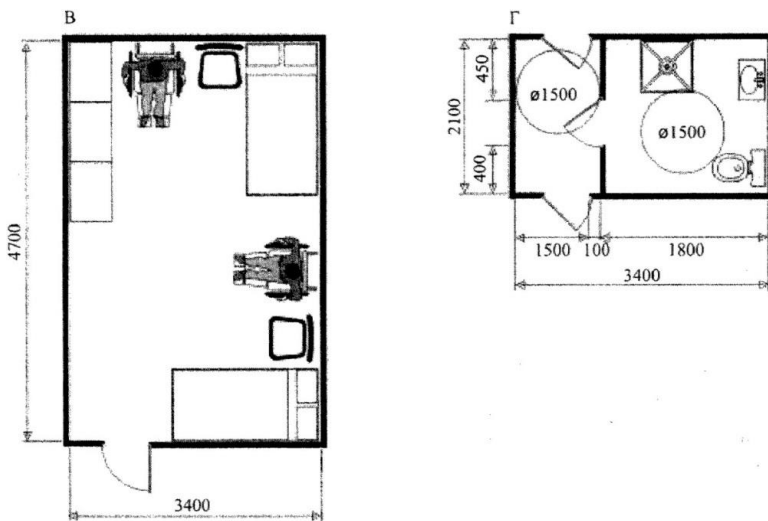


Рисунок 3.3 – Планировка купе для инвалидов-колясочников

Между деталями автосцепного устройства имеются зазоры, составляющие в сумме 40–100 мм. Автосцепки и вагоны могут свободно перемещаться взаимно в пределах указанных зазоров, поскольку в это время поглощающие аппараты еще не работают.

Буферные комплекты обеспечивают постоянное натяжение сцепленных автосцепок, ликвидируя свободные зазоры и исключая их отрицательное влияние на плавность движения поезда. Пассажирские вагоны оборудуют упругой переходной площадкой с суфле, которая выполнена из морозостойкой резины, обеспечивающей хорошую плотность соединения и одновременно является звукоизоляционным материалом. Чтобы атмосферные осадки, пыль и грязь не попадали с крыши в пространство между стеной вагона и баллонами двух смежных вагонов, предусмотрено отводное устройство. В свободном состоянии резиновые суфле выходят на 65 мм за ось сцепления автосцепок. Благодаря этому после сцепления вагонов создается хорошее уплотнение по периметру, надежное при прохождении поезда и по кривым участкам пути.

Для каждого пассажирского вагона при постройке составляют технический паспорт (форма ВУ-4м), в котором указывают место и время постройки, место приписки, тип вагона, тару, длину рамы, тип сцепки, базу вагона, типы тележек, тормозов и подшипников, число мест, сведения о системах отопления, водоснабжения и электрооборудования, о каждой колесной паре (тип, размеры основных элементов); здесь же помещают рисунок с планировкой вагона. В паспорт вписывают все изменения, произведенные при заводском ремонте вагона.

Планировка вагонов (некупейного, межобластного сообщения, купейного и габарита РИЦ) показана на рисунке 3.4 [26].

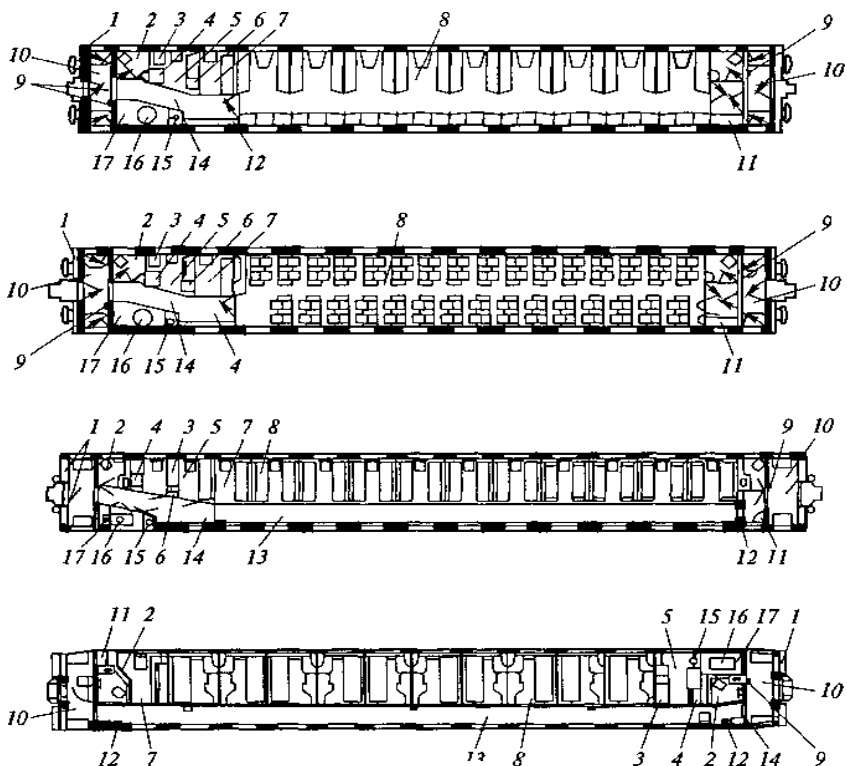


Рисунок 3.4 – Планировка вагонов:

*а* – некупейного; *б* – межобластного сообщения; *в* – купейного; *г* – габарита РИЦ; 1 – ящик для угля; 2 – туалет; 3 – распределительный шкаф; 4 – охладитель питьевой воды; 5 – служебное отделение; 6 – система пожарной сигнализации; 7 – купе отдыха; 8 – купе пассажирское (для купейного вагона) и пассажирское отделение для вагонов некупейного и международного сообщения; 9 – стоп-кран; 10 – тамбур; 11 – мусорный ящик; 12 – огнетушитель; 13 – большой коридор; 14 – косой (малый) коридор; 15 – кипятильник; 16 – котел отопления; 17 – котельное отделение устройством грузоподъемностью до 300 кг

Отдельно следует сказать о поставляемых в Россию из Германии купейных вагонах с кондиционированием воздуха постройки 1993 г. На этих вагонах изменена система электрооборудования, выполнена новая планировка: уменьшено число мест, предусмотрено специальное купе для инвалидов с лифтовым подъемным устройством (рисунок 3.5) [29].

Принципиально система электрооборудования и основные узлы (генератор, аккумуляторная батарея, приборы регулирования, защиты, сигнализации и др.) таких вагонов не отличаются от серийно поставляемых до 1993 г. купейных вагонов с кондиционированием воздуха. Имеются, однако, неко-

торые дополнения: установка электроплиты в котельном отделении, перенос низковольтных междувagonных электрических соединений (аварийных) из-под вагона внутрь переходных площадок и др.

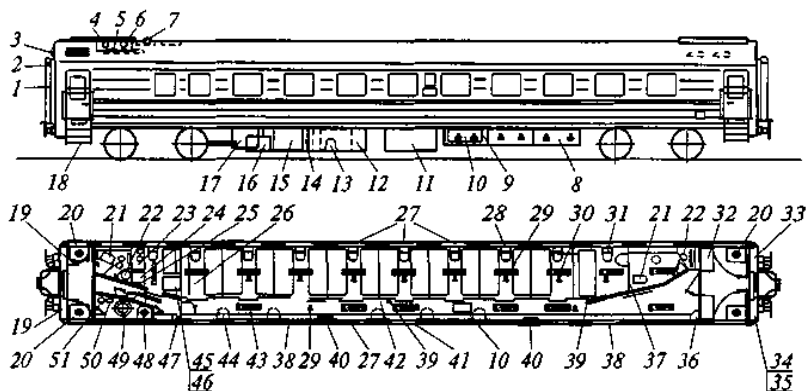


Рисунок 3.5 – Планировка пассажирского купейного вагона с кондиционированием воздуха постройки Германии (с 1993 г.):

1 – вызывная кнопка; 2 – розетка для радио; 3 – хвостовой сигнальный фонарь; 4 – вытяжной колпак (кухонная плита); 5 – статический дефлектор системы «Жукук»; 6 – вытяжной колпак (котел отопления); 7 – вытяжной колпак (кипятильник); 8 – аккумуляторный ящик, состоящий из двух частей; 9 – аккумуляторный ящик, состоящий из трех частей; 10 – ящик для белья; 11 – компрессор; 12 – конденсатор; 13 – АЕУ–аппаратный ящик для трансформатора; 14 – АЕУ–аппаратный ящик для выпрямителя; 15 – аппаратный ящик для климатостановки; 16 – генератор 32 кВт; 17 – высоковольтный аппаратный ящик; 18 – ступенька откидная; 19 – ящик для угля; 20 – откидной фартук подножек; 21 – туалет; 22 – умывальник; 23 – распределительный шкаф; 24 – охладитель питьевой воды; 25 – место отбора питьевой воды; 26 – стол для радиостановки; 27 – глухое окно; 28 – оконная штора; 29 – громкоговоритель; 30 – двухламповый светильник; 31 – откидной стол; 32 – устройство поворотно-подъемное для посадки и высадки инвалидов в креслах-колясках; 33 – ящик для инвентаря; 34 – ящик для дров; 35 – ящик для мусора; 36 – гидравлический агрегат; 37 – душевая установка; 38 – аварийное окно; 40 – витрина для проспектов; 41 – опускаемое окно; 42 – отпускной клапан; 43 – одноламповый светильник; 44 – откидное сиденье; 45 – холодильник; 46 – система пожарной сигнализации; 47 – огнетушитель; 48 – кипятильник; 49 – котел отопления; 50 – плитка с бойлером; 51 – электроплитка трехходового переключающего клапана с электрическим приводом для переключения левого или правого подъемного устройства

Купе для инвалидов оборудовано, помимо подъемника, туалетом со специальной раздвижной дверью, умывальником, душем с возможностью подъезда к умывальнику на коляске. Гидравлический подъемный агрегат состоит из электродвигателя мощностью 1,5 кВт, работающего на напряжении 110 В постоянного тока от вагонной аккумуляторной батареи; гидравлического насоса с ручным приводом производительностью 1,2 см<sup>3</sup> за 1 оборот; запасного масляного бака емкостью 3 л со смотровым стеклом; двухходового гидравлического клапана для подъема платформы подъемного устройства.

В состав поворотно-подъемного устройства входит также предохранительный клапан максимального давления, тормозной и возвратный клапаны и блокировка, не допускающая движения вагона при включенных поворотно или



подъемном узлах, исключая падение инвалида с платформы и непоследовательное движение узлов. Управление поворотным-подъемным устройством производится со специальной панели с кнопочными выключателями.

Опыт эксплуатации купейных вагонов с поворотным-подъемным устройством показывает, что основным требованием его безопасной эксплуатации является соблюдение точной последовательности операций по подъему и впуску инвалида в вагон и его выходу из вагона. Перед включением подъемного устройства предохранительные рычаги необходимо привести в исходное положение, ограждение платформы должно находиться в откинутом вверх положении. Область поворота устройства должна быть свободна.

При наличии любых неисправностей запрещается включать поворотное-подъемное устройство. В первую очередь нужно проверить наличие напряжения и величину тока двигателя гидравлического агрегата; функционирование переключающего и гидравлического клапанов; исправность подъемного устройства и гидросистемы, особенно на отсутствие утечки масла; состояние подводных проводов и кнопочных выключателей; положение платформы, состояние смазки, отсутствие защемления шлангов.

Специфичными являются оборудование и планировка вагона-ресторана, в котором имеются четыре или пять холодильников в зависимости от серии вагона и тепловое оборудование кухни, работающее на твердом или жидком (дизельном) топливе. Проводников для вагона-ресторана не предусмотрено, поэтому наблюдает за всем оборудованием и управляет его работой бригада вагона-ресторана (директор и повара) [26].

### **3.2 Вентиляция пассажирских вагонов**

Вентиляция пассажирских вагонов предназначена для удаления воздуха из помещений вагона и замена его чистым наружным. Существует два вида вентиляции: естественная и принудительная. В пассажирских вагонах применяется как естественная, так и принудительная (механическая) вентиляция. По принципу работы вентиляцию разделяют на приточную, вытяжную и приточно-вытяжную.

Естественная вентиляция осуществляется с помощью каких-либо неподвижных устройств и не требует затрат энергии. Принудительная же вентиляция осуществляется с помощью центробежных или осевых вентиляторов и требует постоянной затраты энергии, в основном – электрической.

Современные пассажирские вагоны оснащены приточной вентиляцией с использованием центробежных вентиляторов, которая:

- создает необходимый воздухообмен, благодаря чему воздух внутри вагона обеспечивается достаточным количеством кислорода и ограничивается содержание углекислого газа, пыли и гнилостных примесей, образующихся в результате жизнедеятельности пассажиров;

- создает подвижность воздуха в зоне пребывания пассажиров;

- создает подпор воздуха в вагоне, препятствуя тем самым проникновению внутрь воздуха, не очищенного от пыли, зимой ненагретого, а летом неохлажденного воздуха, поступающего через неплотности в ограждениях;
- совместно с системой кондиционирования воздуха охлаждает вагон;
- при калориферном отоплении совместно с системой отопления обогревает вагон.

*Естественная вентиляция* (через открытые окна) является наиболее простым способом. Однако использование этого способа связано с существенными недостатками: возможность осуществления только в теплое время, отсутствие средств защиты от проникновения в вагон пыли, невозможность использования во время дождя, появление сквозняков и др.

Совершенным средством вентиляции вагона являются специальные вытяжные устройства – дефлекторы, которые могут использоваться в течение круглого года.

Однако они также имеют недостатки: низкую и неустойчивую производительность, образование разрежения воздуха в вагоне, приводящее к проникновению через неплотности ограждения кузова неочищенного наружного воздуха, а следовательно, к ухудшению условий проезда пассажиров.

Дефлекторы устанавливаются на крыше, они действуют по принципу эжекции (отсасывания воздуха) при обдувании наружным потоком. Верхняя рабочая часть дефлектора устроена так, что в ней под действием протекающего потока воздуха происходит разрежение, благодаря чему воздух из вагона всасывается в трубу и уходит наружу.

Наибольшее распространение в пассажирских вагонах получил унифицированный дефлектор ЦАГИ-ЦНИИ Центрального аэрогидродинамического института, разработанный совместно с Центральным научно-исследовательским институтом железнодорожного транспорта (ныне ВНИИЖТ). Перечисленные выше недостатки естественной вентиляции ограничили ее применение. На современных пассажирских вагонах она используется только как подсобная: дефлекторы – для удаления воздуха через туалеты, окна – для проветривания вагонов во время их отстоя, когда система вентиляции не включается.

*Механическая вентиляция* в зависимости от способа притока воздуха в вагон подразделяется на две системы: без использования рециркуляции и с рециркуляцией воздуха. Принципиальная схема вентиляционной системы без использования рециркуляции воздуха пассажирского вагона включает в себя (рисунок 3.6, а) заборные решетки 1, масляные фильтры 2, вентиляционный агрегат 3, диффузор 4, конфузор 6, нагнетательный воздуховод 7 и выпуски 8. Диффузор 4 и конфузор 6 по существу являются частями нагнетательного воздуховода, в котором установлен калорифер 5. Между крышей 9 и подшивным потолком 10 проходит нагнетательный воздуховод 7.

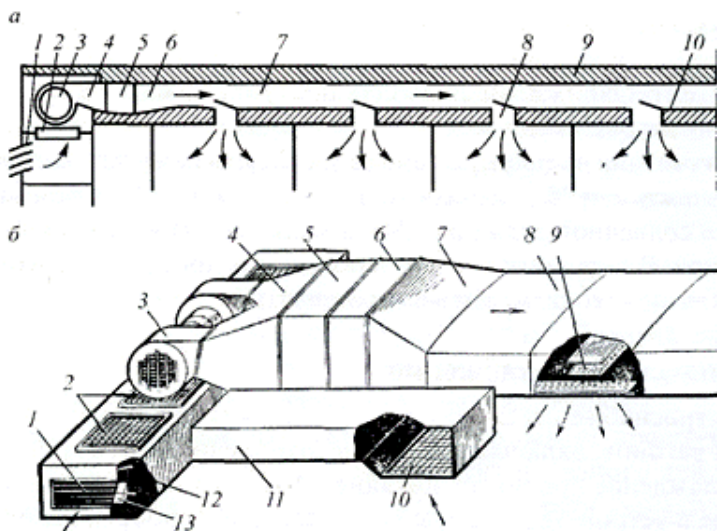


Рисунок 3.6 – Схема механической приточной вентиляции:

*а* – без циркуляции воздуха: 1 – заборные решетки; 2 – фильтры; 3 – вентиляционный агрегат; 4 – диффузор; 5 – калорифер; 6 – конфузор; 7 – нагревательный воздухопровод;

8 – выпуски; 9 – крыша; 10 – подшивной потолок;

*б* – с рециркуляцией воздуха: 1 – решетка забора наружного воздуха; 2 – фильтры; 3 – вентиляционный агрегат; 4 – диффузор; 5 – воздухоохладитель; 6 – калорифер; 7 – конфузор; 8 – нагревательный воздухопровод; 9 – выпуск; 10 – решетка отсоса рециркуляционного воздуха; 11 – возвратный воздухопровод; 12 – камера смешения воздуха;

13 – заслонка регулирования подачи наружного воздуха

Особенности вентиляционной системы с использованием рециркуляции воздуха заключается в том, что в вагон подается смесь наружного и взятого из вагона и возвращаемого обратно воздуха. В пассажирских вагонах применяется частичная рециркуляция воздуха. Использование рециркуляционного воздуха требуется в процессе охлаждения и в отопительный сезон.

При использовании рециркуляции воздуха усложняется система вентиляции, так как появляются дополнительный рециркуляционный (возвратный) воздухопровод, камера смешения воздуха, дополнительные фильтры, устройства для регулирования заданного соотношения количества наружного и рециркуляционного воздуха и специальные выпуски. Остальные составляющие остаются принципиально, а часто и конструктивно такими же. Принципиальная схема системы вентиляции с использованием рециркуляции воздуха показана на рисунке 3.4, б.

### 3.3 Отопление пассажирских вагонов

Системы отопления вагонов предназначены для поддержания внутри вагона нормального температурного режима. Независимо от температуры наружного воздуха, температура внутри вагона должна быть  $20 \pm 2$  °С при наружной температуре воздуха до  $-40^{\circ}\text{C}$  и скорости движения до 160 км/ч. Помимо этого, система отопления должна подогревать воздух, который подается вентиляционной установкой, а также обеспечивать подогрев воды в системе горячего водоснабжения. В вагонах поздних лет постройки система отопления должна обеспечивать обогрев головок водоналивных труб.

Требования к приборам отопления любой системы – безопасность в пожарном отношении, простота в обслуживании и надежность в работе.

В зависимости от способа получения тепла для обогрева вагонов системы отопления подразделяются на водяную, комбинированную, электрическую и смешанную.

**Водяная система отопления** состоит из: котла, труб, батареи – все заполнено водой. Подогрев воды в котле происходит при помощи сжигания твердого топлива.

**Комбинированная система отопления содержит:** котел, трубы, батареи – все заполнено водой. Подогрев воды в котле происходит при помощи сжигания твердого топлива или от электричества. В основание котла вмонтированы электронагревательные элементы – тэны 24 шт.

**Электрическая система отопления** содержит электропечи, установленные у пола (под сиденьями и вдоль стен), и электрокалориферы, установленные в воздуховоде системы вентиляции.

**Смешанная система отопления** состоит из комбинированной системы отопления и электрической системы отопления.

**Устройство водяной системы отопления** состоит из котла и расширителя.

Котел имеет три части: основание (наружная рубашка); средняя часть (огневая камера); дымовытяжная труба. Пространство между наружной рубашкой, огневой камерой и дымовытяжной трубой заполнено водой. Вместимость котла  $\approx 355$  л воды. На котле расположена топка с дверцей, внутри которой имеется колосниковая решетка, состоящая из двух половинок.

На рисунках 3.7 и 3.8 изображены котлы отопления постройки Тверского вагоностроительного завода и Германии.

Котлы бывают совмещенными с расширителем и расположенными отдельно от расширителя (соединен с котлом патрубком). От расширителя отходят трубы на коридорную сторону отопления и на большую сторону отопления (купейная сторона). Трубы проходят между крышей и потолком до противоположного конца вагона, а затем спускаются вниз, образуя стояки, в верхних точках стояков имеются краны для выпуска воздуха из системы отопления. Трубы проходят вдоль боковых стен, у пола, и присоединяются к нижней части котла. На трубах отопления имеются батареи; краны для слива

воды из системы отопления; грязевики-отстойники. Последние предназначены для сбора окалины, ржавчины, мути, которая собирается в трубах; вентили для перекрытия труб отопления находятся у расширителя и в основании котла. В некоторых вагонах в туалетах установлены радиаторы – дополнительные батареи.

В котельном отделении расположен запасной бак из которого система отопления пополняется водой. На котле установлен ручной насос, предназначенный для пополнения системы отопления водой.

Циркуляционный насос установлен на трубах отопления с коридорной стороны и предназначен для усиления циркуляции воды в системе отопления. У систем, где имеются циркуляционные насосы на трубах с большой и малой стороны у основания котла, установлены дроссельные заслонки (типа пробкового крана), предназначенные для перекрытия труб отопления перед включением циркуляционного насоса.

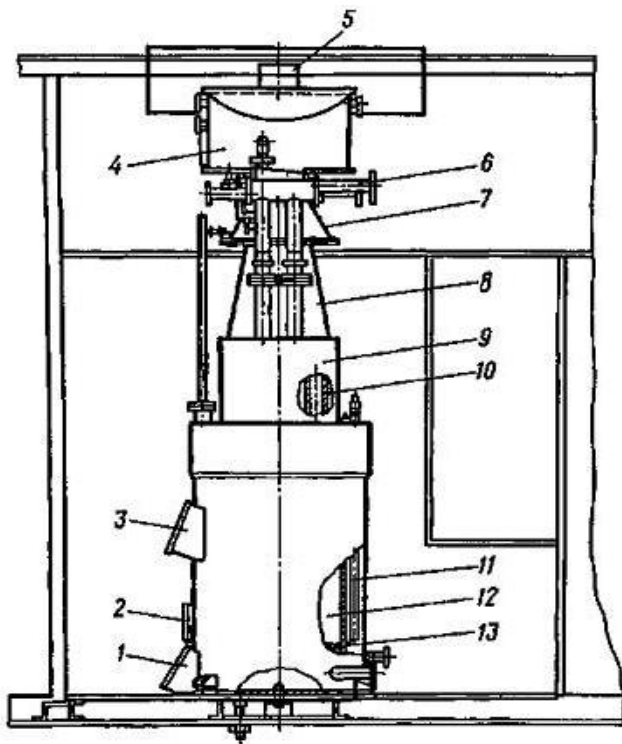


Рисунок 3.7 – Отопительный котел вагона постройки ТВЗ:

- 1 – зольник; 2 – шуровочный люк; 3 – люк топки; 4 – расширитель; 5 – дымовая труба; 6 – коллектор; 7 – прерыватель тяги; 8 – кожух; 9 – рубашка; 10 – газоход; 11 – высоковольтный трубчатый нагреватель; 12 – топочная камера; 13 – колосниковая решетка

На котлах установлены ртутные и дистанционные термометры, предназначенные для измерения температуры воды в котле. Обычно устанавливается два термометра: один показывает температуру воды в котле; второй – температуру в воздуховоде системы вентиляции в зимний период. Имеются гидрометры, показывающие уровень воды в котле, устанавливаются на котле.

В туалетах с некотловой и котловой стороны имеются краны разбора горячей воды для технических нужд (мытья полов, отогревания труб умывальных чаш, фановых труб унитазов и т. д.).

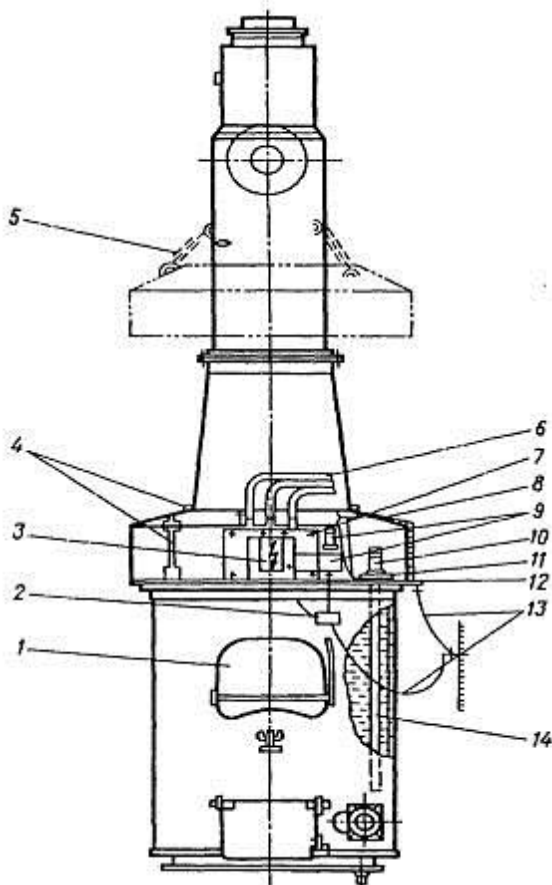


Рисунок 3.8 – Котел отопления купейного вагона постройки Германии:

1 – люк топки; 2 – присоединение защитного провода; 3 – знак наличия высокого напряжения; 4 – анкерный болт; 5 – цепь для подвешивания колпака; 6 – высоковольтные провода; 7 – откидная крышка защитного колпака; 8 – защитный колпак; 9 – выключатель с блокировкой; 10 – трубчатый нагревательный элемент (ТЭН); 11 – уплотнение; 12 – фланцевое кольцо; 13 – защитные провода; 14 – водяная рубашка

**Электрическая система отопления** как основная применяется в меж-областных, открытых вагонах и вагонах-ресторанах постройки Польши, Германии.

При электрической системе отопления вагон обогревается с помощью электрических печей, расположенных на полу в пассажирских помещениях, коридорах, служебном отделении и туалетах, а также с помощью электрокалорифера.

В зависимости от типа вагона устанавливают от 30 до 52 печей общей мощностью до 26 кВт, разделенных на три группы и более.

Электрический калорифер изготавливается двухсекционным общей мощностью 22 кВт, несмотря на заниженное напряжение, имеет конструкцию, аналогичную конструкции нагревательных элементов, но увеличенные размеры. Схема включения от предохранителя перегрева воздуха этого калорифера предусматривает разрыв цепи питания калорифера при повышении температуры в зоне калорифера выше 70 °С.

Нагревательные приборы электрического отопления получают питание от подвагонной высоковольтной магистрали, подключаемой через электровоз к контактной сети постоянного тока напряжением 3000 В или переменного однофазного тока напряжением 25000 В. Во втором случае на электровозе устанавливают трансформатор, понижающий напряжение с 25 до 3 кВ [12].

**Комбинированное отопление** широко внедряется на электрифицированных участках. С 1975 г. все новые вагоны оборудуют такой системой. Вагоны с комбинированной системой отопления можно эксплуатировать как на электрифицированных, так и на неэлектрифицированных участках. Отопительное оборудование вагонов унифицировано.

Доступ к котлу отопительной установки возможен как со стороны тамбура, так и со стороны коридора через специальную дверь. Водяная рубашка котла выполнена несколько уширенной, в ней размещены двадцать четыре высоковольтных нагревательных элемента. Высоковольтные нагревательные элементы закрыты защитным кожухом. Предусмотрено заземление котла на корпус вагона.

На защитном кожухе смонтировано блокировочное устройство, отключающее высокое напряжение с нагревательных элементов при демонтаже кожуха под напряжением. Наибольшая температура воды в котле допускается 90–95 °С. Для обеспечения контроля за режимом работы нагревательных элементов в зависимости от температуры и уровня воды в котле имеются предохранительный термостат и специальный прибор. В случае нагрева воды в котле выше 95 °С или снижения уровня ее ниже допустимого нагревательные элементы автоматически выключаются.

### 3.4 Водоснабжение пассажирских вагонов

Все типы пассажирских вагонов оснащены самотечной системой водоснабжения, предназначенной для обеспечения пассажиров питьевой водой, удовлетворения их бытовых нужд и пополнения системы отопления в промежутках между заправками. В вагоностроении нашли применение две системы водоснабжения пассажирских вагонов: отечественного и постройки заводов Германии.

Отечественная система водоснабжения (рисунок 3.9) общей вместимостью 1000 л обеспечивает горячей и холодной водой всех потребителей вагона. Система снабжения холодной водой состоит из большого 7 и малого 4 баков с поддонами 5, объединенных двухдюймовой трубой, наливных труб с соединительными головками, расположенными под вагоном с обеих сторон, и сети трубопроводов (на схеме изображены сплошными линиями).

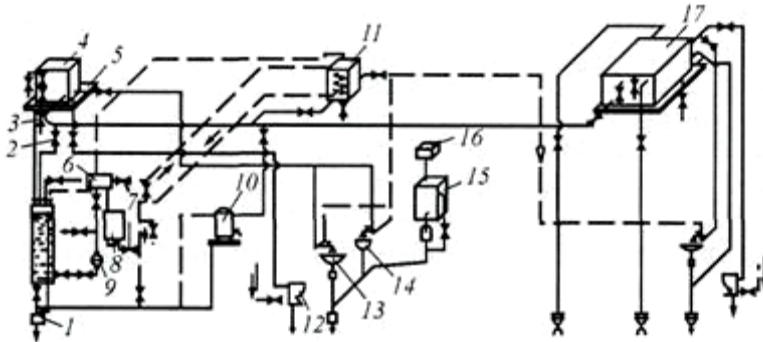


Рисунок 3.9 – Система водоснабжения некупейного спального вагона

Большой бак 17 объемом 850 л расположен над потолком туалета и коридора нетормозного конца вагона. Он состоит из стального корпуса, волнорезов и крышки. В корпус вварены две наливные трубы и вестовая труба, ограничивающая уровень воды в баке. По торцам бак снабжен люками, предназначенными для его очистки. Малый бак 4 объемом 80 л размещен над потолком туалета и коридора тормозного конца вагона. Он состоит из стальных корпуса, крышки и 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 снабжены обогревателями, расположенными на их концах. На наливных трубах устанавливают вентили, предназначенные для предотвращения выплескивания воды из бака во время движения вагона. Головки наливных труб закрывают кожухами, предохраняющими их от загрязнения, и оборудуют электронагревателями. Уровень воды в обоих баках, соединенных между собой уравнительной трубой, определяется по водомерному стеклу, уста-



новленному на малом баке 4. Из баков холодная вода поступает к кипятильнику 10, водяной коробке системы отопления, в туалеты к умывальникам 13 и унитазам 12, а также в служебное отделение к мойке 14.

Система снабжения горячей водой состоит из водогрейной плиты 8, расширительного бака 6, расположенных в котельном отделении, а также бака 11 для горячей воды, размещенного над потолком коридора котлового конца вагона, и системы трубопроводов горячей воды (на схеме изображены пунктирными линиями). Бак для горячей воды 11 объемом 45 л состоит из стального корпуса, покрытого теплоизоляцией, крышки, змеевика и патрубков. Для периодического контроля за температурой воды в бак вмонтирован термометр с дистанционным указателем температуры. Покрытие поверхностей корпуса бака горячей воды выполнено аналогично с баками холодной воды. Расширительный бак 6 состоит из корпуса, переливной трубы, не допускающей повышения воды выше установленного уровня, водопроводной трубы и патрубков для подсоединения различных трубопроводов. Для управления системой водоснабжения вагона служат вентили 2, 7 и краны 3.

Рассматриваемая система имеет два режима работы: зимний и летний. В зимнем режиме при работающем котле системы отопления горячая вода непосредственно из котла поступает в змеевик бака 11. В летнем режиме при неработающем котле 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, а охлаждение ее осуществляется водоохладителем 15.

Система водоснабжения в пассажирском купейном вагоне (рисунок 3.10) включает два сообщающихся между собой бака 13, размещенных в конце кузова вагона. Общий объем рассматриваемой системы водоснабжения составляет 1050 л.

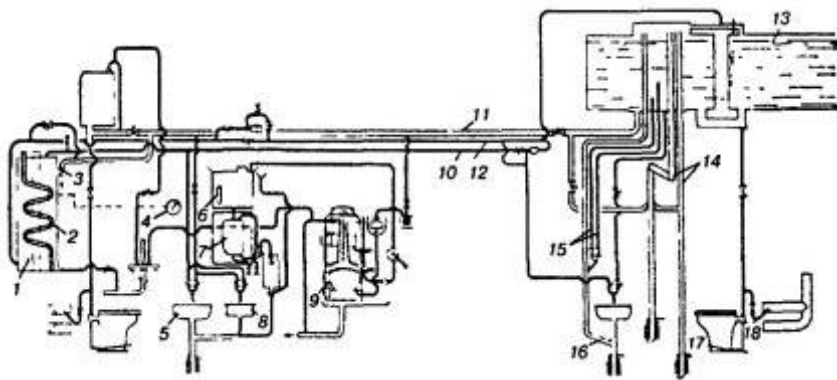


Рисунок 3.10 – Система водоснабжения купейного вагона постройки ГДР

В котловом конце вагона установлен промывной бак объемом 50 л, в который вода поступает из больших баков по трубе 11. В этой системе вода нагревается в специальном бойлере 1 змеевиком 2, соединенным системой труб и кранов с котлом отопления. Температура воды в бойлере контролируется с помощью термометра 4. Система заполняется водой посредством наливных труб 14, находящихся в некотловом конце вагона: одна – со стороны купе, а другая – со стороны коридора. На концах этих труб имеются соединительные головки, служащие для подключения наливных шлангов, защищенные кожухами. В зимнее время перед заполнением системы заблаговременно включают электрические обогреватели для оттаивания головок наливных труб.

В случае заполнения системы одной трубой 14, другая и труба 16 являются вестовыми, не допускающими завышения установленного уровня. Когда заполнение системы закончено, в средней части кузова на электрошите, 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) °С вода по трубопроводу поступает к крану питьевой воды, установленному в нише стены коридора котлового конца вагона. Умывальные чаши 5, расположенные в обоих концах вагона, а также мойка 8 снабжаются холодной и горячей водой. К унитазам 17 холодная вода поступает из системы холодного водоснабжения, но для оттаивания в зимний период к ним через трубопровод 18 из системы отопления подается горячая вода. Для подсоединения шланга, используемого при уборке туалета, предусмотрен трубопровод 3 с вентилем. Горячая вода к умывальникам 5 и мойке 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 некотлового конца вагона.

Пассажиры вагоны других типов, такие как вагоны-рестораны, почтовые, багажные и другие, также оборудованы самотечной системой водоснабжения и отопления и отличаются от рассмотренных выше конструктивными решениями, обусловленными назначением вагона. В вагоне-ресторане, например, установлены две самостоятельные системы снабжения горячей и холодной водой: первая – для кухни с раздаточным отделением, вторая – для котельной с туалетным отделением. Для снабжения кухни раздаточной холодной водой имеется бак емкостью 800 л, расположенный над потолком кухни. Из бака холодная вода по трубам подается к кранам: мойке, находящейся в раздаточной, мойке и умывальнику, находящимся в кухне. От этого

же бака по трубопроводу ручным насосом вода подается к водонагревателю и баку горячей воды, объем которого равен 50 л. Отсюда вода через очистной фильтр поступает к кранам моек для посуды и умывальника.

Обе системы холодной и горячей воды кухни и раздаточной наполняются через соединительные головки, расположенные в середине вагона с обеих сторон кузова. 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 составляет 130 л. Холодная вода по трубопроводу подается в котел отопления, к умывальной чаше и душу. Горячая вода от водонагревателя по трубопроводу путем естественной циркуляции попадает в бак горячей воды и возвращается обратно в водонагреватель. Расходуется горячая вода в туалете, душе и умывальнике.

Система водоснабжения багажных и почтовых вагонов также имеет горячую и холодную воду. Система снабжения холодной водой состоит из бака емкостью 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. Горячей водой душ снабжается от расширителя котла, а туалет – от системы отопления. На почтовых вагонах некоторых моделей для получения горячей воды установлен электронагреватель на 25 л. Питьевая вода в пассажирских вагонах приготавливается в кипятильниках непрерывного действия с комбинированным электроугольным отоплением. Производительность кипятильника при нормальной его работе составляет 1,1–1,4 л кипяченой воды в минуту.

Вода охлаждается в установке для охлаждения питьевой воды за счет отдачи своего тепла парам хладагента в испарителе. В процессе испарения хладагент отбирает тепло от воды, а затем его пары всасываются компрессором через всасывающий вентиль, и цикл повторяется. Уровень температуры охлаждения воды устанавливается при помощи термостата и может регулироваться в пределах  $+(12...20)^\circ\text{C}$  [12].

### **3.5 Поезда Stadler для Белорусской железной дороги**

В рамках Государственной программы развития железнодорожного транспорта Республики Беларусь на 2016–2020 гг. проведена работа по внедрению нового формата пассажирских перевозок [1].

Новый формат представляет собой комплексную систему организации пассажирских перевозок, направленную на эффективное удовлетворение потребностей пассажиров в транспортном обслуживании с использованием новых тех-

нологических решений и современного подвижного состава, ориентированную на усиление транспортных связей между регионами. В рамках данной программы эксплуатируются 16 электропоездов ЭП<sup>Г</sup>, ЭП<sup>Р</sup> четырех- и пятивагонной составности и 2 электропоезда ЭП<sup>М</sup> семи- или четырнадцативагонной составности производства компании STADLER Rail Group (Швейцария).

ЭП<sup>Р</sup> (электропоезд для региональных перевозок) – серия электропоездов, эксплуатируемых Белорусской железной дорогой. Электропоезда серии ЭПр производятся швейцарской компанией Stadler Rail AG и относятся к семейству моторвагонных подвижных составов Stadler FLIRT.

Поезд FLIRT (с немецкого расшифровывается как «скоростной легкий инновационный моторвагонный поезд местного сообщения») в первую очередь предназначен для городского и пригородного сообщения т. е. в качестве электрички. В то же время выпускаются его модификации для междугороднего сообщения и дальнего следования. FLIRT отвечает самым высоким требованиям, предъявляемым клиентами к комфорту и дизайну. Широкие двери и выдвигаемые подножки обеспечивают удобную и беспрепятственную посадку и высадку пассажиров. Внутри пассажирских салонов отсутствуют ступени.

В отличие от серии ЭПГ, салоны четырехвагонных ЭПр укомплектованы мягкими сиденьями с подлокотниками, скомпонованными по схеме 2+2 лицом друг к другу (всего 216 мест).

Вторая партия электропоездов ЭПр отличается уже пятивагонной составностью и расположением сидений друг за другом по схеме 3+2 (всего 302 места) и дополнительными полками для ручной клади и багажа.

#### **Основные технические характеристики поезда ЭПр:**

ширина колеи – 1520 мм;

род тока и напряжение в контактной сети ~25 кВ, 50 Гц;

конструкционная скорость – 160 км/ч;

максимальная служебная скорость – 160 км/ч;

число вагонов в составе – 4 и 5;

длина вагона:

– головной – 18800 мм;

– прицепной – н.д.;

ширина - 3200 мм;

высота - 4400 мм;

масса тары:

– 132 т (четыревагонный);

– 158 т (пятивагонный);

материал вагона – алюминиевый сплав.

ЭП<sup>М</sup> (электропоезд для межрегиональных перевозок) – серия скоростных электропоездов переменного тока напряжения 25 кВ семейства Stadler FLIRT, эксплуатируемых Белорусской железной дорогой. Электропоезда произво-

дятся швейцарской компанией Stadler Rail AG и в рамках семейства FLIRT и являются первыми представителями нового подсемейства FLIRT G.

### **Основные технические характеристики поезда ЭП<sup>М</sup>:**

длина поезда из 7 вагонов – 134 540 мм;

ширина – 3 480 мм;

высота кузова – 4 600 мм;

высота пола на уровне входа – 600 мм;

ширина колеи – 1520 мм;

габарит – Т;

род тока и напряжение – 25 кВ переменного 50 Гц;

конструкционная скорость – 200 км/ч;

масса – 270 т;

мощность поезда из 7 вагонов (3 моторных):

продолжительная – 3000 кВт ( $3 \times (2 \times 500)$  кВт);

максимальная – 3900 кВт ( $3 \times (2 \times 650)$  кВт);

сила тяги при старте – 300 кН;

ускорение при старте – 0,9 м/с<sup>2</sup>;

общая вместимость – 794 (при плотности стояния 4 чел/м<sup>2</sup>).

Конструкция вагонов поезда имеет гладкий алюминиевый кузов сварной конструкции с несущей рамой, имеющей небольшие возвышения по краям над тележками, в большей мере над индивидуальными. По сравнению с кузовами поездов FLIRT более ранних моделей, включая выпускаемые ранее для Беларуси ЭП<sup>Г</sup> и ЭП<sup>Р</sup> с кузовом ширины 3200 мм, у поездов ЭП<sup>М</sup> нового подсемейства FLIRT G для повышения вместительности ширина кузова была увеличена до 3480 мм в соответствие с габаритом Т, допустимым на железных дорогах постсоветских стран в отличие от железных дорог Европы. Прочность кузова на сжатие составляет 2000 кН. Также поезд имеет новую форму лобовой части.

Каждый вагон поезда имеет по одной односторончатой автоматической двери с каждой стороны, которые расположены друг напротив друга ближе к задней стороне каждого вагона. У полусочленённых вагонов двери расположены рядом с серединой вагона, а у сочленённых – ближе к заднему краю. Двери рассчитаны на посадку и высадку пассажиров с низких платформ высотой 200 и 550 мм. Ширина дверного проёма составляет 1000 мм. Открытие дверей может осуществляться как в принудительном режиме с пульта машиниста, так и в пассивном режиме готовности самими пассажирами путём нажатия круглых кнопок, которые расположены как снаружи на дверных створках, так и внутри. Дверные створки оборудованы стёклами. Двери оснащены системой противозащатия пассажиров и датчиками контроля закрытия.

Вагоны поезда соединяются между собой через сцепные устройства специальной конструкции. У вагонов в составе секции вагоны также соединяются через общие тележки конструкции Якобса с поворотными механизмами сочленения. Вагоны в местах соединения имеют герметичные двухслойные

межвагонные переходы типа «гармошка», обеспечивающие изоляцию салонов от холода и осадков. Конструкция межвагонных переходов в сцепе секций значительно отличается от переходов над общими тележками в составе секции как по высоте, так и ширине в нижней части – в сцепе между секциями межвагонные переходы понижаются ниже уровня рамы и охватывают сцепку, в то время как в общих сцепках пространство ниже рамы занимает часть тележки. В верхней части межвагонные переходы имеют вертикальные стенки, которые затем с изломом переходят в диагональные и сужаются по направлению к полу.

Крыша моторных вагонов имеет возвышения со стороны моторных тележек, в которых находится электрооборудование. Половина крыши моторных вагонов со стороны общих тележек, а также у прочих вагонов имеет плоскую форму. На плоской части крыши устанавливаются климатические системы вентиляции, кондиционирования и отопления пассажирских салонов. Высота кузова моторных вагонов от уровня головок рельсов до верхней кромки выпуклой части крыши составляет 4600 мм [27]. На рисунке 3.11 представлен один из вагонов электропоезда межрегиональных линий бизнес-класса ЭП<sup>М</sup>.

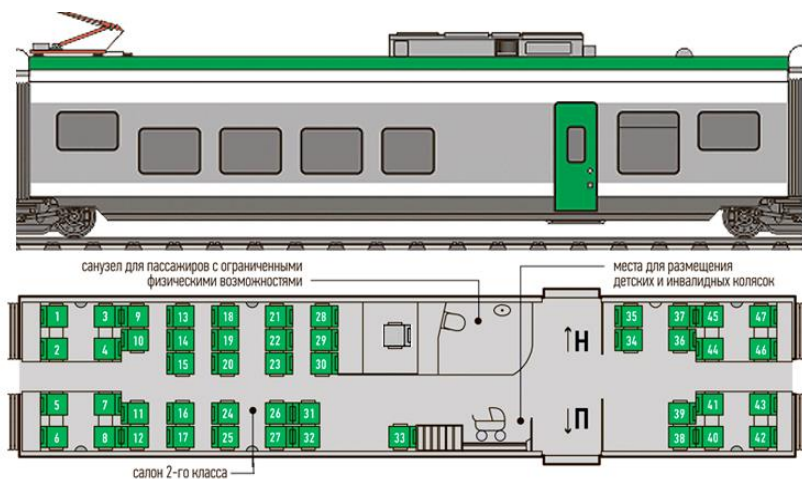


Рисунок 3.11 – Один из вагонов электропоезда межрегиональных линий бизнес-класса ЭП<sup>М</sup>

Двухэтажный моторвагонный поезд KISS (в переводе на русский «комфортный инновационный пригородный поезд с усиленным разгоном») предназначен как для пригородного сообщения, так и для линий междугородного, межрегионального сообщения и дальнего следования.

В настоящее время на Белорусской железной дороге эксплуатируется 18 современных электропоездов производства швейцарской компании «Stadler Rail Group», которые курсируют по маршрутам городских, региональных и

межрегиональных линий бизнес-класса. Надо отметить, что они завоевали популярность и пользуются заслуженно высоким спросом у пассажиров.

Контракт на поставку 10 современных пятивагонных электропоездов серии ЭП<sup>М</sup> между Белорусской железной дорогой и компанией ЗАО «Штадлер Минск» был подписан в январе 2019 г. Поставка первых трех электропоездов FLIRT на БЖД запланирована в третьем квартале 2021 г. Данные поезда планируется эксплуатировать на наиболее востребованных у пассажиров электрифицированных участках Белорусской железной дороги.

Электропоезда FLIRT переменного тока имеют максимальную скорость 160 км/ч. Конструкционная скорость поездов KISS – до 200 км/ч при наличии соответствующего состояния пути.

Длина новых составов составляет 92 960 мм и ширина кузова 3 480 мм.

В поезде предусмотрено 260 мест для сидения 1-го и 2-го класса. В зоне 1 класса (повышенной комфортности) расположены 16 мест. В поезде предусмотрены комфортабельные кресла со спинкой, регулируемой по углу наклона, индивидуальные подлокотники. Зона 1-го класса отделена стеклянной перегородкой с электрическим приводом.

В пассажирском салоне 1-го класса установлены кнопки вызова проводника, при нажатии которых в купе проводника выдается аудио- и видеосигнал. Предусмотрены места для размещения крупногабаритного багажа, гардероб для верхней одежды. В салонах 2-го класса имеются мягкие сидения с подлокотниками по системе «3+2».

Отличительной особенностью новых поездов станет наличие в пассажирском салоне автоматических систем (аппаратов) по продаже продуктов питания, горячих и прохладительных напитков.

Каждое окно в новых поездах FLIRT оснащено солнцезащитными рулонными шторами с фиксацией их в любом заданном положении.

В поезде предусмотрено наличие трех туалетных комплексов, один из которых для лиц с ограниченными физическими возможностями. Во всех вагонах информация о номерах вагонов и местах, а также информация, размещаемая на элементах управления для пассажиров, продублирована шрифтом «Брайля». Также оборудованы места для проезда людей с нарушением функций опорно-двигательного аппарата. В одном из салонов электропоезда предусмотрены зоны для перевозки детских колясок, крупногабаритного багажа и перевозки трех велосипедов.

В условиях повышенного внимания к дезинфекции подвижного состава пятивагонные электропоезда ЭП<sup>М</sup> оборудованы кондиционерами с интегрированным внутри бактерицидным модулем обработки рециркулируемого воздуха. Модуль использует специальные выполненные из кварцевого стекла бактерицидные лампы, уничтожающие микроорганизмы ультрафиолетовым излучением.

Электропоезда оборудованы системой беспроводного доступа к сети Интернет (Wi-Fi), а также системой усиления сигнала GSM. С целью повышения эффективности эксплуатации подвижного состава данные о положе-

нии поезда, расходе электроэнергии и маршруте могут передаваться на сервер Белорусской железной дороги.

Поставляемые поезда соответствуют всем требованиям ТР ТС 001/2011 (технических регламентов Таможенного союза).

Кузова вагонов изготовлены из алюминия. Головные вагоны в лобовой части оснащены *автосцепками Шарфенберга*, что позволяет сцепляться нескольким поездам по системе многих единиц с автоматическим соединением пневматических магистралей и электрических цепей поездов [16]. Между вагонами имеются герметичные переходы типа «гармошка». Токосприёмники расположены на крышах головных вагонов рядом с задним торцом вагона.

Головные вагоны поездов KISS имеют длину 28,8 м, моторные – 22,05 м, прицепные промежуточные – длину 26,7 м. По сравнению с базовой моделью Stadler KISS, эксплуатируемой в странах центральной Европы, ширина и высота вагонов Stadler KISS RUS, с учётом допустимых в России габаритов подвижного состава, были увеличены на 600 и 740 мм соответственно. Ширина кузовов вагонов составляет 3400 мм, а высота – 5240 мм.

Каждый вагон опирается на две двухосные тележки, при этом у 4-вагонных поездов на одном из моторных вагонов тяговыми электродвигателями оснащается только одна из тележек (три моторных тележки на поезд), в то время как на 6-вагонных поездах тяговыми электродвигателями оснащены все тележки обоих моторных вагонов (четыре моторных тележки на поезд).

Пассажирский салон разделён на основную двухуровневую часть, расположенную в пространстве между тележками вагонов, и тамбурные отсеки, расположенные по торцам вагонов и имеющие лестницы перехода на верхний и нижний уровни в основную часть. Тамбурные отсеки вагонов оснащены двухстворчатыми прислонно-сдвижными дверями и рассчитаны на эксплуатацию с высокими платформами. Высота пола во входных отсеках от уровня головки рельса составляет 1285 мм, в основной части пассажирского салона нижнего уровня – 685 мм, верхнего уровня – 2974 мм.

Один из головных вагонов имеет 84 сидячих места 1-го (бизнес) класса и 4 сидячих места 2-го (стандартного) класса, другой – 112 мест 2-го класса, 8 откидных сидений и 2 места для инвалидов.

Моторные вагоны имеют по 94, а прицепные промежуточные – по 152 сидячих места 2-го класса соответственно. Места 1-го класса в основной части салона расположены по схеме 2+2 в ряд с каждой стороны прохода, места 2-го класса – по схеме 2+3 в ряд, за исключением мест около прохода в салон, расположенных по два с каждой стороны. Часть мест стандартного класса расположена в тамбурной зоне между межвагонным переходом и входными дверями.

Белорусский Stadler Minsk поставит в течение восьми лет 40 двухэтажных поездов в Венгрию.



### 3.6 Знаки и надписи на пассажирских вагонах. Нумерация вагонов

Все пассажирские вагоны приписаны к железной дороге и определенным вагонным депо (ЛВЧД), вагонным участкам (ВЧ) и дирекциям по обслуживанию пассажиров (ДОП), которые проводят техническое обслуживание вагонов.

Знаки и надписи на каждом пассажирском вагоне внутреннего и межгосударственного сообщения наносятся на боковых и торцовых стенах. Снаружи вагона посередине боковой стены нанесены герб Беларуси, знак БЧ и государственный восьмизначный номер. Возле входной двери указывается число мест, а внизу кузова – тара вагона и место установки домкрата при подъёмке вагона (рисунок 3.12).

На боковой стене на нижнем поясе проводником вагона навешивается маршрутная доска с указанием начального и конечного пункта назначения. При обращении вагона в фирменных поездах на кузове может быть нанесено название фирмы. На раме тележки и внизу кузова наносится значение максимально допустимой скорости движения, в настоящее время для большинства пассажирских поездов она составляет 160 км/ч.

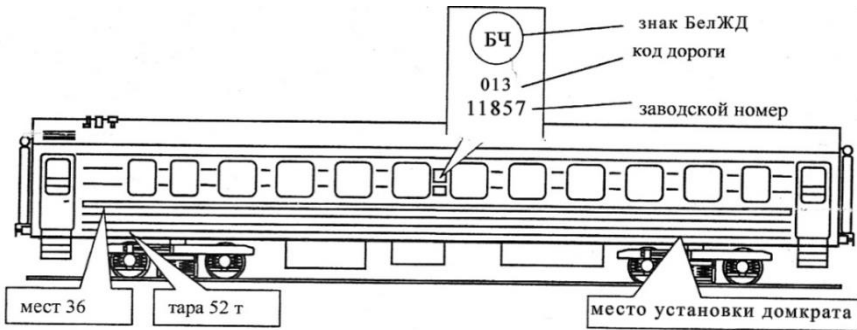


Рисунок 3.12 – Знаки и надписи на боковой стене вагона

На торцовых стенах вагона указываются дата и место постройки, а также последнего вида его ремонта и дата ТО-3 (шестимесячного технического обслуживания). В зоне торцовой лестницы подъема на крышу нанесены предупреждающая надпись и изображен знак высокого напряжения, под вагоном на подвагонном ящике показан такой же знак высокого напряжения. На запасных резервуарах тормозов нанесена дата последнего испытания. Тип вагона с указанием даты выпуска указывается на фирменной табличке завода-изготовителя, которая устанавливается на входной ступеньке рабочего тамбура и внутри вагона (рисунок 3.13) [29].

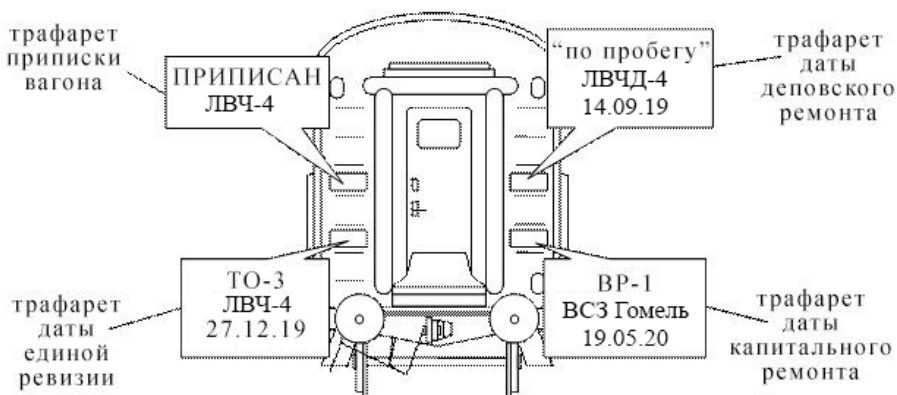


Рисунок 3.13 – Знаки и надписи на торцевой стене вагона

На железных дорогах СНГ с целью систематизации и удобства передачи информации введена восьмизначная система нумерации подвижного состава. Первая цифра номера 0 означает, что вагон пассажирский. Вторая и третья цифры – цифровой индекс дороги приписки пассажирского вагона (Октябрьская – 01–07; Калининградская – 10; БЧ – 013–014; Московская – 17–23; Горьковская – 24–27; Северная – 28–31, Дальневосточная – 96–98; Сахалинская – 99 и т. д.).

Четвертая цифра определяет род вагона (0 – мягкий; 1 – купейный; 2 – некупейный; 3 – межобластного сообщения; 4 – почтовый; 5 – багажный; 6 – вагон-ресторан; 7 – служебно-технический). Пятая, шестая, седьмая цифры указывают на разновидность типов вагонов, их конструктивные особенности (тип планировки, тормозов, вид отопления и т. д.).

Восьмая цифра – контрольный знак или кодовая защита номера определяется расчетом. Каждая четная цифра номера умножается на 1, а нечетная – на 2, и все произведения суммируются. Например, определим восьмую цифру для номера 0145468:  $(0 \cdot 2) + (1 \cdot 1) + (2 \cdot 4) + (5 \cdot 2) + (4 \cdot 1) + (6 \cdot 1) + (8 \cdot 1) = 0 + 1 + 8 + 10 + 4 + 6 + 8 = 37$ . Дополняя полученное число до ближайшего десятка, получим 40. Таким образом, восьмая цифра будет 3, весь номер 014554683.

На вагонах габарита РИЦ согласно международным правилам все знаки, надписи и нумерация имеют принципиальное отличие от знаков на вагонах внутреннего и межгосударственного сообщений. Все надписи указываются на четырех языках: французском, немецком, итальянском и русском. На кузове – надпись «Спальный вагон». Вагоны 1 класса имеют двухместные купе, 2 класса – трехместные.

Снаружи и внутри вагона размещается фирменная табличка завода-изготовителя, указываются место и время последнего деповского и капитального ремонтов. На запасном резервуаре под вагоном, на боковой стене вагона и на буксе указываются даты ревизии оборудования. На рисунке 3.14 представлены знаки и надписи для вагонов габарита РИЦ.

Международными правилами для вагонов габарита РИЦ установлена единая двенадцатизначная нумерация, обязательная для вагонов международного сообщения, в том числе для вагонов поездов стран Балтии. Сообщение между странами СНГ является межгосударственным, и нумерация вагонов восьмизначная.

Значения цифр двенадцатизначного номера вагона следующие: первая и вторая цифры указывают допущение (52) или недопущение (51) перестановки вагона с одной колеи на другую; третья и четвертая обозначают принадлежность к стране-собственнику, например, РЖД присвоен индекс «20». Пятая и шестая цифры указывают на количество мест или купе в вагоне (70 – 10 купе, 71 – 11 купе, 63 – 20 мест); седьмая и восьмая цифры – на возможность допущения скорости движения до 140 км/ч; девятая, десятая и одиннадцатая – номер вагона страны-собственника; двенадцатая цифра – контрольный знак.

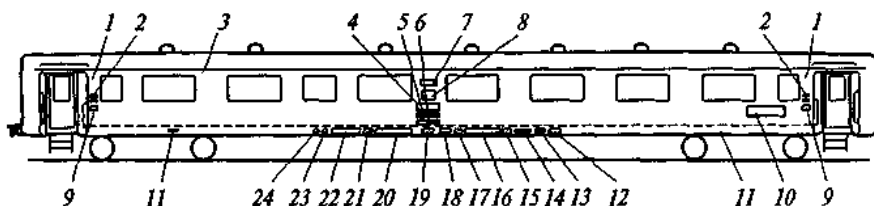


Рисунок 3.14 – Знаки и надписи на вагоне габарита РИЦ:

1, 3 – классность вагона; 2 – знак разрешения курения (вагон для курящих); 4, 5 – номер вагона соответственно по российской и международной нумерации; 6 – род вагона; 7 – герб страны приписки вагона; 8 – знак министерства (ведомства) владельца вагона; 9 – посадочный ряд вагона; 10 – маршрутная доска; 11 – место установки домкрата; 12 – место уведомления о повреждениях; 13 – режимный переключатель тормоза красного цвета; 14 – трафарет для даты последнего текущего обслуживания; 15 – габаритные размеры вагона; 16 – тип тормоза; 17 – знак наличия режимного переключателя (буква R в ромбе); 18 – положение рукоятки режимного переключателя; 19 – трафарет для указания тары и число мест; 20 – пункт приписки вагона; 21 – знак наличия радио в вагоне; 22 – сводный знак; 23 – знак аренды вагона; 24 – знак международного сообщения МС

При постройке каждого пассажирского вагона завод-изготовитель составляет технический паспорт вагона. Паспорт хранится в вагонном участке или вагонном депо приписки вагона в течение всего срока его службы вплоть до списания кузова, но не менее 28 лет (минимальный срок службы вагона). В техническом паспорте вагона указываются место и время постройки и приписки, тип вагона или его модель, род вагона, тара, длина рамы, автосцепные устройства, база вагона, типы тележек, тормозов, подшипников букс колесных пар и привода генератора, система водоснабжения, отопления, электрооборудование, данные каждой колесной пары, планировка. При модернизации в паспорт вписываются все изменения вагона, указываются также дата, место проведения и вид ремонта вагона (деповский, капитальный).

На дорогах СНГ установлены единые для всех пассажирских вагонов обязательные знаки и надписи, которые наносят при постройке и ремонте.

На кузова наносят знак дороги, идентификационный номер вагона, количество мест, массу тары и обозначают место установки домкрата.

На торцевые стены кузова наносят надписи с обозначением пункта приписки вагона, места и времени выполнения заводского и деповского ремонтов, единой технической шестимесячной ревизии вагона.

Дополнительно на вагонах международного сообщения указываются страны курсирования, база вагона, классность, тип автотормоза, транзитность вагона, местонахождение водоналивных труб, тип тормозных колодок. Вагоны, габариты которых соответствуют габаритам европейских дорог с шириной колеи 1435 мм, должны иметь знак «МС». На вагонах, соответствующих габариту 0-ВМ, ставится знак «МС-0», а на соответствующих габариту 1-ВМ – знак «МС-1». На продольной балке тележек указывают номер вагона, порядковый номер тележки и дорогу приписки тележки.

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

### **3.7 Основные тенденции развития пассажирского движения в мире**

Одна из важнейших тенденций в мире – это сквозная цифровизация производства, переход всех бизнес-процессов, связанных с проектированием, технологической проработкой, производством и дальнейшим сервисным обслуживанием, в доверенную онлайн-среду.

Еще одно направление – обслуживание техники на протяжении всего срока использования. Суть в том, что от гарантий – годовых или десятилетних – производитель переходит к контракту жизненного цикла, когда в стоимость приобретения техники заложено и будущее сервисное обслуживание.

К июню 2023 г. пассажирский комплекс железных дорог России пополнит 13 высокоскоростных составов, развивающих скорость до 250 км/ч по десять вагонов. Договоренности на их поставку были заключены летом 2019 г. на Петербургском международном экономическом форуме. При этом немецкие партнеры из группы «Сименс» обеспечат техобслуживание и ремонт этого подвижного состава в течение всего срока службы, рассчитанного на 30 лет.

Первый в России беспилотный поезд «Ласточка» совершил тестовую поездку. Поезда «Ласточка» производит совместное предприятие группы «Синара» и немецкой Siemens «Уральские локомотивы». Компания планирует провести серию испытаний беспилотных поездов под контролем машинистов.

В Республике Беларусь проходили испытания на опытном участке поезда развившего скорость 250 км/ч.

Компания Deutsche Bahn присоединяется к ассоциации железнодорожного транспорта США, целью которой является развитие высокоскоростных магистралей в стране, одной из наиболее экологических, безопасных и быстрых железнодорожных систем в мире.

В Великобритании идет строительство Института высокоскоростного железнодорожного транспорта и системной интеграции, основной деятельностью которого станет исследование вопросов планирования, проектирования и строительства высокоскоростных магистралей, а также решение проблем, связанных с интеграцией крупных железнодорожных систем.

В Южной Корее испытали вакуумный поезд с максимальной скоростью 1019 км/ч. Такую скорость позволяет развить применение технологии, которая позволяет капсуле перемещаться со скоростью 1000 км/ч в вакууме и минимизировать сопротивление воздуха. В результате поезд способен двигаться на сверхзвуковой скорости. Специальная вакуумная труба Hypertube позволит совершить прорыв в области перемещения наземным транспортом. Предыдущая максимальная скорость, также установленная этим институтом, составляла 714 км/ч (для сравнения: на сегодняшний день самый быстрый эксплуатируемый поезд в мире развивает скорость до 603 км/ч. Японский MLX01 на магнитной подушке установил этот рекорд 21 апреля 2015 г.).

С вводом в эксплуатацию нового поезда Hyperloop миру откроются новые грани перемещения в пространстве. Уже сейчас разрабатывается план по покрытию линиями Hyperloop стран Европы, США, ОАЭ и других стран.

В настоящее время над транспортным проектом работают три компании – Virgin Hyperloop One, Hyperloop Transport Technologies и Hyperloop One.

В США технология Hyperloop предполагает перемещение по специальным вакуумным тоннелям, благодаря чему поезда-капсулы могут развивать высокую скорость. На тестовой трассе протяженностью 500 м капсуле удалось достичь скорости 160 км/ч. Максимальная скорость, которую должен развивать Hyperloop в будущем – 1223 км/ч. В 2012 г. о намерении создавать Hyperloop-поезда заявил Илон Маск, основатель SpaceX, а в 2014 г. компанию по производству таких поездов открыл британский медиагигант Virgin. Однако необходимость удовлетворения целому ряду различных национальных требований безопасности, нормативов движения и других условий – одно из крупнейших препятствий, которое откладывает широкомасштабное внедрение этого вида транспорта.

Железнодорожная компания JR East, выполняющая пассажирские перевозки в центральной и северо-восточной части Японии, намерена в октябре и ноябре 2021 г. провести испытания 12-вагонного высокоскоростного поезда серии E7 в беспилотном режиме. Предполагается, что управление поездом от его отправления до остановки в установленном месте будет выполняться с использованием экстренного торможения поезда, после чего дистанционное управление им возьмет на себя оператор в диспетчерском центре в автоматическом режиме.

ческом режиме. В случае нештатной ситуации система автоматически выключится.

Во время испытаний в кабине будет находиться машинист, но он вмешается в управление поездом только если обнаружит нарушения в работе системы.

В ходе испытаний предусмотрено тестирование возможностей передачи видео высокого разрешения по сети связи данных стандарта 5G для оценки целесообразности применения этой технологии на железных дорогах страны.

Компания Central Japan Railway Co. (JR Central) провела тестовую поездку обновленной модели линейного поезда Chuo Shinkansen (магнитолевитационного скоростного поезда-пули), который свяжет Токио и Осаку и после завершения строительства сможет развивать скорость 500 км/ч.

Пересмотренная модель относится к четвертому поколению японского маглева. Из новинок для пассажиров в компании отметили новые кресла с расширенными сиденьями и более высокими спинками. Чтобы уменьшить вибрацию и шум от движения состава применены новые материалы. Улучшена аэродинамика, в результате чего на 13 % снижено сопротивление воздуха о корпус состава, что также снизило громкость хлопков, похожих первоначально на выстрел пушки при выходе поезда из тоннелей.

Вес поезда уменьшен за счет использования инновационного источника питания, который генерирует электричество из катушек, установленных как на земле, так и на борту.

В 2018 г. в рамках двух контрактов совместное предприятие Bombardier Sifang (Qingdao) TransportationBST поставило для железных дорог Китая 288 вагонов CR400AF, способных развивать скорость 350 км/ч. Китай сегодня имеет самую широко развитую систему высокоскоростных магистралей (ВСМ) [49].

## **4 ХОДОВЫЕ ЧАСТИ ВАГОНОВ**

### **4.1 Устройство колесных пар, их типы**

Колесные пары являются наиболее ответственными элементами ходовых частей вагона. Они направляют движение вагона по рельсовому пути и воспринимают все нагрузки от вагона на рельсы и обратно.

Безопасность движения поездов во многом зависит от конструкции, материала, технологии изготовления и ремонта колесных пар, а также качества их осмотра. Конструкция и состояние колесных пар оказывают влияние на плавность хода, величину сил, возникающих при взаимодействии вагона и пути, и сопротивление движению.

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.

Тип колесной пары определяется типом оси и диаметром колес.

Согласно ГОСТ 4835–2013 колесные пары предназначены для вагонов магистральных железных дорог широкой колеи кроме моторных вагонов электро- и дизель-поездов. Для вагонов выпускаются колесные пары с буксовыми узлами РУ1Ш-957-Г и РВ2Ш-957-Г – для грузовых, РУ1Ш-957-П – для пассажирских, РВ2Ш-957-Э – для немоторных вагонов электропоезда, РУ1Ш-957-Д – для немоторных вагонов дизель-поезда.

РУ1 – обозначает роликотная универсальная первого типа (Р – роликотная, У – унифицированная для грузовых и пассажирских вагонов).

Р2В – роликотная вагонная второго типа для вагонов большой грузоподъемности.

Ш – крепление подшипников шайбой (если буква Ш отсутствует, то крепление подшипников осуществляется корончатой гайкой; такие колесные пары еще находятся в эксплуатации, но уже не выпускаются).

957 – номинальный диаметр колеса, до 2006 г. колесные пары выпускали с номинальным диаметром 950 мм.

Г – тип вагона «грузовой».

П – тип вагона «пассажирский».

Э – тип вагона «немоторный электропоезд».

Д – тип вагона «немоторный дизель-поезд».

Обозначение «Б» включает обозначение колесной пары с буксовым узлом.

На рисунке 4.1 изображена колесная пара с буксовыми узлами. Колесная пара состоит из оси, двух укрепленных на ней колес и двух буксовых узлов. Такого типа колесные пары подкатываются под грузовые и пассажирские вагоны.

В состав колесной пары пассажирского вагона могут входить дополнительно тормозные диски и редуктор привода подвагонного генератора, а также другие детали, которые расположены на оси или на колесах. Например, на дисковой части оси могут быть установлены тормозные диски, а на оси – ведущий шкив привода подвагонного генератора.

У пассажирских вагонов с кондиционированием воздуха, оборудованных дисковыми тормозами и приводом подвагонного генератора, на оси между колесами устанавливаются тормозные диски и редуктор [30].

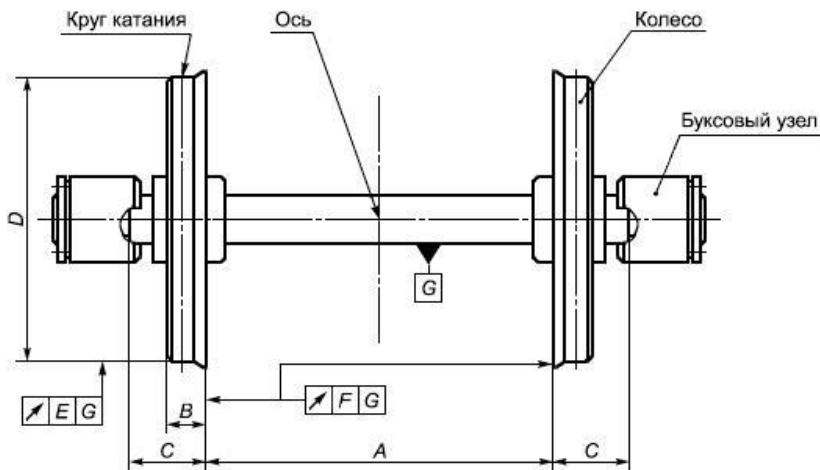


Рисунок 4.1 – Колесная пара с буксовыми узлами:

A – расстояние между внутренними боковыми поверхностями ободьев колес; B – ширина обода колеса; C – расстояние между упорным торцом и предподступичной части оси и внутренним торцом обода колеса; D – диаметр колес по кругу катания

Типы и основные параметры серийных колесных пар приведены в таблице 4.1.



Таблица 4.1 – Типы и основные параметры серийных колесных пар

Тип колесной пары	Тип вагона	Конструкционная скорость вагона, км/ч	Максимальная расчетная статическая нагрузка от колесной пары на рельсы, кН (тс)
РУ1Ш-957-П	Пассажирский	160	176,6 (18,0)
РУ1Ш-957-Г	Грузовой	120	230,5 (23,5)
РВ2Ш-957-Г	Грузовой	120	245,2 (25,0)
РВ2Ш-957-Э	Немоторный электропоезд	130	186,4 (19,0)
РУ1Ш-957-Д	Немоторный дизель-поезд	120	186,4 (19,0)

На рисунке 4.2 показаны элементы колесной пары



Рисунок 4.2 – Элементы колесной пары

Для обеспечения безопасного движения вагона по рельсовому пути, и, особенно, по стрелочным переводам, колеса укрепляются на оси таким образом, чтобы расстояние между внутренними вертикальными гранями ободьев колес находилось в определенных пределах.

Колеса, укрепленные на одной оси, должны иметь минимальную разность диаметров поверхности катания (не более 1 мм). Это необходимо для предупреждения перекосов и скольжений колесной пары, повышающих сопротивление движению, вызывающих неравномерный и увеличенный износ поверхностей катания колес и скручивание оси, колеса [31].

При перестановке тележек вагонов с колеи 1520 мм на 1435 мм и наоборот на перестановочных пунктах имеются существенные недостатки – уве-

личение времени оборота вагонов и существенные затраты технологических и производственных ресурсов.

Наиболее эффективным способом перехода с одной колеи на другую является применение раздвижных колесных пар (РКП).

**Разработки по внедрению конструкции раздвижных колесных пар.** В 1964 г. испанской компанией «*Talgo*» была разработана технология автоматического изменения ширины колеи.

В 1957 г. создана колесная пара с раздвижными на оси колесами на Брянском машиностроительном заводе. На Уралвагонзаводе оборудовались раздвижными колесными парами две тележки 18-100 с применением тангенциального замка предложенного в БелИИЖТе [35].

В настоящее время действуют системы раздвижных колесных пар, разработанные в Испании, Швейцарии, Германии, Японии и Польше.

Между Испанией (ширина колеи 1668 мм) и странами Европы (1435 мм) курсируют пассажирские экспрессы, оборудованные раздвижной колесной парой конструкции испанской фирмы «*Talgo*». Под поезда подкатываются одноосные тележки, т. е. рессорное подвешивание, тормозное оборудование и т. д. смонтированы на одной раздвижной колесной паре. Чтобы нагрузка на каждую ось колесной пары не превышала допустимой нормативами, длина каждого вагона по сравнению с 4-осным стандартным уменьшена.

В основу действия системы *Talgo* положено принудительное поперечное смещение отдельных колесных блоков, которое происходит при движении вагона. Каждый из блоков включает колесо с тормозными дисками, короткую ось и конические роликовые подшипники. Единой оси в данной конструкции нет (средняя часть оси отсутствует), поэтому и колесной пары в традиционном понимании этого термина нет.

Колеса перемещаются при снятии с них нагрузки и одновременно перестают контактировать с рельсами широкой колеи. Это происходит вследствие того, что находящиеся с внешней стороны наружных подшипников опоры скольжения надвигаются на поддерживающие рельсы стационарной установки и перемещаются по ним с использованием воды в качестве смазки. При этом высота рельсов плавно увеличивается. Т-образные направляющие стационарной установки заходят в соответствующие пазы блокирующих устройств колесных узлов и вытягивают замки крепления подшипников. Колеса с подшипниками высвобождаются, а направляющие рельсы стационарной установки сходятся, воздействуют на наружные грани ободов колес и сдвигают их к оси в поперечном направлении в положение, соответствующее ширине новой колеи. В пазы блокирующих устройств вновь заходят Т-образные направляющие, замки крепления подшипников возвращаются на место и колеса фиксируются в новом положении. При этом высота поддерживающих рельсов плавно уменьшается, скользящие упоры сходят с них, и колеса находящиеся в положении, соответствующем колее 1435 мм, опускаются на рельсы колеи 1668 мм.

Аналогичная система автоматического перехода с колеи 1668 мм на колею 1435 мм разработана фирмой «*Talgo*» для грузовых вагонов. РКП установлена на тележки, аналогичные тележкам Y25, являющиеся стандартными для грузовых вагонов колеи 1435 мм. На рисунке 4.3 представлен общий вид такой колесной пары.

Раздвижная колесная пара состоит из рамы 1, объединяющей два колесных блока 2. Каждый блок состоит из колеса, которое насажено на свою полуось с буксовыми узлами 5 на концах. Колесные блоки соединены специальным устройством 3, обеспечивающим совместное вращение колес. Осевая группа снабжена механизмом перемещения тормозных башмаков 4 и системой электрических соединений. Во внешней крышке внутренней буксы расположено устройство контроля температуры подшипников 6.

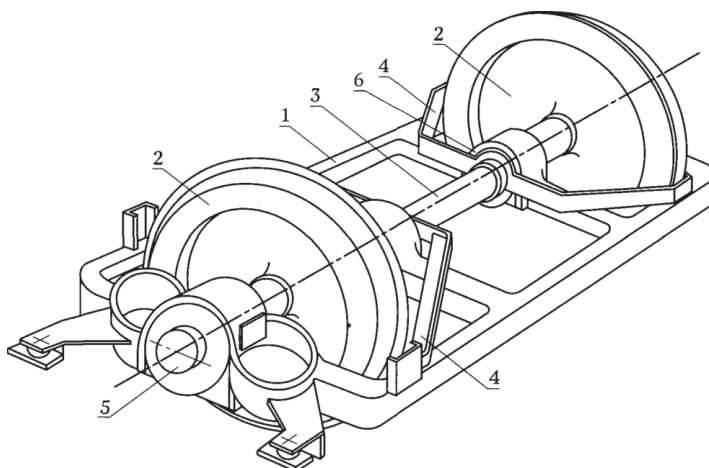


Рисунок 4.3 – Раздвижная колесная пара системы Тальго:

Основной особенностью этой колесной пары является конструкция оси, которая обеспечивает вращение колес с одинаковой угловой скоростью, но не воспринимает вертикальных нагрузок. Ось имеет телескопическую конструкцию, т. е. состоит из двух трубообразных частей, которые могут смещаться друг относительно друга в аксиальном направлении с фиксацией в одном из двух положений, но вращаются они синхронно. Тележка с раздвижной колесной парой оборудована также устройством автоматического перемещения тормозных колодок. На перспективу колодочный тормоз может быть заменен дисковым.

Принцип работы новой системы аналогичен применяемой длительное время в пассажирских поездах *Talgo RD*. Перестройка колесных групп с другой ширины колеи осуществляется при прохождении вагонами стацио-

нарных переводных устройств, которые установлены на стыковых пунктах железных дорог с разной шириной колеи.

Скорость движения вагонов через переводные устройства равна 15 км/ч.

На рисунке 4.4 представлена раздвижная колесная пара SUW 2000, разработанная в Польше с дисковыми тормозами.

Муфтовая колесная пара отличается тем, что при прохождении определенных участков переводного устройства муфта сначала разблокирует одно колесо, а после его перемещения на оси заблокирует. По сравнению с обычной колесной парой прочность соединения колес с осью слабее, поэтому используется торможение дисками, закрепленными на средней части оси, колесные пары SUW 2000 перемещаются вдоль оси последовательно, поэтому ось соединена постоянно хотя бы с одним колесом и буксовые подшипники работают непрерывно [32].

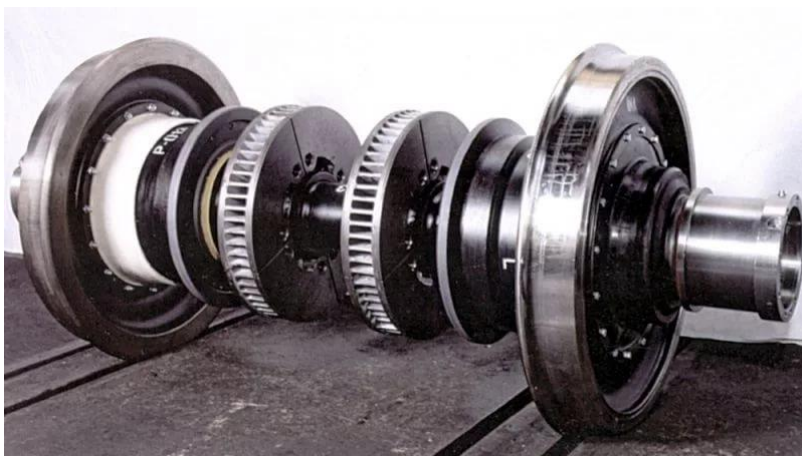


Рисунок 4.4 – Раздвижная колесная пара SUW 2000

## 4.2 Буксовые узлы

Буксовые узлы предназначены для передачи нагрузки от кузова вагона на шейки осей и ограничения продольных и поперечных перемещений колесной пары относительно тележки.

Буксовый узел является необрессоренной частью тележки и жестко воспринимает динамические нагрузки от рельсового пути, возникающие при движении вагона. Кроме нагрузки от массы брутто вагона без учета массы колесной пары, буксовый узел испытывает значительные удары при прохождении колес по стыкам рельсов, от толчков во время торможения поезда или

наезда поезда на башмак при роспуске вагонов с горки, от действия центробежной силы при движении в кривых участках пути и др.

Конструкция буксы должна обеспечивать защиту внутренней полости от загрязнения и обводнения, а так же не допускать вытекание смазки.

Все буксы делятся на две группы: с подшипниками качения (роликовыми подшипниками) и с подшипниками скольжения.

Буксовые узлы вагонов стран ближнего и дальнего зарубежья оборудованы, в основном, подшипниками качения.

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

В зависимости от конструкции корпуса буксы различаются:

1 типа – воспринимающие нагрузку на корпус сверху без опор под рессорные комплекты (в основном для грузовых вагонов);

2 типа – с опорами под рессорные комплекты.

В ходовых частях высокоскоростных поездов (*TGV* (Франция), *ICE* (Германия), *Talgo*, Испания), применяются буксовые узлы с двухрядными коническими роликовыми подшипниками. Достоинствами таких подшипников является:

- приспособленность к комбинированному нагружению высокого уровня, что гарантирует большие пробеги в межремонтный период;

- компактность конструктивного исполнения;

- значительные преимущества при техническом обслуживании.

В странах СНГ в тележках последних лет выпуска применяется кассетный буксовый узел. Эта конструкция отрегулирована на заводе-изготовителе, заправлена смазкой и снабжена внутренними уплотнениями (рисунок 4.5).

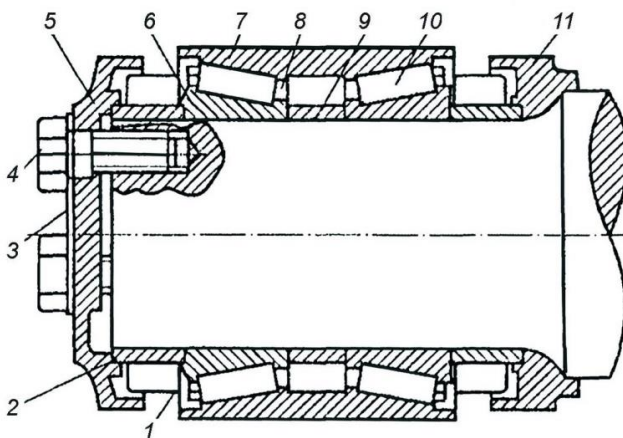


Рисунок 4.5 – Буксовый узел с коническими роликовыми подшипниками

Буксовый узел состоит из двухрядного подшипника 6, двух комплектов конических роликов 10, двух сепараторов 8, наружного кольца 7, выполняющего роль корпуса буксы. Подшипник на шейке оси фиксируется передней 5 и задней 11 крепежными крышками и тремя упорными кольцами (передним 2, средним дистанционным 9 и задним).

Передняя крышка 5 крепится к торцу оси тремя болтами 4 и фиксируется от самопроизвольного отворачивания стопорной шайбой 3. Задняя крепежная крышка 11 за счет натяга имеет тугую посадку на шейке оси. Задний и передний уплотнительные кожухи 1 с упругими сальниками обеспечивают герметизацию подшипника от проникновения пыли и влаги.

Достоинства буксового узла кассетного типа: по сравнению с типовым узлом (массой 105 кг) имеет меньшую массу (55 кг) и размеры; требует в два раза меньше смазки на заправку узла; монтаж двух подшипников на колесную пару обеспечивается за две минуты.

Уменьшение динамических нагрузок, действующих на подшипник, осуществляется за счет применения резиновых прокладок между корпусом буксы и рамой тележки. В современных тележках грузовых вагонов перспективной является конструкция бескорпусного буксового узла с упругим элементом. Передача нагрузки от боковой рамы на наружные кольца подшипников осуществляется через промежуточный элемент адаптера, корпус буксы как таковой отсутствует. Его роль выполняют наружные кольца подшипников. Массивная резиновая прокладка между наружными кольцами подшипников и адаптером способствует повышению долговечности подшипников за счет уменьшения воздействия динамических нагрузок.

### 4.3 Рессорное подвешивание

Рессорное подвешивание связывает колесные пары с рамой тележки и кузовом. Его назначение – уменьшение динамического воздействия вагона на путь и пути на вагон. Рессорное подвешивание состоит из упругих элементов, возвращающих устройство и гасителей колебаний.

Упругие элементы предназначены для амортизации (смягчения) толчков и ударов от пути движущемуся вагону в вертикальной плоскости.

В качестве упругих элементов могут быть применены цилиндрические пружины, листовые рессоры, резинометаллические элементы, пневматические рессоры, торсионные рессоры.

При прохождении колесной пары неровности пути (стыки, крестовины, пучины и т. д.) возникают динамические нагрузки, при которых колесная пара и буксы испытывают значительные ускорения. При отсутствии рессорного подвешивания кузов жестко воспринимал бы все динамические воздействия и испытывал большие ускорения.

В рессорном подвешивании современных вагонов наиболее часто применяются цилиндрические пружины. Они просты в изготовлении, хорошо амортизируют вертикальные и горизонтальные толчки и удары.

Однако, если в системе рессорного подвешивания отсутствуют или малы силы трения, то при движении по периодически повторяющимся неровностям возможны явления резонанса и недопустимо большие амплитуды колебаний кузова на рессорах. Поэтому для гашения колебаний в системе подвешивания предусматривают специальные гасители – фрикционные или гидравлические.

Во *фрикционных* гасителях колебаний необходимое сопротивление колебаниям обрессоренных частей вагона создается силами трения, которые возникают при относительном смещении трущихся деталей. Эти силы могут быть постоянными или переменными в зависимости от конструктивных особенностей гасителей.

В *гидравлических* гасителях сила сопротивления создается за счет перетекания жидкости через узкие (дроссельные) отверстия. В результате возникает вязкое трение, механическая энергия колебательного движения вагона превращается в тепловую, которая рассеивается в атмосферу. Гидравлические гасители колебаний, применяемые в тележках пассажирских вагонов, выполнены телескопическими поршневыми, имеют малую массу.

Вагонные тележки должны амортизировать толчки, возникающие при набегании гребней колес на рельсы, при извилистом движении тележки, входе в кривые, прохождении стрелок. Для этого тележки снабжаются возвращающимися устройствами, смягчающими боковые толчки; такие устройства при отклонении от среднего положения создают возвращающую силу, упруго препятствующую этим отклонениям.

Функции возвращающего устройства могут выполнять в некоторой степени цилиндрические пружины, у которых возвращающая сила пропорциональна деформации.

К специальным системам, в которых возвращающая сила создается за счет использования веса кузова, относятся роликовые возвращающиеся устройства (преимущественно для грузовых вагонов). Надрессорная балка тележки опирается на ролики, которые могут перекатываться в гнездах с вогнутой цилиндрической поверхностью.

В тележках прежних лет выпуска пассажирских вагонов применяются возвращающие устройства люлечного типа.

На рисунке 4.6 представлены схемы рессорного подвешивания.

С увеличением гибкости рессорного подвешивания возрастает боковая качка вагона. При этом поперечная устойчивость кузова может быть увеличена применением специальных устройств – стабилизаторов, которые оказывают упругое сопротивление крену кузова. Применяются рычажные и торсионные стабилизаторы.

**По системе подвешивания** наиболее распространены тележки с оди-  
нарным и двойным подвешиванием [32].

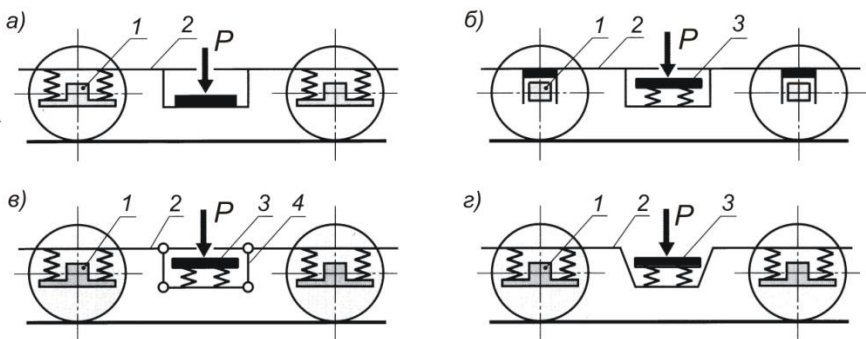


Рисунок 4.6 – Схемы рессорного подвешивания в тележках вагонов:  
*а* – буксовое; *б* – центральное; *в* – двойное: буксовое и центральное люльечное;  
*г* – двойное: буксовое и центральное безлюльечное

#### 4.4 Тележки

**Назначение и классификация тележек.** Тележки являются ходовыми частями вагона. Они должны обеспечивать безопасность движения вагона по рельсовому пути с наименьшим сопротивлением движению и с необходимой плавностью хода.

Тележки имеют короткую базу и могут свободно поворачиваться в горизонтальной плоскости относительно рамы вагона. При проходе тележечного вагона через неровности пути кузов имеет меньшее вертикальное перемещение, чем кузов нетележечной конструкции.

Тележки можно без затруднения выкатить из-под кузова, что облегчает осмотр и ремонт ходовых частей вагона.

Тележки различаются по назначению, по числу осей, устройству рессорного подвешивания, способу передачи нагрузки от кузова вагона на раму тележки и от рамы к колесным парам.

По назначению тележки делятся на грузовые и пассажирские.

По числу колесных пар тележки разделяются на двухосные, трехосные, четырехосные и многоосные. Наибольшую базу имеют двухосные тележки.

По устройству рессорного подвешивания тележки делятся на: тележки с одинарным рессорным подвешиванием (центральным или буксовым) и с двойным рессорным подвешиванием (центральным и буксовым).

Качество хода вагона зависит не от количества последовательно расположенных рессорных систем, а от суммарного статического прогиба, его распределения между центральным и буксовым подвешиванием.

Основными параметрами, характеризующими технико-экономические показатели тележек, являются: собственная масса, база (расстояние между



центрами крайних осей у двух- и трехосных тележек и между серединами рессорных комплектов для четырехосных), тип и параметры рессорного подвешивания, расстояние от уровня головок рельсов до опорного узла тележки, рессорная база и конструкционная скорость.

Ходовые качества вагона определяются его устойчивостью против схода с рельсов, плавностью вписывания в кривые участки пути, величиной вертикальных и горизонтальных динамических сил и ускорений, а также показателями плавности хода.

#### 4.4.1 Тележки грузовых вагонов

Под кузова грузовых вагонов подкатывают 2-, 3- и 4-осные тележки. В настоящее время в эксплуатации находятся в основном двухосные тележки модели 18-100 и ее модернизации, они подкатываются под все грузовые 4-х осные магистральные вагоны кроме изотермических. Под 8-осными вагонами применяются 4-осные тележки модели 18-101, которые состоят из 2-осных, связанных между собой соединительной балкой.

В эксплуатации встречаются шестиосные вагоны с тележками модели 18-102 (УВЗ-9М).

Изотермические вагоны выпускают с тележками КВЗ-И2.

Тележка нового поколения грузовых вагонов, 18-578, разработанная ОАО НПК «Уралвагонзавод» на базе тележки 18-100, представлена на рисунке 4.7.

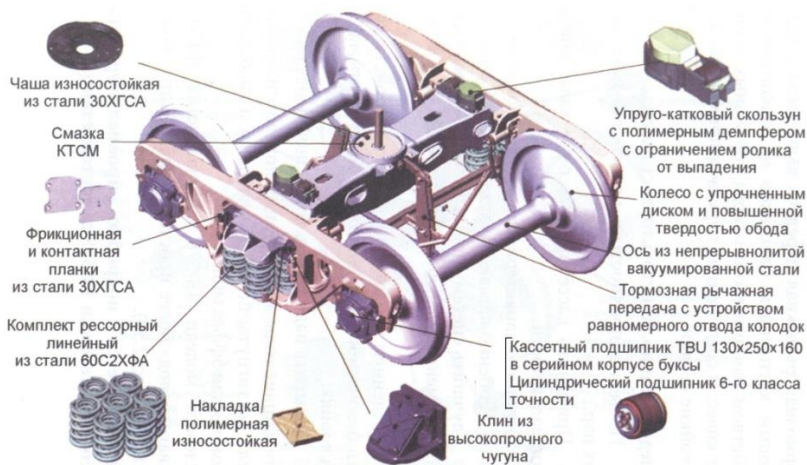


Рисунок 4.7 – Тележка модели 18-578

В тележке используются съемные скользящие упруго-каткового типа и чугунные термоупрочненные фрикционные клинья с уретановыми накладками. Предусмотрена износостойкая чаша в подпятнике наддрессорной балки, колеса повышенного качества и твердости, подшипники кассетного типа. Ресорное подвешивание в данной тележке выполнено из пружин меньшей, по сравнению с тележкой 18-100, жесткостью. Буксовые узлы оборудованы цилиндрическими или двухрядными коническими подшипниками типа ТВУ 130×250, установленные на типовые корпуса букс.

Тормозная передача оборудована устройством направленного отвода колодок от колес при отпущенном тормозе, обеспечивающем равномерный износ колодок.

Применение ряда конструктивных и технологических решений позволило добиться увеличения межремонтного периода грузовых вагонов по пробегу до 500 тыс. км и гарантийного срока эксплуатации до 4 лет.

ОАО НКП «Уралвагонзавод» начал производить тележку модели 18-194-1 (рисунок 4.8). В конструкции тележек модели 18-194-1 применяются фрикционные клинья увеличенной ширины (по сравнению с тележкой 18-100), пружины подвешивания имеют билинейную характеристику. В конструкции буксовых узлов используются кассетные подшипники, введены упругие неметаллические элементы между адаптером и боковой рамой располагаются упругие скользящие, состоящие из неметаллического элемента в износостойком цилиндрическом корпусе, что позволяет обеспечивать постоянный момент сопротивления вращению тележек под вагоном [34].

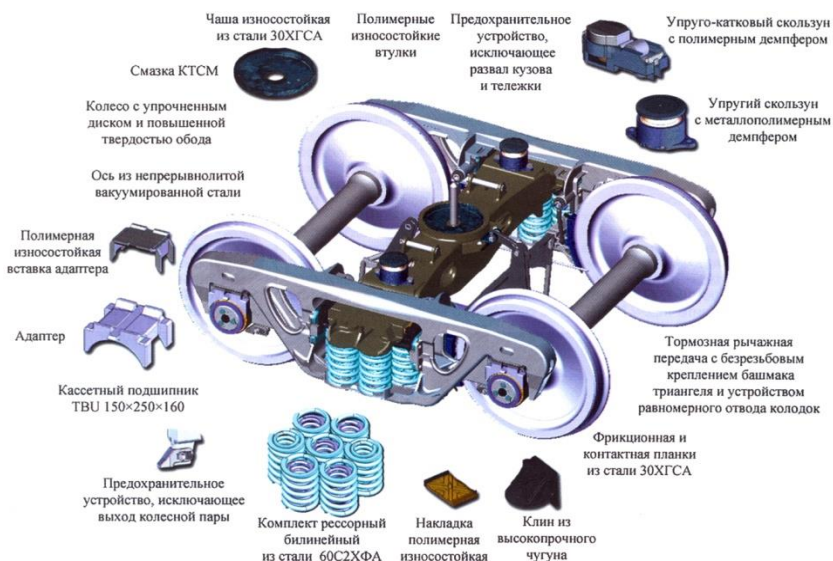


Рисунок 4.8 – Тележка модели 18-194-1

**Тележка модели 18-9810.** Основными проблемами трехэлементных тележек при повышении скоростей движения порожних вагонов являются недостаточное сопротивление забеганию боковых рам и чрезмерное влияние тележки. Эти недостатки устранены в тележке модели 18-9810, изготовленной ЗАО «Тихвинский вагоностроительный завод». За основу принята тележка S-2-R, спроектированная компанией «Standard CarTruck Co», входящей в корпорацию «WABTEC» (США). Тележка модели 18-9810 предназначена для эксплуатации под универсальными и специализированными грузовыми вагонами колеи 1520 мм и полностью взаимозаменяема с тележкой модели 18-100. Конструкция допускает осевую нагрузку 23,5 тс и конструкционную скорость 120 км/ч. В рессорном комплекте насчитывается по девять двухрядных пружин с каждой стороны вместо семи у ранее рассмотренных тележек. В тележке почти отсутствуют неметаллические элементы, что позволяет эксплуатировать ее при температурах до  $-60^{\circ}\text{C}$ . Межремонтный пробег тележки составляет не менее 500 тыс. км. Наличие визуальных индикаторов предельного состояния узлов трения в рессорном подвешивании упрощает осмотр в эксплуатации. Фрикционные клинья пространственного действия из высокопрочного чугуна состоят из двух зеркальных частей, что обеспечивает стабильные характеристики трения на поверхности, контактирующей с фрикционной планкой боковой рамы. Сопротивление забеганию боковых рам в тележке 18-9810 под порожними вагонами выше в 1,5–2,2 раза. Это позволяет повысить безопасные скорости при движении порожних вагонов на один уровень по сравнению с гружеными (рисунок 4.9).

Тележка 18-9855 имеет аналогичную усиленную конструкцию и подкатывается под вагоны, выпускаемые Тихвинским ВЗЗ, с осевой нагрузкой 25 т.

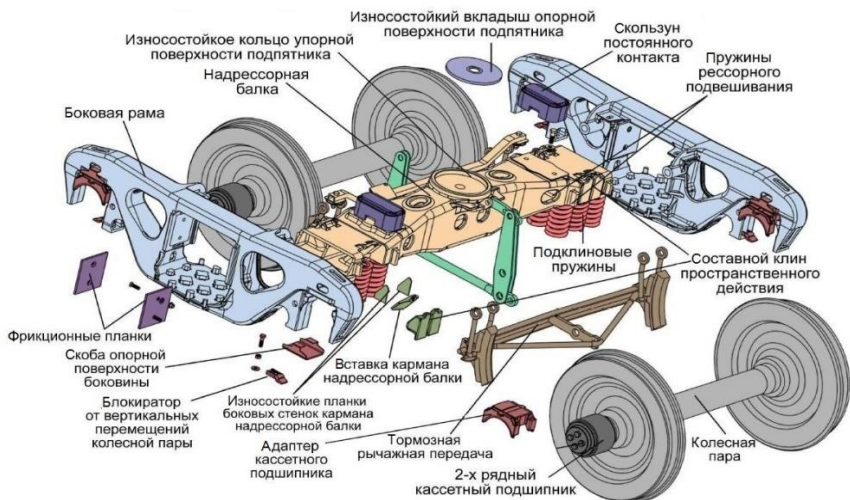


Рисунок 4.9 – Общий вид тележки модели 18-9810 с разнесенными элементами

В России предлагаются тележки различных производителей, которые решают задачу улучшения показателей долговечности, ходовых качеств и безопасности движения вагонов. Они различаются устройством буксы или адаптера, износостойкого элемента буксового узла, боковой рамы, пружин подвешивания, фрикционных клиньев, наддресорной балки, боковых скользунов. Является целесообразным выбор тележек в качестве унифицированных для всей сети дорог колеи 1520 мм с целью снижения дополнительных расходов в эксплуатации.

На железных дорогах стран-членов МСЖД в качестве типовой тележки грузовых вагонов принята модель Y25C. Эта тележка (рисунок 4.10) рассчитана на нагрузку 20 тс от оси на рельсы и допускает скорость 120 км/ч. Тележка имеет буксовое подвешивание с фрикционными гасителями колебаний и коэффициентом относительного трения, пропорциональным нагрузке. Тележку Y25C выпускают в нескольких модификациях (Y25CS, Y25CSS, Y25Cssi, Y25Cm и Y25Cs2). Тележки всех модификаций, кроме Y25Cm, имеют сварные рамы, а тележка Y25Cm – сварно-литую.

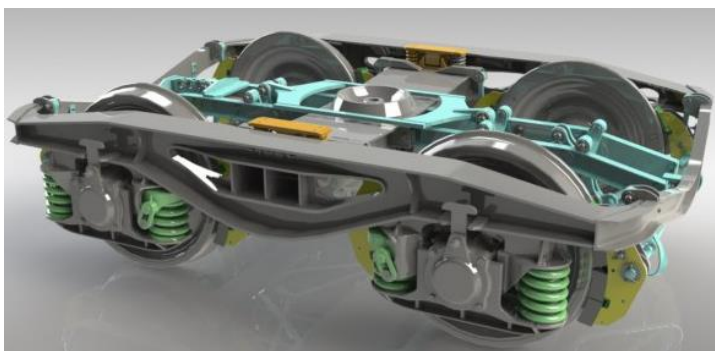


Рисунок 4.10 – Тележка Y25C

Тележка типа Y-31/Li выполнена с изогнутой поперечной балкой, за счёт чего достигается снижение уровня подпятника. Опоры скользунов в этой тележке вынесены за боковые рамы. Рессорное подвешивание одноступенчатое надбуксовое, аналогичное тележке Y-25. Тормозная рычажная передача выполнена с односторонним нажатием тормозных колодок на колесо.

Тележка типа Y-31/Li применяется для подкатки под автотрейлеры, что даёт возможность перемещать их по железной дороге без применения платформ-автовозов.

Промышленность США для грузовых вагонов железных дорог США и Канады производит тележки многих типов. Эти тележки имеют стальные литые рамы, центральное рессорное подвешивание и фрикционные (в основном клиновые) гасители колебаний.

Для замены отечественной типовой тележки модели 18-100 рекомендована американская тележка Barber S-2-R с осевой нагрузкой 23,5 тс, получившая обозначение 18-9810. Общий вид тележки показан на рисунке 4.11.

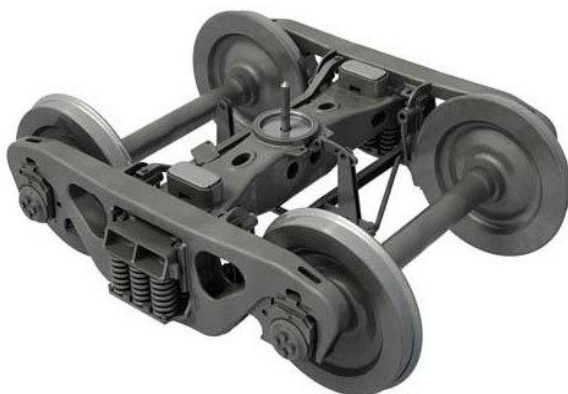


Рисунок 4.11 – Тележка модели 18-9810 (Barber S-2-R)

Тележка модели 18-9810 комплектуется упругими скользунми постоянного контакта. Тормозная рычажная передача тележки идентична отечественной типовой модели 18-100.

Для вагонов с увеличенной грузоподъемностью внедряется тележка американской фирмы «Motion Control» с осевой нагрузкой 25 тс, получившая обозначение 18-9836.

Тележка модели 18-9836 имеет стандартную компоновку. Сечения несущих элементов выполнены с увеличенными площадями. Рессорный комплект каждой боковой рамы состоит из девяти двухрядных цилиндрических пружин разной жесткости и двух стальных фрикционных клиньев с увеличенной площадью рабочей поверхности. Конструкция тележки и применение последних разработок в области защиты пар трения тележек позволяют прогнозировать пробег элементов тележки до замены около 1 млн км. Изнашиваемые детали и узлы имеют визуальные индикаторы их предельного состояния, что существенно сокращает время при техническом обслуживании.

Демпфирование колебаний в тележке осуществляется с помощью фрикционных клиньев. Колесные пары тележки оборудуют кассетными подшипниками. Они взаимодействует с боковыми рамами через адаптер и упругие элементы, что снижает воздействие на путь. В конструкции тележки предусмотрены скользунны, в которых в качестве упругих элементов применяются цилиндрические пружины, расположенные внутри корпуса. Применение пружин в скользуннах тележки обеспечивает постоянство характеристик жесткости в зависимости от температуры.

В соответствии с требованиями тележку LEILA-DG (рисунок 4.12) рассчитывали на осевую нагрузку 22,5 тс и максимальную скорость 120 км/ч (для

использования в Европе). В ходе разработки выяснилось, что при использовании модульного принципа конструирования можно увеличить осевую нагрузку тележки до 25 тс. Разрабатывались и другие варианты тележки LEILA-DG [32].



Рисунок 4.12 – Тележка модели LEILA-DG

#### 4.4.2 Тележки пассажирских вагонов

Тележки современных пассажирских вагонов выпускает Тверской вагоностроительный завод и они имеют двойное рессорное подвешивание – буксовое и центральное. Обе ступени подвешивания работают последовательно, при этом обеспечивается высокая суммарная гибкость рессорного подвешивания.

Рама пассажирской тележки опирается на бесчелюстные буксы через упругие элементы буксового подвешивания. В центральном подвешивании в отличие от грузовых тележек для гашения колебаний используются исключительно гидравлические гасители колебаний (демпферы).

Типовыми пассажирскими тележками являются двухосные тележки моделей 68-875 (68-876) и 68-4065 (68-4066), предназначенные для эксплуатации вагонов со скоростью 160 км/ч.

Тележками нового поколения пассажирских вагонов являются тележки моделей 68-4071 (68-4072) для скоростей 160 км/ч и моделей 68-4075 (68-4076) для скоростей движения 200 км/ч.

Все эти тележки предназначены для пассажирских, почтовых, багажных, а также специальных вагонов массой брутто до 72 т.

Техническая характеристика тележек моделей 68-875 (68-876) и 68-4065 (68-4066) пассажирских вагонов приведена в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Технические характеристики тележек пассажирских тележек

Показатель	Модель тележки			
	68-875	68-876	68-4065	68-4066
Масс, т	6,9	7,4	6,8	7,4
База, мм	2400			
Конструктивная скорость, км/ч	160			
Тип рессорного подвешивания	Двойное: центральное люлечное и буксовое			
Суммарный статический прогиб от массы грунто, мм	225	233	199	215
Тормоз	Колодочный			
Габарит ГОСТ-9238	1-ВМ			

Общий вид тележки показан на рисунке 4.13.

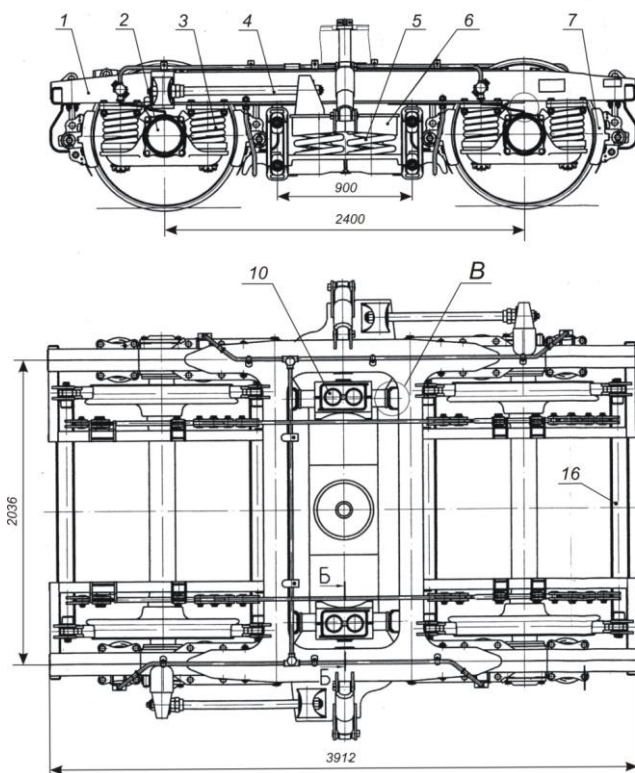


Рисунок 4.14 – Тележка модели 68-875:

1 – рама; 2 – колесная пара с буксовыми узлами; 3, 5 – буксовая и центральная ступени подвешивания; 4 – продольный поводок; 6 – надрессорная балка; 7 – тормозная рычажная передача; 8 – гидравлический гаситель колебаний; 9 – шкворень; 10 – опорный скользун; 11 – коробка; 12 – резиновая прокладка; 13 – металлическая прокладка; 14 – вкладыш; 15 – торцевой вертикальный скользун; 16 – траверса тормозной рычажной передачи

Тележка состоит из двух колесных пар с буксовыми узлами 2, двойного рессорного подвешивания – буксового 3 и центрального 5, рамы 1, наддрессорной балки 6 и тормозной рычажной передачи 7. Кузов опирается на тележку через скользуны 10 наддрессорной балки; связь рамы с буксами – упругая шпинтонно-бесчелюстная; тормоз – колодочный с двусторонним нажатием колодок; 4 – упругий поводок; В – вертикальный скользящий.

Под котловую сторону вагона подкатываются тележки модели 68-875, под котловую – модели 68-876. Тележка модели 68-876 имеет текстропно-карданный привод к генератору от торца оси. У нее более жесткое подвешивание и усилена концевая поперечная балка, на которой крепятся генератор, ведомый шкив привода с натяжным устройством и карданный вал.

Тележки моделей 68-4065 (68-4066) подкатываются под вагоны с системой кондиционирования воздуха. Привод подвагонного генератора имеет повышенную мощность (32 кВт) и выполнен от средней части оси. Все остальные элементы тележек аналогичны тележкам 68-875 и 68-876.

На рисунке 4.14 представлена тележка модели 68-875 (ТВЗ-ЦНИИМ), которая представляет вариант дальнейшего развития конструкции тележки типа КВЗ-ЦНИИ.



Рисунок 4.13 – Общий вид тележки пассажирского вагона модели 68-875

**Тележки прошлых лет выпуска, находящиеся в эксплуатации.** Тележки типа КВЗ-ЦНИИ выпускались до 1985 г. На рисунке 4.15 представлена тележка КВЗ-ЦНИИ-1. От тележки модели 68-875 (ТВЗ-ЦНИИ-М) тележка КВЗ-ЦНИИ-1 отличается конструкцией и параметрами рессорного подвешивания.

В люлечном устройстве центрального подвешивания применяют двухзвенные подвески, в которых тяги-подвески и серьги имеют возможность смещаться в поперечном направлении. Тяги-подвески 3 крепятся шарнирно к боковым балкам рамы при помощи валика и подшипников, которые рас-



положены в упорах, приваренных к балке. Форма опорных валиков и проушин подвесок позволяет подвескам раскачиваться вдоль и поперек.

Пружины рессорного подвешивания расположены в поддонах [15].

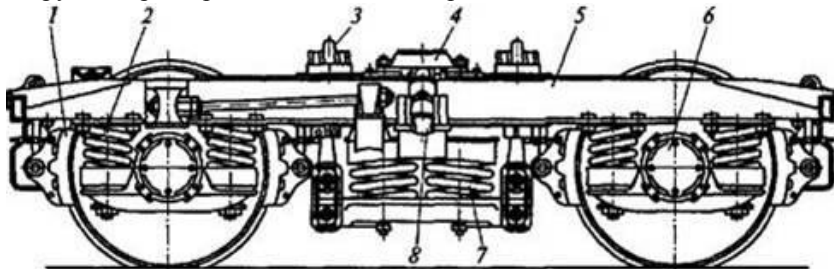


Рисунок 4.15 – Тележка KV3-ЦНИИ- I:

1 – тормозная колодка; 2 – пружина буксового рессорного подвешивания; 3 – тяга подвески; 4 – подпятник; 5 – рама; 6 – корпус буксы; 7 – пружины центрального рессорного подвешивания; 8 – гидравлический гаситель колебаний.

Тележки KV3-ЦНИИ выпускались двух типов: KV3-ЦНИИ-I и KV3-ЦНИИ-II (рисунок 4.16).

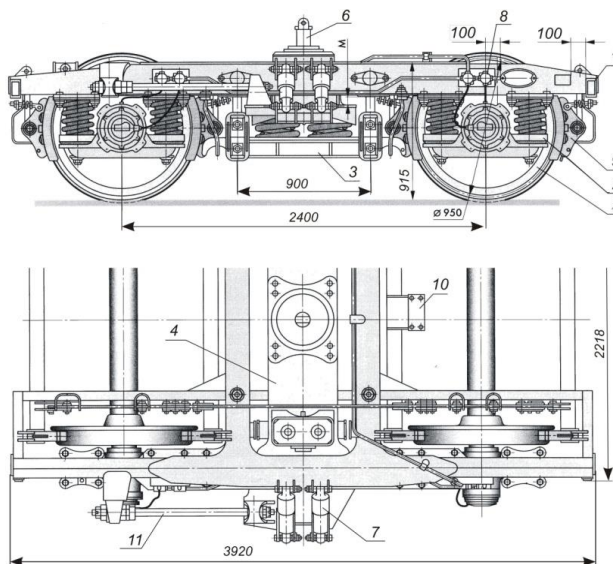


Рисунок 4.16 – Тележка KV3-ЦНИИ-II

1 – рама; 2, 3 – буксовое и центральное подвешивания; 4 – надрессорная балка; 5 – колесная пара с буксами; 6 – шкворень; 7 – гаситель колебаний; 8 – устройство контроля нагрева букс; 9 – тормозная рычажная передача; 10 – кронштейн авторежима; 11 – поводок

Первая подкатывается под кузова вагонов с массой брутто до 60 т, а вторая – под почтовые и багажные вагоны с массой брутто от 60 до 72 т. в основном под почтовые и багажные вагоны [5].

Тележка КВЗ-ЦНИИ-I визуальнo отличается конструктивным исполнением от тележки КВЗ-ЦНИИ-II и местом расположения узлов соединения подвесок с рамой, а также конструкцией люлечного предохранительного устройства (отсутствием предохранительных скоб и крюков у поддонов) и длиной серёг.

Тележки различаются по жесткости рессорного подвешивания (у тележки КВЗ-ЦНИИ-II оно более жесткое), по конструкции рамы, числом гасителей колебаний. У тележки КВЗ-ЦНИИ-I с каждой стороны ставят по одному гидравлическому гасителю колебаний, а у КВЗ-ЦНИИ-II – по два.

**Тележки нового поколения.** Тележки нового поколения моделей 68-4071 (68-4072) и 68-4075 (68-4076) разработаны Тверским вагоностроительным заводом для скоростей движения 160 и 200 км/ч. такие тележки используются под пассажирские вагоны с массой брутто до 62 т и имеют повышенную плавность хода при скорости до 160 км/ч [3].

Технические характеристики новых тележек пассажирских вагонов Тверского вагоностроительного завода приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Технические характеристики новых пассажирских тележек.

Показатель	Модель тележки					
	68-4071	68-4072	68-4075	68-4076	68-4095	68-4096
Масса, т	6,85	7,30	7,10	7,15	7,3	7,9
База, мм	2500		2500		2500	
Конструктивная скорость, км/ч	160		200		160	
Тип рессорного подвешивания	Двойное: центральное люлечное и буксовое					
Суммарный статический прогиб от массы брутто, мм	270	288	270	288	270	288
Тормоз	Дисковый		Дисковый магниторельсовый		Дисковый	
Габарит ГОСТ 9238	1-ВМ					

На рисунке 4.17 представлена тележка модели 68-4072. Она состоит из двух колесных пар 1, четырех буксовых узлов б, буксового подвешивания 2, рамы 5, центрального подвешивания 3, надрессорной балки 4 и тормозного оборудования 7.

Кузов опирается на боковые скользуны надрессорной балки, надрессорная балка с рамой связаны посредством поводков 8.

Колесные пары оснащены тормозными дисками и противоюзными осевыми датчиками.

Рама сварная с двумя продольными и двумя средними поперечными балками. Буксовое подвешивание состоит из цилиндрических пружин и фрикционных гасителей колебаний как у типовой тележки.

Центральное подвешивание безлюточное с четырьмя однорядными цилиндрическими пружинами, двумя вертикальными и двумя горизонтальными гасителями колебаний. Тележка оборудована электропневматическим дисковым тормозом.

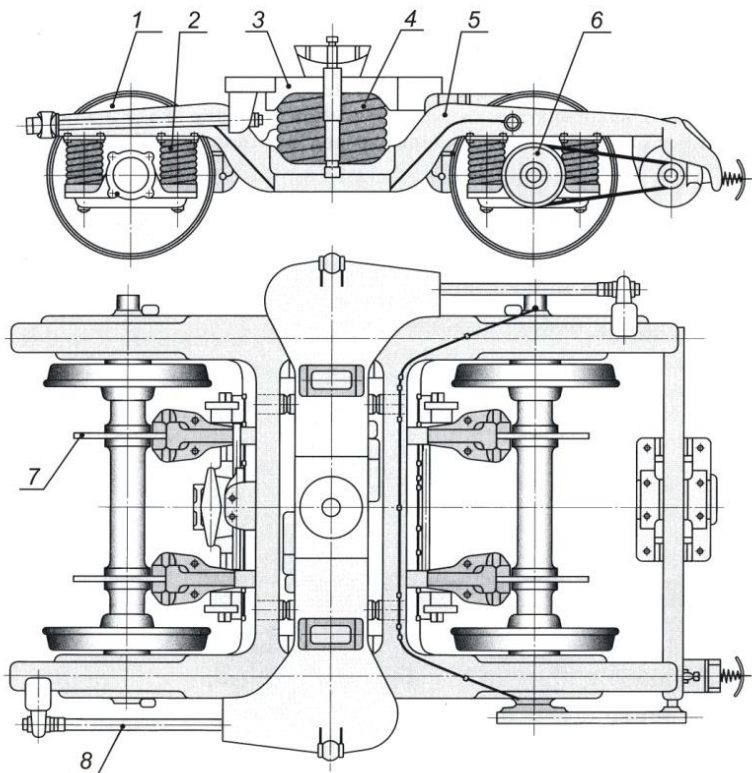


Рисунок 4.17– Тележка модели 68-4072

Для скоростей движения 200 км/ч предназначены тележки модели 68-4075 (68-4076), изображенной на рисунке 4.18.

У тележек моделей 68-4075 (68-4076) в буксовом подвешивании установлены вертикальные гасители колебаний, двухрядные пружины и продольные поводки, обеспечивающие упругую связь буксы с рамой в продольном и поперечном направлениях. Буксы имеют специальную конструкцию – с одной стороны кронштейны для крепления для вертикального гидравлического гасителя колебаний, с другой стороны – кронштейн для поводков. Между верхней частью корпуса буксы и рамой расположены пружины. Буксы оснащены подшипниками кассетного типа. Тележка оборудована дисковым и магниторельсовыми тормозами [35].

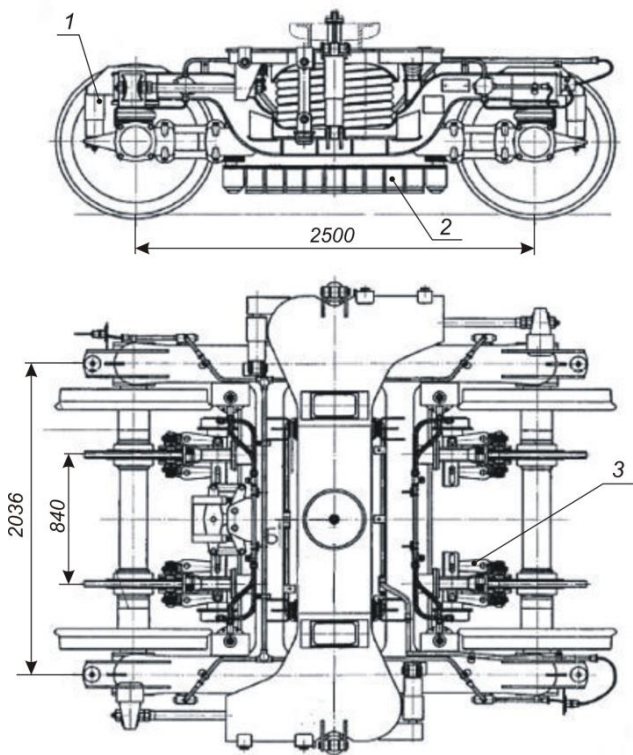


Рисунок 4.18 – Тележка модели 68-4075:  
 1 – вертикальный гаситель буксовой ступени подвешивания; 2 – магнитно-рельсовый тормоз; 3 – дисковый тормоз

На рисунке 4.19 показан общий вид тележки пассажирского вагона модели 18-4095. Ее конструкция аналогична тележки 18-4075, но отличается отсутствием магниторельсового тормоза. Конструктивная скорость 16 км/ч.



Рисунок 4.19 – Общий вид тележки пассажирского вагона модели 18-4095

На железных дорогах стран СНГ получили распространение тележки Крюковского вагоностроительного завода модели 68-7007 (рисунок 4.20) и 68-7012 (с элементами привода ручного тормоза), являющиеся аналогами европейской тележки Y-32.



Рисунок 4.20 – Тележка модели 68-7007

Тележка модели 68-7007 является безлюечной с двумя ступенями подвешивания и предназначена для подкатки под пассажирские вагоны, эксплуатирующиеся со скоростями до 160 км/ч. В центральном подвешивании тележки используются однорядные пружины с гидравлическими гасителями колебаний, а в надбуксовом подвешивании – двухрядные пружины с гидравлическими гасителями колебаний. Тормоз тележки – дисковый, с вентилируемыми дисками [32].

Ниже представлены тележки высокоскоростных поездов, эксплуатирующиеся в Европе (рисунок 4.21 и 4.22).

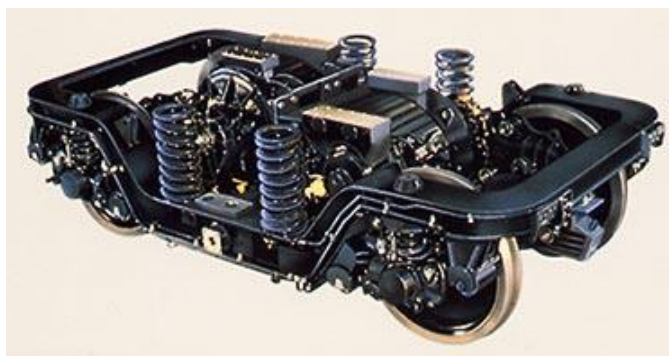


Рисунок 4.21 – Беговая тележка итальянского высокоскоростного пассажирского поезда серии ETR 500

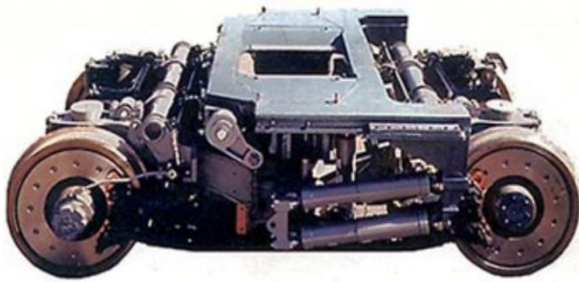


Рисунок 4.22 – Тележка типа TR 400 немецких высокоскоростных поездов

Особого внимания заслуживает тележка японских высокоскоростных поездов типа FS393 (рисунок 4.23). Особенность этой тележки заключается в использовании облегченных колесных пар с полыми осями и колесами с гофрированными дисками.

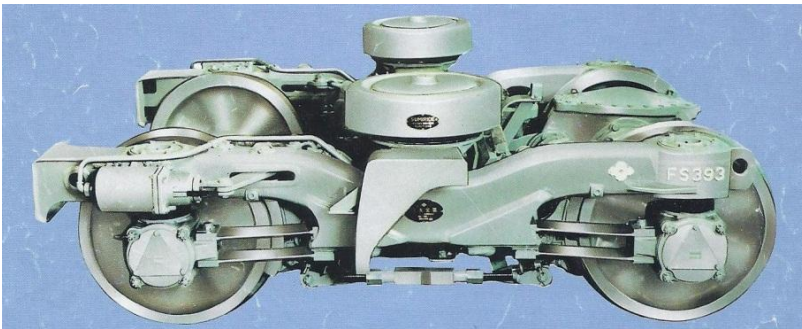


Рисунок 4.23 – Тележка FS393 японских высокоскоростных поездов

#### 4.4.3 Тележки поезда Штадлер для Белорусской железной дороги

Все тележки поезда являются двухосными и делятся на два основных типа – индивидуальные с опиранием на них кузова одного вагона и общие конструкции Якобса с одновременным опиранием на них кузовов двух смежных вагонов. Индивидуальные тележки делятся на моторные и безмоторные, общие тележки являются исключительно безмоторными. Головные и промежуточные полусочленённые вагоны по концам секций (А, В, К, L) с передней стороны опираются на одну индивидуальную тележку в передней части, а с задней – на половину общей тележки Якобса. Внутресекционные сочленённые вагоны (С, D и E) опираются с обеих сторон на половину двух общих тележек Якобса.

Ввиду низкопольности поезда тележки имеют сложную геометрию рамы. У тележек Якобса брусья рамы расположены на уровне осей и незначительно

превышают их, что позволяет сделать пол низким в центральной части вагона. Рама индивидуальных тележек, ввиду наличия оборудования, по высоте несколько превышает раму тележек Якобса по центру вагона, что влечёт за собой незначительное возвышение уровня пола. Все остальные элементы тележек также приспособлены к специфическим условиям (осевой узел с минимальным диаметром колеса, комбинирование стальных и резиновых рессор в рессорных подвесках, единый блок – двигатель, редуктор, муфта, тормозные диски на колёсах и т. п.) (рисунок 4.23 и 4.24).

Расположение преобразующего электрооборудования у моторных вагонов непосредственно над моторными тележками увеличивает их сцепной вес, что повышает тяговые параметры поезда.

### **Технические характеристики моторной тележки М1, М2 (Тип тележки МТ 1+2):**

максимальная статическая нагрузка колесной пары на рельсы – 18000 кг;  
высота опоры рессоры вторичного подвешивания с воздухом – 976 мм;  
количество колесных тормозных дисков в тележке – 4;  
количество пружинных энергоаккумуляторов – 4;  
количество пескоструйных сопел – 2;  
количество форсунок для смазки гребня бандажа – 4;  
длина моторной тележки – 4602 мм;  
ширина моторной тележки – 3320 мм;  
высота моторной тележки – 976 мм;  
масса системы вторичного рессорного подвешивания – 1491 кг;  
масса тягового двигателя – 1040 кг;  
масса моторной тележки (включая узел привода) – 12810 кг.

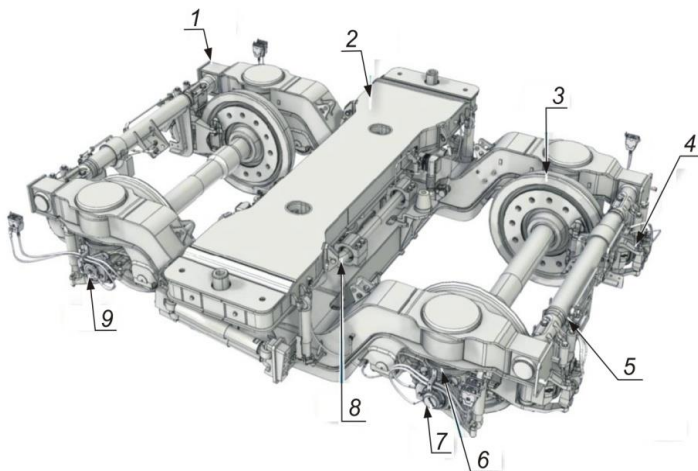


Рисунок 4.24 – Ходовая тележка электропоезда компании Штадлер:  
1 – рама тележки; 2 – траверса; 3 – колесная пара; 4, 5 – компановки систем и труб тормоза;  
6 – рессора первой ступени подвешивания; 7 – импульсный датчик буксы; 8 – стабилизатор боковой качки; 9 – осевые опоры, заземление

### Технические характеристики тележки Якобса 1+2:

максимальная статическая нагрузка на ось – 13000 кг;  
высота опоры рессоры вторичного подвешивания с воздухом – 990 мм;  
количество тормозных дисков колес – 4;  
длина тележки Якобса – 3608 мм;  
ширина тележки Якобса – 2839 мм;  
высота тележки Якобса – 1116 мм;  
масса тележки Якобса – 6330 кг.

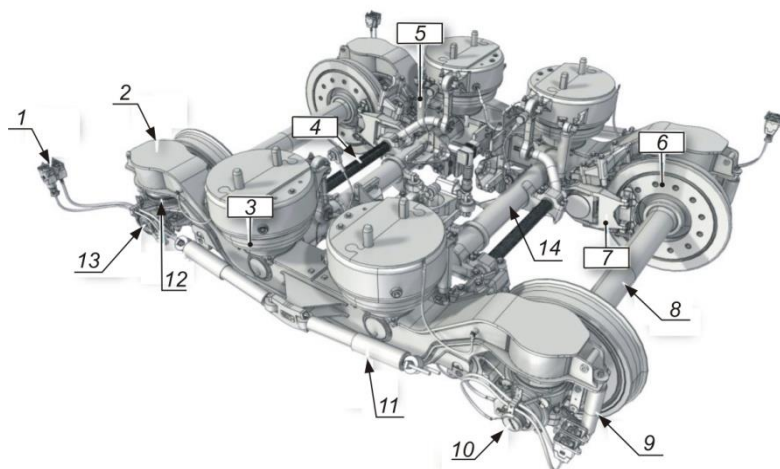


Рисунок 4.25 – Ходовая тележка Якобса электропоезда компании Штадлер:

1 – электрические соединения; 2 – продольная балка рамы тележки; 3, 12 – пневморессоры; 4 – стабилизатор боковой качки; 5 – демпфер вертикальных колебаний второй ступени подвешивания; 6 – цельнокатаное колесо с тормозными дисками; 7 – блок клещевых тормозов; 8 – колесная пара; 9 – демпфер вертикальных колебаний первой ступени подвешивания; 10 – импульсный датчик буксы; 11 – демпфер виляния; 13 – устройство заземления; 14 – средняя поперечная балка рамы тележки



## 5 АВТОСЦЕПНОЕ УСТРОЙСТВО

### 5.1 Классификация устройств для соединения вагонов

Классификация устройств для механического соединения вагонов представлена на рисунке 5.1.



Рисунок 5.1 – Классификация устройств для механического соединения вагонов

### 5.2 Назначение и типы автосцепного устройства

**Ударно-тяговые приборы** служат для передачи тяговых и тормозных усилий между вагонами и между вагоном и локомотивом, а также для уменьшения продольных ударно-динамических сил, возникающих при дви-

жении поезда. К ударно-тяговым приборам относятся автосцепные устройства и буферные комплекты с переходными устройствами, применяющиеся только на пассажирских вагонах.

Автосцепное оборудование относится к объединенным устройствам, где совмещаются все функции ударных и тягово-сцепных приборов. До перевода подвижного состава железных дорог СССР на автосцепку он оборудовался отдельными приборами. В качестве ударных приборов были установлены буферные комплекты, а сцепных – винтовая упряжь.

Автосцепное устройство позволяет соединять вагоны между собой и с локомотивом автоматически, без участия сцепщика. На каждом вагоне имеются два комплекта автосцепного устройства, которые размещены по концам рамы вагона.

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

*Нежесткие* в сцепленном состоянии допускают относительные вертикальные перемещения соединенных корпусов, а в случае разницы по высоте рам вагона, располагаются ступенчато, сохраняя при этом горизонтальное положение. При значительных вертикальных отклонениях может быть саморасцеп автосцепок. Примером жестких автосцепок являются автосцепка СА-3 (автосцепка советская 3-й вариант), автосцепка Джанняя и др.

*Жесткие* автосцепки исключают относительные вертикальные перемещения сцепленных корпусов, а при отклонении рам располагаются по одной прямой. Примером жесткой автосцепки является безазорное сцепное устройство БСУ-4.

*Полужесткие* автосцепки взаимодействуют друг с другом как нежесткие, но они имеют ограничители, предотвращающие саморасцепы при увеличенных вертикальных относительных смещениях корпусов. Полужесткие автосцепки применяются в вагонах, имеющих удлиненную консольную часть рамы (8-осные, некоторые специализированные). К полужестким автосцепкам можно отнести модернизированные автосцепки СА-3М, которые оборудованы ограничителями вертикальных перемещений.

К преимуществам нежестких автосцепок относятся: обеспечение гарантированного сцепления вагонов со значительной разницей продольных осей по высоте, особенно при сцеплении груженого с порожним вагоном; меньшая масса автосцепки; простота конструкции.

К достоинствам жестких автосцепок относятся: простота автоматического соединения воздушной магистрали и электрических линий; более плавный ход вагона; уменьшение шума при движении вагонов, что важно для создания комфорта пассажирам.

*Механические* автосцепки используют для сцепления только подвижного состава между собой, межвагонные коммуникации при этом соединяют вручную.

*Унифицированные* автосцепки применяют на специальном подвижном составе: вагонах метрополитена, некоторых типах электро- и дизель-поездов и пр.

Такие автосцепки, помимо передачи тяговых и тормозных усилий, осуществляют соединение пневматических магистралей и электрокоммуникаций.

На современном подвижном составе применяются типовые нежесткие автосцепки СА-3 (рисунок 5.2); на некоторых 6- и 8-осных грузовых вагонах, а также на пассажирских вагонах – полужесткие модернизированные автосцепки СА-3М (М – модернизированная).

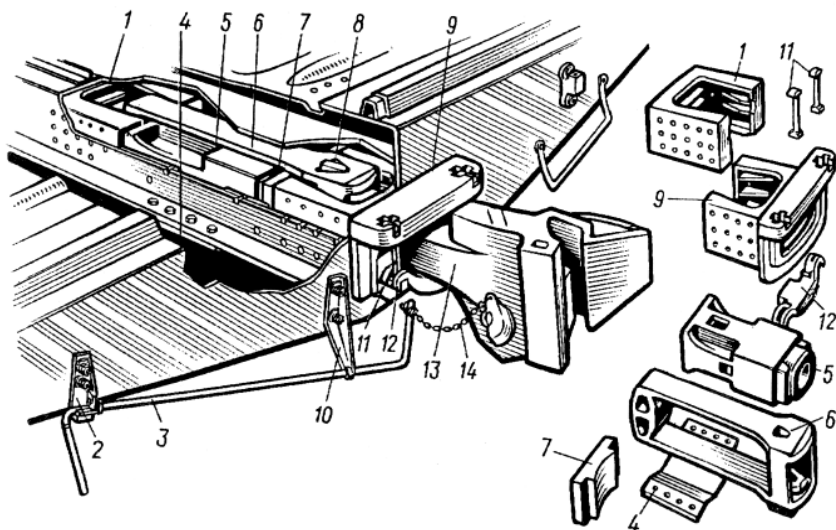


Рисунок 5.2 – Автосцепное устройство четырехосного вагона:

1 – задний упор; 2 – фиксирующий кронштейн; 3 – расцепной рычаг; 4 – поддерживающая планка; 5 – поглощающий аппарат; 6 – тяговый хомут; 7 – упорная плита; 8 – клин; 9 – передний упор и ударная розетка; 10 – поддерживающий кронштейн; 11 – маятниковые подвески; 12 – центрирующая балочка; 13 – автосцепка СА-3; 14 – цепь

Для грузовых вагонов нового поколения применяется автосцепное устройство полужесткого типа с новым механизмом сцепления СА-4, исключающим саморасцепы поездов. Контроль исправного состояния автосцепок в эксплуатации может производиться теми же методами, с использованием тех же инструментов и шаблонов, которые применяются для контроля автосцепки СА-3. Новый механизм обеспечивает большую надежность работы. Для предотвращения падения на путь автосцепки при обрыве применен двухплечий расцепной рычаг с двумя цепочками.

**Автосцепное устройство типа СА-3** 4-сного грузового вагона размещается в консольной части хребтовой балки рамы кузова.

Автосцепные устройства состоят из следующих частей:

- расцепного привода;
- корпуса автосцепки с механизмом сцепления;
- ударно-центрирующего прибора;

– упряжного устройства с поглощающим аппаратом.

*Расцепной привод* служит для расцепления автосцепок. Привод представляет собой двуплечий рычаг 3, удерживаемый кронштейном 2 с полочкой и державкой 10. Цепь 14 соединяет короткое плечо рычага с роликом подъемника.

*Корпус автосцепки с механизмом* предназначен для сцепления и расцепления вагонов, восприятия и передачи ударно-тяговых усилий упряжному устройству.

Горизонтальная проекция зубьев, зева и выступающей части замка называется контуром зацепления.

*Ударно-центрирующий прибор* воспринимает от корпуса автосцепки избыточную энергию удара после полного сжатия поглощающего аппарата и центрирует корпус автосцепки, после отклонения в кривых участках пути. Прибор имеет ударную розетку 9, две маятниковые подвески 11 и центрирующую балочку 12 (см. рисунок 5.2).

*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, крепежных деталей клина и поддерживающей планки 4.

Тяговый хомут 6 представляет собой раму, внутри которой размещены поглощающий аппарат и упорная плита. В головной части хомута имеется отверстие для клина [14].

В связи с увеличением массы брутто у **восьмиосных вагонов** применяют усиленное автосцепное устройство (рисунок 5.3) с автосцепкой СА-3М.

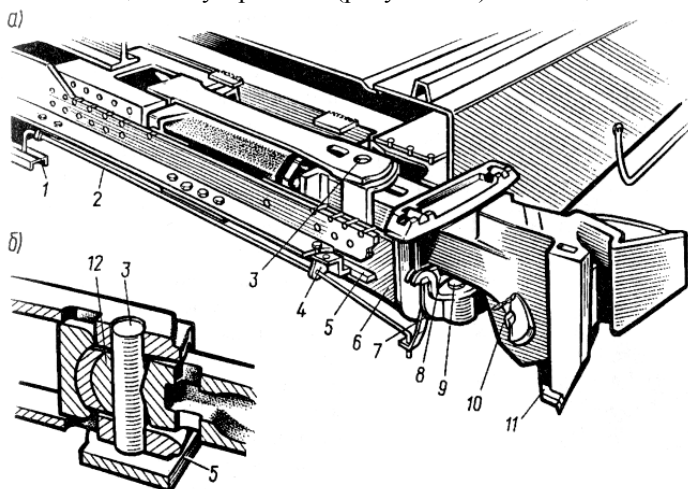


Рисунок 5.3 – Автосцепное устройство восьмиосного вагона:

1 – соединительная балка тележки; 2 – торсион; 3 – цилиндрический ролик; 4 – втулки торсиона; 5 – предохранительная планка ролика; 6 – передний упор; 7 – центрирующий прибор; 8 – подвижная плита с направляющими; 9 – пружины центрирующего прибора; 10 – автосцепка СА-3М; 11 – ограничитель вертикальных перемещений автосцепки; 12 – вкладыш ролика крепления автосцепки

Конструкция отличается от конструкции автосцепного устройства 4-осных вагонов. Для повышения надежности толщина стенок корпуса увеличена на 30 %, а малый зуб имеет ограничитель вертикальных перемещений 11. Центрирующий прибор упругого типа с опорой 8 установлен на пружинах 9. Соединение автосцепки с тяговым хомутом выполнено цилиндрическим валиком 3 и вкладышем 12. Валик удерживается планкой 5, пропущенной через отверстие в переднем упоре 6. Автосцепное устройство оборудовано торсионным механизмом, состоящим из торсиона 2, закрепленного во втулках 4 [14].

**Автосцепка СА-4** (рисунок 5.4) полужесткого типа с новым механизмом сцепления позволяет:

- исключить возможность саморасцепов и повреждение механизма сцепления из-за опережения включения предохранителя;
- обеспечить сцепление вагонов с разностью между продольными осями автосцепок до 140 мм перед сцеплением и движение вагонов в поезде с разностью не более 100 мм;
- исключить падение автосцепки на путь при обрыве;
- увеличить безремонтный срок службы за счет применения износостойких покрытий в контуре зацепления и на хвостовике автосцепки;
- уменьшить массу автосцепки (на 10 %) за счет сокращения размеров головной части корпуса по вертикали;
- автоматически соединять тормозные рукава при сцеплении вагонов.

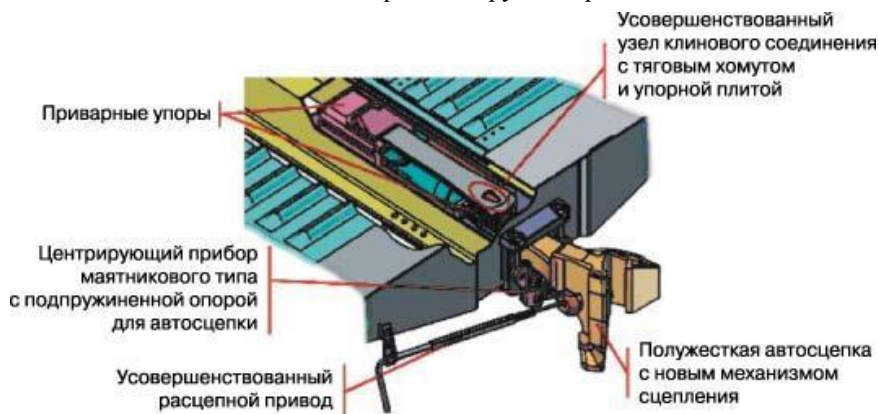


Рисунок 5.4 – Автосцепное устройство СА-4

### 5.3 Сцепные устройства нового поколения для пассажирского подвижного состава

Со времени перехода подвижного состава с винтовой упряжи на автосцепку и до настоящего времени практически единственным устройством, используемым на отечественных железных дорогах для соединения вагонов

в поезде, являлось автосцепное устройство СА-3. Только с 1947 г. с целью снижения продольных ускорений, возникающих при движении пассажирского поезда, вагоны стали оборудоваться специальными пассажирскими поглощающими аппаратами, отличающимися от поглощающих аппаратов грузовых вагонов. Конструкция, размеры и основные параметры остальных элементов автосцепных устройств пассажирского и грузового подвижного состава до настоящего времени остались практически идентичными. Это обеспечивает определенные удобства при производстве, ремонте и эксплуатации (при воинских перевозках, транспортировке пассажирских вагонов в составе грузовых поездов, включении в них вагонов сопровождения и др.).

Однако использование типового автосцепного устройства СА-3 на пассажирских вагонах имеет и значительные недостатки из-за различий в условиях эксплуатации, больших относительных вертикальных перемещений за счет меньшей жесткости рессорного комплекта у пассажирских поездов. В результате более интенсивно изнашиваются автосцепки по контуру зацепления; не исключена возможность саморасцепов, создается высокий уровень шума при движении поезда из-за постоянных ударов автосцепки о жесткую центрирующую балочку.

Кроме того, автосцепное устройство СА-3 имеет значительную массу, в связи большим запасом по прочности, и требует оборудования вагонов буферами для ликвидации продольных зазоров.

Исходя из этого поезда метрополитена и скоростной электропоезд ЭР200 (снят с производства) оборудованы автосцепкой Шарфенберга жесткого типа. Недостатком конструкции этой сцепки является недостаточная прочность для значений, установленных для высокоскоростного подвижного состава. Кроме того, поглощающий аппарат имеет низкую энергоемкость, недостаточную для защиты вагонов при маневровых соударениях.

В связи с этим в процессе создания высокоскоростного поезда «Сокол» ВНИИТрансмаш и ВНИИЖТ разработали принципиально новое облегченное автосцепное устройство (рисунок 5.5). Оно обеспечивает ряд преимуществ по сравнению с типовым автосцепным устройством СА-3: улучшает продольную динамику поезда, не требует применения буферов для выборки продольных зазоров, значительно сокращает габариты и массу устройства, а также позволяет оснащать сцепку автосоединителем магистралей.

Новое автосцепное устройство обеспечивает гашение продольных сил и ускорений, при этом создавая необходимый комфорт пассажирам. Для сцепления с типовой автосцепкой СА-3 в нештатных ситуациях и при транспортировке одиночных вагонов в корпус вместо схемного направляющего элемента устанавливается переходник, который имеет очертания малого зуба с замком. Поскольку масса переходника составляет только 47 кг, его установка не требует использования какого-либо оборудования и инструментов.

Проведенные испытания показали, что автосцепное устройство, разработанное для электропоезда «Сокол», может быть в перспективе применено не

только для высокоскоростного, но и для других видов специализированного пассажирского подвижного состава. Однако нагрузки, действующие на разные типы вагонов, длина и база экипажей неодинаковы в условиях массового производства пассажирских вагонов разных модификаций. Экономически целесообразно конструкцию рамы вагона выполнять типовой, не зависящей от применяемого типа автосцепного устройства.

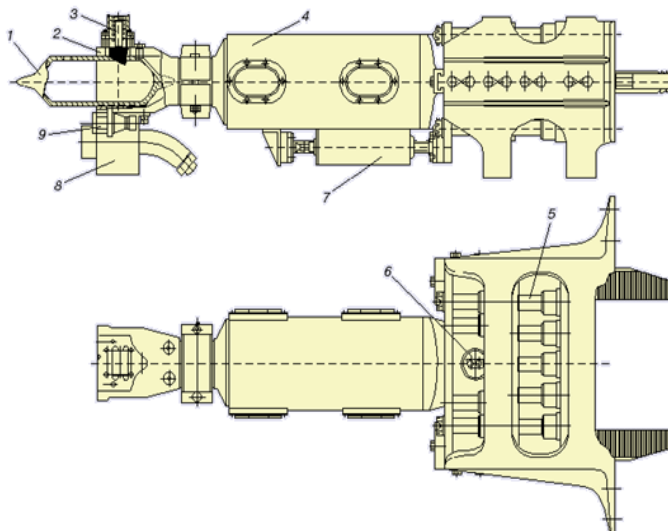


Рисунок. 5.5 – Автосцепное устройство высокоскоростного электропоезда «Сокол»:

1 – съемный направляющий элемент; 2 – корпус; 3 – механизм сцепления (замок); 4 – поглощающий аппарат; 5 – блок аварийных амортизаторов; 6 – шарнирный узел со сферическим подшипником; 7 – эластичное центрирующее устройство; 8 – автосоединитель электрических магистралей; 9 – автосоединитель воздушных магистралей

Таким образом, различные виды пассажирского подвижного состава, особенности его производства и эксплуатации, а также длина и база экипажей определили отличия в требованиях, предъявляемых к новому автосцепному устройству, и, следовательно, некоторые конструктивные различия.

Перед ВНИИЖТом стала задача обеспечения максимально возможной унификации узлов и деталей для облегчения их обслуживания, ремонта и эксплуатации. С этой целью институт разработал отраслевой стандарт 32.193–2002 «Устройства сцепные безззорные пассажирских поездов локомотивной тяги и моторвагонного подвижного состава железных дорог колеи 1520 мм», который предусматривает сцепляемость и взаимозаменяемость, а также рекомендуемые значения размеров, которые при необходимости могут быть изменены.

Все устройства такого типа образовали новый класс устройств, которые предназначены для соединения экипажей пассажирского подвижного состава

в поезде и названы безззорными сцепными устройствами (БСУ). В настоящее время на разных стадиях разработки находятся четыре варианта БСУ.

**Автосцепное устройство БСУ-3** (рисунок 5.6) разработано для использования на вагонах (в первую очередь скоростных), изготавливаемых Тверским вагоностроительным заводом (ОАО «ТВЗ»). При необходимости это устройство может быть заменено на типовое автосцепное устройство СА-3 в условиях вагоностроительного или вагоноремонтного предприятия.

Поворот сцепки в горизонтальной и вертикальной плоскостях обеспечивается специальным шарниром в виде шаровой опоры. Такая конструкция шарнира определяется тем, что сферический подшипник, использованный в предыдущих вариантах сцепки, не обеспечивает требуемых углов поворота сцепки в вертикальной плоскости.

В качестве поглощающего аппарата в конструкции **БСУ-3** применен типовой поглощающий аппарат Р-5П (которым комплектуются все выпускаемые на ТВЗ вагоны).

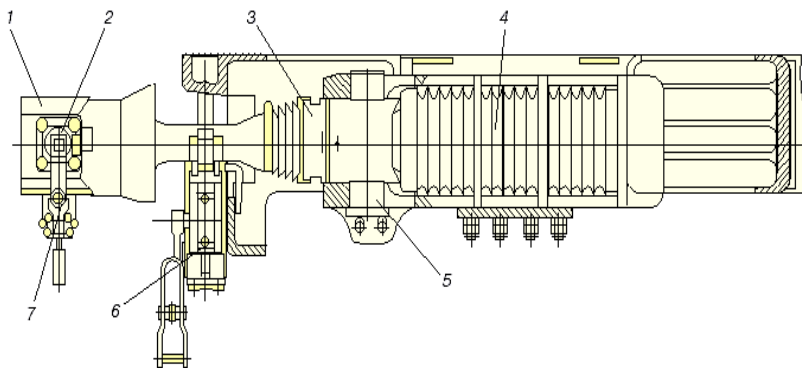


Рисунок 5.6 – Автосцепное устройство БСУ-3 для пассажирских вагонов локомотивной тяги (без направляющего элемента):

1 – корпус; 2 – механизм сцепления (замок); 3 – шарнирный узел с шаровой опорой; 4 – поглощающий аппарат; 5 – клин тягового хомута; 6 – эластичное центрирующее устройство; 7 – расцепной привод

Последней конструкцией безззорного сцепного устройства является **БСУ-4** (рисунок 5.7 и 5.8), разработанное для использования на электропоездах, капитально ремонтируемых с продлением срока службы.

Особенности конструкции этого устройства определяются следующими факторами: действующие при движении электропоезда продольные силы имеют значительно более низкие значения, чем при движении поезда локомотивной тяги; вагоны электропоездов не используются для воинских перевозок и в качестве вагонов сопровождения, т. е. не должны быть рассчитаны на движение в составе грузового поезда.



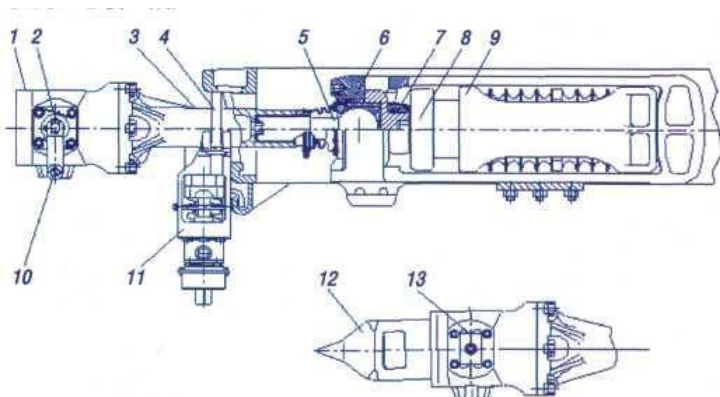


Рисунок 5.7– Конструкция безззорного сцепного устройства БСУ-4:

1 – головка сцепки; 2 – автоматические замки; 3 – хвостовик сцепки; 4 – маятниковые подвески; 5 – шарнирный узел; 6 – тяговый хомут; 7 – амортизатор; 8 – упорная плита; 9 – поглощающий аппарат; 10 – винтовой механизм расцепления; 11 – центрирующая балочка; 12 – направляющий конус; 13 – ручной замок



Рисунок 5.8 – Безззорное сцепное устройства БСУ-4

При изготовлении БСУ-4 используются поглощающие аппараты меньшей энергоемкости Р-2П и ЦНИИ-Н6 с типовым тяговым хомутом. Конструкция и условия работы элементов при схеме с типовым тяговым хомутом значительно проще. Конструкция позволяет повысить устойчивость вагонов от выжимания в кривых.

Создана пассажирская автосцепка (ПАЖ) жесткого типа с новым механизмом сцепления, которая обладает значительными преимуществами перед типовой автосцепкой СА-5. Наличие двух указанных классов автосцепных устройств должно в максимальной степени удовлетворять требованиям, предъявляемым к пассажирскому подвижному составу, не вызывая в то же время значительного усложнения эксплуатации и ремонта [38].

## 5.4 Поглощающие аппараты

Поглощающие аппараты предназначены для гашения части энергии удара, уменьшения продольных, растягивающих и сжимающих усилий, передающихся через автосцепку на раму кузова. Принцип действия их основан на возникновении в аппарате сил сопротивления и превращении части энергии удара в другие виды энергии. Поглощающий аппарат смягчает удары и рывки, предохраняет подвижной состав и его оборудование, грузы и пассажиров от вредных динамических воздействий при различных режимах движения и при маневровых соударениях.

**Энергоемкость аппарата** – величина кинетической энергии, которую он воспринимает при полном сжатии. После сжатия аппарата подвижные части необходимо возвратить в исходное положение, поэтому они проектируются таким образом, чтобы не вся энергия поглощалась необратимо.

Основными характеристиками поглощающего аппарата для вагонов являются энергоемкость, ход, величины начального и конечного сжатия, величина необратимо поглощенной энергии, стабильность и готовность аппарата к работе (показатель заклинивания). Параметры поглощающих аппаратов выбирают согласно ГОСТам. Наибольшее распространение получили пружинно-фрикционные аппараты и аппараты с резинометаллическими и эластомерными элементами. Все типы пружинно-фрикционных аппаратов по конструкции аналогичны и отличаются в основном параметрами.

Технические характеристики поглощающих аппаратов повышенной энергоемкости, применяемых на грузовых вагонах, приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Технические характеристики поглощающих аппаратов

Тип аппарата	Класс аппарата	Номинальная энергоемкость при силе 2МН, кДж	Ход, мм	Номинальная скорость соударения вагонов массой 100 т, км/ч	Масса, кг
<i>фрикционные поглощающие аппараты</i>					
Ш-2-В	T0	40	90	7,3	134
ПМК-110А	T1	65	110	8,7	158
ПМК-110-К-23		65	120	8,7	307
Ш-6-ТО-4у		70	120	9,2	120
РТ-120		70	120	9,2	150
ПМКП-110		70	120	9,2	150
АПМ-120-Т1		70	120	9,2	132
<i>эластомерные поглощающие аппараты</i>					
73ZWу	T2	110	90	10,5	214
АПЭ-95-УВЗ		108	95	10,5	170
АПЭ-90-А		100	90	10,5	160
73ZW2	T3	140	120	12,5	200
АПЭ-120-И		157	120	13,5	155

Одним из факторов, определяющих целесообразность применения тех или иных аппаратов, является вид перевозимого груза, следует учитывать стоимость и степень опасности груза.

На основе анализа условий эксплуатации грузовых вагонов был разработан нормативный документ «Типоразмерный ряд поглощающих аппаратов автосцепного устройства грузовых вагонов».

T1 – фрикционные аппараты с ходом 90–120 мм со стабилизированным трением и повышенной износостойкостью.

T2 – аппараты комбинированного типа (гидрофрикционные) и фрикционные с улучшенными характеристиками.

T3 – гидравлические и эластомерные аппараты.

T4 – гидравлические и эластомерные амортизаторы с большим ходом.

Пружинно-фрикционные поглощающие аппараты типов Ш-1-ТМ и Ш-2-В (рисунок 5.9) относятся к классу T1. Производство аппаратов типа Ш-1-ТМ прекратилось в начале 90-х гг. XXIV., но благодаря высокой износостойкости и большому сроку службы аппарат на данный момент еще находится в эксплуатации. Аппарат Ш-2-В по сравнению с Ш-1-ТМ имеет более мягкую характеристику. 8-осные вагоны оснащались аппаратами типа Ш-2-Т и Ш-4-Т, имеющими отличие в габаритных размерах (Ш – шестигранный, Т – термически обработанный, М – модернизированный, В – взаимозаменяемый). Эти аппараты похожи между собой по конструкции и различаются, в основном, такими параметрами, как энергоемкость, ход, первоначальная и конечная сила сжатия.

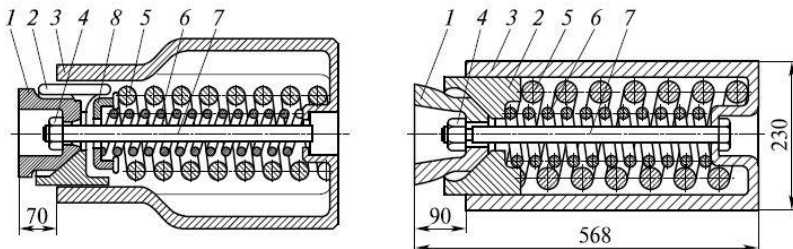


Рисунок 5.9 – Поглощающие аппараты Ш-1-ТМ и Ш-2-В

Поглощающий аппарат Ш-1-ТМ (Ш-2-В) состоит из корпуса 3 с шестигранной горловиной, в котором размещены нажимной конус 1, три клина 2 и нажимная шайба 5. Между дном корпуса 3 и шайбой 5 размещены пружины 6 (наружная) и 7 (внутренняя) подпорного комплекта. Стяжной болт 8 с гайкой 4 служит для удержания деталей в собранном аппарате и создания начальной затяжки пружин. Ход аппарата 70 мм, энергоемкость 50 кДж. Поглощающие аппараты Ш-2-В и Ш-2-Т имеют конструкцию, как и аппарат Ш-1-ТМ, однако в целях увеличения хода аппарата они не имеют нажимной шайбы, и усилие от конуса передается непосредственно на пружины. Аппарат Ш-2-Т имеет габаритные размеры, отличающиеся от размеров аппаратов Ш-1-Т и Ш-2-В, и предназначен для постановки на 8-осные вагоны.

**Пружинно-фрикционный аппарат типа Ш-6-ТО-4** (рисунок 5.10) предназначен для грузового 4-осного подвижного состава. Состоит из корпуса 4, выполненного за одно целое с тяговым хомутом, отъемного днища 9, нажимного конуса 1, трех фрикционных клиньев 2, опорной шайбы 3, наружной пружины 6, двух внутренних пружин 7, между которыми установлена промежуточная шайба 5, и стяжного болта с гайкой 8. Аппарат Ш-6-ТО-4 имеет шестигранную схему фрикционного узла и принцип действия по типу рассмотренных выше конструкций. По установочным размерам он взаимозаменяем с аппаратами Ш-1-ТМ и Ш-2-В.

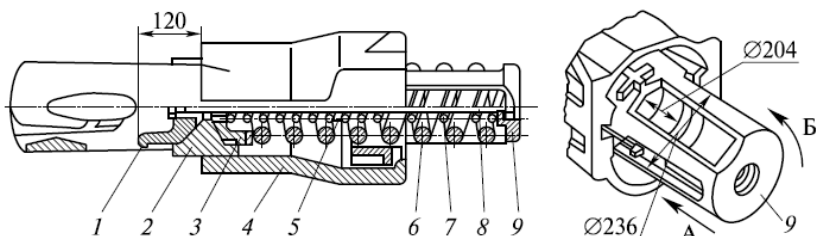


Рисунок 5.10 – Пружинно-фрикционный аппарат типа Ш-6-ТО-4

**Поглощающий аппарат ПМКП-110** разработан на базе серийно выпускаемого поглощающего аппарата ПМК-110К-23. Применение полимерных блоков повышает полноту и энергоемкость силовых характеристик амортизатора. В сочетании с демпфирующими свойствами полимеров устраняются фрикционные автоколебания (рисунок 5.11).

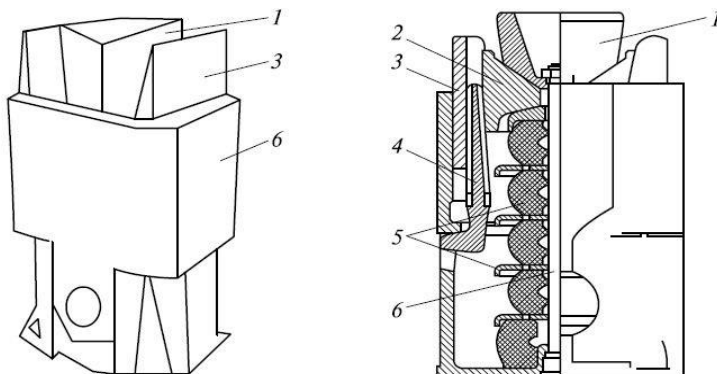


Рисунок 5.11 – Поглощающий аппарат ПМКП-110

1 – нажимной корпус; 2 – два фрикционных клина; 3,4 – неподвижные пластины; 5 – подпорно-возвратное устройство; 6 – корпус, подпорно-возвратного устройства

Для вагонов, требующих повышенной защиты, применяются эластомерные поглощающие аппараты. Действие аппаратов основано на перетекании эластомера в зазор между поршнем и цилиндром, что приводит к увеличению энергоемкости аппарата по сравнению с пружинно-фрикционными.

**Поглощающий аппарат 73 ZW** (рисунке 5.12) относится к категории амортизаторов, в которых используют в качестве рабочей среды силиконовые эластомеры.

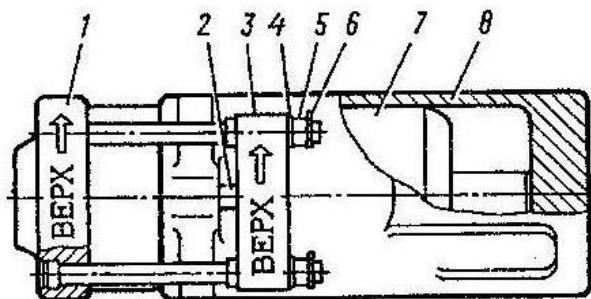


Рисунок 5.12 – Поглощающий аппарат 73 ZW

Поглощающий аппарат 73 ZW состоит из корпуса 8, эластомерного амортизатора 7, упорной плиты 1, в которой закреплены монтажные болты. На каждой паре болтов установлена монтажная планка 3, закрепленная типовым креплением, состоящая из шайбы 4, гайки 5, шплинта 6. При подготовке к установке на вагон аппарат сжимают на прессе и между монтажной планкой 3 и приливом корпуса устанавливают дистанционный вкладыш 2. Поглощающий аппарат 73 ZW относится к классу T2.

**Поглощающий аппарат АПЭ-120-И** (рисунок 5.13) относится к классу T3. При ходе 120 мм его энергоемкость 160 кДж; аппарат устанавливается на вагоны, перевозящие особоопасные грузы, также относится к эластомерным. Он состоит из корпуса 2, внутри которого находится поршень 3 со штоком 1, проходящим через уплотнительную буксу 4. Камеры А и Б корпуса заполнены эластомером. При действии сжимающей нагрузки в камере А происходит динамическое дросселирование за счет перетекания в калиброванный зазор между корпусом 2 и штоком поршнем 1 силиконовой композиции, в результате чего происходит рассеивание кинетической энергии удара. В камере А также происходит частичное сжатие силиконовой композиции в связи с уменьшением объема камеры за счет разницы диаметров двух концов штока поршня. В камере происходит основное сжатие композиции, и величина статической нагрузки на аппарат определяется, в основном, давлением в этой камере. После прекращения действия нагрузки подвижные детали аппарата возвращаются в исходное положение [39].

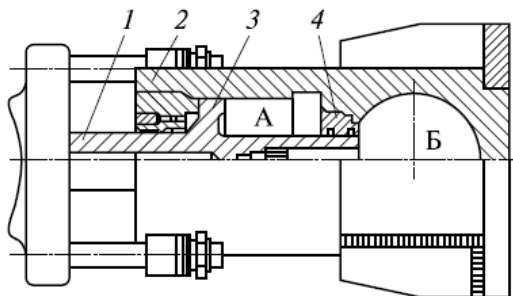


Рисунок 5.13 – Поглощающий аппарат АПЭ-120-И

Сейчас наиболее перспективные поглощающие аппараты – 73ZW (разработчик АО «КАМАКС», Польша, изготовитель ООО «ЛЛМЗ–КАМАКС», Москва), Модель-120 (разработчик «КИСТОУН», США, изготовитель СП на базе «Гидромаш», Н-Новгород), АПЭ-120-И (разработчик ВНИИЖТ, изготовитель ОАО «АВИААГРЕГАТ», Самара), АПЭ-95-УВЗ (разработчик УКБВ, изготовитель ГУП «ПО Уралвагонзавод», Н. Тагил), ЭПА-120 (разработчик «Дипром», изготовитель ОАО «БМЗ», Брянск)

**Поглощающие аппараты пассажирских вагонов.** С 1947 г. и до настоящего времени на ряде пассажирских вагонов еще используются поглощающие аппараты типа ЦНИИ-Н6, а с 1969 г. вновь строящиеся пассажирские вагоны оснащают резинометаллическими поглощающими аппаратами типа Р-2П. Повышенную энергоемкость имеет поглощающий аппарат Р-4П, использующийся на рефрижераторном подвижном составе. С учетом удовлетворения перспективным требованиям разработан новый резинометаллический аппарат Р-5П, который применяется на двухэтажных и ряде других вагонов.

**Поглощающий аппарат Р-2П** (Р – резиновый, П – пассажирский) представлен на рисунке 5.14, а. Он взаимозаменяем с аппаратом ЦНИИ-Н6 и отличается простотой конструкции и повышенной надежностью в эксплуатации, хорошей стабильностью работы, более высокой энергоемкостью при меньшей массе по сравнению с пружинно-фрикционными аппаратами.

В передней части корпуса 1 имеющего форму хомута, установлена нажимная плита 4, опирающаяся на пакет из девяти секций резинометаллических элементов 3, разделенных на две части промежуточной плитой 2. Каждая секция резинометаллического элемента 3 состоит из двух металлических пластин, между которыми расположен слой морозостойкой резины, соединенной с пластинами методом горячей вулканизации. Слой резины по периметру имеет параболическую выемку, что обеспечивает деформацию резины без выжимания за пределы пластин при полном сжатии аппарата. Предварительная затяжка аппарата обеспечивается за счет того, что высота пакетов резинометаллических элементов в свободном состоянии вместе с промежуточной плитой превышает расстояние от нажимной плиты 4 до днища корпуса 1.

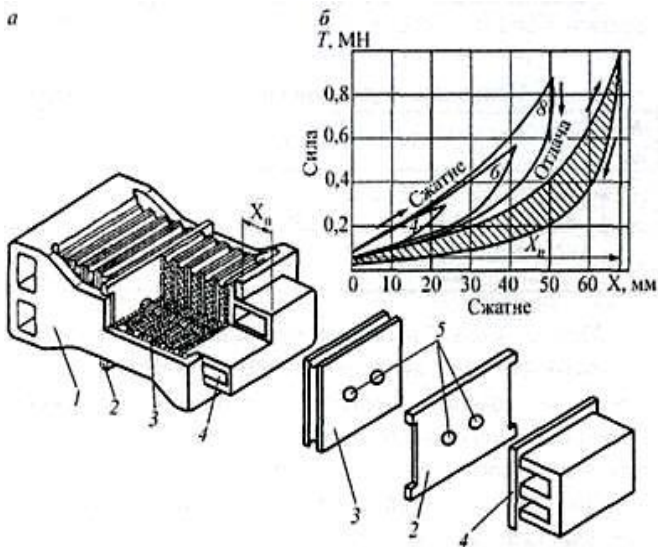


Рисунок 5.14 – Поглощающий аппарат Р-2П:  
 а – поглощающий аппарат Р-2П; б – силовая характеристика поглощающего аппарата

Анализ работы поглощающего аппарата Р-2П (рисунок 5.14, б) показывает, что в зависимости от увеличения скорости соударения повышается его жесткость – кривая нагружения становится круче (цифрами 4, 6, 8 указаны скорости соударения вагонов в км/ч). Заштрихованная площадь диаграммы получена при сжатии аппарата под прессом и представляет собой необратимо поглощенную энергию. Положительным качеством аппарата с резинометаллическими элементами является то, что в конце не наблюдается перепадов сил, как это имеет место в пружинно-фрикционных аппаратах. Следовательно, подобные типы аппаратов обеспечивают лучшую плавность движения вагонов в поездах и за счет наличия резиновых элементов снижают уровень шума. Аппарат Р-4П используется для рефрижераторных вагонов. Поглощающий аппарат Р-5П разработан для перспективных условий эксплуатации пассажирских вагонов, применяется также в автосцепных устройствах двухэтажных вагонов. Отличие от аппарата Р-2П в том, что поперечные размеры резинометаллических элементов увеличены, а их толщина уменьшена.

В комплекс межвагонных связей пассажирских вагонов входят поглощающий аппарат и упругая площадка, от конструкции и параметров которых зависит комфортабельность пассажирского подвижного состава. Поэтому к межвагонным связям и, в частности, к поглощающим аппаратам для пассажирских вагонов предъявляются особые требования.

## 5.5 Зарубежные автосцепки

В странах Западной Европы для передачи ударно-тяговых усилий в основном используется винтовая стяжка в сочетании с буферами (особенно в грузовом движении), которая требует ручного обслуживания. Вагоны упираются друг в друга буферами и стягиваются винтовой упряжью. Это связано со сравнительно небольшими объемами грузоперевозок, поскольку еще используются легкие типы вагонов, в том числе двухосные.

Винтовая стяжка имеет ряд недостатков: из-за ее малой прочности передаваемая сила тяги и связанная с этими показателями длина состава ограничены, неизбежны большие затраты ручного труда и времени, воздушные и другие магистрали приходится соединять отдельно и вручную, процесс сцепки происходит медленно и сопряжен с большой опасностью для обслуживающего персонала. Если масса поезда, оборудованного винтовыми стяжками, не превышала 2500 т, то с помощью автоматической стяжки можно было формировать составы массой до 10000 т. Это связано с тем, что прочность и надежность автоматической сцепки не ограничена весовыми характеристиками ее деталей, тогда как вес винтовой стяжки лимитирован физическими возможностями человека.

В настоящее время в грузовых перевозках сложилась тенденция к формированию поездов большой длины. Поэтому особенное внимание уделялось тому, чтобы обеспечить плавный переходный период, во время которого единицы подвижного состава, оснащенные новыми сцепными устройствами, должны были сцепляться с теми, которые ещё не были переоборудованы.

На многих железных дорогах мира автоматическую сцепку применяют уже давно. Автосцепка рассчитана на большие тяговые усилия, чем винтовая стяжка, но при этом все магистрали соединяются вручную.

На железных дорогах Европы внедрение автосцепки крайне необходимо в связи с жесткой конкуренцией со стороны автомобильного и водного транспорта.

Дважды были предприняты попытки внедрения автоматической сцепки. В результате ударно-тяговая автосцепка (ZDK), конструкцией которой предусматривалось автоматическое соединение воздушной и электрической магистралей, была подготовлена к серийному выпуску. Однако в 80-е гг. от нее отказались по следующим причинам: сцепка была слишком дорогой; на закупку автосцепок и переоборудование вагонов потребовались бы слишком большие капитальные вложения, поскольку совместно эксплуатировать вагоны с разными системами сцепки оказалось невозможным.

В настоящее время DBAG и железные дороги других стран чтобы повысить привлекательность железнодорожного транспорта для клиентуры и увеличить его долю на рынке грузовых перевозок вернулись к вопросу о внедрении автосцепки.

В результате перспективной оказалась автоматическая тяговая сцепка типа Z-AK со встроенным узлом смешанной сцепки, допускающей соеди-



нение с винтовой стяжкой. Сцепка заменяет только винтовую стяжку, а буфера и тяговая пружина в большинстве случаев остаются. Стоимость сцепки Z-AK значительно меньше сцепки ZDK, и составит около 30 % стоимости ZDK. Затраты на переоборудование вагонов окупятся в течение 8 лет.

**Автосцепка Z-AK** (рисунок 5.15) предоставляет почти те же возможности для автоматизации и рационализации грузовых перевозок, что и ZDK МСЖД. Благодаря сохранению буферов к ней предъявляются особые конструктивные требования.

Автосцепка обеспечивает следующие функции:

- автоматическое сцепление вагонов;
- расцепление вагонов вручную;
- предварительная ручная расцепка вагонов, надвигаемых на горку;
- ручная установка в буферный режим.

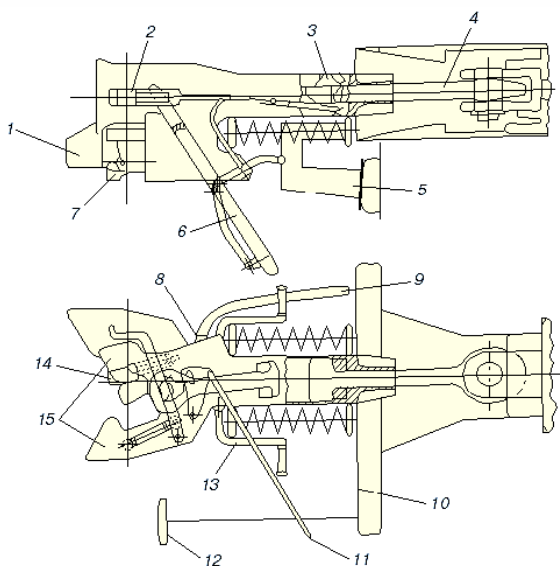


Рисунок 5.15 – Автоматическое сцепное устройство Z-AK:

1 – головка сцепки с центрирующими поверхностями; 2 – механизм замка; 3 – устройство автоматической смены положения «короткий-длинный»; 4 – плечо сцепки; 5 – подвеска (центрирующее устройство); 6 – тяговая смешанная сцепка; 7 – воздушная сцепка; 8 – смешанная воздушная сцепка; 9 – воздушный шланг; 10 – буферный брус вагона; 11 – приводное устройство; 12 – боковой буфер; 13 – рычаг смешанной сцепки; 14 – центр сцепления; 15 – большой и малый зуб

Автосцепка Z-AK позволила:

- при неизменной численности персонала сделать его работу более безопасной;
- значительно ускорить выполнение всех операций: время на сцепление составами той же длины на винтовой упряжи уменьшилось с 25 минут до 5;

– создать условия для рационального автоматического формирования и расформирования поездов; составы можно было увеличить почти в два раза по длине и по массе.

Железные дороги Польши, как и многих других западноевропейских стран, приняли решение об оборудовании подвижного состава автосцепкой Z-AK, которая служит для сцепления вагонов и передачи лишь тяговых усилий, возникающих в процессе движения.

Сжимающие усилия передаются как при винтовой сцепке, через буфера. Автосцепка Z-AK обеспечивает автоматическое соединение (разъединение) воздушной магистрали, а также сцепление с винтовой сцепкой при помощи выдвигающейся штанги-крюка.

В реализованном проекте CargoSprinter применен способ электропневматического дистанционного деблокирования автосцепок. После того как автосцепка будет оснащена системой датчиков для определения ее рабочих состояний «сцеплено/расцеплено» и «блокировано/деблокировано», можно будет производить контроль хвоста поезда.

Дальнейшим этапом автоматизации грузовых перевозок должна стать интеграция в приборы автосцепки линий электроснабжения и передачи сигналов управления и контроля

Для непосредственного использования в проекте «Новый грузовой вагон», а также в рамках программы исследований МСЖД корпус автосцепки Z-AK должен быть доукомплектован с учетом использования электропневматических тормозов МСЖД и системы торможения грузовых вагонов с электронным управлением, последовательной передачей данных и централизованной системой электроснабжения.

Однако автосцепка Z-AK автоматически не взаимодействует с автосцепкой СА-3 железных дорог стран СНГ и Балтии. Для обеспечения сцепляемости вагонов с разнотипной автосцепкой предусмотрено создание специальной переходной сцепки [40].

**Автосцепка Шарфенберга** – одна из самых распространенных в настоящее время. Первоначально создана в Германии Карлом Шарфенбергом в 1903 г. и используется во всей Европе и в современных поездах других стран.

Для автоматического соединения пневматических магистралей и электрических цепей применяются контуры зацепления, обеспечивающие центрирование головок корпуса как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях.

Автоматические сцепки Scharfenberg (Шарфенберга) типа 10, применяемые в наше время, отличаются чрезвычайно высокой прочностью и большой зоной захвата как по горизонтали, так и по вертикали, что соответствует нормам МСЖД для моторвагонных поездов ширококолейной железной дороги.

В 2002 г. этот тип был принят в качестве стандарта для высокоскоростных поездов и на данный момент включен в Технические спецификации эксплуатационной совместимости (TSI).

Характерным отличим сцепки является возможность расцепить её под нагрузкой, что невыполнимо для других сцепок. Однако сцепка склонна к саморасцепам, особенно при разной степени износа сцепок соседних вагонов, к недостаткам следует также отнести трудности в сцеплении вагонов в кривой. Автосцепки типа 10 (рисунок 5.16) применяются практически на всех государственных железных дорогах и на многих высокоскоростных поездах, например в Германии (ICE), Франции (TGV), Испании (поезда AVE) и Китае (серия CRH).



Рисунок 5.16 – Автоматическая сцепка *Scharfenberg* типа 10 с боковым расположением электрических разъемов

Автосцепки типа 35, в основном, применяются в метро и предназначены для полностью электрифицированных поездов. Они эксплуатируются в Шанхае, Сингапуре, а также на городских железных дорогах в Солт-Лейк-Сити и Эдмонтон.

Адаптеры или переходные сцепки применяются тогда, когда требуется соединить между собой сцепки различных типов и/или сцепки с различной высотой. Переходные сцепки часто необходимы при маневровых работах или при буксировке.

На подвижном составе железных дорог США применяются главным образом стандартные автосцепки АРА типов «Е», «F» и «Н». Разрывное усилие автосцепки АРА типа «F» составляет около 250 т, а типа Е – почти 275 т.

Эти автосцепки взаимосцепляемы, поскольку они имеют стандартный контур зацепления. Сцепление производится при помощи подвижного когтя, который соединён валиком с корпусом автосцепки. Коготь запирается замком в закрытом (сцепленном) положении (рисунок 5.17).

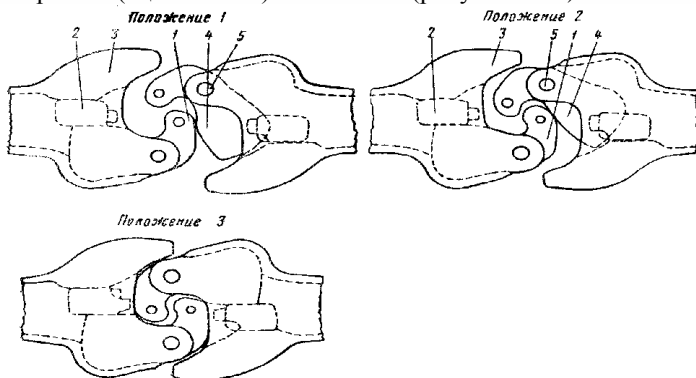


Рисунок 5.17 – Процесс сцепления американской автосцепки в трёх положениях

Процесс сцепления автосцепок схематически изображен в трёх положениях. В левой сцепке коготь 1 закрыт и заперт замком 2, размещённым между хвостовиком когтя и стенкой корпуса 3. В правой сцепке замок поднят вверх и опирается на хвостовик открытого когтя. При набегании вагонов друг на друга открытый коготь одной автосцепки ударяет своим хвостовиком 4 в переднюю поверхность закрытого когтя другой (положение 1). В результате этого удара открытый коготь поворачивается вокруг своего валика 5 (положение 2). Когда открытый коготь войдёт в зев встречной сцепки, то он повернётся таким образом, что замок потеряет опору на его хвостовик и опустится вниз. Следовательно, коготь автоматически запирается в сцепленном положении (положение 3). Если оба когтя сцепляющихся сцепок открыты, то процесс сцепления будет менее надёжным, чем при одном открытом когте. Открытые когти могут заклинить друг друга и не вернуться (в этом случае возможна поломка). Если оба когтя закрыты, то сцепление сцепок окажется невозможным.

При отклонении сцепок в поперечном направлении они центрируют друг друга и сцепляются тогда, когда расстояние между осями не превышает величины захвата сцепления, равного 50 мм (при одном закрытом когте). Если же оба когтя открыты, то сцепление возможно, когда сцепки смещены относительно друг друга в сторону открытых когтей на расстояние до 90 мм.

Чтобы разъединить автосцепки нужно поднять замок одной из них при помощи расцепного привода, находящегося сбоку вагона. Освободившееся при этом пространство около хвостовика когтя позволит когтю повернуться при разведении вагонов, после чего он останется в открытом положении.

Недостатками автосцепки Джаннея являются:

- необходимость осуществления ручных операций по подготовке автосцепки к сцеплению (взведение автосцепки);
- невозможность сцепления на двух сцепляемых единицах подвижного состава когда обе автосцепки закрыты.

Автосцепка Джаннея нашла широкое применение в Латинской Америке. С середины 1920 г. была введена в Японии. В Индии была разработана на основе автосцепки Джаннея своя автосцепка, совместная с винтовой упряжью. Китайские инженеры модернизировали автосцепку Джаннея, что исключило нахождение человека в опасной зоне при сцеплении вагонов. Китайский вариант автосцепки похож на автосцепку СА-3, но несколько отличается от нее. Автосцепка Джаннея используется также во Вьетнаме и Корее.

В Австралии, как и в Африке существуют различные железнодорожных системы, но часто используется автосцепка Джанея [37].

## 6 УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ ТОРМОЗОВ

### 6.1 Назначение и классификация тормозов

Локомотивы и вагоны снабжены тормозами, предназначенными для уменьшения скорости движения поезда, его остановки и удержания на месте.

**Тормоз** – это комплекс устройств для искусственного увеличения сил сопротивления движению поезда. Силы, которые создают искусственное сопротивление движению, называют *тормозными*.

В условиях возрастающих скоростей движения и масс поездов для их остановки на более коротком отрезке пути необходимы значительные тормозные силы. От значения тормозной силы зависит эффективность тормозов. Чем эффективнее тормоза, тем меньше тормозной путь (расстояние, проходимое поездом от начала торможения до полной его остановки) и тем дольше поезд может следовать по перегону с наибольшей скоростью. В результате увеличиваются средняя скорость движения поезда, безопасность движения, пропускная способность железных дорог и безопасность движения.

*Тормозная сила* направлена в противоположную сторону вращению колесной пары. Если тормозная сила превысит *силу сцепления колеса с рельсом* (последняя определяется нагрузкой от колесной пары на рельсы и коэффициентом сцепления колеса с рельсами), возникнет *юз*, т. е. скольжение заклиненной колесной пары по рельсу. Это снижает эффективность торможения, а также приводит к появлению *ползунов* на колесах. Поэтому значительно увеличивать тормозную силу нельзя, а для увеличения максимальной допустимой силы нажатия тормозных колодок на колесные пары целесообразно использовать и другие возможности повышения эффективности тормозов.

На железнодорожном транспорте применяются следующие виды торможения.

*Фрикционное* – использует силу трения тормозных колодок, прижимаемых к ободьям вращающихся колес или к специальному тормозному диску. Фрикционные тормоза разделяются на тормоза *ручного* и *пневматического* действия.

*Электродинамическое (реверсивное)* – основано на *принципе обратимости электрических машин*, когда электрические двигатели переводятся в

режим генераторов тока и работают на нагрузку, в результате чего на их валах возникает сила, противоположная направлению вращения. Электрическое торможение может быть *рекуперативным*, в случае когда выработанная электродвигателями энергия возвращается в контактную сеть, или *реостатным*, когда энергия поглощается специальными сопротивлениями – реостатами. Электродинамическое торможение эффективно при движении поездов по затяжным спускам.

*Электромагнитное* – основано на принципе воздействия электромагнитных устройств на рельсы. Оно эффективно применяется в скоростных поездах, поскольку создаваемая тормозная сила не ограничивается условиями сцепления колес с рельсами.

На рисунке 6.1 приведена классификация тормозов подвижного состава.



Рисунок 6.1 – Классификация тормозов подвижного состава

Основной способ торможения – *фрикционный*. Он заключается в возникновении трения при нажатии тормозных колодок на поверхность катания вращающихся колес (*колодочный тормоз*) или специальных дисков (*дисковый тормоз*). В результате этого кинетическая энергия вращающейся колесной пары переходит в тепловую и рассеивается в окружающем пространстве.

Большинство вагонов оборудовано *колодочным тормозом* с чугунными либо композиционными (неметаллическими) колодками. *Композиционные колодки* обладают более высоким коэффициентом трения, мало зависящим от скорости движения поезда. При использовании таких колодок длина тормозного пути меньше, чем при использовании чугунных.

По **способу управления и источнику энергии**, вызывающей прижатие колодок, фрикционные тормоза подразделяются на *пневматические*, *электропневматические* и *ручные (механические)*.

На железнодорожном подвижном составе основным видом фрикционно-го тормоза, является *пневматический непрямодействующий* автоматический тормоз. Принцип действия такого тормоза основан на создании разности давлений воздуха в камерах тормозных приборов. Поскольку запас сжатого воздуха для наполнения тормозных цилиндров имеется у каждого вагона, торможение поезда происходит довольно быстро.

Тормоз называется *непрямодействующим* так как при понижении давления воздуха в тормозной сети поезда давление в тормозном цилиндре повышается, в результате тормоза приводятся в действие. При повышении давления в тормозной магистрали происходит отпуск тормозов. При нарушении целостности тормозной сети поезда (срыв стоп-крана, разъединение тормозных рукавов и т. п.) происходит снижение давления в тормозной магистрали, что приводит к срабатыванию тормозов во всем составе (участие машиниста в этом случае не требуется). Поэтому пневматические непрямодействующие тормоза называются *автоматическими (автотормозами)*.

Локомотивы и специальные самоходные подвижные единицы оборудуются *пневматическим прямодействующим неавтоматическим* тормозом, который выполняет функцию *вспомогательного*. Такой тормоз применяется машинистом при выполнении маневровых передвижений одиночным локомотивом, а также для удержания на месте локомотива или локомотива с составом поезда [42].

Все локомотивы, пассажирские, а также часть грузовых вагонов оборудованы *ручными тормозами*. Ручной тормоз применяется для затормаживания (закрепления) подвижных единиц, которые находятся в отстое, а также является резервным средством для остановки поезда при неисправности пневматических тормозов.

*Электропневматические тормоза (ЭПТ)* являются обязательными в пассажирских и моторвагонных поездах. Они управляются электрическим током в отличие от пневматических, при этом тормозные колодки прижимаются к колесам приборами, питающимися сжатым воздухом.

По **роду подвижного состава** тормоза подразделяют на *грузовые и пассажирские*, предназначенные для торможения грузовых поездов; отличаются сравнительно медленным наполнением тормозных цилиндров сжатым воздухом, но вместе с этим обеспечивают постоянную подпитку тормозных цилиндров при их нахождении в заторможенном состоянии (*неистощимые тормоза*); *пассажирские* – с более быстрым наполнением тормозных цилиндров, но при длительном нахождении в рабочем состоянии являются *истощимыми*. *Пассажирские тормоза с электропневматическим управлением*, обеспечивают одновременное действие тормозов всего поезда без возникновения тормозной и отпускной волн, вызывающих продольно-динамические реакции.

По **условиям применения** тормоза бывают со *служебным и экстренным торможением*.

В обычных условиях машинист применяет *служебное торможение*, при этом давление в тормозных цилиндрах повышается ступенями. Этот режим управления тормозами обеспечивает плавное уменьшение скорости движения поезда и позволяет остановить его в заранее обозначенном месте.

*Экстренное торможение* применяется для немедленной остановки поезда в случае возникновения угрозы безопасности движения. При этом сразу происходит полное наполнение тормозных цилиндров, что создает наибольшую тормозную силу. Экстренное торможение может производиться *краном машиниста* или *краном экстренного торможения (стоп-краном)*, который установлен во всех пассажирских и частично грузовых вагонах.

На локомотиве имеется пневматическое тормозное оборудование, позволяющее осуществлять управление тормозами из кабины машиниста и включает следующие основные приборы и узлы.

**Приборы питания сжатым воздухом** устанавливаются только на локомотивах, моторвагонном и специальном самоходном подвижном составе. К ним относятся *компрессоры*, вырабатывающие сжатый воздух, который затем нагнетается в напорную магистраль и в *главные резервуары* для создания необходимого запаса сжатого воздуха. Для поддержания давления в главных резервуарах в заданных пределах компрессоры имеют *регуляторы давления*.

**Приборы управления тормозами** устанавливаются в кабинах локомотивов, моторвагонного и специального самоходного подвижного состава. К ним относятся: *кран машиниста*, *кран вспомогательного тормоза* (только у локомотивов и специального подвижного состава), *манометры*, *сигнализаторы* и другие приборы.

**Приборы торможения** устанавливаются на каждой подвижной единице (локомотиве, вагоне и т. д.). К ним относятся *воздухораспределители*, тормозные цилиндры, *запасные резервуары*, *воздухопроводы с концевыми кранами* и *соединительными рукавами*, *тормозные рычажные передачи* и др. Перечисленные узлы предназначены для осуществления торможения и растормаживания каждой единицы подвижного состава.

## 6.2 Подготовка тормозов к работе

Существуют следующие **процессы управления тормозами**: *зарядка*, *торможение*, *перекрышка*, *отпуск*.

*Зарядка* – воздухопровод (магистраль) и запасные резервуары под каждой единицей подвижного состава заполняются сжатым воздухом.

*Торможение* – производится снижение давления воздуха в магистрали вагона или всего поезда для приведения в действие воздухораспределителей, и воздух из запасных резервуаров поступает в тормозные цилиндры; последние приводят в действие рычажную тормозную передачу, которая прижимает колодки к колесам.



*Перекрыши* – после произведенного торможения давление в магистрали и тормозном цилиндре не изменяется.

*Отпуск* – давление в магистрали повышается, вследствие чего воздухо-распределители выпускают воздух из тормозных цилиндров в атмосферу, одновременно производится подзарядка запасных резервуаров путем сообщения их с тормозной магистралью.

Автоматические тормоза разделяются на:

– *на мягкие с равнинным режимом отпуска* – при медленном темпе снижения давления (до 0,03–0,05 МПа в мин) в действие не приходят (не затормаживают); при большем темпе снижения давления срабатывают на торможение при разных зарядных давлениях в магистрали; после торможения при повышении давления в магистрали на 0,01–0,03 МПа производится полный отпуск (ступенчатого отпуска не имеют);

– *полужесткие с горным режимом отпуска* – обладают такими же свойствами, что и мягкие, однако для полного отпуска необходимо восстановление давления в магистрали на 0,01–0,02 МПа ниже зарядного (имеют ступенчатый отпуск);

– *жесткие* – работают на определенном зарядном давлении в магистрали; при снижении давления в магистрали ниже зарядного производят затормаживание. При давлении в магистрали выше зарядного тормоза в действие не приходят до снижения давления ниже зарядного. Тормоза жесткого типа применяются на участках железных дорог с уклонами крутизной до 0,045.

**Пневматические тормоза**, применяемые на железнодорожном подвижном составе, по принципу действия делятся на три группы:

- прямодействующий неавтоматический;
- непрямодействующий автоматический;
- прямодействующий автоматический.

Ниже приводятся принципиальные схемы трех групп тормозов.

**Прямодействующий неавтоматический тормоз** (рисунок 6.2) применяется для торможения только самого локомотива при следовании резервом или для подтормаживания для сжатия поезда перед остановкой так как применение его на вагонах приводит к появлению больших продольных сил в поезде из-за набегания во время торможения задних вагонов на передние, особенно когда в поезде больше 5–6 вагонов.

*Зарядка.* Воздух нагнетается компрессором 1 в главный резервуар 2, откуда по питательной магистрали 3 поступает к крану 4, в простейшем виде представляющему собой пробковый трехходовой кран. Каждому положению ручки крана 4 соответствует определенный процесс.

*Торможение.* Питательная магистраль 3 сообщается с тормозной магистралью 5 (называемой часто просто магистралью), и воздух поступает в тормозные цилиндры 6, перемещая поршень 7 со штоком 8 вправо, вследствие чего вертикальный рычаг поворачивается вокруг неподвижной точки и нижним концом прижимает тормозную колодку 10 к колесу; тормозная магистраль 5 разобщается с питательной магистралью 3, давление воздуха в тормозных цилиндрах 6 остается без изменения.

*Отпуск.* При постановке ручки крана машиниста в положение III магистраль 5 и тормозные цилиндры 6 сообщаются с атмосферой. Рычажная передача 9 при этом удерживает башмаки с колодками 10 на определенном расстоянии от поверхности катания колес.

Тормоз является прямодействующим, поскольку при утечках из тормозного цилиндра и запасного резервуара при торможении сжатый воздух из главного резервуара 2 через кран 4 и магистраль 5 поступает непосредственно в тормозные цилиндры, т. е. утечки пополняются. В случае разрыва магистрали 5 тормоз не приходит в действие и выпускает весь воздух в атмосферу, если до разрыва был заторможен.

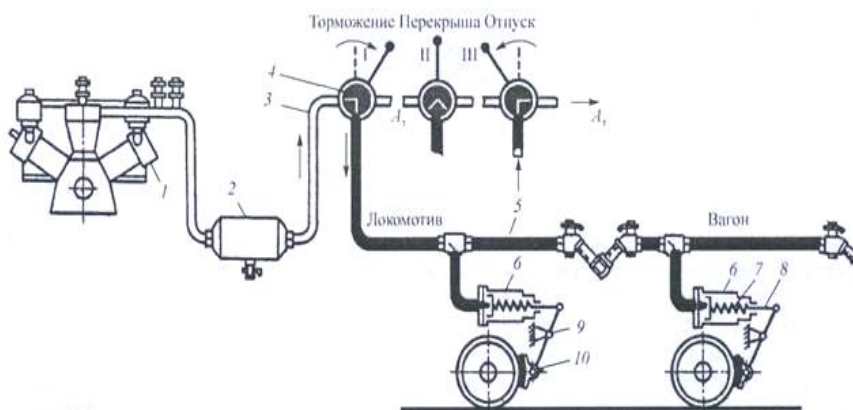


Рисунок 6.2 – Схема прямодействующего неавтоматического тормоза

При *непрямодействующем автоматическом тормозе* (рисунок 6.3) пассажирских вагонов на каждой единице подвижного состава, кроме тормозного цилиндра, установлены также воздухораспределитель 6 и запасный резервуар 8.

Компрессор 7, главный резервуар 2 и кран машиниста 4 установлены на локомотиве. При зарядке тормоза ручка крана машиниста (№ 394) ставится в отпускное положение I (рисунок 6.3, а) и воздух из главного резервуара 2 через питательную магистраль 3, кран машиниста 4 и тормозную магистраль 5 поступает к воздухораспределителю 6 и далее – в запасный резервуар 8. При этом тормозной цилиндр 7 через воздухораспределитель 6 сообщается с атмосферой  $A_T$ . При торможении ручка крана машиниста 4 ставится в положение III (рисунок 6.3, б) и тормозная магистраль 5 через него сообщается с атмосферой  $A_T$ . При этом срабатывает воздухораспределитель 6, разобщает тормозной цилиндр 7 с атмосферой  $A_T$  и сообщает его с запасным резервуаром 8. Под воздействием усилия, создаваемого в тормозном цилиндре, тормозная колодка через систему тяг и рычагов прижимается к колесу.

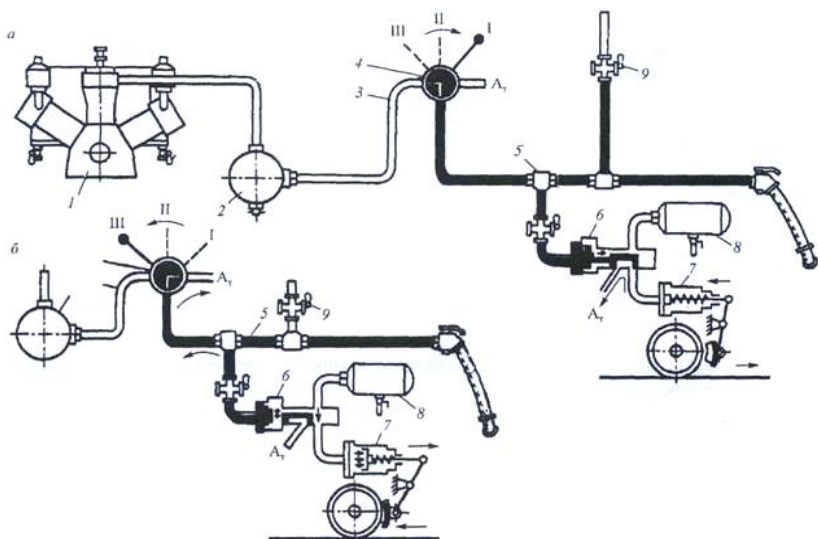


Рисунок 6.3 – Схема непрямого автоматического тормоза:  
*а* – зарядка и отпуск; *б* – торможение

При отпуске ручка крана машиниста 4 ставится в положение I, питательная магистраль 3 сообщается через кран 4 с тормозной магистралью 5, вследствие чего давление в ней возрастает и воздухораспределитель 6 сообщает тормозной цилиндр 7 с атмосферой, а запасный резервуар 8 – с тормозной магистралью. В случае разрыва тормозной магистрали 5 или открытия стоп-крана 9 тормоз автоматически срабатывает на торможение.

Рассмотренный тормоз называется непрямым автоматическим или истощимым, потому что при торможении воздухораспределитель 6 разобщает тормозную магистраль 5 от запасного резервуара 8 и тормозного цилиндра 7 и при утечках воздуха из запасного резервуара или тормозного цилиндра давление в них не восстанавливается.

**Прямодействующий автоматический** тормоз (рисунок 6.4) состоит из тех же основных частей, что и непрямодействующий тормоз, но установлен воздухораспределитель типа 483М 5 с равнинным и горным режимами отпуска и тремя грузовыми режимами: порожний, средний и груженный, при которых устанавливается различное давление сжатого воздуха в тормозном цилиндре, а следовательно, и различное нажатие тормозной колодки на колесо. Особое устройство крана машиниста и воздухораспределителя позволяет поддерживать давление в тормозной магистрали автоматически и можно регулировать тормозную силу в поезде в сторону увеличения и уменьшения в нужных пределах. В процессе служебного торможения или утечке сжатого

воздуха из запасного резервуара 4 и тормозного цилиндра 6 запасы воздуха пополняются автоматически из тормозной магистрали через обратный клапан воздухораспределителя 7, через который запасный резервуар соединяется с тормозной магистралью. Давление в тормозном цилиндре может поддерживаться в течение длительного времени – этим автоматический прямодействующий тормоз отличается от автоматического непрямодействующего.

При *зарядке и отпуске* тормозная магистраль 8 (см. рисунок 6.4, а) сообщается с питательной магистралью 2 и главным резервуаром 1, а тормозной цилиндр 6 – с атмосферой  $A_T$ . При этом запасный резервуар 4 через обратный клапан сообщается с тормозной магистралью 8.

При *торможении* давление сжатого воздуха в тормозной магистрали 8 (см. рисунок 6.4, б) понижается вследствие выпуска его через кран машиниста 3 в атмосферу  $A_T$ . При этом приходит в действие воздухораспределитель 5, который сообщает тормозной цилиндр с запасным резервуаром 4. При соответствующем изменении положения рукоятки крана машиниста 3 и давления воздуха в тормозной магистрали 8 производится ступенчатое торможение и ступенчатый или бесступенчатый отпуск.

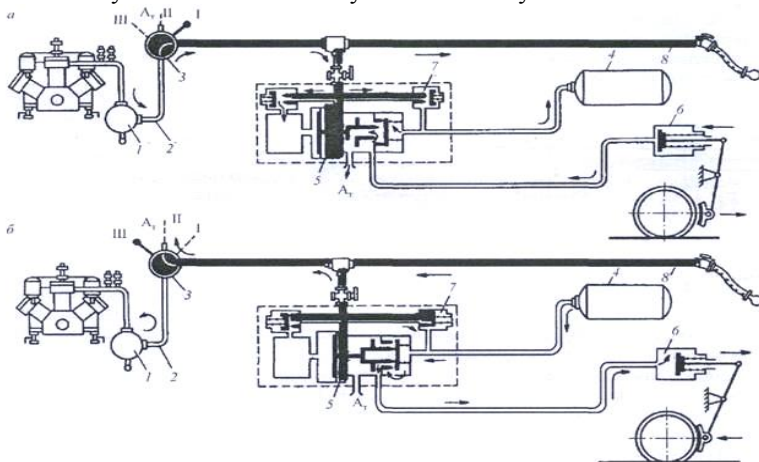


Рисунок 6.4 – Схема прямодействующего автоматического тормоза:  
а – зарядка и отпуск; б – торможение

**Электропневматическим тормозом** называется тормоз, управляемый при помощи электрического тока, а для создания усилия для прижатия тормозной колодки к колесу используется энергия сжатого воздуха. Такие тормоза позволяют повысить эффективность тормозных средств поезда, заметно сократить длину тормозного пути за счет одновременного действия тормозов поезда по его длине, значительно улучшить плавность торможения, улучшить управляемость тормозами.

Электропневматические тормоза делятся на прямодействующие неавто-

матические и автоматические.

**Электропневматический прямодействующий неавтоматический** тормоз применяется на пассажирских вагонах, электропоездах и дизель-поездах железных дорог России, стран СНГ и Балтии, является практически неистощимым благодаря возможности завышения зарядного давления в тормозной магистрали, что позволяет осуществлять торможение с разрядкой и без разрядки тормозной магистрали.

**Электропневматический прямодействующий автоматический** тормоз, который намечен к внедрению на западно-европейских железных дорогах с шириной колеи 1435 мм, состоит из тормозной питательной магистрали, приборов питания и управления, электрических цепей, комплектов тормозного и отпускового электровентилей.

При переходе вагонов поезда с колеи шириною 1520 мм на колею шириною 1435 мм и наоборот с целью обеспечения нормальной работы электропневматических тормозов обоих типов в одном поезде разработаны и испытаны специальные переключающиеся устройства, а также универсальный электропневматический тормоз. Универсальный электропневматический тормоз может работать как по схеме прямодействующего неавтоматического, так и автоматического типа.

По количеству линейных электрических проводов цепи управления используются три схемы прямодействующего неавтоматического тормоза: пятипроводная с обратным незаземленным проводом на электропоездах и дизель-поездах типа ДР1П; двухпроводная с использованием рельса в качестве обратного провода на пассажирских вагонах с локомотивной тягой; однопроводная – на грузовых вагонах.

Производится *периодический контроль* целостности электрических цепей электропневматического тормоза в поезде постоянным током в процессе торможения с помощью замыкаемого в конце поезда контрольного провода (электропоезда и дизель-поезда); *непрерывный* – переменным током при отпуске и зарядке и постоянным током при торможении по одному из замыкаемых в хвосте поезда проводов (пассажирские вагоны и дизель-поезда ДР-1).

### 6.3 Тормозное оборудование грузовых вагонов

Пневматическая часть тормозного оборудования показана на рисунке 6.5 и состоит из тормозной магистрали (воздухопровода) 6 диаметром 32 мм с концевыми кранами 4 клапанного или шаровидного типа и соединительными междувагонными рукавами 3; двухкамерного резервуара 7, соединенного с тормозной магистралью 6 отводной трубой диаметром 19 мм через разобщительный кран 9 и пылеловку – тройника 8 (кран 9 с 1974 г. устанавливается в тройнике 5); запасного резервуара 11; тормозного цилиндра 1; воздухораспределителя № 483 с магистральной 12 и главной 13 частями (бло-

ками); авторежима № 265 А-000; стоп-крана 5 со снятой ручкой.

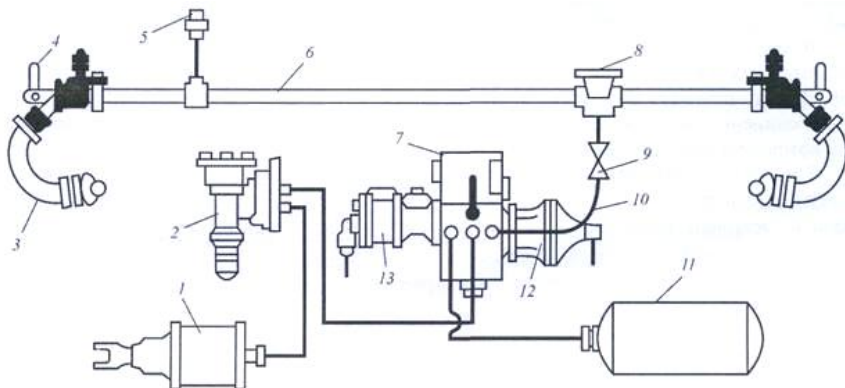


Рисунок 6.5 – Схема тормозного оборудования грузового вагона

Авторежим предназначен для автоматического изменения давления воздуха в тормозном цилиндре в зависимости от степени загрузки вагона, чем она выше, тем больше давление в тормозном цилиндре. При наличии на вагоне авторежима рукоятка переключателя грузовых режимов воздухораспределителя снимается после того, как режимный переключатель воздухораспределителя будет поставлен на грузе́ный режим при чугунных тормозных колодках и средний режим при композиционных тормозных колодках. Рефрижераторные вагоны авторежима не имеют. Объем запасного резервуара составляет 78 л у четырехосных вагонов с тормозным цилиндром диаметром 356 мм и 135 л у 8-осного вагона с тормозным цилиндром диаметром 400 мм [43].

Зарядка резервуара 7, золотниковой и рабочей камер воздухораспределителя запасного резервуара 11 осуществляется из тормозной магистрали 6 если открыт разобщительный кран 9. Тормозной цилиндр при этом через главную часть воздухораспределителя и авторежим 2 сообщается с атмосферой. При торможении давление в тормозной магистрали понижается через кран машиниста и частично через воздухораспределитель, который при срабатывании разобщает тормозной цилиндр 1 с атмосферой и сообщает его с запасным резервуаром 11 до выравнивания в них давления при полном служебном торможении (см. рисунок 6.5).

Тормозная рычажная передача грузовых вагонов осуществляет одностороннее нажатие тормозных колодок одним тормозным цилиндром, расположенным на хребтовой балке рамы. Исключение составляют 6-осные вагоны, у которых средняя колесная пара в тележке имеет двустороннее нажатие тормозных колодок. Некоторые 8-осные цистерны с укороченной хреб-

товой балкой оборудуются двумя тормозными цилиндрами, от каждого из которых усилие передается только на одну 4-осную тележку цистерны. При этом упрощается конструкция, уменьшается масса тормозной рычажной передачи и силовые потери в ней, повышается эффективность работы тормозной системы.

На всех грузовых вагонах в настоящее время применяются композиционные тормозные колодки, ранее применялись чугунные и композиционные. Преимущество композиционных колодок состоит в том, что коэффициент трения у них примерно в 1,5–1,6 раза больше, чем у стандартных чугунных.

Тормозная рычажная передача грузового вагона представлена на рисунке 6.6. Она включает горизонтальные рычаги 11. Один из рычагов связан со штоком 7 тормозного цилиндра и с тягой 6 через авторегулятор 12 в передней части рычажной передачи; второй шарнирно закреплен к кронштейну «мертвой» точки на задней крышке тормозного цилиндра и связанный с тягой, ведущей к тормозным колодкам второй тележки. Горизонтальные рычаги 11 шарнирно соединены между собой затяжкой 10, отверстия 8 которой предназначены для установки валиков при композиционных колодках, а отверстия 9 – при чугунных тормозных колодках.

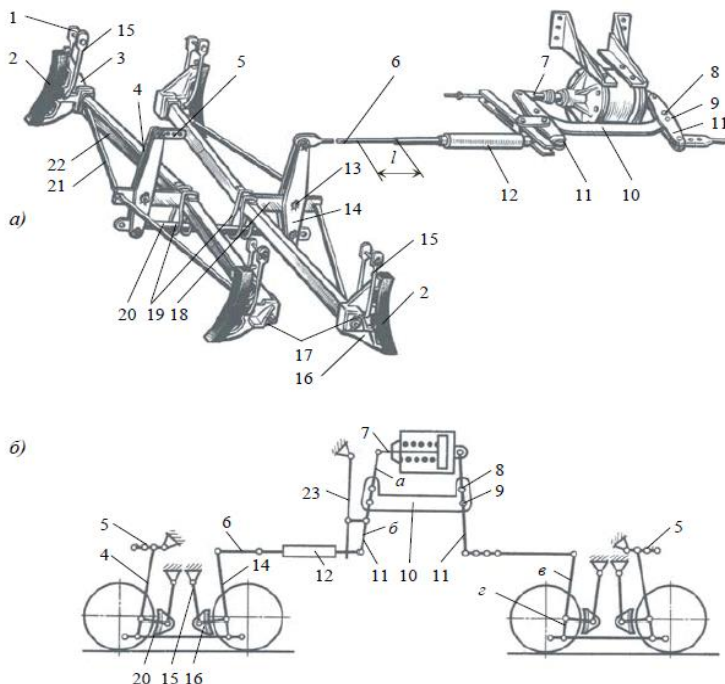


Рисунок 6.6 – Тормозная рычажная передача грузового вагона:  
а – конструкция, б – схема

В составе одной из тяг находится автоматический регулятор 12 выхода штока, соединенный с вертикальным рычагом 14 на одной из тележек вагона. К вертикальным рычагам 4 и 14 прикреплены триангели с тормозными башмаками и колодками. При помощи затяжек (распорок) 20 соединяются шарнирно нижние концы вертикальных рычагов. Для предохранения деталей рычажной передачи от падения тормозные колодки 2 с башмаками 3 и 16 шарнирно закреплены на раме тележки подвесками 15, имеющими шарнирное соединение 1. Распорка 20 шарнирно соединяет нижние концы вертикальных рычагов 4 и 14, она по концам имеет несколько отверстий, что обеспечивает возможность регулирования расстояния между колодками 2 и колесами по мере износа колодок и кроме того рассчитана на колеса разного диаметра. От падения, в случае нарушения шарнирного соединения, ее предохраняют скобы 19, закрепленные на швеллерных балках триангелей предохраняют детали рычажной передачи от падения при нарушении шарнирного соединения. Вертикальные рычаги 4 и 14 сдвоены в верхней части, закреплены серьгами 5, которые имеют различную длину в зависимости от наклона рычагов, соединенных со стрункой 21 валиками 13 и распоркой 18 балки триангеля 22.

Тормозная рычажная передача 8-осного вагона (рисунок 6.7, а) в основном аналогична передаче 4-осного вагона, отличие состоит только в наличии параллельной передачи усилия на обе 4-осные тележки с каждой стороны через тягу 1 и балансир 2, а также укороченного на 100 мм верхнего плеча вертикальных рычагов.

В рычажной передаче 6-осного вагона (рисунок 6.7, б) усилие от тормозного цилиндра на триангели в каждой тележке передается не параллельно, а последовательно.

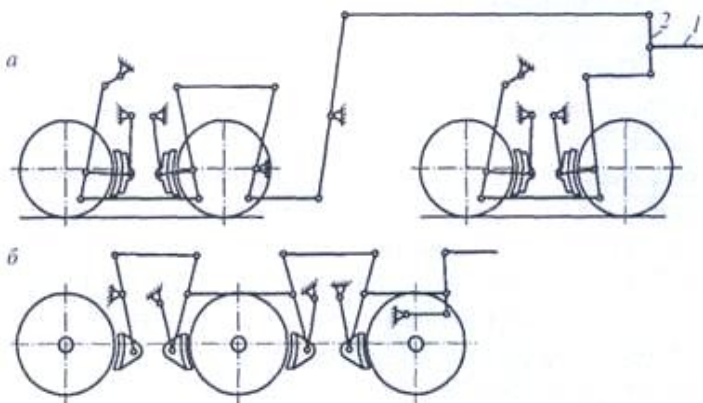


Рисунок 6.7 – Схема рычажной передачи:



*a* – 8-осного вагона; *б* – 6-осного вагона

#### 6.4 Тормозное оборудование пассажирского вагона

Тормозное оборудование пассажирского вагона показано на рисунке 6.8, оно состоит из пневматической и механической частей.

К пневматической части относятся: пневматический воздухораспределитель 11 № 292-001; электровоздухораспределитель 12 № 305-000; тормозной цилиндр 13 диаметром 356 мм; магистральный трубопровод 3 диаметром 32,0 мм с концевыми кранами 7, межвагонными унифицированными соединительными рукавами 7, тройниками и пылеловкой 9; стоп-краны 5; запасный резервуар 15 объемом 78 литров; выпускной клапан 14 для отпуска тормоза отдельного вагона вручную при отсутствии крана машиниста.

Рабочий 7 и контактный 8 провода электропневматического тормоза уложены в стальной трубе 3 и подведены к концевым двухтрубным 6 и к средней трехтрубной 4 коробкам зажимов. От средней коробки рабочий провод в металлической трубе подходит к электровоздухораспределителю, а от концевых коробок рабочий и контрольный провода подходят к контактам, расположенным в соединительной головке междувагонного рукава.

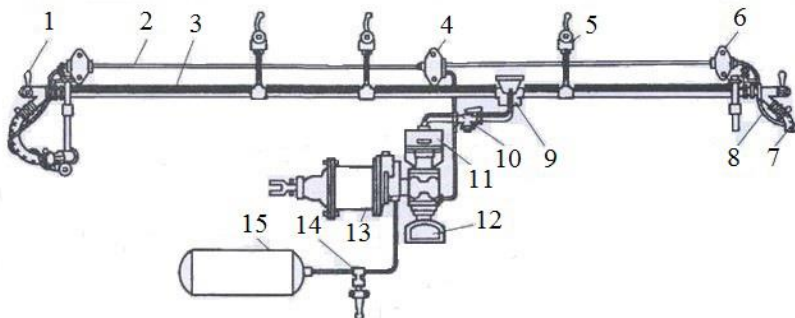


Рисунок 6.8 – Схема тормозного оборудования пассажирского вагона

На пассажирских вагонах международного сообщения установлен тормоз фирмы Кнорр-Бремзе типа KES-GPR с воздухораспределителем 10 типа KES (рисунок 6.9) и резервуаром 16 объемом 9 л. На некоторых вагонах более поздних серий установлены тормозные цилиндры 6 диаметром 406 (457) мм и два запасных резервуара 17 и 18 объемом соответственно 150 (200) и 100 (150) л.

На каждой оси колесной пары установлен противоюзный осевой датчик 3, а на кузове вагона – предохранительные клапаны 4 и сбрасывающие клапаны 8 для автоматического растормаживания тележек при возникновении юза (колеса не вращаются, а скользят по рельсам).

У вагона имеется устройство для регулирования давления в тормозном цилиндре в зависимости от скорости движения, которое состоит из осевого датчика (скоростного регулятора) 22, резервуара 20 объемом 9 л, воздушно-

го фильтра 21 и дросселей 19 диаметром 2 мм. Проверка действия осевого датчика 22 осуществляется с помощью манометра и кнопки, находящихся в коробке 9, а в служебном отделении вагона – манометра 12.

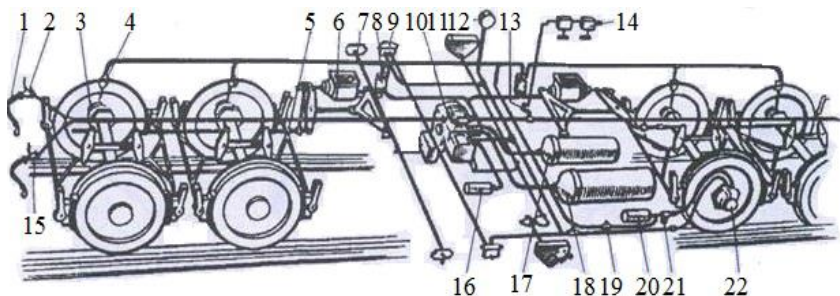


Рисунок 6.9 – Схема тормозного оборудования пассажирского вагона международного сообщения с тормозом КЕС

На тормозных магистралях диаметром 25,4 и 31,75 мм имеются соединительные рукава 1, концевые краны 2 и 15 с двумя положениями ручки – левым или правым. Под полом вагона расположен стоп-кран 13, а его гибкий привод – в коробках 14 в кузове вагона. Для включения и выключения тормоза имеется рукоятка 7, а для переключения режимов торможения на грузовой, пассажирский или скоростной – рукоятка 11.

На пассажирских цельнометаллических вагонах постройки стран России и СНГ применена тормозная передача с двусторонним нажатием тормозных колодок (рисунок 6.10).

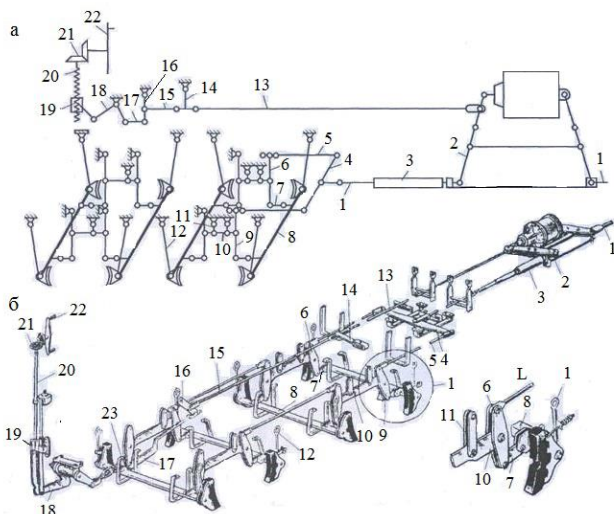


Рисунок 6.10 – Тормозная рычажная передача пассажирского вагона: а – схема; б – конструкция

Она представляет собой систему горизонтальных и вертикальных рычагов и тяг для передачи усилия от одного тормозного цилиндра на тормозные колодки двух тележек

Тяги 1, одна из которых имеет авторегулятор тормозной рычажной передачи 5, соединены с балансиром 4, которые через промежуточные тяги 5 равномерно распределяют усилие на вертикальные рычаги 6 и 9 обеих тележек, которые через серьги 7 соединены с траверсами 8, а между собой – затяжкой 10. На концах траверсы на цилиндрических цапфах свободно укреплены тормозные башмаки с тормозными колодками. Затяжки 10 с вертикальными рычагами подвешены к раме тележки на подвесках 11, а траверсы – на подвесках 21.

Привод ручного тормоза включает винт 20 с самотормозящейся резьбой, гайку 19, две конические шестерни 21 и штурвал 22, расположенный в тамбуре кузова вагона. Усилие от поступательно перемещающейся гайки передается через кривой рычаг, тяги 17, 15, 13 и рычаги 16 и 14 на горизонтальный рычаг 2. Скобы 23 предохраняют детали тормозной рычажной передачи от падения на путь

При торможении усилие от штока поршня тормозного цилиндра через горизонтальные рычаги 2, тягу 1, балансир 4 передается на вертикальные рычаги 9, которые, поворачиваясь относительно своих затяжек 10, через траверсы прижимают тормозные колодки к колесам. При отпуске тормоза тормозная рычажная передача под воздействием собственной массы и усилия пружины тормозного цилиндра, которая при торможении сжимается, возвращается в первоначальное отпущенное состояние.

Для компенсации износа тормозных колодок в эксплуатации и для поддержания углов наклона вертикальных рычагов и выхода штока поршня тормозного цилиндра в пределах установленной нормы (130–160 мм) в тормозной рычажной передаче применяется авторегулятор типа 675 РТП со стержневым приводом.

## **6.5 Тормоза высокоскоростного подвижного состава**

Повышение скоростей движения возможно при использовании системы регулирования силы нажатия тормозных колодок в зависимости от скорости (скоростное регулирование). Поэтому в области высоких скоростей в тормозном цилиндре устанавливается повышенное давление с автоматическим понижением его при снижении скорости ниже определенной величины. Скоростное регулирование силы нажатия тормозных колодок применяется при скорости движения пассажирских поездов 140 км/ч, а в отдельных случаях до 160 км/ч. Для более полного использования коэффициента сцепления колес с рельсами тормозная сила должна повышаться с ростом скорости движения. Для этого применяются специальные устройства скоростного регулирования и электромагнитные рельсовые тормоза.

Для пассажирских поездов при движении со скоростями 140–160 км/ч с электропневматическим тормозом и композиционными тормозными колодками при малозависящем от скорости коэффициенте трения скоростное регулирование не производится.

При больших скоростях движения используются противоюзные устройства, предупреждающие заклинивание колесных пар при коэффициенте сцепления ниже допускаемой величины. Если тормозная сила становится больше силы сцепления колес с рельсами, то увеличивается сила нажатия тормозных колодок примерно на 10 %.

Противоюзными устройствами механического (инерционного) типа, срабатывающими при превышении замедления частоты вращения колесной пары более определенной величины, оснащены вагоны международного сообщения.

Дальнейшее повышение скоростей движения пассажирских поездов не позволяет использовать колодочные тормоза, т. к. сила сцепления колес с рельсами ограничена, а также при композиционных колодках происходит чрезмерный нагрев поверхности катания колеса при торможении.

Дисковые тормоза с композиционными тормозными накладками, исключаящие тепловые нагрузки тормозов, позволяют реализовать скорости движения до 160 км/ч. Однако при этих тормозах наблюдаются частые случаи нарушения сцепления колес с рельсами по причинам загрязненности поверхности катания колес и ухудшения шунтировки рельсовых цепей. Поэтому обязательно дисковые тормоза применяют с противоюзными устройствами. Перспективным является применение при этих тормозах электронных противоюзных устройств, которые работают не только по принципу абсолютной величины замедления частоты вращения колес, но и на сравнении частоты вращения всех колесных пар вагона.

В последнее время за рубежом на скоростном подвижном составе начали широко применять комбинированное тормозное оборудование вагонов – с дисковым и колодочным тормозами. Это позволило при применении дополнительно электронных противоюзных устройств повысить мощность тормозов и устранить недостатки, характерные каждой тормозной системы в отдельности.

Электромагнитные рельсовые тормоза, действие которых не зависит от условий сцепления колес с рельсами и работающие при экстренном торможении, в сочетании с обычными тормозными системами значительно повышают мощность тормозных средств и позволяют реализовать скорости движения до 200–250 км/ч.

В последние годы в ряде стран проходят испытания более мощные линейные (рельсовые) тормоза на вихревых токах, действие которых, как и электромагнитных рельсовых тормозов, не зависит от условий сцепления колес с рельсами.

На российских электропоездах ЭР200 со скоростями движения до 200 км/ч применяются электропневматические, дисковые и электромагнитные рельсовые тормоза, электронные противоюзные устройства и мощный реостатный тормоз. При таких тормозах при экстренном торможении на уклоне 0,010 и скорости 200 км/ч тормозной путь составляет 1700 м.

**Дисковые тормоза** (рисунок 6.11) обеспечивают высокую тормозную эффективность, особенно при высоких скоростях (160 км/ч и более). По сравнению с колodочным тормозом устраняются перегревы колес, некоторые дефекты на их поверхности катания и др.

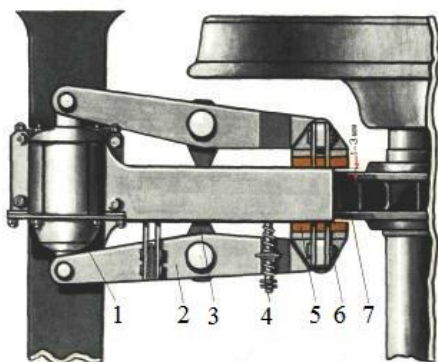


Рисунок 6.11 – Дисковый тормоз (вид сверху):

1 – тормозной цилиндр; 2 – рычаг; 3 – затяжка; 4 – фиксатор; 5 – накладка; 6 – башмак; 7 – тормозной диск

В частности, на вагонах, выпускаемых в настоящее время Тверским вагоностроительным заводом, применяется тормоз, который состоит из четырех клещевых механизмов, каждый из которых имеет тормозной цилиндр 1, два спаренных рычага 2 с затяжкой 3 и фиксатором 4 и два башмака 6 с фрикционными накладками 5. На одной колесной паре размещены два тормозных диска 7 диаметром 620 мм с шириной поверхности трения 120 мм.

Каждый из дисков состоит из двух половин, которые присоединяются болтами 9 к ступице, напрессованной на ось колесной пары, диск крепится радиально расположенными болтами 8 с разрезными втулками и тарельчатыми пружинами (рисунок 6.12). Для обеспечения лучшего отвода тепла диски снабжены ребрами и вентиляционными окнами.

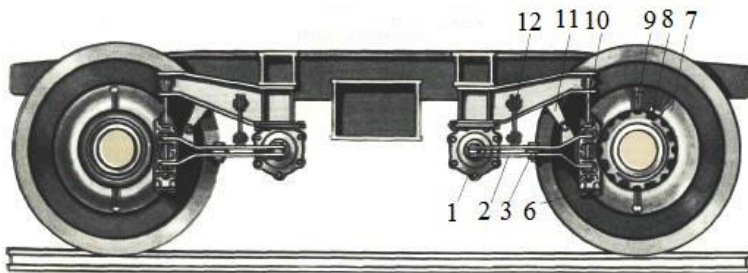


Рисунок 6.12 – Расположение дискового тормоза на тележке пассажирского вагона:

1 – тормозной цилиндр; 2 – рычаг; 3 – затяжка; 4 – фиксатор; 6 – башмак; 7 – тормозной диск; 8, 9 – болт; 10 – вертикальный валик; 11 – шарнирная подвеска; 12 – подвеска

Башмаки с накладками подвешены к консоли поперечной балки тележки на шарнирных подвесках 11. Вертикальными валиками 10 башмаки шарнирно соединяются с рычагами 2, которые крепятся подвесками 12.

На каждой тележке расположены четыре тормозных цилиндра 1 диаметром 8 дюймов. Каждый из цилиндров обслуживает одну пару тормозных башмаков 6. Тормозные накладки выполнены из композиционного материала.

При отпущенном тормозе зазор между накладками и диском (1–3 мм) обеспечивают оттяжные пружины. Башмак с тормозной накладкой изображен на рисунке 6.13.

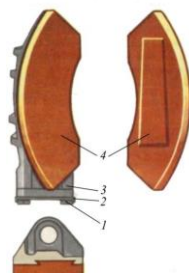


Рисунок 6.13 – Башмак с тормозной накладкой:

1 – болт; 2 – стопорная шайба; 3 – держатель; 4 – тыльник накладки

Пневматическое оборудование дискового тормоза на вагоне (рисунок 6.14) подключено к тормозной магистрали ТМ через разобщительный кран КР. Во время зарядки воздухо-распределитель ВР усл. № 292 наполняет воздухом запасный резервуар ЗР объемом 55 л. Питательный резервуар ПР заряжается через обратный клапан

При торможении электровозухораспределитель ЭВР усл. № 305 сообщает резервуар ЗР с дополнительным резервуаром ДР объемом 10 л и с двумя реле давления РД усл. № 365.

Через эти реле воздух из резервуара ПР поступает в цилиндры ТЦ по шлангам Ш и трубопроводам. Если какая-либо колесная пара начинает двигаться юзом, срабатывает осевой датчик противоюзного устройства ДПУ усл. № 390, который через реле РД выпускает воздух из цилиндров ТЦ до давления  $0,5 \text{ кгс/см}^2$  за 0,3–0,6 с. Затем цилиндры снова наполняются воздухом из резервуара ПР.

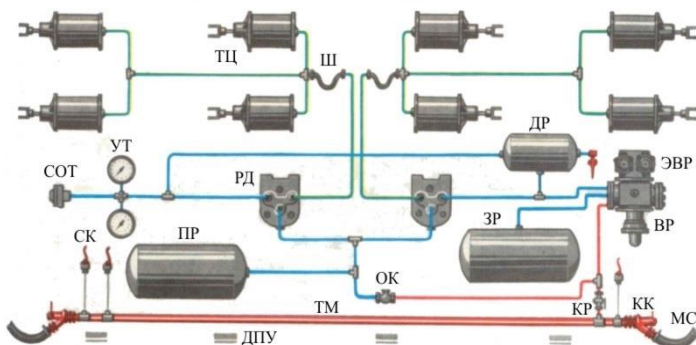


Рисунок 6.14 – Схема пневматического оборудования вагона

На вагоне имеются также указатель торможения и отпуска УТ, сигнализатор отпуска тормозов СОТ, стоп-краны СК, концевые краны КК, выпускной клапан ВК и соединительные рукава усл. № 369А с электроконтактами.

**Магнитно-рельсовый тормоз** (рисунок 6.15) применяется на тележках, выпускаемых Тверским вагоностроительным заводом для вагонов межобластного сообщения, а также при скоростях движения 200 км/ч. Он состоит из двух основных элементов – башмаков 1 и подъемно-опускающих цилиндров 7, шарнирно соединенных с башмаками при помощи кронштейнов 5.

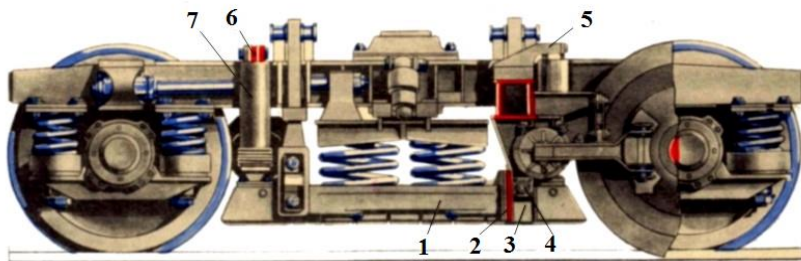


Рисунок 6.15 – Расположение магнитно-рельсового тормоза на тележке:  
 1 – башмак; 2 – амортизатор; 3 – вертикальный кронштейн; 4 – пружинный буфер;  
 5 – кронштейн; 6 – валик; 7 – цилиндр

На раме тележки вагона цилиндры 7 подвешиваются к кронштейнам 5 с помощью валиков 6. С внутренней стороны башмаков (рисунок 6.16) к угольникам 7 крепятся две поперечные связи 1, соединяющие оба башмака.

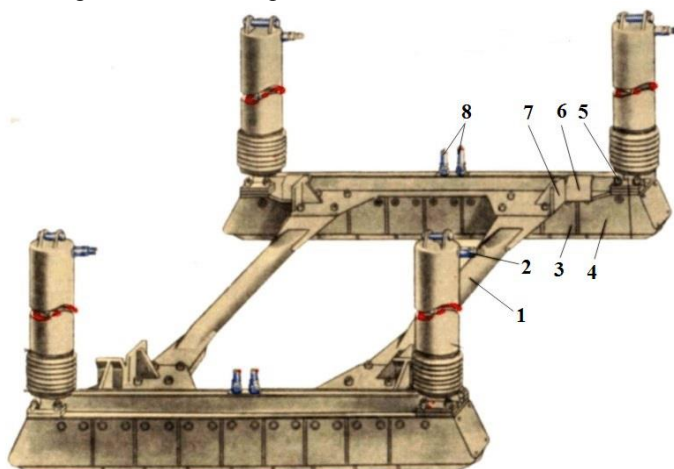


Рисунок 6.16 – Общий вид магнитно-рельсового тормоза:  
 1 – поперечная связь; 2 – штутцер; 3 – промежуточная секция; 4 – концевая секция;  
 5, 6 – кронштейн; 7 – угольник; 8 – зажимы

Каждый башмак снабжен кронштейном 5 для упора пружинного буфера 4, который удерживает башмак от поперечных колебаний. Для передачи тормозной силы от башмака на тележку служат амортизаторы 2 из листовой резины и вертикальные кронштейны 3, приваренные к раме тележки. Башмак 1 выполнен в виде магнитопровода и состоит из промежуточных 3 и концевых 4 секций.

Магнитно-рельсовый тормоз приводится в действие при экстренном торможении автоматически посредством ускорителя экстренного торможения электрическим контактом.

Отпуск магнитно-рельсового тормоза также происходит автоматически при достижении поездом определенной скорости и размыкании одного из контактов [41].

## 6.6 Опробование тормозов

Для проверки действия тормозов выполняют **опробование тормозов**. Установлены три вида опробования автотормозов: *полное* и *сокращенное* опробования в поездах и *технологическое* опробование в грузовых поездах.

При *полном опробовании* тормозов проверяют техническое состояние тормозного оборудования, целостность и плотность тормозной сети поезда, действие тормозов у всех вагонов и локомотива, подсчитывают нажатие тормозных колодок в поезде и количество ручных тормозов.

При *сокращенном опробовании* тормозов проверяют состояние тормозного оборудования по действию тормозов двух хвостовых вагонов, что подтверждает проход сжатого воздуха по всей тормозной сети поезда.

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

*Осмотрщик-автоматчик* проверяет действие тормозов в поезде и правильность их включения. Он составляет и выдает машинисту справку формы ВУ-45 об обеспечении поезда тормозами и исправном их действии. В справке содержится информация о требуемом и фактическом тормозном нажатии, количестве имеющихся ручных тормозов, о результатах измерения плотности тормозной сети поезда, номере хвостового вагона и др. На оборотной стороне справки отражается информация об опробованиях тормозов, производимых в пути следования поезда. Справку формы ВУ-45 машинист по прибытии в депо должен сдать вместе со скоростемерной лентой или при смене локомотивных бригад без отцепки локомотива, обязан передать имеющуюся у него справку о тормозах принявшему локомотив машинисту, сделав соответствующую отметку на скоростемерной ленте.



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

**Полное опробование автотормозов** в поездах производится:

- на станциях формирования поездов перед их отправлением;
- после смены локомотива;
- на станциях, разделяющих смежные гарантийные участки следования грузовых поездов, при техническом обслуживании состава без смены локомотива;
- на станциях, предшествующих перегонам с затяжными спусками, где остановка поезда предусмотрена графиком движения; перед затяжными спусками 0,018 и круче полное опробование производится с 10-минутной выдержкой в заторможенном состоянии. Перечень таких станций устанавливается начальником железной дороги.

**Полное опробование электропневматических тормозов** производится на станциях формирования и оборота пассажирских поездов от стационарных устройств или поездного локомотива.

**Сокращенное опробование автотормозов** в поездах производится:

- после прицепки поездного локомотива к составу, если предварительно на станции было произведено полное опробование автотормозов от стационарного устройства или другого локомотива;
- после смены локомотивных бригад, когда локомотив от поезда не отцепляется;

– после всякого разъединения рукавов в составе поезда, перекрытия концевого крана в составе, после соединения рукавов вследствие прицепки подвижного состава (в последнем случае с проверкой действия тормоза на каждом прицепленном вагоне);

– в пассажирских поездах после стоянки поезда более 20 мин, при падении давления в главных резервуарах ниже  $5,5 \text{ кгс/см}^2$ , при смене кабины управления или после передачи управления машинисту второго локомотива на перегоне после остановки поезда в связи с невозможностью дальнейшего управления движением поезда из головной кабины;

– в грузовых поездах, если при стоянке поезда произошло самопроизвольное срабатывание автотормозов или изменение плотности более чем на 20 % от указанной в справке формы ВУ-45;

– в грузовых поездах после стоянки поезда более 30 мин.

В случае, если при сокращенном опробовании автотормозов не срабатывают тормоза двух хвостовых вагонов, работник, на которого возложено опробование автотормозов, обязан принять меры к тому, чтобы не допустить отправление поезда.

**Сокращенное опробование электропневматических тормозов** производится в пунктах смены локомотивов и локомотивных бригад по действию тормозов двух хвостовых вагонов, а после прицепки вагонов – по действию тормозов всех прицепленных вагонов.

Чтобы убедиться в исправной и надежной работе тормозов поезда, машинист обязательно должен осуществить проверку их действия **в пути следования**. Места проверки тормозов и скорость движения поезда при такой проверке устанавливаются приказом начальника дороги. Скорость движения поезда при выполненной ступени торможения должна быть снижена не менее чем на 10 км/ч на определенном расстоянии. Это расстояние и его ориентиры на перегоне указываются в местных инструкциях и обозначаются специальными знаками.

Порядок полного и сокращенного опробования автотормозов установлен *Правилами технического обслуживания тормозного оборудования и управления тормозами железнодорожного подвижного состава*.

## **6.7 Устройства, обеспечивающие безопасность движения**

На всех локомотивах, электро- и дизель-поездах располагаются приборы, представляющие собой комплекс электронных устройств, обеспечивающих безопасность движения. Приборы безопасности устанавливаются в кабине локомотива или электропоезда.

Автоматическая локомотивная сигнализация непрерывная (АЛСН) считывает с рельсовой цепи, посредством электромагнитных приемных катушек, электромагнитные сигналы, подаваемые в рельсовую цепь светофорами. Данные сигналы поступают в дешифратор и оттуда на локомотивный светофор, установленный в кабине, который показывает какой сигнал горит на расположенном впереди светофоре. Проезд запрещающих сигналов влечет за собой тяжелые последствия.

В настоящее время в целях помощи локомотивной бригаде система АЛСН заменяется на комплексное локомотивное устройство безопасности (КЛУБ-У). Оно показывает километр и пикет, по которому движется поезд, на световом дисплее высвечивается скорость фактическая и максимальная на данном перегоне, и, если скорость подходит к максимальной, то КЛУБ-У начнет давать предупредительные сигналы, предупредив локомотивную бригаду, также это устройство производит регистрацию всех параметров ведения поезда и записывает на электронный носитель. Устройство предназначено для предотвращения аварийных и предаварийных ситуаций при движении поезда путем принудительного торможения и остановки поезда.

Система (КЛУБ-У) обеспечивает:

– экстренную остановку поезда по приказу дежурного по станции или поездного диспетчера, передаваемому по цифровому радиоканалу;

- исключение движения поезда после его остановки без разрешения дежурного по станции или поездного диспетчера;
- невозможность проезда участка с запрещающим сигналом светофора;
- торможение при скорости выше допустимой;
- изменение давления в тормозных цилиндрах, тормозной магистрали и главном резервуаре;
- контроль сигналов светофоров на блоке индикации;
- контроль бдительности машиниста и т. д.

Система автоматического управления тормозами (САУТ) – электронная система, считывающая показания скорости, расстояния до светофоров и, в случае превышения скорости, подающая машинисту сигнал. Может самостоятельно применить ступень торможения поезда, которая устанавливается посредством необходимых клапанов и датчиков на кране машиниста и через него связана с тормозной магистралью.

Достоинствами САУТ являются измерение фактической эффективности тормозных средств поезда и формирование программной скорости движения в зависимости от профиля пути, действительного значения тормозного коэффициента, расстояния до сигнала и показания локомотивного светофора. В отличие от системы АЛСН отменяется периодическая проверка бдительности машиниста и контроль скорости.

Телемеханическая система контроля бодрствования машиниста (ТСКБМ) включает в себя блок контроля, установленный в кабине, имеет так называемую «шкалу бодрствования» – индикатор, который показывает уровень бдительности машиниста. Данные в систему поступают от наручного браслета в виде часов. Расположенные на ремешке браслета датчики, касаясь кожи руки машиниста, снимают ее электрическое сопротивление и отправляют показания в центральную систему. При отсутствии реакции машиниста система сначала предупредит машиниста свистком, а если реакции не последует, то примет меры к остановке поезда.

Для работы в одно лицо, локомотив помимо систем КЛУБ-У и ТКСМ оборудуют универсальной микропроцессорной системой автоматизированного ведения поезда (УСАВП). Она позволяет соблюдать все требования безопасности, устанавливать энергооптимальный режим ведения поезда с учетом профиля пути, временных ограничений скорости, показаний сигналов светофоров, выдает визуальную информацию о местах опробования тормозов, фактической скорости и т. д., обеспечивает остановку поезда без участия машиниста у запрещающего показания светофора.

На пассажирских вагонах в комплекс безопасности могут включаться электронные противоюзные, скоростные и авторежимные регуляторы, датчики нагрева букс, пожарная сигнализация, регуляторы температуры и влажности, встроенная диагностика и т. д. [44]

## **7 СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ВАГОНОВ**

### **7.1 Вагонное хозяйство и ремонт вагонов**

Вагонное хозяйство является одной из важнейших отраслей железнодорожного транспорта. Основным назначением вагонного хозяйства является обеспечение перевозки пассажиров и грузов, содержание вагонов в исправном состоянии, подготовка их к перевозкам, обслуживание пассажирских и рефрижераторных вагонов в пути следования. Важнейшим требованием вагонного хозяйства является обеспечение безопасности движения и сохранности перевозимых грузов. Вагонное хозяйство представляет собой территориально рассредоточенную систему линейных предприятий, на которых осуществляется техническое обслуживание и ремонт вагонов.

Вагонное хозяйство Белорусской железной дороги располагает эксплуатационным парком грузовых вагонов для перевозки различных видов грузов. Техническое обслуживание, плановые виды ремонта всех типов грузовых вагонов железных дорог колеи 1520 мм Белорусской железной дороги и предприятий-собственников Республики Беларусь, стран СНГ и Балтии производятся двенадцатью вагонными депо. Подготовка вагонов-цистерн к перевозкам осуществляется двумя промывочно-пропарочными станциями.

Все вагонные депо имеют современное технологическое, метрологическое, диагностическое и специализированное оборудование, необходимое для ремонта и эксплуатации вагонов, что позволяет выполнять качественный ремонт вагонов, своевременно выявлять и устранять дефекты, угрожающие безопасности движения поездов.

**Служба вагонного хозяйства (В)** является самостоятельным структурным подразделением, находится в составе Управления Белорусской железной дороги и непосредственно подчиняется заместителю Начальника Белорусской железной дороги, который курирует локомотивное и вагонное хозяйства.

Основными направлениями деятельности службы вагонного хозяйства являются:

- технический и оперативный контроль за деятельностью вагонного хо-

зяйства Белорусской железной дороги, в том числе вагонных депо и промывочно-пропарочных станций;

- техническое и оперативное руководство по обеспечению плановых видов ремонта грузовых вагонов и контейнеров при использовании достижений науки и техники, новых технологий и передового опыта;

- планирование и организация качественного выполнения плановых видов ремонта грузовых вагонов и контейнеров инвентарного парка Белорусской железной дороги; прогнозирование ремонта вагонов собственности других организаций;

- организация технического обслуживания грузовых и пассажирских поездов в пунктах технического обслуживания (ПТО);

- организация текущего отцепочного ремонта вагонов и подготовки вагонов под погрузку, в том числе цистерн на промывочно-пропарочных станциях (ППС);

- осуществление контроля технического состояния вагонного парка и организация работы по вопросам продления срока службы и модернизации грузовых вагонов;

- разработка и осуществление мероприятий по обеспечению безопасности движения при эксплуатации вагонов;

- участие в организации проектов вагоностроения и освоении выпуска продукции;

- контроль выполнения мероприятий по рациональному использованию топливно-энергетических ресурсов и внедрению ресурсосберегающих технологий в вагонных депо, промывочно-пропарочных станциях;

- осуществление мероприятий по механизации и автоматизации производственных процессов, внедрению новых технологий ремонта подвижного состава, восстановлению и изготовлению запасных частей, внедрению новых методов диагностики основных узлов и агрегатов;

- организация планирования и ввода в эксплуатацию приборов безопасности и средств диагностики, которые контролируют техническое состояние деталей и узлов вагонов при ремонте и эксплуатации.

## **7.2 Виды ремонта и технического обслуживания вагонов**

В основу работы вагонного хозяйства заложена планоупредительная дифференцированная система ремонта. Она устанавливает, в зависимости от типа вагона и даты его постройки, а также интенсивности использования периодичность и вид ремонта. Помимо плановых ремонтов проводится несколько видов технического обслуживания.

В Республике Беларусь установлены ниже приведенные виды ремонта и технического обслуживания грузовых вагонов.

Капитальный ремонт производится на специализированных вагоноремонтных заводах (ВРЗ), для некоторых типов вагонов выполняется в вагон-

ных депо. Для его осуществления необходимы специальные условия. Устройства, которые пришли в негодность, ремонтируются или заменяются на новые. Капитальный ремонт (КР) производится для восстановления ресурса вагонов. Капитальный ремонт с продлением срока службы (КРП) производится для восстановления ресурса вагона и продления срока службы. Грузовые вагоны основных типов проходят капитальный ремонт в зависимости от величины пробега либо по календарному сроку один раз в десять лет, полувагоны – один раз в семь лет.

Деповской ремонт грузовых вагонов производится в депо и представляет собой плановую операцию по поддержанию технического состояния транспортного средства. Он осуществляется при общем пробеге (грузовый плюс порожний) 160 тыс. км в вагонном депо, но не позднее, чем через два или три года в зависимости от типа вагона эксплуатации после капитального ремонта.

Техническое обслуживание грузовых вагонов – это технический осмотр и текущий ремонт (безотцепочный и отцепочный). Текущий ремонт не является плановым видом ремонта, он выполняется в зависимости от технического состояния вагонов.

Технологическим процессом предусмотрены следующие виды технического обслуживания грузовых вагонов:

**ТО** – *техническое обслуживание вагонов*, находящихся в составах или транзитных поездах, а также порожних вагонов при подготовке к перевозкам без отцепки их от составов или группы вагонов;

**ТР-1** – *текущий ремонт* порожних вагонов при комплексной подготовке к перевозкам с отцепкой от состава или групп вагонов с подачей их на ремонтные пути;

**ТР-2** – *текущий ремонт груженых или порожних вагонов с отцепкой их от транзитных и прибывших поездов* или от сформированных составов, который выполняется на путях текущего отцепочного ремонта;

**текущий отцепочный ремонт** – это ремонт вагонов на специализированных путях станции, который переносится из парков отправления.

Для пассажирских вагонов установлены следующие виды ремонта:

**КР-1** – *капитальный ремонт первого объема* производится на заводах или специально оборудованных ремонтных базах и предусматривает полное восстановление всех приборов и устройств, ходовых частей и тяговых двигателей, а также ремонт и замену внутривагонного оборудования, покраску и восстановление поврежденной обшивки. Первый КР-1 производится через 6 лет после постройки, а также после капитального ремонта второго объема КР-2 и капитально-восстановительного ремонта для сильно поврежденных вагонов КВР; второй КР-1 и третий КР-1 выполняются через 5 лет;

**КР-2** – *капитальный ремонт второго объема* производится через 20 лет после постройки;

**КВР** – *капитально-восстановительный ремонт для сильно поврежденных вагонов* выполняется не ранее чем через 20 лет после постройки;

**ДР** – *деповской ремонт*; выполняется через каждые 30000 км пробега, если такой пробег достигнут менее, чем за год, то проводится техническое обслуживание в объеме ТО-3. Если пробег в 30000 км не достигнут за 2 года, то по истечении этого срока производится деповской ремонт.

Для пассажирских вагонов предусмотрены следующие виды технического обслуживания:

**ТО-1** – производится перед отправлением в рейс в пунктах формирования и оборота, а также в пути следования;

**ТО-2** – выполняется перед началом летних и зимних перевозок;

**ТО-3** – единая техническая ревизия основных узлов пассажирских вагонов выполняется через 6 месяцев после постройки, планового ремонта или предыдущей ревизии с отцепкой от состава поезда в пунктах формирования.

Кроме перечисленных видов ТО может также производиться текущий ремонт (ТР), который производится с отцепкой вагона от состава поезда в пути следования или в пунктах формирования и оборота.

Для 5-вагонных рефрижераторных секций БМЗ (Брянского механического завода) капитальный ремонт производится один раз через 16 лет после постройки со вскрытием кузова. Деповской ремонт выполняется через 2,5 года после постройки, а затем через каждые 1,5 года.

В период эксплуатации рефрижераторной 5-вагонной секции (РПС) выполняются следующие виды планового технического обслуживания вагонного и бытового оборудования:

**ТО** – *ежедневное*;

**ТО-1** – *после выгрузки груза*;

**ТО-2** – *один раз в три месяца*;

**ТО-3** – *при наступлении отопительного сезона*;

**ТО-4** – *после окончания отопительного сезона*.

Специальное оборудование РПС (дизель, холодильная установка, электрооборудование) подвергается особым видам ТО. Для дизеля, например, предусмотрено ежедневное техническое обслуживание, ТО через каждые 100, 200 и 600 моточасов и другие.

Для автономных рефрижераторных вагонов АРВ, кроме того, выполняется укрупненное техническое обслуживание УТО-1 и УТО-2 [46].

### **7.3 Ремонт вагонов по пробегу**

Планово-предупредительная система ремонта грузовых вагонов наряду с достоинствами не учитывала объем работы, выполненного вагоном. Поэтому разработана новая система ремонта в зависимости от пробега или объема выполненной работы.

Согласно приказу № Ц-626 от 31.12.98 г., утверждены правила эксплуатации грузовых вагонов при новой системе ремонта и технического об-

служивания на основе подачи в ремонт с учетом фактически выполненного объема работ (пробега в километрах). Критерий отбора вагонов в плановый ремонт определяется двумя нормативами. Первичный определяется объемом выполненной работы, вторичный – предельно допустимой календарной продолжительностью использования вагона в перевозочном процессе между ремонтами. При наступлении предельного состояния одного из нормативов вагон должен быть отобран в деповской ремонт, превышение норматива не допускается.

К переводу на новую систему ремонта допускаются новые вагоны после постройки, которые ранее зарегистрированы в картотеке парка грузовых вагонов (ЦКПВ) и имеют технический паспорт формы ВУ-4М. Вагоны могут быть переведены на новую систему ремонта только в том случае, если им проведен деповской или капитальный ремонт в установленные приказом № 7 ЦЗ от 18.12.96 г. сроки, а также капитальный ремонт с продлением назначенного срока службы в соответствии с требованиями технических условий.

Вагоноремонтное предприятие проверяет сходимость данных, имеющих на конкретный вагон в ИВЦ дороги и на трафаретах. После окончания ремонта вагоноремонтное предприятие передает в ИВЦ дороги электронное сообщение 1354 «О выходе вагона из ремонта» с указанием в поле «модернизация» кода 7600, означающего перевод вагона на новую систему ремонта. Для каждого вагона отсчет межремонтного пробега начинается с момента выписки формы ВУ-36М и передачи данных в ИВЦ дороги. Для нового вагона, вводимого в эксплуатацию после изготовления, отсчет межремонтного пробега начинается от даты регистрации вагона установленным порядком. По окончании ремонта на кузов вагона наносится трафарет, который содержит: условный номер предприятия, выполнившего деповской ремонт перед началом эксплуатации по новой системе, дату производства ремонта и дату окончания норматива календарной продолжительности использования вагона в эксплуатации до производства следующего ремонта. Под датами наносится трафарет «ПРОБЕГ».

Например:

ДР-345

01.01.21–22

ПРОБЕГ.

При производстве капитального ремонта, согласно приказу № 7 ЦЗ, и капитального ремонта с продлением срока полезного использования на кузов вагона наносится трафарет, содержащий дату окончания норматива календарной продолжительности использования вагона в эксплуатации до производства следующего деповского ремонта.

Например:

ДР

01.03.22

ПРОБЕГ.



Аналогичный трафарет наносится на кузов при вводе в эксплуатацию после постройки:

ДР

01.02.23

ПРОБЕГ.

Учет пробега производится в оперативном режиме времени на основании сведений, содержащихся в натуральных листах формы ДУ-1, по оперативным сообщениям о составах и продвижении поездов по полигону дороги, передаваемым с железнодорожных станций, производства операций с поездами по следующим составляющим: формирование, расформирование, прицепка, отцепка, переход стыка (дорожного, межгосударственного); прибытие на станцию назначения.

Расчет пробегов производится при всех перемещениях вагонов по железнодорожным путям общего пользования. Установление (расчет) межремонтных пробегов в границах железной дороги осуществляет ИВЦ дороги по схеме расчета кратчайших расстояний, в основу которой положено Тарифное руководство № 4. Внутростанционные перемещения и курсирование вагона по подъездным путям не учитываются. Сообщения ИВЦ дороги содержат численные значения груженого и порожнего пробегов, рассчитанные от момента выхода вагона из последнего деповского ремонта до момента совершения очередной операции с вагоном. При переходе вагонами междорожного стыка ИВЦ сдающей дороги передает ИВЦ принимающей дороги сообщение 4770(0), содержащее сведения об исполнении груженого и порожнего пробегов вагона к моменту его передачи. Эти данные служат исходными для производства расчета принимающей дорогой.

Учет пробегов на иностранных железных дорогах осуществляется ИВЦ сдающей дороги по среднесетевым показателям среднесуточного общего пробега и коэффициента порожнего пробега.

При пробеге сверх установленного межремонтного норматива более 10 тыс. км реализуется запрет на курсирование вагона кроме проследования к месту ремонта.

Вагоны, выводимые в плановый ремонт по нормативам новой системы, должны подвергаться контролю, испытаниям и ремонту в полном объеме требований действующей нормативно-технической документации с обязательным оформлением и передачей в ИВЦ дороги электронных сообщений 1353 и 1354 установленным порядком.

Порядок оперативного информационного взаимодействия станции и вагонного депо определяется начальником станции по согласованию с начальником вагонного депо исходя из местных условий и технической оснащенности предприятий. Порядок утверждается железной дорогой и является неотъемлемой частью технологического процесса, которая должна обеспечить передачу всех сообщений линейного уровня, а также оперативный информационный обмен станции и вагонного депо в реальном масштабе времени. При отсутствии у работников ПТО сведений об исполненных пробегах вагонов, подаваемых под погрузку, их запрашивают в ИВЦ дороги [47].

## 7.4 Предприятия для ремонта и технического обслуживания вагонов

Ремонт и техническое обслуживание грузовых и пассажирских вагонов осуществляют следующие подразделения вагонного хозяйства.

*Вагонные депо* подразделяются по типам ремонтируемых вагонов на грузовые, пассажирские и специальные. Их назначение – обеспечение технического обслуживания (ТО) грузовых и пассажирских вагонов в границах своих участков, выполнение плановых видов ремонта вагонов, а также ремонта и комплектовки вагонных деталей, узлов и колесных пар.

Грузовые вагонные депо в основном размещаются в пунктах массовой погрузки, выгрузки и подготовки вагонов к перевозкам, а также на крупных сортировочных станциях. Как правило, они специализируются на ремонте одного или двух типов вагонов.

Депо для ремонта цистерн располагаются в районе нахождения промышленно-пропарочных станций. Пассажирские депо размещаются в пунктах приписки пассажирских вагонов (число не менее 400).

Специальные вагонные депо предназначены для ремонта вагонов РПС.

В грузовых вагонных депо (ВЧД) имеются *пункты технического обслуживания вагонов* (ПТО), основной задачей которых является технический осмотр и текущий ремонт вагонов в процессе их эксплуатации в период между плановыми (периодическими) ремонтами с целью обеспечения безопасности движения на гарантийных участках.

ПТО *участковых станций* размещаются в местах смены локомотивов и локомотивных бригад, а также на станциях, предшествующих перегонам с затяжными спусками. Их назначение – выявление и устранение только тех технических неисправностей, которые угрожают безопасности движения поездов на гарантийных участках и для опробования тормозов.

*Пункты опробования тормозов* (ПОТ) располагаются на станциях смены локомотивов и локомотивных бригад, перед затяжными спусками и предназначены для определения неисправности тормозов.

*Контрольные посты* (КП) предназначены для выявления в движущихся поездах вагонов с перегретыми буксами, неисправностей колесных пар, угрожающих безопасности движения. Они располагаются на промежуточных станциях, разъездах, обгонных пунктах, переездах, расположенных на участках с интенсивным безостановочным движением поездов. Неисправности выявляются при осмотре проходящего поезда, а также с помощью автоматических устройств.

*Пункты технического обслуживания на межгосударственных передаточных станциях* предназначены для исключения передачи на дороги сопредельных государств и приема на Белорусскую железную дорогу технически неисправных и поврежденных груженых и порожних вагонов.

*Пункты технической передачи вагонов* (ПТП) располагаются на станциях, которые примыкают к подъездным путям промышленных и строительных предприятий, речных портов. ПТП могут быть размещены также и непосредственно на производственных участках этих предприятий.

Их назначение – контроль сохранности вагонов, выявление неисправностей, а также для предъявления претензий к виновным в повреждении вагонов.

*Механизированные пункты текущего отцепочного ремонта вагонов* (МПРВ) расположены на сортировочных или других станциях. Они предназначены для выполнения текущего отцепочного ремонта вагонов, требующего выполнения трудоемких работ, таких как смена колесных пар, боковых рам и наддресорных балок тележки, ремонт скользунов, смена поглощающих аппаратов, тяговых хомутов, пятников, а также сварочных работ по кузову и раме вагона.

*Специализированные пути текущего укрупненного ремонта вагонов* (СПРВ) находятся на сортировочных и крупных участковых станциях. Их назначение – выполнение таких работ, как смена пружин и фрикционных клиньев, автосцепок, триангелей, тормозных башмаков, тормозных цилиндров, авторегуляторов, воздухораспределителей, проверка буксовых узлов.

*Специализированные пункты технического обслуживания автономных рефрижераторных вагонов* (ПТО АРВ) предназначены для контроля технического состояния и устранения неисправностей энергетического и холодильного оборудования, снабжения АРВ топливом, смазкой и хладагентом. Они размещаются на станциях массовой погрузки и выгрузки скоропортящихся грузов, а также на некоторых сортировочных и крупных участковых станциях, расположенных по пути следования АРВ.

*Пункты экипировки рефрижераторных секций* обеспечивают снабжение РПС дизельным топливом, смазочными материалами, углем, водой и хладагентом. Размещаются по указанию Начальника Белорусской железной дороги.

*Пассажирские технические станции* (ПТС) служат для комплексной подготовки пассажирских составов в рейс. На них производится осмотр и текущий ремонт, экипировка и санобработка пассажирских вагонов

*Ремонтно-экипировочные депо* (РЭД) предназначены для экипировки, технического осмотра и текущего ремонта пассажирских вагонов. Они размещаются в пунктах массовой приписки пассажирских вагонов и на ПТС.

*Резервы проводников и конторы обслуживания пассажиров* (КОП) предназначены для обеспечения вагонов необходимым инвентарем, съемным оборудованием и предметами торговли в вагоне. Они организуют и планируют работу проводников, поездных электромехаников и начальников поездов.

На пунктах перестановки пассажирских вагонов производится замена тележек пассажирских вагонов, которые следуют в прямом международном сообщении без пересадки пассажиров. Перестановка осуществляется на специальном пути который постепенно сужается и переходит из колеи 1520 мм в колею 1435 мм. С другой стороны, путь сужается из колеи 1435 мм и переходит в колею 1520 мм. На участке колеи 1508 мм происходит замена тележек. С целью сокращения простоя вагонов на перестановочных пунктах, а также для предотвращения перегрузки вагонов применяются тележки с раздвижными колесными парами.

## 7.5 Пункты технического обслуживания

### 7.5.1 Организация ремонта вагонов на пунктах технического обслуживания сортировочных и участковых станций

Для проведения технического обслуживания грузовых вагонов, поддержания их в исправном состоянии на сортировочных и участковых станциях предусматриваются пункты технического обслуживания (ПТО). Вся сеть железных дорог Беларуси разбита на участки, в пределах которых силами вагонных депо (ВЧД) осуществляется техническое обслуживание проходящих и формируемых поездов. Все устройства вагонного хозяйства, которые расположены на этих участках, находятся в ведении вагонных депо сортировочных и участковых станций.

Вагонные депо обеспечивают снабжение всех подразделений по текущему содержанию вагонов на этих участках. ПТО сортировочных станций ПТО-С и участковых станций ПТО-У имеют гарантийные участки. Это участки пути, на протяжении которых ПТО должен обеспечить безотказное следование вагонов в обслуживаемых поездах (рисунок 7.2).

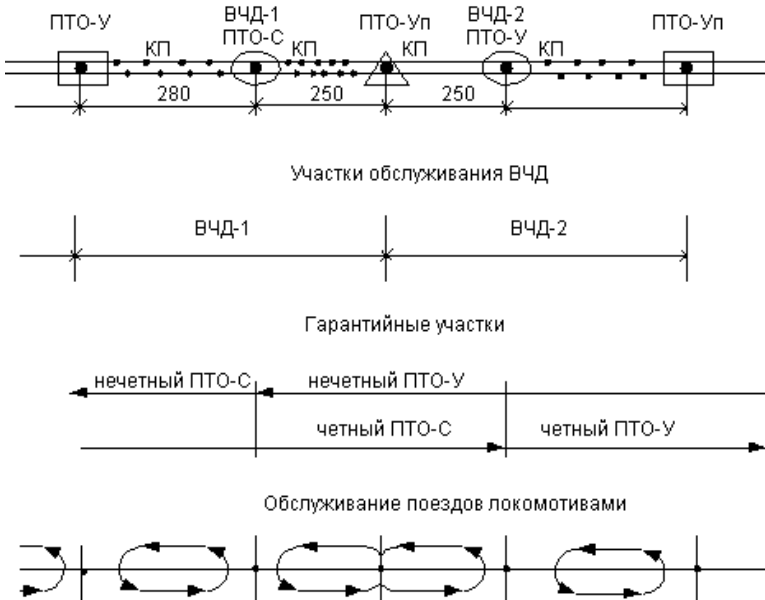


Рисунок 7.2 – Схема расположения ПТО на дороге

Длина гарантийных участков предусматривается для груженых поездов от отправляющего до принимающего ПТО. Пункты опробования тормозов (ПОТ) не являются границами гарантийных участков.

С 2011 г. внедряется технология формирования и пропуска грузовых поездов на удлиненные гарантийные участки качественного технического обслуживания грузовых вагонов. Это позволило пропускать транзитные поезда с минимальным простоем на попутных технических станциях.

На сортировочных и участковых станциях выполняются все работы по техническому обслуживанию грузовых вагонов в поездах. Поезда, прибывающие на сортировочную станцию, можно разделить на две категории – транзитные и подлежащие переформированию. Транзитные поезда обслуживаются по прибытии в транзитном парке, где выполняется технический осмотр и текущий ремонт, затем транзитные поезда отправляются.

Подлежащие переформированию поезда прибывают в парк прибытия, где осуществляется технический осмотр вагонов с целью выявления неисправностей.

*В парке приема* осмотрщики вагонов встречают поезд и осматривают его на ходу. Визуально выявляются те неисправности, которые заметны при движении (ползуны на колесах, волочащиеся детали и т. д.). На рисунке 7.3 приведена схема оснащения парка прибытия.

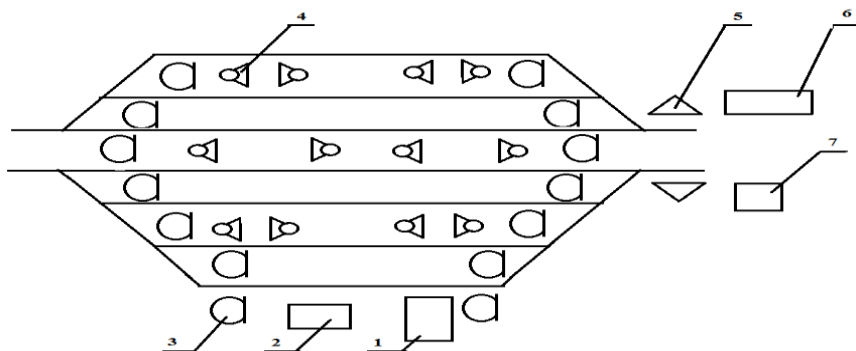


Рисунок 7.3 – Схема технического оснащения парка прибытия:

1 – здания ПТО, помещения оператора, устройство централизованного ограждения составов; 2 – стеллаж для хранения запасных частей; 3 – сигналы ограждения; 4 – колонка переговорно-оповестительной связи; 5 – прожектор; 6 – помещение для бригады; 7 – стеллаж хранения инвентаря для работы с опасными грузами

Головная группа осмотрщиков получает сведения у машиниста о работе тормозов и замеченных в пути неисправностях. После разъединения соединительных рукавов между локомотивом и первым вагоном и отходом локомотива, оператор ограждает состав, т. е. включает сигналы ограждения «запрещающий въезд» на данный путь и объявляет об этом по громкой связи. Техническому обслуживанию и коммерческому осмотру составов в парках предшествуют закрепление составов на станционных путях, уборка локомотивов (поездного – от поездов, прибывших в рас-

формирование, или маневровых – от поездов своего формирования), ограждение составов. Закрепление состава от самопроизвольного ухода со станции может производиться или ручными тормозными башмаками в количестве, установленном технико-распорядительным актом станции (ТРА), или устройствами закрепления составов (УЗС) – стационарными упорами или другими устройствами. При ограждении стрелки с обеих сторон ставят в положение, исключающее заезд на огражденный состав. Ограждение может производиться (рисунок 7.4) установкой переносных сигналов с обеих сторон (самый простой способ) или централизованно с передачей дежурным по станции зависимости стрелок и сигналов (М1 и М2) оператору ПТО. Без снятия оператором ПТО зависимости дежурный по станции (ДСП) не сможет открыть ни М1, ни М2 для заезда на огражденный (5-й) путь.

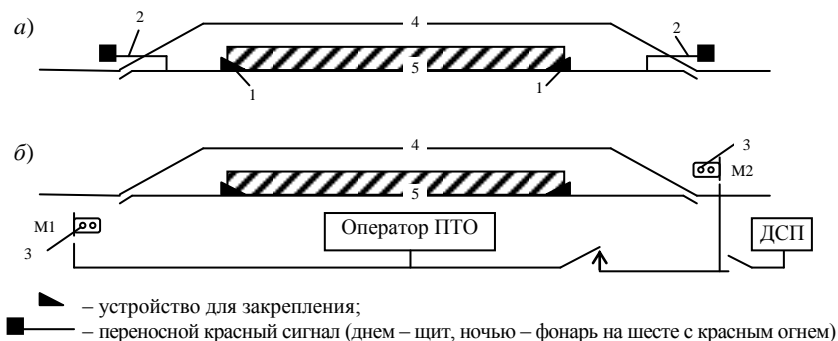


Рисунок 7.4 – Схема закрепления и ограждения составов на станционных путях:

- а – ручное ограждение: 1 – тормозной башмак; 2 – переносной красный сигнал;  
 3 – железнодорожный путь; 5 – подвижной состав на огражденном пути;  
 б – централизованное ограждение: 3 – стрела и маневровый светофор

Осмотр состава производится группами по два осмотрщика с каждой стороны. Например, при двухгрупповом осмотре первая группа идет от головной части поезда к его середине, а вторая – от хвостовой части поезда к середине; или каждая из групп проходит состав соответственно от середины к голове или к хвосту поезда. При трехгрупповом осмотре каждая группа осматривает свою третью часть состава. При выявлении неисправностей делают пометки мелом на вагоне, в том числе осмотрщиками отмечаются вагоны, подлежащие отцепочному ремонту. Одновременно слесари-автоматчики отпускают тормоза, т. е. проходят вдоль состава и выпускают воздух из тормозных цилиндров и запасных резервуаров.

В парке приема устраняются только те неисправности, которые препятствуют расформированию состава и могут привести к нарушению безопасности движения при роспуске. После сообщения об окончании осмотра от

всех групп, оператор выключает централизованное ограждение, сообщает об этом по громкой связи и докладывает дежурному по парку или маневровому диспетчеру о готовности состава к роспуску с горки.

Далее составы поступают на *сортировочную горку* – сортировочное устройство для ускорения расформирования составов из грузовых вагонов. Для перемещения вагонов используется земное тяготение, т. е. скатывание вагонов и групп вагонов с уклона. Вагон или отцеп, скатываясь с сортировочной горки, попадает в сортировочный парк, который предназначен для накопления перерабатываемых вагонов согласно назначениям плана формирования.

Как правило, на каждое назначение плана формирования выделяется отдельный сортировочный путь. Число путей в сортировочном парке в зависимости от схемы станции может быть более 40. В сортировочном парке осмотрщики производят контроль скорости соударения вагонов (не более 5 км/ч), скорости наезда отцепов на башмак (не более 16 км/ч), проверяется также разница высоты сцепления автосцепок (не более 100 мм). Выявляются вагоны, поврежденные при сортировке, и оформляются актом формы ВУ-25.

После формирования состава перед его подачей из сортировочного парка в парк отправления ДСП сообщает оператору ПТО номер пути, количество вагонов в составе, номера головного и хвостового вагонов и время отправления поезда. Вагоны, сформированные в поезда, проверяются и выставляются маневровым локомотивом в парк отправления.

В парке отправления осмотрщики встречают поезд и осматривают его сходу. После остановки поезда и отцепки маневрового локомотива оператор ПТО включает ограждение и объявляет о начале работ.

*В парке отправления* производится контрольно-технический осмотр вагонов, а также устраняются все неисправности, обнаруженные в парках прибытия, сортировочном и отправления. Осмотрщиками-автоматчиками производится полное опробование тормозов от станционных устройств или от поездного локомотива. Если полное опробование тормозов производится от станционных устройств, то после прицепки поездного локомотива производится сокращенное опробование тормозов. Полное опробование тормозов – это проверка тормозной системы всех вагонов, а сокращенное – двух последних. На рисунке 7.5 приведена схема технического оснащения парка отправления.

В транзитных парках прибывающие поезда также осматривают сходу и затем обрабатывают по той же технологии, как и в парке отправления. Нормы времени на ТО составляют: в парках приема 15 мин, в парках отправления 30 мин в транзитных парках 25 мин.

В парках отправления и прибытия применяется двухсторонняя парковая связь для переговоров ремонтно-смотровых бригад ПТО с оператором, оператора с дежурным по парку и с дежурным по станции. На междупутьях размещены колонки оповестительно-парковой связи. Устройства связи

предусматривают возможность включения только для переговоров с персоналом, использующим колонки, или включение сети парковых репродукторов для указаний всем работающим в парке.

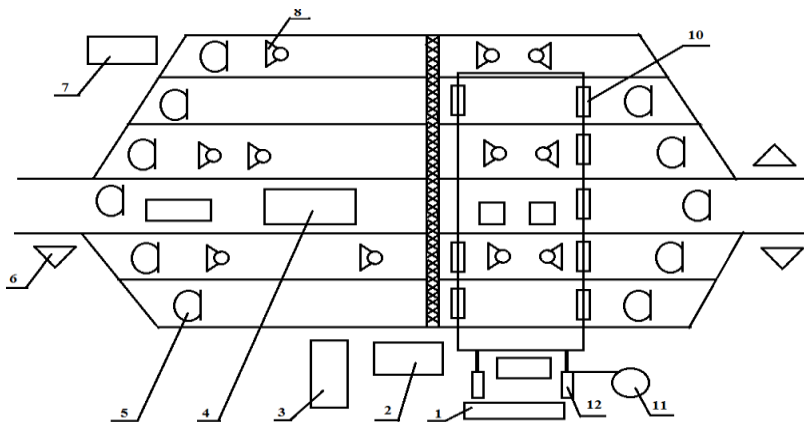


Рисунок 7.5 – Схема технического оснащения парка отправления:

1 – здания ПТО, помещение оператора; 2,4 – стеллажи для хранения запасных частей вагонов; 3 – стеллажи для хранения инвентаря для работы с опасными грузами; 5 – сигналы ограждения; 6 – прожектора; 7 – помещение обогрева и отдыха бригад; 8 – колонки переговорно-оповестительной связи; 9 – служебный переход; 10 – автоматизированное опробование тормозов; 11 – компрессор; 12 – стационарная установка опробования тормозов.

Для зарядки и опробования автотормозов в парках отправления применяются автоматизированные системы. Применяется следующее оборудование: УСОТ – устройство опробования тормозов; УЗОТ-Р – устройство зарядки и опробования тормозов с регистрацией результатов.

На ПТО имеется оборудование: электросварочное, станочное, слесарно-механическое, транспортное, для зарядки аккумуляторных батарей, которое используют для ремонта мелких деталей вагонов, в основном, для содержания технологического оснащения.

В парках приема, отправления и транзитных имеются служебно-бытовые помещения, помещения операторов ПТО, помещения отдыха и обогрева бригад. Они должны располагаться с учетом минимальных расстояний на прохождение работниками от помещений до осматриваемых поездов. Помещения обогрева должны быть расположены примерно на уровне остановки головной и хвостовой частей поезда. Поскольку координаты остановки поезда и число вагонов в составе для различных путей станции неодинаковы, расположение этих помещений должно быть обосновано с принятием в расчет особенностей парков и вероятности распределения длин составов.

В парках отправления и транзитных находятся мастерские, инструментальные отделения, включая помещения для зарядки аккумуляторов фонарей и носимых радиостанций. Предусмотрены помещения для приема пищи, гардеробные, сушилки, души и т. д.



Поперек парков, обычно в горловинах, располагают служебные переходы с твердым покрытием. На некоторых станциях имеются тоннели для доставки запчастей и смазки на междупутья. Целесообразно размещать в парках отправления тоннели не только для доставки запчастей, но и совмещенные тоннели, имеющие зоны для перехода работниками занятых составами путей, поскольку расстояние, проходимое осмотрщиками за смену при интенсивном движении поездов и соблюдении правил перехода путей, может составлять более 18 км. Учитывая, что осмотрщики работают при любых метеоусловиях (снег, дождь, туман, гололед) и состояниях междупутий, для облегчения физических усилий подъема и спуска работников в тоннель могут использоваться не лестницы, а подъемники.

Все парки оснащены оборудованием для технического обслуживания вагонов. Устройства вагонного хозяйства в парках каждой системы принадлежат одному пункту: нечетному или четному, поскольку связаны с общей технологией работы сортировочной станции.

Перспективным направлением на Белорусской железной дороге является создание различных автоматизированных систем управления (АСУ), в том числе и АСУ ПТО.

АСУ ПТО – это автоматизированная система для передачи данных о неисправностях вагонов из парка приема в парк отправления с целью планирования и организации текущего безотцепочного ремонта.

В АСУ ПТО для передачи информации от осмотрщиков вагонов к оператору ПТО и обратно используются носимые радиостанции, а для передачи информации из парка приема в парк отправления через вычислительный центр сортировочной станции может использоваться телетайпная связь или электронная почта [45].

### **7.5.2 Подготовка вагонов к перевозкам**

Техническое обслуживание порожних грузовых вагонов при подготовке под погрузку проводится на специализированных ПТО, которые размещены на станциях массовой погрузки или вблизи этих станций. Эти подразделения называются пунктами подготовки вагонов к перевозкам (ППВ). Они располагают необходимым технологическим оборудованием и специализируются на определенных типах вагонов. Для полувагонов и платформ предназначены механизированные пункты подготовки (ППВ), для крытых и изо-термических – пункты комплексной подготовки (ПКПВ), а для цистерн – промывно-пропарочные станции (ППС).

Наиболее распространены крупные механизированные пункты подготовки вагонов к перевозкам полувагонов и платформ (МППВ). Пункт подготовки первой категории – это парк станции, включающий 5–7 путей, которые специализируются по видам работ.

На пункте имеется тупик или специальный путь, на котором хранятся колесные пары и тележки. Имеются вагоноремонтные машины, для использования которых необходимы широкие междупутья (6000 мм), т. к. эти машины передвигаются по собственной рельсовой колее шириной 4500 мм. Пути пункта, которые специализированы для подготовки вагонов составами или группами, оборудованы централизованной системой ограждения, со стороны горки должны иметь запорные брусья и сбрасывающие башмаки.

Крупные пункты располагают ремонтными отделениями (мастерскими): ремонта крышек люков, сварочным, кузнечным, слесарно-механическим. На пунктах подготовки первой категории имеется собственная компрессорная станция. Крупные сортировочные станции имеют объединенные компрессорные станции, обеспечивающие снабжение сжатым воздухом горочных замедлителей, устройств для очистки стрелок от снега, подразделений локомотивного и вагонного хозяйств.

На ППВ производится осмотр, оценивается техническое состояние вагонов, выполняется их безотцепочный (ТО) или отцепочный (ТР-1) ремонт. Целесообразно располагать МППВ и ПКПВ на крайних путях сортировочных парков, чтобы имелась возможность на примыкающей площадке разместить производственно-бытовые помещения и организовать подвоз материалов и запасных частей. Ремонт вагонов на МППВ и ПКПВ предполагает замену неисправных деталей и узлов на новые или заранее отремонтированные.

На ПКПВ кроме ремонта крытых и изотермических вагонов выполняются и некоторые дополнительные операции, которые не выполняются при подготовке к перевозкам полувагонов и платформ: наружная обмывка вагонов, проверка кузова на водопроницаемость, грубая очистка вагонов от остатков груза и мусора, внутренняя промывка, просушка кузова. После выполнения этих операций производится текущий ремонт.

На промывочно-пропарочных станциях осуществляется массовая комплексная подготовка цистерн к наливу нефтепродуктов, производится их текущий ремонт, а также подготавливаются цистерны к плановому ремонту. Эти предприятия размещают в основном в районах добычи нефти, в местах расположения нефтеперегонных заводов, в пунктах перевалки наливных грузов с трубопроводного или водного транспорта на железнодорожный.

Цистерны, прибывающие на станцию для налива, проходят специальную обработку: удаляются остатки перевозимого груза, осуществляется промывка горячей водой под давлением при температуре 80–90 °С или пропарка горячим паром под давлением 0,5–0,6 МПа, дегазация и сушка, проверка на взрывоопасность, заправка клапанов сливных приборов, наружная очистка котлов.

В соответствии с требованиями правил охраны окружающей среды ППС должны иметь мощные очистные сооружения для сбора остатков нефтепродуктов из промывочной воды. Также на ППС предъявляются повышенные требования к пожаробезопасности.

Технология работы ППС достаточно сложна, поэтому она регламентирована единым типовым технологическим процессом и требует взаимодействия работников служб перевозок, грузовой службы, вагонного хозяйства, представителей грузоотправителя.

Станция, на которой размещен пункт, должна иметь парки приема, отправления, сортировочный или совмещенные парки, должна быть приспособлена для выполнения большого объема работ.

ППС имеют эстакады, обычно двухсторонние открытые и крытые (в помещениях). Эстакада – это платформа, которая поднята на высоту 3400 мм над уровнем верха головок рельсов, с которой производят все операции по очистке, промывке и пропарке котлов цистерн.

### **7.5.3 Текущий отцепочный ремонт**

Текущий отцепочный ремонт выполняется на специализированных пунктах или путях, расположенных на ПТО или в депо. Пункты или пути текущего отцепочного ремонта вагонов (ПТОР) оборудованы средствами механизации: стационарными или передвижными электрическими домкратами, вагоноремонтными машинами, транспортными средствами, воздухопроводами с воздухоразборными колонками, двух проводной электросварочной линией с точками подключения сварочных проводов, мостовым или козловым краном, средствами диагностики и контроля и другой оснасткой, предусмотренной типовым технологическим процессом.

При текущем отцепочном ремонте должны быть выявлены и устранены неисправности кузовов, рам вагонов, колесных пар, рам и наддрессорных балок тележек, буксового узла, пружинно-фрикционного рессорного комплекта, тормозного оборудования, автосцепного устройства, их изготовление и ремонт.

Текущий отцепочный ремонт грузовых вагонов выполняется по способу замены неисправных узлов и деталей новыми или заранее отремонтированными.

Детали, клеймение которых предусмотрено соответствующими нормативными документами, при установке на вагон должны иметь клейма (знаки маркировки или трафареты, указывающие место, дату изготовления или ремонта и испытания). На вагоны, подлежащие ремонту с отцепкой от поезда, выдается уведомление формы ВУ-23м. На поврежденные вагоны к форме ВУ-23м должен прилагаться акт формы ВУ-25.

Контроль за соблюдением технологического процесса и качества текущего ремонта вагонов осуществляют бригадиры, мастера, приемщики вагонов и другие должностные лица, назначенные приказом начальника вагонного депо.

На отремонтированные вагоны должны наноситься трафареты о произведенном текущем ремонте. При выпуске вагонов из ремонта должно составляться уведомление формы ВУ-36 в двух экземплярах.

Состав ремонтных бригад, сменность работы определяется руководством вагонного депо в соответствии с действующими нормативами, объемами ремонта и режимом работы пункта.

#### **7.5.4 Пункты контрольно-технического обслуживания вагонов**

Пункты контрольно-технического обслуживания вагонов (ПКТО) располагают на сортировочных и участковых станциях, где производится смена локомотива, а также на станциях, которые предшествуют затяжным спускам, где предусмотрена остановка поездов по техническим причинам (перечень устанавливается начальником дороги). На ПКТО выявляются и устраняются неисправности, угрожающие безопасности движения поездов, а на станциях с затяжными спусками производится полное опробование тормозов с выдержкой в заторможенном состоянии. На пункте имеется путь и тупик, оборудованный для производства текущего ремонта вагонов. На подходах к станции устанавливают аппаратуру КТСМ для бесконтактного обнаружения перегретых букс. При наличии в составе вагонов, которые требуют текущего отцепочного ремонта, выдается уведомление формы ВУ-23. Время технического обслуживания вагонов в транзитных парках не должно превышать при смене локомотивных бригад 20 минут, а при смене локомотивов – 30 минут.

Контрольные посты (КП) предназначены для двустороннего контроля технического состояния вагонов во время движения с целью выявления греющихся букс, ползунков и других неисправностей, угрожающих безопасности движения. На подходах к посту должна быть установлена аппаратура КТСМ.

Посты безопасности (ПБ) предназначены для ведения контроля с помощью средств диагностики и визуального контроля работниками всех служб железнодорожного транспорта. При выявлении неисправности работники сообщают о ней дежурному ближайшей станции или поезвному диспетчеру.

#### **7.6 Техническое обслуживание и экипировка пассажирских вагонов**

Техническое обслуживание и экипировка пассажирских поездов производятся в пунктах формирования, к которым приписаны пассажирские вагоны, и оборота. Текущее содержание пассажирских вагонов – это технический осмотр, текущий ремонт, экипировка, санитарная обработка и обслуживание вагонов в пути следования.

В пути следования пассажирские вагоны обслуживаются специальными поездными бригадами из электромехаников и проводников. Одновременно обслуживаются пассажиры.

Технический осмотр осуществляется в парках прибытия, формирования и отправления. Работа ПТО производится в зависимости от действующего расписания движения пассажирских поездов. Основная цель работников ПТО – обеспечение качественной подготовки составов в рейс, чтобы обеспечить безопасность движения в пути следования.

Экипировка пассажирских составов – это удаление мусора, наружная обмывка и внутренняя промывка, а также снабжение вагонов топливом, водой, постельным бельем, инвентарем и предметами торговли в вагоне.

Технический осмотр составов осуществляют в парке прибытия бригады осмотрщиков. Проверяется также и внутреннее оборудование вагонов. После осмотра состав подается в ремонтно-экипировочное депо (РЭД) или на ремонтно-экипировочные пути, где производится технический осмотр, текущий ремонт и экипировка. Составы, которые подготовлены в рейс, принимаются постоянно действующей комиссией в составе дежурного помощника начальника депо, санитарного врача и механика-бригадира поезда (начальника поезда).

## **7.7 Устройства контроля технического состояния подвижного состава**

Определение неисправностей буксового узла стало возможным за счет комплексного технического средства диагностики подвижного состава на ходу поезда (КТСМ).

Принцип действия аппаратуры КТСМ заключается в восприятии чувствительными элементами импульсов инфракрасного излучения от задних по ходу движения поезда стенок корпусов букс с последующим преобразованием этих импульсов в электрические сигналы. В КТСМ заданы алгоритмы обработки тепловых сигналов букс, программное устранение ошибок при счете осей и вагонов, передача данных с перегона на станцию в цифровом виде, предусмотрена автоматическая диагностика оборудования с возможностью использования персонального компьютера в качестве регистратора.

Сигналы от напольного оборудования, установленного непосредственно на пути, считываются с подвижного состава и поступают по кабелю к постовому оборудованию, которое размещено в специальном помещении в непосредственной близости от напольного оборудования.

Информация о состоянии проконтролированного подвижного состава регистрируется устройствами станционного оборудования. При этом фиксируются данные о наличии, месте расположения в поезде неисправных узлов в подвижной единице, а также общее количество подвижных единиц, время контроля поезда, степень аварийности выявленной неисправности, результаты автоматического контроля исправности устройств контроля.

В зависимости от степени аварийности, вида неисправности подвижного состава сигнализирующее оборудование выдает звуковые и световые сигналы тревоги.

Сигналы предаварийного уровня не требуют остановки поезда, сигналы аварийного уровня «Тревога 1» требуют остановок поезда на станции или перегоне в зависимости от вида средств контроля, сигналы критического уровня «Тревога 2» – немедленной остановки поезда на перегоне или станции.

Средства контроля обнаружения перегретых букс дают возможность контролировать бесконтактным методом температуру корпусов букс (ступицы колеса), техническое состояние буксовых узлов, иметь информацию о

расположении таких букс в поезде. Эти средства контроля являются базовыми, а все остальные средства контроля являются только дополнением системы на тех или иных пунктах контроля.

Осмотрщиками вагонов широко используются бесконтактные термометрические приборы при осмотре перегретых букс, выявленных и показанных перегонными устройствами ДИСК2-Б и КТСМ. Такие осмотры должны проводиться совместно с электромеханиками в течение 10 минут после прибытия поезда на станцию. Результаты осмотра оформляются специальным актом. В практических целях применяются пирометры ПР-Ц, бесконтактные измерители температуры БТ-291, радиационные термометры «Raynger». Последние позволяют документировать объект исследований путем его фотографирования.

Системы обнаружения заторможенных колес обеспечивают бесконтактным методом контроль температуры ступицы колес каждой подвижной единицы при трении тормозных колодок об обод колеса, позволяют распознать по определенным критериям подвижную единицу с неисправным тормозным оборудованием (диск2-Т).

При наличии волочащихся деталей, выходящих за пределы нижнего габарита подвижного состава, их подсистемы обеспечивают передачу и регистрацию информации о наличии и месте расположения волочащейся детали (диск 2-В). При этом подается сигнал «Тревога 2» и регистрируется знак на бланке регистрирующего устройства.

Подсистема обнаружения отклонений верхнего габарита подвижного состава диск 2-Г обеспечивает выработку и регистрацию сигнала информации о наличии в поезде таких единиц. При передаче и регистрации информации система выдает сигнал «Тревога 2».

Регистрирующее оборудование линейных средств контроля устанавливается на станции линейного пункта в помещении ПТО или дежурного по станции (ДСП) у лиц, ответственных за снятие этого оборудования.

Сигнализирующие устройства для извещения дежурного по станции, работников ПТО об имеющихся в прибывающем поезде неисправных подвижных единицах и устройство контроля работы светового сигнального оборудования размещаются на пульте ДСП, ПТО (кроме участков с диспетчерским контролем). Средства контроля с речевым информатором в качестве сигнализирующего устройства располагаются на дополнительном пульте дежурного по станции, входящем в состав речевого информатора и размещаемого в помещении ДСП, ПТО.

По сигналам «Тревога 1» и «Тревога 2» дежурный по станции информирует машинистов поездов, следующих по смежных путях, при необходимости задерживает отправление поездов со станции.

При этом машинист должен принять меры к снижению скорости до 20 км/ч и следовать с особой бдительностью на путь приема станции.

При остановке на перегоне машинист должен сообщить машинистам поездов, находящихся на перегоне, осмотреть неисправные подвижные единицы, доложить дежурному по станции о возможности следования или затребовать к поезду осмотрщиков вагонов (получить консультацию осмотрщиков).

При остановке на перегоне пассажирского поезда машинист обязан сообщить начальнику поезда и совместно осмотреть неисправные вагоны, принять решение о возможности следования, о чем доложить дежурному по станции (поездному диспетчеру).

Конкретный порядок приема поездов с неисправными вагонами на станцию устанавливается начальником отделения дороги, указывается в местной инструкции и отражается в техническо-распорядительном акте станции.

## **7.8 Вагоноремонтные депо**

Вагонные депо – это основные линейные предприятия вагонного хозяйства, которые предназначены для деповского и текущего ремонта грузовых и пассажирских вагонов, ремонта и комплектовки узлов и деталей, обслуживания вагонов в эксплуатации. Вагонное депо располагает блоком производственных помещений, в которых непосредственно выполняется деповской ремонт вагонов (в некоторых случаях и капитальный), а также всеми другими подразделениями вагонного хозяйства, расположенными на участке обслуживания депо (ПТО, МППВ, ПКПВ, МПРВ, ПОТ и др.).

Основными факторами, которые влияют на производственную структуру депо, являются специализация депо на ремонте определенного типа вагонов, программа ремонта и уровень кооперирования с другими предприятиями. В депо имеются основные и вспомогательные участки и отделения. На основных участках и отделениях производятся операции по ремонту вагонов и их частей. Это участки – вагоноремонтный, тележечный, участок по ремонту колесных пар и роликовых букс, ремонтно-комплектовочный, по ремонту электрооборудования пассажирских вагонов, по ремонту холодильных установок и кондиционеров.

Основными являются также специализированные участки по ремонту автотормозного оборудования вагонов (воздухораспределителей, авторегуляторов, авторежимов соединительных рукавов и концевых кранов). Эти участки называются автотормозными контрольными пунктами (АКП).

Вспомогательные участки и отделения изготавливают тали, необходимые в процессе производства на основных участках. Они занимаются также содержанием и ремонтом оборудования депо. Вспомогательные участки – это ремонтно-механический участок, участок ремонта силового электрооборудования депо, инструментальное отделение, ремонтно-хозяйственный участок.

## **7.9 Вагоноремонтные заводы**

Капитальный ремонт является наиболее сложным видом ремонта вагонов. Он, в основном, выполняется на вагоноремонтных заводах, на которых также ремонтируют и формируют колесные пары и изготавливают запасные части для подвижного состава. На заводах также осуществляется модернизация вагонов.

Основные цеха завода – это вагоноразборочный цех (правки вагонов), вагонсборочный, тележечный, малярный, колесный и ремонтно-комплектовочный. На заводе имеются также заготовительные и обрабатывающие цеха: кузнечный, механический, деревообрабатывающий, сталелитейный и др.

Вспомогательные цехи завода (инструментальный, ремонтномеханический, транспортный, электроремонтный) обслуживают основные, заготовительные и обрабатывающие цеха. К ним относятся инструментальный, ремонтно-механический, транспортный, электроремонтный и другие.

Вагоноремонтные заводы специализируются на ремонте одного или ограниченного количества однотипных вагонов, хотя это приводит к увеличению порожнего пробега неисправных вагонов, следующих на завод, и усложнению процесса снабжения заводов вагонами, требующими ремонта.

## **7.10 Мероприятия, направленные на совершенствование вагонного хозяйства**

На Белорусской железной дороге разрабатывается и проводится система мер по обеспечению сохранности вагонов. С целью повышения надежности и обеспечения безопасности движения своевременно осуществляется поставка вагонов на плановые виды ремонта, на сортировочных станциях широко применяется прогрессивная технология работы пунктов технического обслуживания с использованием специализированных путей для укрупненного ремонта вагонов. Повышению безопасности движения поездов и улучшению работы тормозного оборудования в зимних условиях способствовало проведение на дороге месячника по оздоровлению тормозного оборудования грузовых вагонов.

В вагонном хозяйстве предусматривается разработка, производство и использование магнитолюминесцентных дефектоскопов для контроля внутренних колец роликовых подшипников совместно с осью колесной пары; вибро- и термодиагностики безразборного контроля буксовых узлов; устройств контроля плотности тормозной магистрали поезда; феррозондовых установок типа ДФ-1 для контроля боковых рам и надрессорных балок тележек грузовых вагонов; магнитопорошковых дефектоскопов типа МД-14П для контроля деталей подвижного состава; вихретоковых дефектоскопов для контроля деталей подвижного состава (боковых рам тележек,



надрессорных балок, дисков вагонных колес, корпусов автосцепок); систем контроля нагрева букс пассажирских вагонов с гальванической развязкой; вихретоковых дефектоскопов типа ВД-11НФ для механизированного контроля латунных сепараторов; анаэробных мастик АН-6 и АН-8 для резьбовых соединений тормозной магистрали в грузовых вагонах; более совершенных конструкций концевых кранов.

Продлит срок службы, увеличит межремонтный пробег и повысит безопасность движения строительство вагонов с повышенной твердостью обода колеса из микролегированной стали; с поглощающими аппаратами высокой энергоемкости для снижения продольных сил в составах массой более 5000 т; с новыми типами тормозных колодок со стабильными фрикционными характеристиками, существенно снижающими повреждаемость колес при торможении.

Лабораторией БелГУТа «ТТОРЕПС» разработан проект конструкторской документации «Белорусский пассажирский вагон», который предусматривает модернизацию кузовов пассажирских вагонов с продлением срока службы после проведения капитально-восстановительного ремонта. На Гомельском и Минском вагоноремонтных заводах произведена модернизация пассажирских вагонов, которые успешно эксплуатируются на Белорусской железной дороге. За данный проект авторский коллектив лаборатории «ТТОРЕПС» награжден медалью лауреата Всероссийского выставочного центра (г.Москва).

Приоритетным направлением лаборатории является техническое диагностирование всех типов вагонов с целью определения остаточного ресурса и продления срока службы.

По заданию Белорусской железной дороги при капитальном ремонте вагонов-хопперов разработана проектно-конструкторская документация на крыши вагонов-хопперов и универсального крытого вагона для замены существующих конструкций, обладающих недостаточной коррозионной стойкостью. Модернизированные конструкции вагонов внедрены в Барановичском, Могилевском и Осиповичском вагонных депо и успешно эксплуатируются на Белорусской железной дороге. Осуществляются проекты по переоборудованию малоиспользуемых вагонов в более востребованные типы подвижного состава.

Применение комплексного технического средства диагностирования подвижного состава на ходу поезда (КТСМ) и своевременная отцепка вагонов, например, по причине неисправности буксового узла позволяет предотвратить такие серьезные последствия, как аварии, крушения.

Обязательными являются: сертификация на соответствие норм до и после опытной эксплуатации; качественное материально-техническое снабжение; техническое обслуживание и ремонт; обеспечение дисциплины; обучение и повышение квалификации; контроль.

## 7.11 Система технического обслуживания и ремонта вагонов за рубежом

На зарубежных железных дорогах формирование и совершенствование систем технического обслуживания ведется с учетом условий эксплуатации и зависит от принадлежности к различным железнодорожным или не железнодорожным фирмам, от режимов эксплуатации, массы поездов, скорости движения, надежности вагонов, специализации вагонов, интенсивности пополнения парка более совершенными типами вагонов.

В США парк грузовых вагонов принадлежит, в основном, трем видам владельцев. В целом прослеживается динамическое развитие вагонного парка, средний возраст которого оценивается примерно в 17 лет.

Железные дороги в США самостоятельно формируют систему технического обслуживания и ремонта грузовых вагонов.

Государственными органами, которые оказывают влияние на упорядочение эксплуатации и обслуживание вагонов, являются *Американская ассоциация железных дорог (ААЖД)* и *Федеральная железнодорожная администрация (ФЖА)*. ААЖД устанавливает только технические параметры, которым должны отвечать вагоны согласно условиям безопасности движения.

До 1995 г. ремонт грузовых вагонов проводился в зависимости от их технического состояния. Однако это способствовало постоянному росту крушений и аварий. Поэтому ФЖА взяла курс на внедрение планово-предупредительной системы технического обслуживания и ремонта вагонов, разработала и выпустила проект стандартов по осмотру и ремонту вагонов, направленный на обеспечение безопасности движения поездов. Все вагоны, согласно стандартам, в зависимости от условий эксплуатации подразделяются на две категории. Первый ремонт и осмотр проводится через 7 лет после постройки, потом через два года. Капитальный ремонт выполняется в середине срока службы вагона. Для наиболее интенсивно эксплуатируемых вагонов осмотр и ремонт производится в зависимости от величины пробега.

На железных дорогах США единой системы технического обслуживания и ремонта не существует. Так, фирма «Трайлер-Трен», вагонный парк которой отличается высокой степенью эксплуатационной надежности, ввела для своих вагонов планово-предупредительную систему ремонта. Ремонт вагонов производится после пробега 650 тыс. км, что соответствует примерно семилетнему времени эксплуатации. Ремонт производится в трех крупных мастерских по договору, заключенному с фирмами.

Также в США применяется и система предупредительных ремонтов. Например, на железной дороге Берлингтон-Нортен межремонтный цикл для полувагонов тяжеловесных поездов составляет два года, что соответствует пробегу примерно 320 тыс. км. При этом значительно сокращаются затраты на неплановый ремонт и на более высоком уровне можно планировать работу ремонтных предприятий.

На большинстве железных дорог США текущий ремонт производится как собственными силами ремонтных баз, так и специализированными ремонтными заводами на контрактной основе. Комплектующие узлы для ремонта грузовых вагонов поставляются отделением EMD «Дженерал Моторс».

Когда крупные ремонтные предприятия расположены далеко, многие компании для ремонта грузовых вагонов пользуются услугами более мелких мини предприятий по техническому обслуживанию и ремонту, расположенных в различных штатах.

Межремонтные сроки выбираются по критерию минимума затрат на текущее содержание вагонов.

*Акционерное общество Германские железные дороги (DB)* насчитывает около 175 тыс. вагонов. При этом затраты на ремонт такого большого парка вагонов значительны. Поэтому целью DB является уменьшение парка подвижного состава и снижение затрат на ремонт и текущее содержание вагонов.

При этом основными задачами DB являются: улучшение использования каждой транспортной единицы, входящей в парк; совершенствование технологии изготовления и ремонта вагонов с целью обеспечения высокой надежности работы подвижного состава.

*На Британских железных дорогах* некоторые типы вагонов (рефрижераторные, платформы для перевозки автомобилей, вагоны частных фирм) ремонтируются с учетом пробега между ремонтами. В вагонных депо и специальных центрах обслуживания производится текущий ремонт грузовых вагонов. В Великобритании находится частная фирма по техническому содержанию и ремонту вагонов «Рейл Карл Сервисиз», предложившая новую форму услуг по контракту. В дополнении к своим трем ремонтным мастерским создала на местах 35 пунктов технического обслуживания, на которых производится осмотр вагонов в интервале между рейсами. Такие меры предотвращают создание аварийных ситуаций. Кроме того, один раз в два месяца вагоны подаются в мастерские для производства технического обслуживания. Ежегодно производится полное освидетельствование тормозной системы.

*Британской консультационной компанией Interfleet Technology* разработан ряд инструктивных документов, содержащих описания возможных отказов и их причин с цветной кодировкой, маршрутно-технологические карты их устранения, руководства по поиску и устранению неисправностей подвижного состава. Кроме того, разработано программное обеспечение персональных компьютеров в центрах управления движения поездов (ЦУП) для статистики и последующего анализа.

*Для железных дорог Японии* и для экспортных поставок подвижной состав изготавливают три компании: «Kawasaki», «Hitachi», «Kinki Sharyo». На железных дорогах Японии технический осмотр и ремонт вагонов относят к категории ЗК, то есть вагоны тяжелые, грязные и опасные. Изменения

в проведении технического обслуживания связывают с внедрением механизации, автоматизации и информатизации в производство, а также с новыми разработками в области мониторинга состояния подвижного состава, с использованием бортового и стационарного оборудования. В Японии планово-предупредительный ремонт подвижного состава. Работы по техническому обслуживанию производятся в зависимости от условий эксплуатации.

В Гонконге для облегчения и повышения качества планирования разработана новейшая *система обслуживания подвижного состава (САММ)*. Электронная база данных позволяет обеспечить пользователя полной и всесторонней информацией для составления оперативных и перспективных планов ремонтных работ. Возможные варианты работ по ремонту оцениваются при вводе данных в систему САММ с разных позиций путем перебора и выбора наиболее оптимального варианта.

Исследовательский центр АО DB в Менделе проводит усталостные испытания ответственных и наиболее нагруженных деталей вагонов. По результатам испытаний, проводимых в течение трех месяцев, может быть получено заключение о достаточной усталостной прочности, например, исследуемой рамы для срока службы 30 лет.

На основании изучения зарубежного опыта можно сделать следующие выводы:

- приоритетом государственных и частных железных дорог является планово-предупредительная система ремонта;
- значительные инвестиции выделяются на разработку диагностических систем контроля технического состояния вагонов;
- в организации и управлении техническим содержанием вагонов широко применяется вычислительная техника;
- большое значение придается научно обоснованному прогнозированию развития парка грузовых вагонов;
- значительное внимание уделяется совершенствованию конструкции вагонов;
- специализированные и контрактные депо находят все большее применение;
- на железных дорогах разных стран единой системы ремонта грузовых вагонов нет, дороги самостоятельно выбирают порядок ремонта в зависимости от конструкции и условий эксплуатации своего парка вагонов [45].

## **7.12 Средства диагностики деталей подвижного состава**

В условиях длительной эксплуатации железнодорожный подвижной состав подвергается различным внешним и внутренним воздействиям, в результате чего происходят коррозионные повреждения, возникают и развиваются усталостные трещины на поверхностях деталей и другие виды дефектов.

Чтобы избежать серьезных последствий развития дефектов, проводят обследования с использованием методов неразрушающего контроля. Современные методы и средства НК, используемые для оценки состояния деталей подвижного состава, получили широкое развитие и распространение.

Вопросам дефектоскопии материалов и конструкций уделяется всё большее внимание как у нас в стране, так и за рубежом, о чем свидетельствует возникновение учебных центров, задачей которых является подготовка и повышение квалификации специалистов для разработки методов дефектоскопии и их применения.

Для диагностики применяются следующие методы контроля:

- ультразвуковой контроль;
- магнитопорошковый контроль;
- феррозондовый контроль;
- вихрековый контроль.

**Ультразвуковой неразрушающий контроль** основан на анализе параметров упругих волн, возбуждаемых и (или) возникающих в контролируемом объекте.

*Дефектоскоп ПЕЛЕНГ 115* (рисунок 7.1) предназначен для контроля продукции на наличие дефектов типа нарушения сплошности и однородности материалов готовых изделий, полуфабрикатов и сварных (паяных) соединений, а также измерения глубины и координат залегания дефектов. Главной особенностью прибора являются небольшой вес и габариты, на сегодняшний день это один из самых компактах приборов.

*Дефектоскоп УД2-70* является переносным цифровым дефектоскопом общего назначения, предназначенным для выявления дефектов и измерения их параметров на основе эхо-теневого или зеркально-теневого методов. Используется для выявления и замера дефектов в сварных соединениях и основном металле.

*Дефектоскоп УД3-307 ВД* предназначен для контроля продукции на наличие дефектов в сварных соединениях и основном металле, а также трещин в литых деталях тележек грузовых вагонов (боковая рама, надресорная балка), колесных парах грузовых вагонов, котлов нефтеналивных цистерн.



Рисунок 7.1 – Внешний вид ультразвуковых дефектоскопов:  
а – ПЕЛЕНГ 115; б – УД3-307 ВД

**Магнитнопорошковый неразрушающий контроль** основан на анализе взаимодействия магнитного поля с контролируемым объектом (рисунок 7.2).



Рисунок 7.2 – Внешний вид магнитнопорошковых дефектоскопов:  
а – МД-12ПШ; б – МД-12ПЭ; в – МД-12ПС

*Дефектоскоп МД-12ПЭ* содержит круглый соленоид и плоский кольцевой магнитопровод, находящийся у одного из торцов соленоида. Создаваемое им магнитное поле несимметрично и со стороны магнитопровода силовые линии магнитного поля, создаваемого на поверхности детали, намного слабее, чем со стороны катушки без магнитопровода. Поэтому контролируемый участок детали всегда должен находиться с противоположной от магнитопровода стороны. На корпусе соленоида со стороны магнитопровода имеется тумблер для включения намагничивающего тока.

*Дефектоскоп МД-12ПС* имеет седлообразное намагничивающее устройство, которое представляет собой прямоугольный соленоид, изогнутый в виде «седла». Последний предназначен для локального намагничивания крупногабаритных деталей сложной формы, протяженных деталей (длиной >600 мм), а также для намагничивания отдельных участков изделий в сборе в тех случаях, когда намагничивание с помощью неразъемных соленоидов невозможно (например, при контроле средней части оси колесной пары в сборе).

*Дефектоскоп МД-13ПР* предназначен для контроля средней части оси КП в сборе «сухим» способом путем нанесения порошка ПЖВ5-160. Дефектоскоп МД-13ПР может быть использован при контроле средней части оси «мокрым способом», если блок контроля и проводники соленоида защищены от попадания на них суспензии.

*Дефектоскоп МД-14ПКМ* предназначен для дефектоскопии магнитнопорошковым методом средней части оси сформированной колесной пары РУ1-950 и РУ1-950Ш, шеек оси при снятых внутренних кольцах подшипников, для контроля внутренних колец, напрессованных на шейку.

**Феррозондовый неразрушающий контроль** основан на измерении феррозондовым преобразователем магнитных *полей рассеяния*, созданных дефектом в предварительно намагниченном изделии, и предназначен для выявления подповерхностных дефектов (волосовин, трещин, раковин и др.)

Впервые на железнодорожном транспорте был применён в 1952 г. в дефектоскопах типа МРД-52 для контроля рельсов, в последующие годы он использовался в дефектоскопах типа ДФ (ДФ-1, 103, 105, 201 и т. д.) при дефектоскопировании литых деталей грузовых вагонов.

*Дефектоскоп ДФ103/105* предназначен для дефектоскопии боковой рамы, надрессорной балки при контроле в составе тележки 18-100.

*Дефектоскоп ДФ-201/205* предназначен для дефектоскопии надрессорной балки тележек 18-100, 18-493 при контроле подетально, а также надрессорной балки и рамы тележек КВЗ-ЦНИИ, КВЗ-5.

*Дефектоскоп ДФ-205* предназначен для дефектоскопии диска колеса (рисунок 7.3).



Рисунок 7.3 – Внешний вид феррозондового дефектоскопа ДФ-205

**Вихретоковый неразрушающий контроль** основан на анализе взаимодействия электромагнитного поля вихретокового преобразователя с электромагнитным полем вихревых токов, наводимых в контролируемом объекте. Его применяют только для контроля объектов из электропроводящих материалов.

В настоящее время в вагонном, пассажирском и локомотивном хозяйствах применяются следующие типы вихретоковых дефектоскопов.

*Дефектоскоп ВДЗ-71, ВДЗ-81* предназначен для контроля сварных швов, запоминает и хранит до 10 результатов контроля (рисунок 7.4).



Рисунок 7.4 – Внешний вид вихретокового дефектоскопа ВДЗ-81

*Дефектоскоп ВД-13НФ* предназначен для выявления поверхностных трещин в цилиндрических роликах буксовых подшипников с возможностью автоматической разбраковки роликов.

*Дефектоскоп ВД-113 и ВД-113.5* предназначен для ручного контроля поверхностных трещин в деталях из ферромагнитных металлов и сплавов с радиусом кривизны более 100 мм.

*Дефектоскоп ВД-211.5* предназначен для автоматического контроля и выявления поверхностных трещин и разбраковки роликов подшипников качения № 2726 буксовых узлов.

*Дефектоскоп ВД-213.1* предназначен для контроля деталей при низких температурах на пунктах текущего ремонта вагонов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Об утверждении Государственной программы развития транспортного комплекса РБ на 2016–2020 гг. – постановление Совета Министров РБ (28 апреля 2016 № 345).

2 История железнодорожного транспорта России. В 2 т. Т. 1 : 1836–1917 гг. / Г. И. Богданов, Г. М. Фадеев – СПб: Богданов, Г. И. – 1994. – 336 с.

3 **Михальченко, А. А.** История транспорта : учеб. пособие / Михальченко А. А. [и др.]. – М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2008. – 366 с.

4 **Морозов, В. А.** Коллекция отечественного вагоностроения ЦМЖТ / В. А. Морозов // Железнодорожное дело. – 1998. – № 6. – С. 34–35.

5 **Куманев, Г. А.** Советские железнодорожники в годы Великой Отечественной войны (194–1945) / Г. А. Куманев. – М. : АН. СССР, 1963. – 324 с.

6 **Куманев, Г. А.** Война и железнодорожный транспорт СССР 1941–1945 / Г. А. Куманев. – М. : Наука, 1988. – 367 с.

7 **Шадур, Л. А.** Развитие отечественного вагонного парка / Л. А. Шадур, М. : Транспорт. – 1988. – 279 с.

8 **Сотников, Е. А.** Железные дороги мира из XIX в XXI век / Е. А. Сотников. – М.: Транспорт, 1993. – 200 с.

9 Грузовые вагоны постройки 1941–1945 гг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.1520mm.ru/railcars/wagons-1941-1945.phtml>. – Дата доступа: 25.03.2019.

10 Составы жизни. Санитарные поезда НКП [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://topwar.ru/148735-sostavy-zhizni-sanitarnye-poezda-nkps.html>. – Дата доступа: 24.03.2019.

11 История железных дорог [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rzda.ru/info/history/passazhirskie-vagony/>. – Дата доступа: 24.03.2020.

12 **Лукин, В. В.** Вагоны. Общий курс : учеб. для вузов ж.-д. трансп ; / под ред. В. В. Лукина, П. С. Анисимова, Ю. П. Федосеева – М. : Маршрут, 2004. – 424 с.

13 Классификация вагонов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://vagonnik.blogspot.com/2014/06/blog-post\\_5.html](http://vagonnik.blogspot.com/2014/06/blog-post_5.html). – Дата доступа: 24.03.2020.

14 **Пастухов, И. Ф.** Конструкция вагонов / И. Ф. Пастухов, В. В. Пигунов, Р. О. Кошкалда. – М. : Желдориздат, 2000. – 504 с.

15 Вагоны : учеб. / Л. А. Шадур [и др.]; под ред. Л. А. Шандура. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1980. – 439 с.

16 **Пастухов, И. Ф.** Вагоны / И. Ф. Пастухов, В. В. Лукин, Н. И. Жуков. – М. : Транспорт, 1988. – 280 с.

17 **Осипов, С. И.** Подвижной состав и основы тяги поездов / С. И. Осипов. – М. : Транспорт, 1990. – 335 с.



18 **Захарова, Т. В.** Грузовые и пассажирские вагоны : пособие для выполнения контрольной работы № 1 по дисциплине «Подвижной состав и тяга поездов» Т. В. Захарова. – Гомель : БелГУТ, 2005. – 36 с.

19 **Захарова, Т. В.** Обеспечение безопасности при эксплуатации вагонов : учеб.-метод. пособие для практических работ / Т. В. Захарова ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2011. – 71 с.

20 ГОСТ 3321–2014. Вагоны грузовые. Требования к прочности и динамическим качествам – Введ. 2016–01–07.– М. : Стандартиформ. – 54 с.

21 ГОСТ 34093–2017. Вагоны пассажирские локомотивной тяги. Требования к прочности и динамическим качествам. – Введ. 2018–01–01. – М. : Стандартиформ. – 45 с.

22 ГОСТ 9238–2013. Габариты железнодорожного подвижного состава и приближения строений. – Введ. 2014–07–01. – М. : Стандартиформ. – 177 с.

23 ГОСТ 10935–2019. Вагоны грузовые крытые. Общие технические условия. – Введ. 2019–10–01. – М. : Стандартиформ. – 16 с.

24 ГОСТ Р 51659–2000. Вагоны-цистерны магистральных железных дорог колеи 1520 мм. Общие технические условия. – Введ. 2001–07–01. – М. : Стандартиформ. – 12 с.

25 Знаки и надписи на вагонах грузового парка колеи 1520 мм 632-2011 ПКБ ЦВ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://myrailway.ru/directory/znaki-i-nadpisi-na-vagonah-gruzovogo-parka-kolei-1520-mm/> – Дата доступа: 24.03.2020.

26 **Болотин, З. М.** Проводник пассажирских вагонов / З. М. Болотин, Н. Л. Травина, В. В. Соломатин. – М. : Академия, 2004. – 320 с.

27 Вагоны электропоездов межрегиональных линий бизнес-класса ЭП<sup>М</sup> [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.rw.by/passengers\\_services/trains/vagon\\_types/epm](https://www.rw.by/passengers_services/trains/vagon_types/epm). Дата доступа: 24.05.2020.

28 Основные части и планировка вагона [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://scbist.com/provodniku-passazhirskih-vagonov/4431-provodniku-osnovnyye-chasti-i-planirovka-vagona.html>. – Дата доступа: 24.10.2020.

29 Отличительные надписи и знаки на вагоне [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://cyberpedia.su/7x7c.html>. – Дата доступа: 24.10.2020.

30 ГОСТ 4835–2013. Колесные пары железнодорожных вагонов. Технические условия. – Введ. 2013–08–28. – М. : Стандартиформ, 2013. – 57 с.

31 ГОСТ 10791–2011. Колеса цельнокатаные. Технические условия. – Введ. 2011–03–15. – М. : Стандартиформ, 2011. – 27 с.

32 **Пигунов, В.В.** Конструкция ходовых частей вагонов : учеб. Пособие / В. В. Пигунов, А. В. Пигунов ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, – Гомель : БелГУТ, 2018. – 386 с.

33 **Садчиков, П. И.** Технология перехода железнодорожного подвижного состава с одной колеи на другую (международный опыт) П. И. Садчиков, О. Л. Целищева // Техника железных дорог. – №2. – 2011. – С. 26–37.

34 **Быков, Б. В.** Конструкция механической части вагонов / Б. В. Быков, В. Ф. Куликов. – М. : УМЦ ЖДТ, 2016. – 247 с.

35 **Захарова, Т. В.** Подвижной состав и тяга поездов: ходовые части вагонов : учеб.-метод. пособие / Т. В. Захарова, С. М. Васильев, О. М. Моисейчикова. – Гомель : БелГУТ, 2014. – 34 с.

36 ГОСТ 334341–2015. Устройство сцепное и автосцепное железнодорожного подвижного состава. Технические требования и правила приемки. – Введ. 2016–09–01. – М. : Стандартинформ, 2016. – 14 с.

37 **Беляев, В. И.** Сцепные и автосцепные устройства железнодорожного подвижного состава / В. И. Беляев, Д. А. Ступин. – М. : Трансинфо, 2012. – 416 с.

38 История развития автоматической сцепки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.rzexpo.ru/history/rolling\\_stock/automatic\\_coupler/](http://www.rzexpo.ru/history/rolling_stock/automatic_coupler/). – Дата доступа: 24.04.2020.

39 Назначение и устройство поглощающих аппаратов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gdzp.ru/poleznaya-informaciya/avtoscepnoe-ustroystvo/>. – Дата доступа: 25.08.2020.

40 Европейская автоматическая сцепка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://leksi.org/5-36969.html>. – Дата доступа: 24.08.2020.

41 **Антропов, А. Н.** Тормозные системы вагонов : курс лекций / А. Н. Антропов, Д. Н. Салтыков. – Екатеринбург : УРГУПС, 2014. – 128 с.

42 **Галай, Э. И.** Тормозные системы железнодорожного транспорта. Конструкция тормозного оборудования : учеб. пособие / Э. И. Галай, Е. Э. Галай ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2010 – 315 с.

43 Тормозное оборудование подвижного состава [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.caredenis.ru/resources/techsr/html/les10.html>. – Дата доступа: 24.09.2020.

44 **Пищик, Ф. П.** Безопасность движения на железнодорожном транспорте / Ф. П. Пищик. – Гомель : БелГУТ, 2009. – 268 с.

45 **Сенько, В. И.** Информационные модели в управлении вагонными парками : [монография] / В. И. Сенько, Е. П. Гурский. – Гомель : БелГУТ, 2010. – 269 с.

46 **Сенько, В. И.** Планирование работы вагонного хозяйства с использованием методов математического моделирования : учеб. пособие / В. И. Сенько [и др.]; М-во образования Респ. Беларусь. – Гомель : Бел ГУТ, 2012. – 276 с.

47 **Захарова, Т. В.** Подвижной состав: ремонт и техническое обслуживание вагонов / Т. В. Захарова, С. М. Васильев, Р. И. Чернин; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2015. – 34 с.

48 **Сенько, В. И.** Техническое обслуживание вагонов. Организация ремонта грузовых вагонов в депо : учеб. пособие / В. И. Сенько, И. Л. Чернин, И. С. Бычек. – Гомель : БелГУТ, 2002. – 371 с.

49 **Мониторинг ЦНТИБ – филиал ОАО РЖД Развитие высокоскоростного движения в России и за рубежом №11/ НОЯБРЬ 2020.**

50 **Холодилов, О. В.** Дефектоскопия подвижного состава железнодорожного транспорта: учеб. пособие / О. В. Холодилов ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь. – Гомель : БелГУТ, 2020. – 326 с.