

**ГУП Московский метрополитен
Учебно - производственный центр**



Курс лекций

по предмету

«Механическое оборудование вагонов метрополитена»

**для обучающихся в группах по специальности
«машинист электропоездов»**

Авторы: Начальник УПЦ Гаранин В.Н., зам. Начальника УПЦ Ковалев П.К

Москва 2007 г.

Введение

Подвижной состав метрополитена.

К подвижному составу относятся моторные вагоны, предназначенные для перевозки пассажиров, специальные вагоны (технического назначения) и моторно-рельсовый транспорт для перевозки хозяйственных грузов, приводимый в движение от собственного источника - двигателя внутреннего сгорания.

Моторный вагон приводится в движение электродвигателями, которые получают электроэнергию через токоприемники от контактного рельса.

Каждый вагон метрополитена состоит из механической и электрической части, а также пневматического оборудования.

К механической части вагона относятся кузов, рамы двух тележек, колесные пары, тяговый привод, рессорное подвешивание, тормозное оборудование и сцепные устройства. Колесные пары вагона приводятся во вращение тяговыми двигателями. Валы тяговых двигателей соединены с осями колесных пар карданными муфтами и зубчатыми передачами (редукторами). На вагонах метрополитена получил применение индивидуальный тяговый привод, при котором каждая колесная пара приводится во вращение своим тяговым двигателем. Электрическая часть вагона, кроме тяговых двигателей, содержит множество различных аппаратов, предназначенных для пуска тяговых двигателей, изменения скорости и направления движения вагона, электрического торможения, защиты оборудования от перегрузок и токов короткого замыкания, а также аппараты вспомогательных цепей и цепей управления. Для увеличения полезного объема пассажирского салона и безопасности пассажиров все основное электрооборудование подвешено под кузовом вагона на его раме.

Тяговыми двигателями и другими электрическими аппаратами, находящимися под напряжением контактной сети, управляют дистанционно из кабины машиниста. Система дистанционного управления применяется на всех вагонах метрополитена. В качестве источника питания системы управления используются аккумуляторные батареи, установленные на вагонах.

Головные вагоны имеют кабину машиниста, в которой находятся основные аппараты управления поездом и кран машиниста. Это позволяет управлять поездом из любого вагона и поэтому на конечных станциях не требуется выполнять никаких маневров и перестановок вагонов: машинист лишь должен перейти из головного вагона в хвостовой, который при движении поезда в обратном направлении становится головным. Пневматическое оборудование вагона создает запас сжатого воздуха, с помощью которого можно выполнять служебное и экстренное пневматическое торможение поезда, автоматическую работу раздвижных дверей, электрических аппаратов, звукового сигнала, стеклоочистителей и пр.

Первыми вагонами на трассах Московского метрополитена были вагоны А и Б, построенные в 1934 – 1938 гг. Поездная единица этих вагонов – секция, составлялась из одного моторного и одного прицепного вагонов.

В 1940 г. на Мытищинском машиностроительном заводе (ММЗ) была изготовлена первая партия вагонов Г. Великая Отечественная война задержала выпуск этих вагонов, и

их серийное изготовление было начато только в 1947 г. Все вагоны Г – моторные, каждый оснащен четырьмя двигателями, что позволило получить более высокие ускорения пуска и замедления при торможении, повысить пропускную способность линий. На вагонах Г в качестве рабочего впервые был применен электрический реостатный тормоз.



Фото. Вагон серии А



Фото. Вагон серии Г

В 1956 г. начался серийный выпуск более совершенных по конструкции вагонов «Д». Эти вагоны имеют динамические показатели, такие же, как вагоны Г, и в то же время выгодно отличаются от них в весовом отношении. Другое преимущество этих вагонов заключается в подвешивании тяговых двигателей к раме тележки (на вагонах А, Б и Г тяговые двигатели опирались на ось колесной пары) и передаче крутящего момента на колесную пару через карданную муфту. В результате этого снизилось воздействие вагона на путь и улучшились условия работы двигателей, так как они подрессорены вместе с рамой тележки относительно ходовых частей. На вагонах Д впервые установлена комбинированная автосцепка, при которой меньше сила толчков и соударений вагонов при движении, а также упрощается обслуживание вагонов локомотивными бригадами.

В 1963 г. ММЗ начал выпускать вагоны Е, которые впоследствии неоднократно подвергались модернизации. В результате имеются несколько модификаций этой серии : Ем, Еж, Еж3 и другие, различающиеся электрическим оборудованием и системами управления.



Фото. Вагон серии Д



Фото. Вагон серии Е

Вагоны Еж3 выполнены двух видов – головные и промежуточные, имеющие каждый кабину управления, что дает возможность при необходимости управлять составом из любого вагона. Головные вагоны отличаются от промежуточных тем, что кабины управления оснащены дополнительным оборудованием: аппаратурой автоматического управления поездом и автоматического регулирования скорости, системой резервного управления поездом, позволяющей эвакуировать поезд с линии при неисправном электрооборудовании; радиостанцией для связи с поездным диспетчером; установкой радиооповещения пассажиров и др.



Фото. Вагон серии 81-717(714)



Фото. Вагон серии 81-740(741) «Русич»

С 1977 г. на базе вагонов Еж3 серийно выпускаются вагоны новой модификации – модели 81-717 и 81-714. Вагон 81-717 выполнен головным с кабиной управления, а вагон 81-714 – промежуточным без кабины со скрытым пультом управления для маневрирования. Вагоны имеют тяговые двигатели повышенной мощности, модернизированные электрические цепи применительно к новым тяговым двигателям, люминесцентное освещение, кабину, оборудованную для управления поездом одним лицом; увеличена прочность кузова, применены новая междувагонная электроконтактная коробка автосцепки и другие вспомогательные узлы. Вагоны имеют более высокую конструкционную скорость. На вагонах моделей 81-717, 81-714 предусмотрена возможность подключения внешних средств диагностики электрооборудования. Вагоны моделей 81-717.5 и 81-714.5 являются модернизацией вагонов 81-717 и 81-714. Их серийное производство освоено на Мытищинском машиностроительном заводе в 1988 году.

Общие сведения о подвижном составе метрополитена

Подвижной состав предназначен для перевозки пассажиров, а также для выполнения определенного рода хозяйственных задач. Управление производится в "одно лицо" при наличии системы АРС, и в "два лица" - при ее отсутствии. На Московском метрополитене эксплуатируются вагоны типа Е, Еж-3, 81-717 (714), 81-720(721), 81-740(741), монорельс.

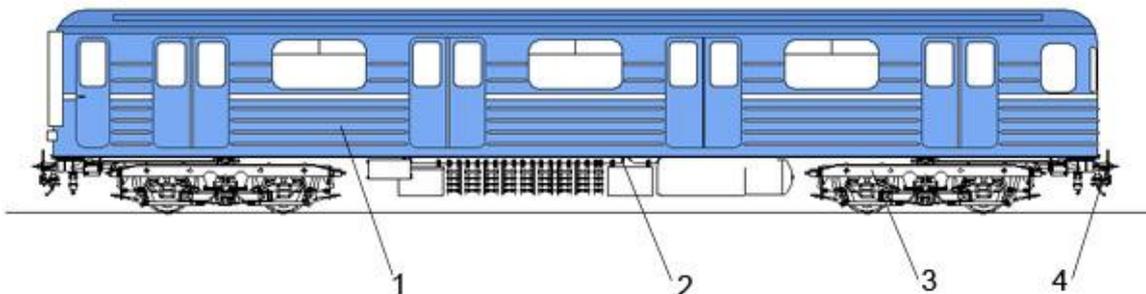
Краткая техническая характеристика вагона.

Вагон метрополитена - моторный, четырехосный, на двух двухосных поворотных тележках, цельнометаллический, сварной конструкции. Каждый вагон с кабиной управления серии 81-717 и без кабины управления серии 81-714 представляет собой самостоятельную подвижную единицу, из любого количества которых (но не более восьми) может быть сцеплен состав. Управление поездом дистанционное по системе многих единиц. Система "многих единиц" взята из железнодорожного транспорта, и обозначает то, что управление всеми вагонами состава одновременно в тяговом или тормозном режимах производится из кабины машиниста первого по ходу движения (головного) вагона, который является (как и все другие вагоны) обособленным локомотивом. Все колесные пары вагона имеют тяговые двигатели, крутящий момент от которых передается к колесным парам через карданные муфты и одноступенчатые цилиндрические зубчатые передачи. Для входа в пассажирский салон вагон с каждой боковой стороны имеет по четыре дверных проема, которые закрываются раздвижными дверями с помощью привода с централизованным управлением.

Тормозные устройства вагона включают в себя:

- **рабочий** тормоз - электродинамический реостатный, действующий при переводе тяговых электродвигателей на генераторный режим
- **экстренный тормоз** - пневматический колодочный
- **стояночный тормоз** - ручной механический, действующий на тормозные колодки левой стороны только одного вагона (Е, Еж-3) блок-тормоз (81 серии), действующий на 1-ю и 4-ю колесную пару.

Общие сведения о вагонах метро



Основными частями вагона являются :

- Кузов
- Ходовая (экипажная) часть, представляющая из себя две двухосные поворотные моторные тележки
- Комбинированные автосцепки
- Тормозное оборудование

Требования предъявляемые к подвижному составу

- Безопасность пассажироперевозок
- Надежность в эксплуатации
- Хорошая маневренность с соблюдением габарита
- Плавность разгона и торможения.
- Удобство размещения пассажиров

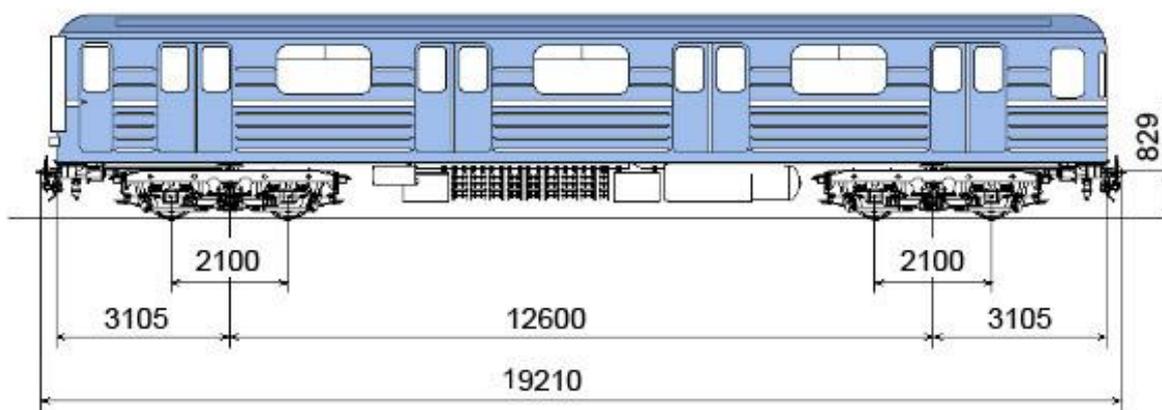
Технические данные вагонов

№	Наименование	Е(Еж-3)	81-717(81-717,5м)	81-714(81-714,5)
1	Масса вагона(т)	32	34	33
2	Длина вагона по центрам автосцепок (мм)	19166	19210	19210
3	Ширина вагона (мм)	2700	2800	2800
4	Высота порожнего вагона от уровня головок рельс (мм)	3662	3650 (3700)	3650 (3700)
5	Высота кузова(мм)	2672	2660(2710)	2660(2710)
6	Расстояние от уровня головок рельсов до рамы кузова (мм)	990 ^{+25 -15}	990 ^{+25 -15}	990 ^{+25 -15}
7	Максимальная конструктивная скорость (км/час)	90	90	90
8	Среднее ускорение при пуске (м/сек ²)	1,2	1,2	1,2
9	Среднее замедление при торможении (м/сек ²)	-1,3	-1	-1
10	Мощность тяговых двигателей (кВт)	68(72)	110(114)	110(114)

11	Максимальная вместимость(человек)	277	277(308)	308(330)
----	-----------------------------------	-----	----------	----------

База вагона и тележки

Длина вагона (19210мм) - расстояние между ударными (буферными) плоскостями двух автосцепок вагонов. Данное расстояние берется без учета длины серег, выступающих из головок автосцепок, т.к. серьги уходят внутрь противоположных головок при сцеплении вагонов.



База вагона (12600мм) - расстояние между центрами опор кузова вагона на ходовые части тележки. В центре тележки установлен предохранительный шкворень. Поэтому базой вагона считается расстояние между центрами двух предохранительных шкворней (или что одно и то же - расстояние между центрами башмаков токоприемников соседних тележек вагона). При конструировании вагонов между его длиной (Д) и базой (Б) должно выдерживаться определенное соотношение:

$$Д / Б \leq 2,0 - 2,2$$

Это соотношение обеспечивает необходимую продольную устойчивость вагона при его движении и вписывании в кривые участки пути.

Базой тележки (2100мм) называется расстояние между центрами осей колесных пар одной тележки. Увеличение базы тележки приводит к ее утяжелению, а уменьшение - к ухудшению ходовых качеств вагона и затруднению размещения на тележке рычажно - тормозной передачи (РТП).

Технический паспорт вагона

Каждый вагон должен иметь свой технический паспорт, содержащий все важнейшие данные и эксплуатационные характеристики вагона. В паспорт вносятся:

- Наименование завода - изготовителя
- Дата постройки и начало эксплуатации
- Модель

- Даты, виды и место проведения всех ремонтов
- Технические данные
- Точный вес тары
- Данные о замене основных узлов и модернизации оборудования вагона, а также все конструктивные изменения
- Общий километраж пробега по нарастающей

Технический паспорт является совокупным документом, состоящим из отдельных паспортов на следующие узлы:

- Кузов вагона
- Тележки
- Колесные пары
- Тяговые двигатели
- Основные механические, пневматические и электрические приборы

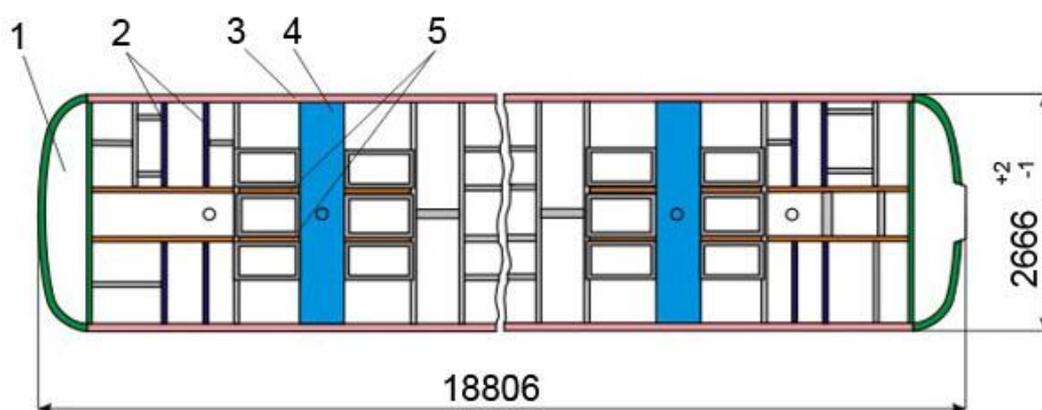
Техпаспорт вагона хранится в техотделе депо приписки. Без техпаспорта, а также паспортов на его оборудование эксплуатация вагона запрещается.

Кузов вагона

Кузов вагона предназначен для размещения пассажиров, а также необходимого оборудования.

Кузов вагона представляет собой сварную цельнометаллическую конструкцию, состоящую из сваренных в одно целое рамы, двух боковых стен, лобовой и концевой частей, крыши, и металлического настила пола. В оборудование кузова входят также внутренняя отделка и потолок, перегородка (кроме 81-714) кабины машиниста, двери, окна, вентиляция, поручни, диваны, освещение.

Рама кузова



1. Торцевая балка
2. Поперечные балки для подвешивания подвагонного оборудования
3. Продольная балка
4. Шкворневая балка
5. Хребтовые балки

Рама кузова сварная, является основанием кузова и служит его опорой на ходовые части. Рама состоит из двух продольных, двух торцевых и набора поперечных балок, двух

шкворневых балок и четырех хребтовых, установленных между торцевыми и шкворневыми балками с целью передачи продольных нагрузок на боковые пояса рамы и стенки. Продольные и торцевые балки, образующие нижний пояс кузова, имеют коробчатое сечение высотой 180 мм; ширина горизонтальных полок, гнутых из листа толщиной 6 мм, составляет 70 мм. В продольных балках сделаны овальные отверстия для приварки наружной обшивки стен. В поперечных балках также предусмотрены овальные отверстия для монтажа трубопроводов.

Шкворневые балки сварены из двух вертикальных листов толщиной 8 мм и двух горизонтальных листов толщиной 10 мм; верхние листы удлинены для сварки с боковинами. В местах установки пятников и скользунов выполнены ребра жесткости. На шкворневых балках имеются отверстия для шкворня пятниковых опор, соединяющих кузов с тележками.

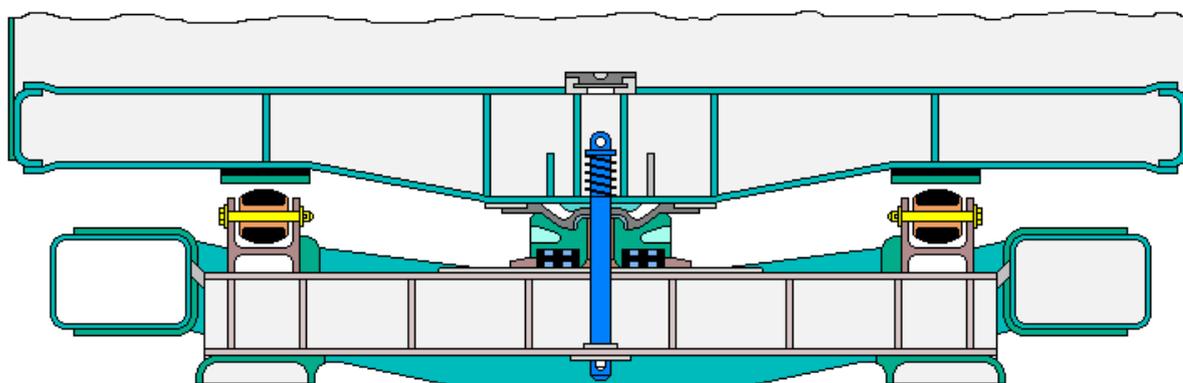


Рис. Опора кузова на центральную балку тележки

Хребтовые балки состоят из двух балок высотой 180 мм; их горизонтальные полки выполнены штамповкой из листа толщиной 8мм, ширина полок 75 мм. Между хребтовыми балками расположены гнезда автосцепок: они приклепаны к балкам электрозаклепками. Для крепления оборудования к раме приварены кронштейны и дополнительные балки, изготовленные из различных профилей. Все несущие детали рамы выполнены из стали 20 или ст.3. Средние продольные балки отсутствуют. Вместо этого по всей длине кузова применяется гофрированный металлический настил пола (гофрами вдоль вагона). В устройство рамы кузова входят также рамки люков пола и различные кронштейны, угольники, скобы, ребра, косынки для подвески оборудования, электрических и пневматических аппаратов и для раскладки труб внизу рамы. Раму кузова сваривают в специальных кондукторах, что исключает перекосы и обеспечивает большую точность изготовления.

Боковые и торцевые стенки кузова

Боковые и торцевые стенки представляют собой металлический каркас, состоящий из вертикальных стоек и подоконных балок. Вверху вертикальные стойки связаны элементами жесткости, образующими верхний обвязочный пояс кузова. Внизу вертикальные стойки приварены к нижнему обвязочному поясу кузова. Каркас стен обшит стальными листами толщиной 2мм.

Сварка отдельных секций стенок кузова выполняется электроконтактной сваркой с последующим соединением отдельных секций боковин с торцевыми стенками и крышей электродуговой сваркой в специальном кондукторе. Приварка стенок кузова к раме производится прерывистой электродуговой сваркой через овальные отверстия в боковых поясах рамы и сплошным швом по нижней кромке обшивки и вертикальной стенке бокового пояса.

Крыша кузова

Крыша выполнена из стальных Ω -образных (омегаобразных) дуг толщиной 2 мм, которые опираются на верхний пояс кузова. В продольном направлении дуги связаны параллельными рядами стальных полос (стрингеров). Проемы, расположенные между продольными боковыми полосами и дугами, закрываются специальными вентиляционными черпаками. Кровля изготовлена из листовой стали толщиной 1,5 мм. Конструкция крыши позволяет производить ее сборку, как целиком, так и по секциям.

Перегородка

Внутреннее помещение кузова разделяется перегородкой на пассажирский салон и кабину управления (кроме вагонов 81-714). Перегородка со стороны салона имеет дверь для прохода в кабину. Двойные стенки перегородки справа и слева дверного проема образуют отсеки для размещения оборудования АРС и радиовещания. Отсеки со стороны салона закрываются створками люков, которые навешиваются на петлях.

Внутривагонное оборудование



Рис. Общий вид салона вагона (внутривагонное оборудование)

К внутривагонному оборудованию относятся следующие элементы:

- пол салона
- диваны
- окна
- поручни
- внутренняя обшивка
- освещение
- вентиляция
- двери и дверное подвешивание

Пол салона

На раму кузова укладывается и приваривается к ней электросваркой гофрированный металлический настил, гофрами вдоль вагона. На настил укладываются два слоя асбеста и фанера толщиной 10 мм. Листы фанеры прикрепляют к металлическому настилу самонарезающими винтами. Нижняя поверхность фанеры покрывается антисептической (противогнилостной) пастой. Верхняя поверхность фанеры окрашивается грунтом, и свободная от диванов плоскость покрывается линолеумом на тканевой основе толщиной 4мм. Около шкворневых балок в полу имеются люки для осмотра и ухода за двигателями, редуктором и карданной муфтой. Кроме того, у каждой шкворневой балки в полу имеются отверстия, закрываемые резьбовыми крышками, для доступа к шкворню и масленке пятника. Там же расположены соединительные втулки (коннекторы) проводов силовой цепи, идущих от токоприемников к двигателям.

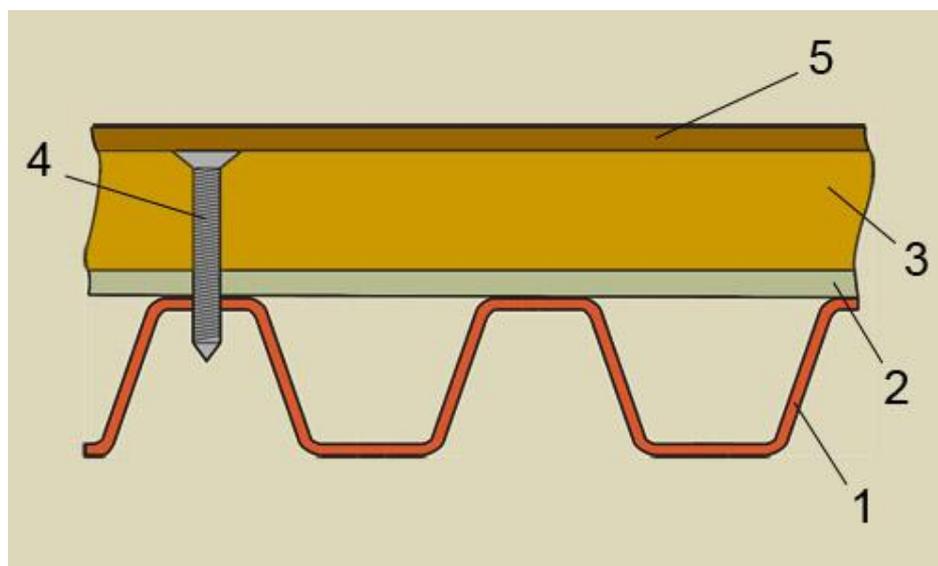


Рис. Пол салона

- 1 - лист гофрированного железа
- 2 - два листа асбеста
- 3 - слой прессованной фанеры
- 4 - винт
- 5 - лист линолеума

Диваны

По обеим сторонам салона в промежутках между раздвижными дверями расположены диваны на шесть сидячих мест, между торцевыми стенками и дверными проемами -

диваны на три сидячих места. Конструкция дивана представляет собой каркас, состоящий из боковин, продольных связей и щитков, закрывающих поддиванное пространство. На задней стенке спинок устанавливаются крючки, которыми спинка навешивается на боковую стенку кузова. Боковины диванов изготовлены из дюралюминиевого сварного каркаса, облицованного пластиком толщиной 3 мм и армированным специальным профилем. Подушки и спинки диванов полумягкие. На деревянную рамку подушек устанавливается фанера толщиной 8 - 10 мм и на нее наклеивается пластина из пенорезины толщиной 20 мм. На деревянную рамку спинки крепится лист дюралюминия толщиной 1,5 мм с последующей наклейкой на него пластины пенорезины толщиной 10 мм. Спинки с помощью крючков навешивают на проушины, укрепленные на боковых стенках кузова. Снаружи сиденья и спинки обшивают искусственной кожей на трикотажной основе. В кабине установлено мягкое кресло для машиниста и откидное сидение.

Диваны и поручни

- кронштейны
- поручни
- спинка
- элементы каркаса
- съемное сиденье

Окна

В пассажирском салоне окна расположены между раздвижными дверями и в торцевой стене; в кабине машиниста - в торцевой и боковой стенах. Окна торцевых стен глухие. Боковые окна пассажирского салона оборудованы форточками с задвигающимися стеклами. Боковое окно в кабине машиниста опускаемое, с пружинным фиксатором. Для облегчения его перемещения по направляющим пазам в оконной пазухе имеется противовес. Для всех окон применено закаленное полированное стекло толщиной 6 мм. Все стекла с помощью специальных резиновых уплотнителей вставляют в оконные проемы, прижимают к буртику наружной обшивки внутренними деревянными или алюминиевыми раскладками и крепят винтами с хромированными головками. Данный тип стекла отличается своей прочностью и прозрачностью. Однако, при сильном ударе превышающим расчетную нагрузку, стекло распадается на мелкие осколки.

Поручни

По всей длине вагона над диванами устанавливают продольные поручни, которые крепят к потолку вагона на фигурных кронштейнах. Поручни изготавливают из стальных хромированных труб диаметром 27 мм, а кронштейны (полированные из алюминиевого сплава) - литьем под давлением. У торцевых стенок салона по обе стороны створчатых дверей установлены вертикальные поручни. Кроме поручней в пассажирском салоне предусмотрены поручни для обслуживающего персонала: на торцах снаружи вагона для облегчения перехода из вагона в вагон; боковые поручни и стремянки для входа в вагон с путей у боковой двери кабины и с противоположной стороны вагона у второй раздвижной двери.

Внутренняя отделка стен и потолка

Потолок и стены салона и кабины управления обшиваются декоративным бумажно-слоистым пластиком толщиной 3 мм. Стыки листов пластика перекрываются

специальными профилями из алюминиевых сплавов. Наддверные люки, где установлены механизмы раздвижных дверей и дверные блокировки, закрываются крышками из бумажно-слоистого пластика толщиной 1,6 мм, армированными алюминиевыми профилями. Крышки люков запираются трехгранным ключом, а для удержания их в открытом положении имеются специальные опорные планки, прикрепленные к верхнему поясу каркаса кузова.

Уход за оборудованием салонов

Проверяют наличие табличек, схем, состояние и крепление диванов, люков в полу вагона и над дверями, вентиляционных решеток, номера вагона, подножек, поручней. Ослабленные крепления подтягивают. Контролируют правильность работы замков, петель и дверного подвешивания. Узлы и детали внутривагонного оборудования смазывают в соответствии с картой смазок.

Освещение

Выполнено ламповым на вагонах типа "Е" и "Еж-3") или люминесцентным (дневного света) - на номерных вагонах. И то, и другое имеет съемные предохранительные колпаки и защитные кожухи.

Вентиляция

На боковых скатах крыши, заподлицо со средней частью, приварены вентиляционные черпаки по тринадцать штук с каждой стороны. Черпаки правой стороны своим зевом направлены в сторону кабины. Черпаки левой стороны - в противоположном направлении. Правая сторона черпаков засасывает воздух в салон, левая - вытягивает воздух.

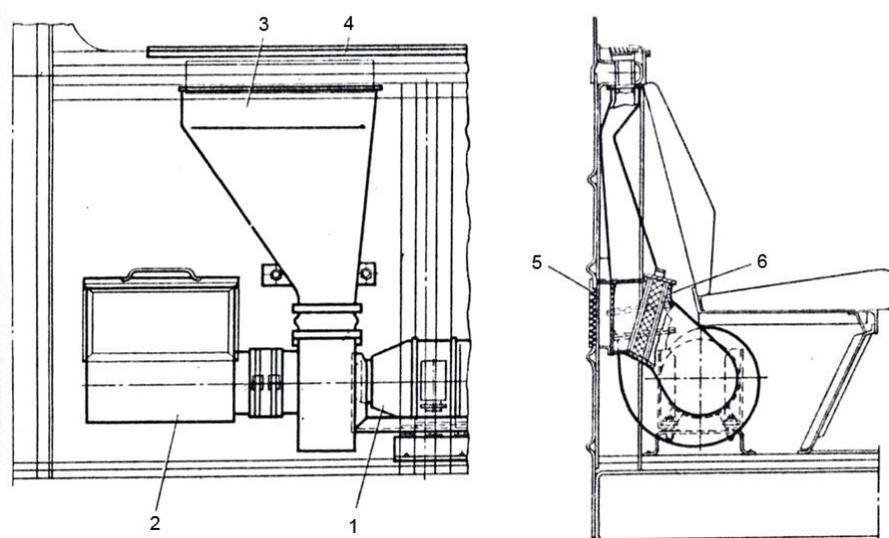
Вентиляция приточно-вытяжная естественная. Недостатком существующей конструкции вентиляции является то, что она работает только во время движения поезда. Внутри черпаков установлено несколько перегородок для создания направленного воздушного потока. При движении поезда в любом направлении встречный поток воздуха через черпаки одного ряда поступает в общий вентиляционный канал, расположенный по всей длине вагона, и равномерно подается в пассажирский салон через решетки, смонтированные на потолке по обе стороны вентиляционного канала. Чтобы усилить вентиляцию, дополнительно открывают окна.

Вентиляция кабины машиниста и салона

Вентиляционный агрегат кабины управления предназначен для подачи в кабину машиниста воздуха при движении поезда и во время его остановок. Вентилятор установлен под кабиной машиниста слева.

Принудительная система вентиляции салона состоит из шести спаренных и

одного одинарного (для вагона модели 81-717.5) или двух одинарных (для вагона модели 81-714.5) вентиляционных агрегатов.



Вентиляционные агрегаты расположены под диванами.

Вентиляционный агрегат салона состоит из электродвигателя, на вал которого насажены роторы вентиляторов. Воздух забирается через всасывающие решетки, расположенные на боковине кузова вагона, фильтрующие элементы, и заборные воздуховоды.

Рис. Устройство принудительной вентиляции салона

Двери и дверное подвешивание

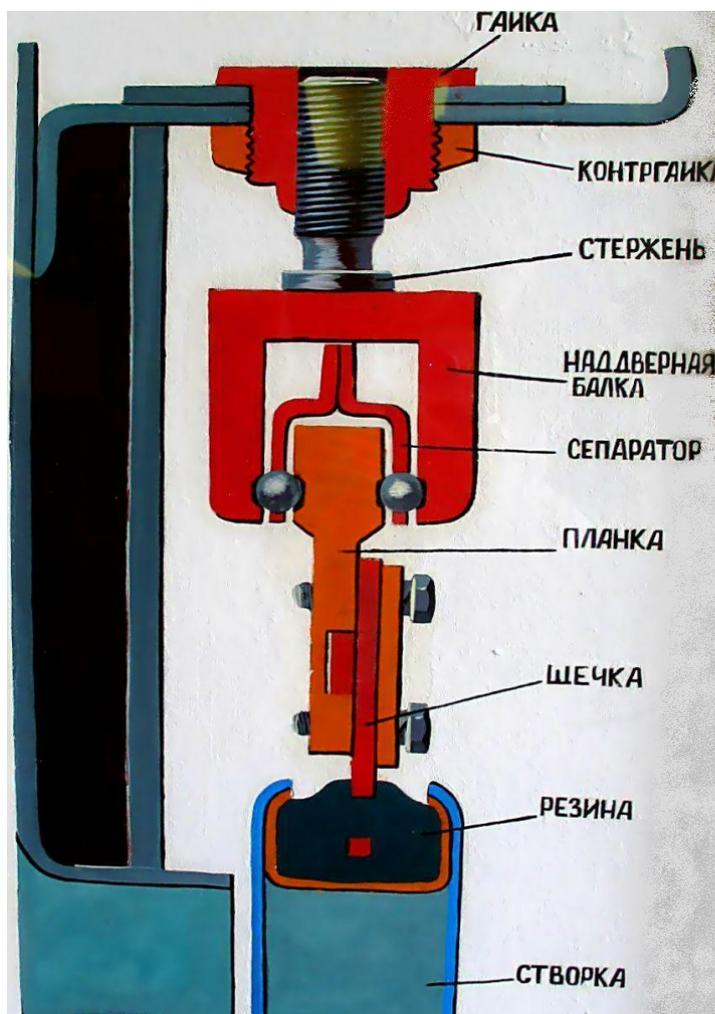
На вагоне применяется два вида дверей - створчатые и раздвижные.

Створчатые двери находятся по торцам кузова вагона и называются торцевыми. Они подвешены к дверным стойкам каркаса кузова при помощи стальных шарнирных петель, которые крепятся к стойкам при помощи болтов. Эти двери оборудованы поворотными ручками и запорными замками, приводимыми в действие трехгранным ключом. Раздвижные двери предусматривают восемь дверных проемов (по четыре с каждой стороны вагона). Ширина каждого без учета дверей - 1380 мм, а с учетом открытых створок - 1208 мм. Конструкция всех дверей - бескаркасная, они изготовлены из листов алюминиевого сплава, между которыми вварены штампованные профили. Сборку штампованных профилей производят на одном из листов створки, затем сверху приваривают второй лист. Двери имеют стекла той же толщины, что и основные салонные. Они также установлены в проемы через резиновые уплотнители. Подвеска раздвижных дверей отличается от подвески створчатых и делится на два вида - с применением шариков и с применением роликов.

Шариковое дверное подвешивание

Раздвижные створки подвешиваются к верхнему обвязочному поясу кузова через специальные арочные или П-образные балки. Закрепление этих балок к верхнему обвязочному поясу производится болтами и специальными гайками с контргайками, с помощью которых можно производить регулировку высоты подвески створок. Подвеска створок к арочной балке осуществляется через два ряда шариков, размещенных в сепараторе. В балке имеются продольные пазы для размещения в них шариков. На шариках перекачивается специальная планка, в которой тоже имеются продольные пазы для шариков. К планке болтами крепится щетка, которая в свою очередь прикреплена к створке болтами. Створки приводятся в действие на закрытие или открытие пневматическим дверным цилиндром, связанным с одной из створок дверного проема. Усилие на вторую створку дверного проема передается от первой при помощи двух втулочно-роликовых цепей. Цепи заведены через звездочки, установленные на арочных

балках. Натяжение цепей регулируется натяжными винтами. В нижней части задвижных створок закреплены направляющие хромированные планки, а на стойках дверного проема установлены обрешеченные ролики. Это сделано с целью уменьшения раскачки створок при открытии и закрытии, а также для их центрирования. В открытом положении створки входят в пазухи простенков вагона, а в закрытом состоянии уплотняются специальными резиновыми уплотнениями замкового типа на передних кромках створок.



Шариковое подвешивание (на один дверной проем) состоит из следующих основных элементов:

- Две наддверные балки П - образного или арочного типа
- Восемь болтов крепления балок (по четыре на каждую) к верхнему обвязочному поясу с гайками, контргайками и шайбами
- Сепаратор с двумя рядами шариков, расположенных горизонтально. Установлен в каждой наддверной балке

Две специальных планки, к каждой из которых при помощи болтов крепятся два кронштейна подвески створки

П - образные балки установлены на вагонах типа "Е", а арочного типа на вагонах типа "Еж-3" и номерных первых выпусков. Наддверная балка изнутри, а планка снаружи имеют продольные пазы для движения по ним шариков при открытии или закрытии створок.

Рис. Шариковое дверное подвешивание

Болты подвески приварены к самой наддверной балке, и при помощи гаек и контргаек болтов можно регулировать высоту подвески балки, а следовательно - высоту подвески створки дверей. Кронштейн крепления (подвески створки дверей соединяется с планкой посредством выступа на кронштейне (щечки), который входит в соответствующее углубление на планке. Болты крепления стягивают друг с другом эти два элемента и на срез (от веса створки) не работают. Каждая створка на своей передней кромке имеет центрирующую уплотнительную накладку (притвор) из резины. У каждого дверного проема снизу имеется с двух сторон четыре направляющих обрешеченных ролика, контактирующих при открытии или закрытии дверей со стальными накладными планками створок, а также нижний направляющий желоб в полу салона. При неисправности дверного проема его можно запереть (при закрытом положении створок), используя язычковый запор, приводимый в действие трехгранкой

Цепной механизм

Открытие и закрытие дверей производится при помощи пневматического дверного цилиндра жестко связанного с одной из створок. Вторая створка связана с первой при помощи цепного механизма), состоящего из следующих элементов:

- Четыре кронштейна соединения створок с цепями. Из них два - без поводков (малые) и два с поводками (большие). Эти кронштейны вместе с четырьмя кронштейнами крепления (подвески) створок соединяются четырьмя стягивающими болтами (на каждый кронштейн) со специальной планкой
- Две втулочно - роликовые цепи
- Две звездочки, установленные на задних торцах П - образных балок или желобов
- Четыре регулировочных винта натяжения цепей

Цепной механизм

- цепи
- кронштейны подвески створок и соединения их с цепями
- звездочки
- натяжные винты цепей
- болты подвески

Работа цепного механизма

При открытии дверей левая створка (она же является правой с внешней стороны) вместе с кронштейнами начинает перемещаться влево. При этом кронштейн через вторую цепь воздействует на кронштейн второй створки, заставляя правую створку начать перемещаться вправо - так же на открытие, а ее кронштейн, перемещаясь вместе с ней вправо, не дает возможности провиснуть первой цепи.

При закрытии дверей левая створка вместе с кронштейнами начинает перемещаться вправо. При этом кронштейн через первую цепь воздействует на кронштейн ведомой створки, заставляя правую створку начать перемещаться влево - также на закрытие, а ее кронштейн, перемещаясь вместе с ней влево, не дает возможности провиснуть второй цепи.

Элементы цепного механизма

- звездочка
- кронштейн крепления звездочки
- шарикоподшипник
- цепь
- большой кронштейн
- натяжной винт цепи
- гайки натяжного винта цепи
- малый кронштейн

Роликовое дверное подвешивание

Применяется на номерных вагонах последних выпусков. Оно представлено (на одну створку) двумя роликами, выполненными на основе шарикоподшипников с пластмассовой окантовкой внешнего кольца подшипника, изготовленной из полиамида. Каждый из двух роликов связан со своей створкой при помощи изогнутого кронштейна и валика ролика.

При открытии или закрытии дверей ролики имеют возможность двигаться по С - образной наддверной балке в виде желоба, которая так же как и П - образная балка (или балка арочного типа) крепится при помощи четырех регулировочных болтов к верхнему обвязочному поясу каркаса кузова.

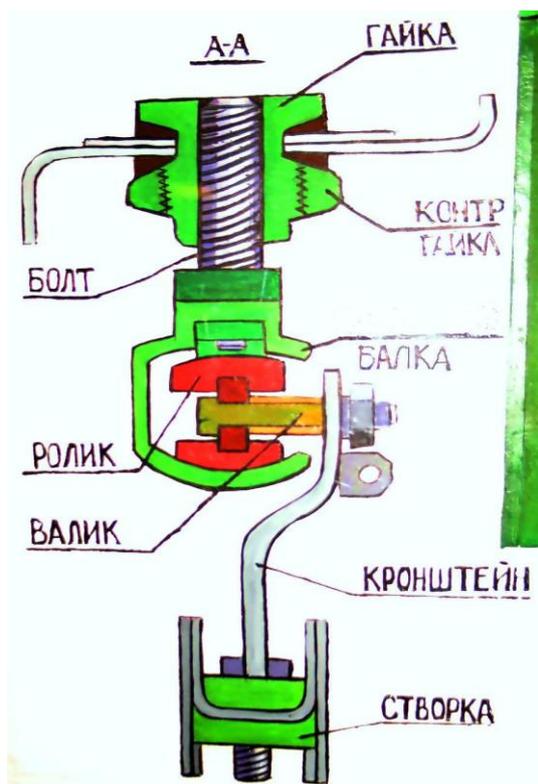


Рис. Роликовое подвешивание

По сравнению с шариковым подвешиванием, использование роликов снизило вероятность заклинивания створок дверей из-за попадания посторонних предметов между подвижными и неподвижными элементами подвески.

Неисправности в работе дверей

- Обрыв цепей. При этом, если оборвется первая цепь - то двери будут работать только на открытие, а если оборвется вторая - то только на закрытие
- Соскакивание цепей со звездочек из-за ослабление натяжных винтов цепей
- Излом валиков звездочек
- Разрушение поводков больших цепных кронштейнов
- Обрыв натяжных винтов цепей
- Обрыв болтов подвески
- Выпадение шариков из сепаратора (в

каждом ряду сепаратора установлено 14 шариков)

- Попадание посторонних предметов
- Перекос или заклинивание створок по любым причинам, в том числе - и выше описанным

Тележка вагона и её элементы

Каждый вагон имеет две двухосные моторные поворотные тележки.

Тележка является ходовой частью и предназначена для передачи вертикальных нагрузок от кузова с пассажирами на путь, и передачи вертикальных нагрузок на кузов вагона. Тележка направляет вагон по рельсовому пути, формирует и реализует силы тяги и торможения.

Тележки расположены по концам вагона на одинаковом расстоянии от его центра и не связаны одна с другой. Расстояние между центрами двух осей колесных пар называется базой тележки и составляет 2100 мм. От базы тележки и длины кузова зависит минимальный радиус рельсового пути, в который может вписаться вагон. Расстояние между поперечными осями тележек называется базой вагона. Она равна 12600 мм.

На каждом вагоне установлены тележки с двойным подрессориванием, то есть с двойным рессорным подвешиванием - центральным и надбуксовым.

Вес тележки в сборе - 7500 кг.

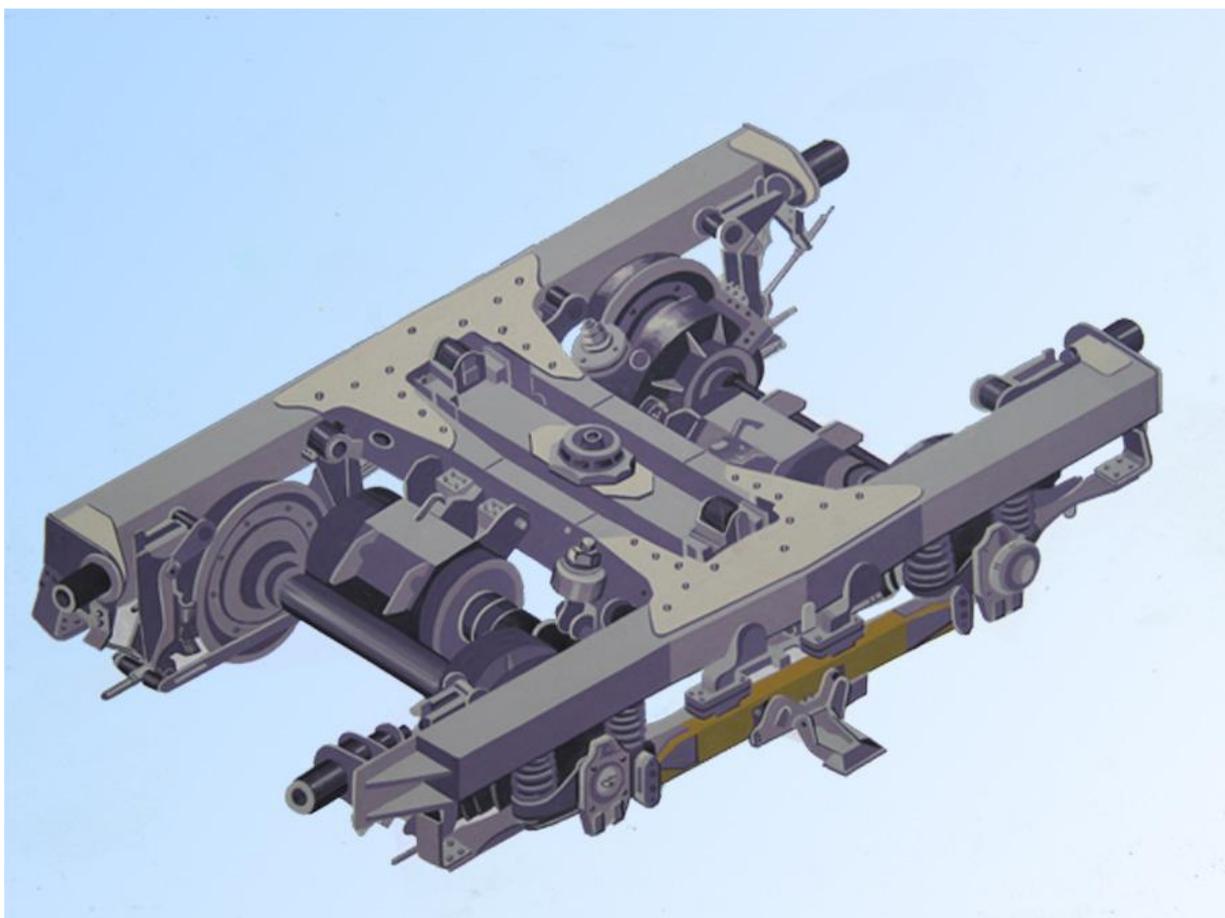


Рис. Тележка в сборе

- рама
- центральное подвешивание в комплекте с центральной балкой и двумя гидrogасителями
- надбуксовое подвешивание
- две колесные пары в комплекте с тяговыми редукторами и буксами, а также с узлами подвески редукторов к раме
- два тяговых двигателя с узлами их подвески к раме
- две карданные муфты
- тормозное оборудование с тормозными цилиндрами и узлами подвески
- брус токоприёмника
- буксы колесных пар
- башмак токоприемника
- пятниковое устройство

Каждая тележка - поворотная, шарнирно соединяется с кузовом вагона с помощью пятниковой опоры, вокруг которой она может поворачиваться в горизонтальной плоскости. При этом оси колесных пар будут устанавливаться по радиусу кривой поворота, что уменьшает угол набегания колес на рельсы и, следовательно, износ колеса и головки рельса. Все тележки делятся в соответствии с конструкцией их рам на поводковые и шпинтонные. При изготовлении тележки ей присваивается номер, который наносится при помощи электрической сварки на кронштейн правого тормозного цилиндра соседнего с блок-тормозом и на противоположных кронштейнах по диагонали, а также заводится техпаспорт, в котором указывается: завод - изготовитель тележки, дата изготовления, заводской номер тележки, основные технические данные и конструктивные изменения.

Составные элементы тележки

На первой тележке головного вагона дополнительно установлены : два рельсосмазывателя - РСЧ, две или четыре приёмных катушки системы АРС, а также срывной клапан. На вагонах типа "Е", эксплуатирующихся без системы АРС, вместо рельсосмазывателей возможна установка гребнесмазывателей.

Рельсосмазыватель

- кронштейн крепления
- пробка с цепочкой
- бак
- краник
- ручка краника
- войлочный фитиль

Кронштейн крепления и приемная катушка АРС

- кронштейн крепления
- приемная катушка
- продольная балка рамы тележки
- тормозной цилиндр

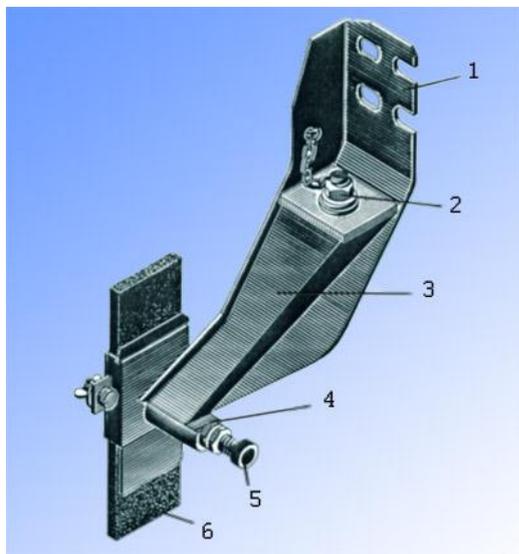


Рис. Рельсосмазыватель

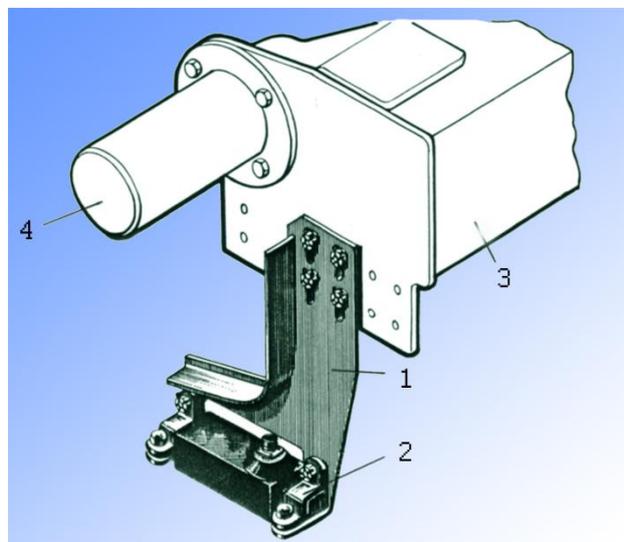
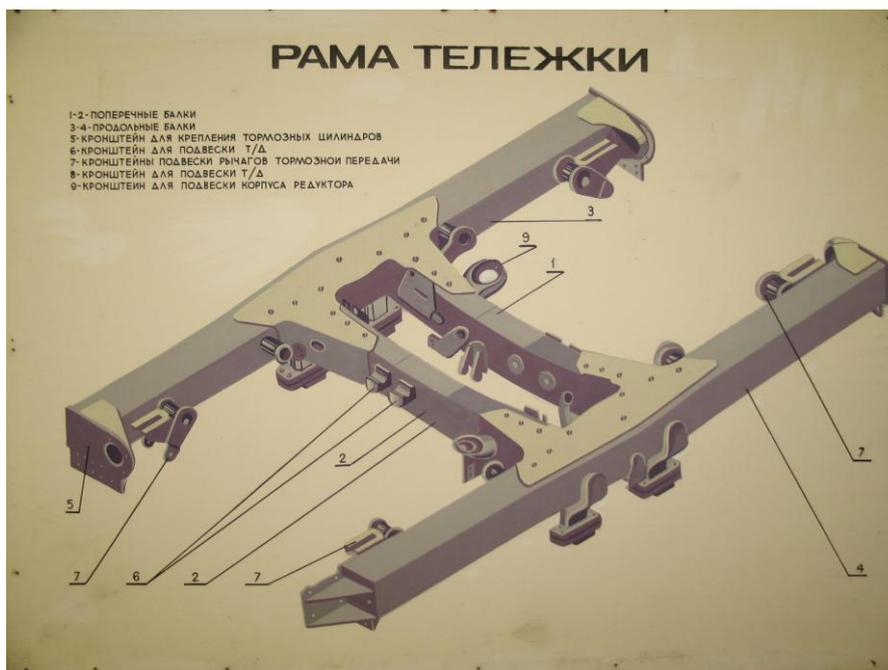


Рис. Приемная катушка АРС

Рама тележки



Рама воспринимает вес кузова с пассажирами и равномерно распределяет его между колесными парами. Рама воспринимает также тяговые и тормозные усилия от колесных пар и передает их кузову. Кроме того, на раму действуют дополнительные нагрузки, обусловленные неровностями рельсового пути, извилистым движением колесных пар, центробежной силой, возникающей в кривых участках пути, и др. Также, рама является связующим звеном между центральным и надбуксовым подвешиванием. Действующие на

раму силы вызывают растяжение и изгиб ее элементов в вертикальной и горизонтальной плоскостях, а также их кручение, поэтому конструкция рамы должна обладать достаточной прочностью. Рама тележки цельносварная, что позволило значительно снизить ее массу без снижения прочности. Она выполнена из двух продольных и двух поперечных балок, сваренных встык в виде буквы Н. Места стыковки перекрывают штампованными косынками толщиной 6 мм для повышения прочности рамы и создания плавного перехода сечений. Косынки приваривают по всему контуру и дополнительно над продольными балками для предотвращения отставания их от балок. Балки рамы - полые, коробового сечения. Они состоят из двух половин (швеллеров), выполненных штамповкой из листовой стали 20 толщиной 10 мм и сваренных друг с другом продольными швами встык.

В вертикальных стенках продольных балок имеются сквозные отверстия, в которые вставляют литые кронштейны для подвески рычагов тормозной передачи, привариваемые с обеих сторон балки. Снизу продольных балок в средней части приваривают стальные литые кронштейны с косыми зубьями, к которым прикрепляют упругие поводки, связывающие раму тележки с колесными парами вагона. В продольные балки над буксами вваривают втулки под предохранительные штыри букс, которые необходимы в случае излома поводков и потери связи колесной пары с рамой тележки. По торцам продольных балок приварены листовые кронштейны для крепления тормозных цилиндров и крепления блок-тормоза, а также гребенчатые накладки для крепления концевых изогнутых компенсационных поводков. Поводки служат для связи колесной пары с рамой тележки. Каждая букса связана с рамой двумя прямыми и одним изогнутым поводками. Всего на вагоне 24 поводка (16 прямых и 8 изогнутых). Кроме того на каждой продольной балке, в районе расположения центрального подвешивания, имеются проушины для крепления гидравлического гасителя колебаний.

На поперечных балках приварены кронштейны подвески тяговых двигателей, кронштейны крепления реактивной тяги, кронштейн подвески редуктора и кронштейн крепления комплексного предохранения подвески редуктора. Со стороны установки бруса центрального подвешивания, для ограничения его продольных перемещений, на поперечных балках приварены плоские скользуны. По концам поперечных балок вварены опорные гнезда со сменными втулками под валики серег центрального подвешивания. В нижних стенках балок под опорными гнездами вырезаны окна для прохода подвесных серег центрального подвешивания. Окна армированы по всему периметру специальными коробочками. Кронштейн для подвешивания корпуса редуктора цельнокованый, с проушиной и стержневой частью. Стержень кронштейна проходит сквозь отверстия в обеих вертикальных стенках поперечной балки и обваривается. Для подвешивания тяговых двигателей на каждой поперечной балке имеется два и три кронштейна. Кронштейн комплексного предохранения изготовлен из листовой стали толщиной 10 мм. На нем имеется гребенчатая насечка и три овальных отверстия под болты для фиксации вилки комплексного предохранителя на необходимом уровне.

Уход за рамой тележки.

Рамы тележек осматривают особенно тщательно. Убеждаются в отсутствии трещин. Особое внимание обращают на узлы сочленения поперечных балок с продольными, места приварки кронштейнов, на которых подвешивают тяговые двигатели, редукторы, тормозные подвески. Осматривают также кронштейны для крепления тормозных цилиндров и буксовых поводков. Обнаруженные трещины обрабатывают и заваривают. После заделки трещины проводят магнитную и при необходимости ультразвуковую дефектоскопию.

Рессорное подвешивание

Рессорное подвешивание - это упругое устройство, которое служит для смягчения и частичного гашения колебаний, вызываемых неровностями пути, для обеспечения плавного хода вагона и возвращения кузова в нормальное положение после прохода кривого участка пути. В качестве рессор применяют цилиндрические пружины, изготовленные путем завивки стального прута. На вагонах метрополитена используется двойное рессорное подвешивание: буксовое и центральное.

Надбуксовое подвешивание

Надбуксовое подвешивание служит для подрессоривания рамы тележки относительно колесных пар и пути. В качестве рессор в надбуксовом подвешивании применены витые пружины. Термин "подрессоривание" означает передачу вертикальных нагрузок с амортизацией соответствующими пружинами. По конструкции узла соединения буксы колесной пары с продольной балкой рамы тележки надбуксовое подвешивание делится на два вида: поводковое и шпинтонное.

Поводковый узел

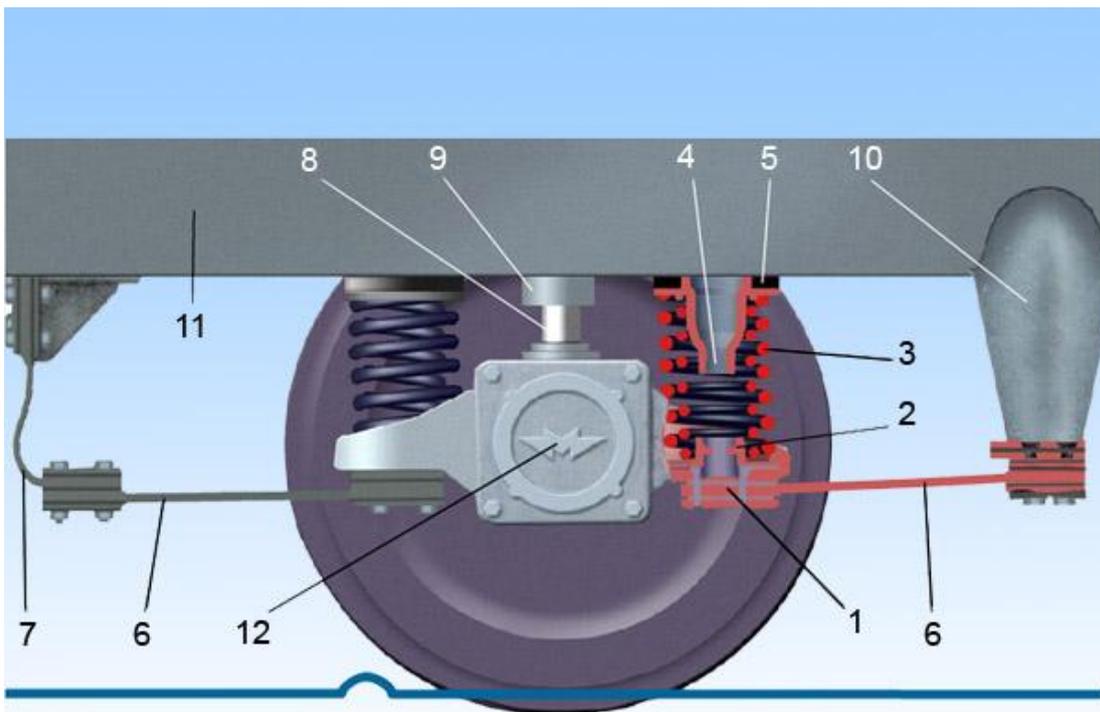


Рис. Общий вид поводкового буксового подвешивания

1. Крыло буксы
2. Нижняя опора пружин

3. Пружины
4. Верхняя опора пружин
5. Резиновая прокладка
6. Прямые поводки
7. Компенсационный поводок
8. Предохранительный штырь
9. Втулка предохранительного штыря
10. Кронштейн крепления поводка «Тумба»
11. Продольная балка рамы тележки

Подвешивание выполнено следующим образом: к буксам прилиты специальные выступы в виде крыльев, которые являются гнездами для пружин. На каждое крыло укладывают нижнюю опору, у которой имеется выступ для центрирования пружин.

На опору устанавливается комплект из двух пружин, вставленных одна в другую. Пружины имеют различное сечение витков и навиты в противоположные стороны. Сверху на пружины установлена верхняя опора и резиновая шайба-прокладка толщиной 33 мм.

Верхняя опора, также как и нижняя, имеют центрирующий выступ. Крыло буксы и опоры имеют сквозные отверстия, а конец отверстия в выступе верхней опоры имеет резьбу, куда может быть ввернут монтажный болт. Стянув с помощью болта пружины, можно произвести их смену без подъема вагона (нужно только поставить клин между рамой тележки и буксой).

Комплект пружин

- резиновое кольцо
- компенсирующая прокладка
- верхняя опора
- внутренняя пружина
- внешняя пружина
- нижняя опора

Тяговые и тормозные усилия от корпуса буксы на раму тележки передаются через плоские пружинные поводки. Каждую колесную пару соединяют с рамой тележки тремя поводками: двумя прямыми и одним изогнутым. Прямые поводки - это полосы шириной 110 мм по концам и 70 мм в средней части и толщиной в середине 7 мм, а по концам 14 мм. Изогнутый поводок, имеющий прямое же сечение, является компенсирующим при опускании рамы тележки под нагрузкой.

Такое соединение колесной пары с рамой тележки обеспечивает свободное перемещение рамы в вертикальной плоскости за счет упругой деформации поводков, ограниченное перемещение колесной пары (разбег) поперек пути пропорционально горизонтальной нагрузке и отсутствие перемещения вдоль пути.

Поводки и их крепление

- детали крепления
- поводок короткий (изогнутый)
- поводок основной (прямой)
- дополнительная прокладка крепления изогнутого поводка
- дополнительные прокладки крепления прямых поводков

Поводки работают в крайне тяжелых условиях: так, при тяге или торможении одни поводки растягиваются, а другие работают на продольное сжатие с изгибом и, наоборот, при просадке рамы тележки они изгибаются в вертикальной плоскости. Возможны случаи, когда несколько нагрузок действуют одновременно. Наверху к корпусу буксы приварен штырь, который служит предохранителем на случай излома поводков и потери связи колесной пары с рамой тележки. Штырь входит внутрь втулки, вваренной в продольную балку рамы тележки. Между втулкой рамы и предохранительным штырем имеется радиальный зазор. При поломке пружин рама тележки торцами втулок оползет на площадку штыря. Соединение поводков друг с другом, с крыльями буксы и тумбой осуществляется при помощи нарезанных гребенок, а также четырех стягивающих болтов (на одно соединение); Компенсирующие прокладки необходимы для обеспечения оптимального зазора между буксой и рамой тележки в пределах 55 - 67 мм с целью снижения статических нагрузок на поводки, возникающие при перегрузке вагона в часы "пик" и чрезмерного опускания рамы тележки относительно колесных пар; Пружины надбуксового подвешивания (также как и центрального) выполнены двухрядными (одна в одной) и с разной навивкой. Внутренняя пружина - левой (9 витков), а внешняя - правой (5,6 витков). При этом разница по высоте двух пружин в свободном (ненагруженном) состоянии не должна превышать - 2 мм.

Поводки

Предназначены для связи колесной пары с рамой тележки в горизонтальной плоскости, то есть именно через поводки происходит передача тяговых и тормозных усилий от колесных пар на раму. Каждую буксу колесной пары соединяют через кронштейны с продольной балкой рамы тележки три упругих поводка, изготовленных из рессорной стали. Причем два из них – основные (прямые или горизонтальные), а третий – короткий (изогнутый или вертикальный). Прямой поводок имеет вид полосы переменного сечения и различной толщины. Данная конструкция поводка увеличивает его гибкость и способствует более равномерному распределению всех нагрузок, которые он испытывает при своей работе.

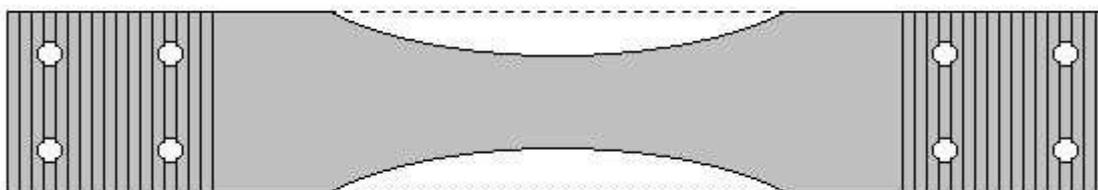


Рис. Прямой поводок

Прямые поводки испытывают все виды возможных нагрузок: на растяжение, сжатие, изгибы в вертикальной и горизонтальной плоскостях, а также их совмещение друг с другом (скручивание). Причем самым нагруженным является тот поводок, который жестко соединяет буксу с тумбой (внутренний), а другой поводок (крайний) работает в более благоприятных условиях, так как соединяется с изогнутым поводком. Для увеличения усталостной прочности поводков при их изготовлении проводят дробеструйный наклеп наружной поверхности, а для выявления скрытых трещин поводки подвергают магнитной дефектоскопии. Дробеструйный наклеп представляет собой пневматическую пушку, которая под большим давлением сжатого воздуха выстреливает струей мелких чугунных шариков в виде дроби;

Изогнутый поводок, соединяющий крайний с рамой тележки, работает в самых благоприятных условиях в основном только на изгиб в горизонтальной плоскости. Он необходим для компенсации натяжения прямых поводков при ходе рамы тележки вниз или вверх при изменении загрузки вагона и поэтому называется компенсационным. Именно при средней загрузке прямые поводки занимают строго горизонтальное положение. Данный поводок имеет вид изогнутой полосы шириной по всей длине – 110 мм и толщиной в средней части – 8 мм, а по концам (где гребенки) – 14 мм. На случай обрыва любого из поводков и для исключения выкатывания колесной пары из-под тележки предусмотрена простая защита в виде предохранительного штыря, приваренного в верхней части корпуса буксы. Его длина – 180 мм, диаметр – 58 мм, а диаметр втулки, которая вварена в продольную балку рамы тележки и в которую входит штырь – 70 мм. При этом радиальный зазор между ней и штырем должен быть в пределах – 6 мм; Изгиб (упругая деформация) поводков в горизонтальной (поперечной) плоскости может достигать до 2 мм. При порожнем вагоне прямые поводки своими концами должны быть на 12-18 мм выше горизонтальной плоскости.

Общее количество поводков на один вагон – 24 шт. Из них 16 прямых и 8 изогнутых.

Работа поводкового узла.

1. Передача вертикальной нагрузки:

- продольная балка рамы тележки
- резиновые кольца
- компенсирующие прокладки
- верхние опоры пружин
- комплекты пружин
- нижние опоры пружин
- крылья буксы
- корпус буксы

2. Передача горизонтальной нагрузки:

- корпус буксы
- крылья буксы
- поводки (через дополнительные накладки: вагон “Е”)
- кронштейны на продольной балке
- продольная балка рамы тележки

Болты, соединяющие поводки, друг с другом, с крыльями буксы, а также с кронштейнами продольной балки в передаче тяговых и тормозных усилий участия не принимают (на срез не работают), так как их задача сводится к одному – более плотному (и с меньшим перекосом) прилеганию мест соединений элементов друг к другу. В данном случае вся тяжесть по передаче горизонтальных нагрузок возлагается на зацепление зубьев совмещенных друг с другом гребенок.

Неисправности поводкового узла.

- Полное разрушение (обрыв) поводков
- Появление трещин в местах соединения элементов друг с другом (гребенках), так как они ослаблены отверстиями под болты
- Появление трещин на кронштейнах (см. раздел ‘Рама тележки’)

Шпинтонное подвешивание вагонов 81-717

Является более прогрессивным видом надбуксового подвешивания. Здесь нет поводков, а роль передающего элемента тяговых и тормозных нагрузок отводится (на одно колесо) двум шпинтонным узлам. Шпинтон представляет собой круглый стальной стержень. В верхней части (там, где он запрессован во втулку) шпинтон имеет переменное сечение (как и сама втулка), а в нижней (рабочей) части у шпинтона постоянное сечение диаметром 50 мм. В динамике движения рама тележки совершает колебательные движения относительно колесных пар, что соответствует возвратно-поступательным перемещениям шпинтона относительно пластмассовой втулки.

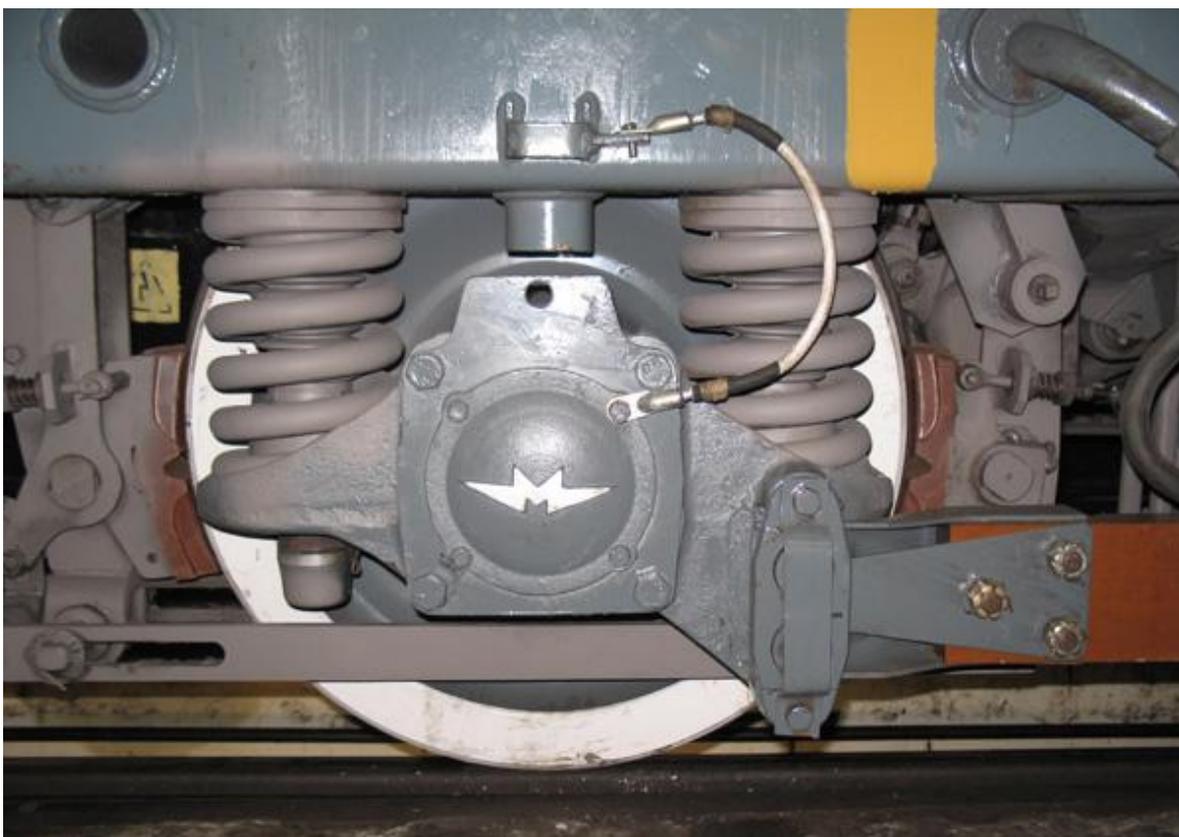
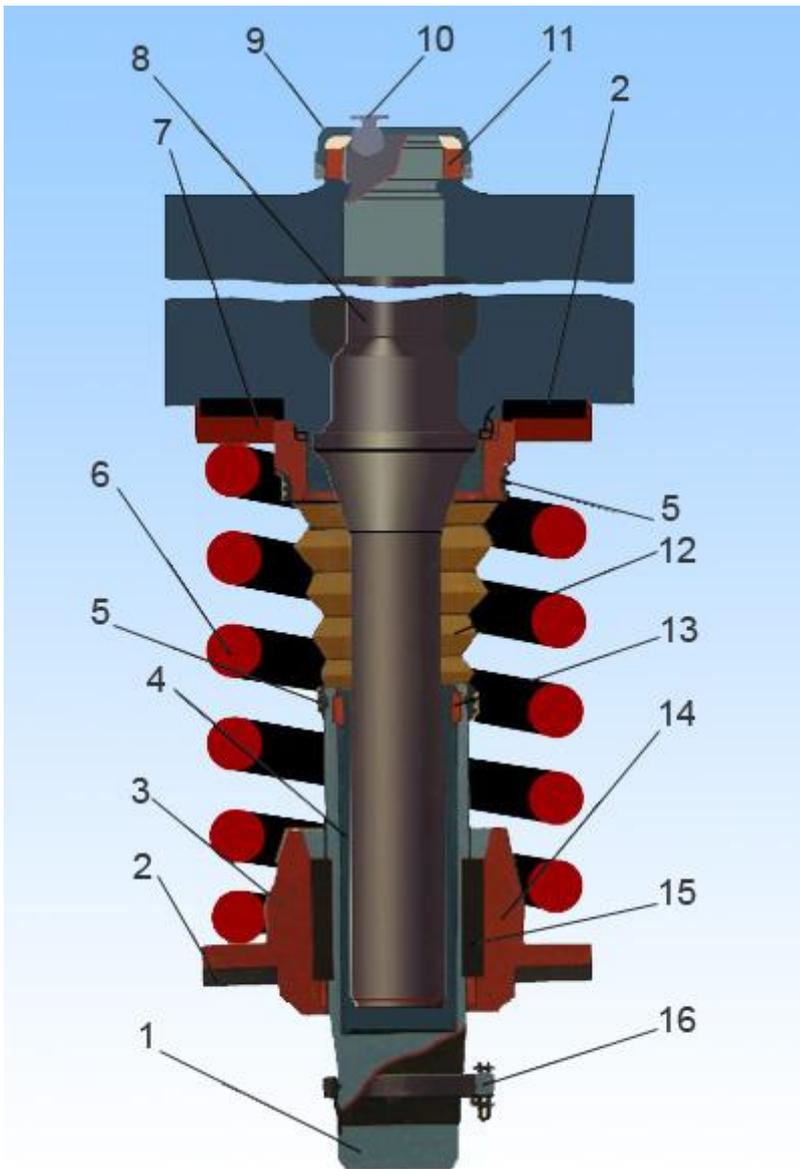


Рис. Общий вид шпинтонного подвешивания



1. Защитный колпак
2. Резиновая прокладка
3. Нижняя опора пружины
4. Пластмассовая втулка
5. Крепежная проволока
6. Пружина
7. Верхняя направляющая опора
8. Шпинтон
9. Стопорная планка
10. Винт
11. Фиксирующая гайка
12. Защитный кожух
13. Гайка
14. Нижняя опора пружины
15. Резиновая втулка
16. Стяжной хомут

Для защиты трущихся поверхностей (внешней – шпинтона и внутренней – пластмассовой втулки) от попадания абразивных частиц применяются защитный чехол и защитный колпак

Рис. Шпинтонный узел

Работа шпинтонного узла.

1. Передача вертикальной нагрузки:

- продольная балка рамы тележки
- запрессовочная втулка
- резиновое кольцо
- верхняя опора пружины
- пружина
- нижняя опора пружины
- резиновое кольцо
- крыло буксы
- букса (корпус буксы)

2. Передача горизонтальных усилий

- корпус буксы
- крыло буксы
- нижняя опора пружины
- резиновая втулка
- стакан
- пластмассовая втулка
- шпинтон
- запрессовочная втулка
- продольная балка рамы тележки

Неисправности узла - появление трещин в продольных балках рамы тележки.

Демонтаж шпинтонного узла

При демонтаже тележки вагона после снятия тяговых двигателей и другого оборудования производят подъем рамы тележки при помощи кран-балки - то есть отделение рамы от колесных пар.

Для того, чтобы снять с крыльев букс все шпинтонные узлы в сборе в нижнем конце каждого шпинтона по центру имеется технологическое резьбовое отверстие, в которое вворачивается демонтажный болт, имеющий снизу упорную шайбу. Этой шайбой при подъеме рамы тележки вместе со шпинтоном болт упрется в стакан и вместе с пластмассовой втулкой и другими элементами весь шпинтонный узел отделяется от крыла буксы.

После установки рамы на тумбы идет разборка шпинтонных узлов после снятия демонтажных болтов. Все вышеизложенное возможно только после ослабления хомута и снятия защитного колпака со стакана, так как колпак ограничивает подход снизу к самому шпинтону.

Центральное подвешивание

Предназначено для подрессоривания кузова вагона относительно рамы тележки. Передачи вертикальной нагрузки, тяговых и тормозных усилий.

Кузов опирается на две тележки через пятниковые устройства, расположенные на центральных балках.

Центральная балка (брус) устанавливается в проеме между поперечными балками рамы тележки. На центральной балке, через резинометаллический амортизатор, установлен подпятник. По краям балки установлены роликовые или плоские скользуны для ограничения раскачивания кузова.

Плоские скользуны ограничивают перемещение бруса между поперечными балками.

Пятниковая опора состоит из пятника, подпятника с резинометаллическим амортизатором, шкворня с чекой и пружиной. Пятник изготовлен из стального литья и представляет собой часть выпуклой сферы с фланцем для крепления к шкворневой балке рамы кузова

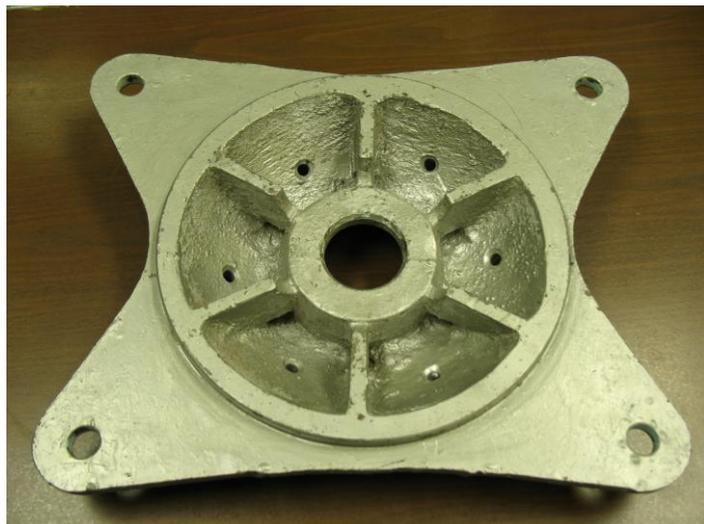


Фото. Пятник



Фото. Подпятник

Подпятник также представляет собой часть сферы, только вогнутой (в виде чаши). В середине сферы в нижней части подпятника имеется центрирующий выступ, который входит в отверстие резинового амортизатора, размещенного в специальном гнезде центральной балки.

Резиновый амортизатор подпятника представляет собой резиновую шайбу, армированную с обеих сторон для предохранения от изнашивания стальными листами. Толщина амортизатора 36 - 30 мм. Сфера пятника пустотелая, усиленная шестью ребрами жесткости. В пустотелую часть заливается жидкая смазка, для поступления которой в подпятник, в пятнике имеется шесть отверстий. Для удержания смазки рабочая поверхность подпятника имеет кольцевые и радиальные канавки.

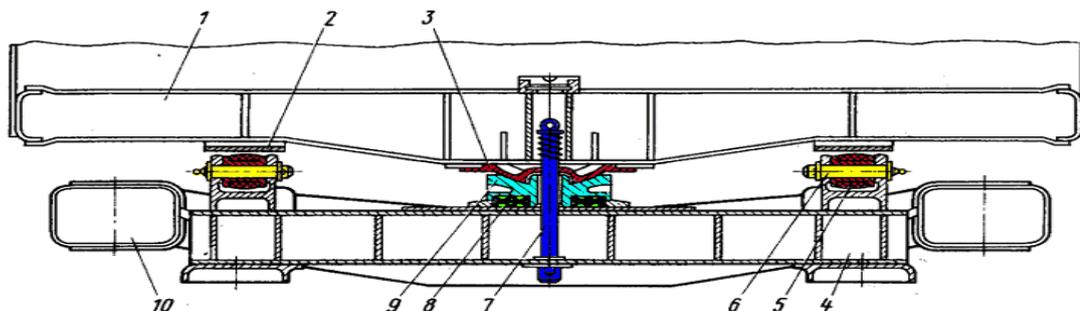


Рис. Схема соединения кузова с тележкой

1. Шкворневая балка
2. Накладка
3. Пятник
4. Центральная балка
5. Роликовый скользун
6. Валик скользуна
7. Предохранительный шкворень
8. Резино-металлический амортизатор
9. Подпятник
10. Продольные балки рамы тележки

Внешний вид центрального подвешивания

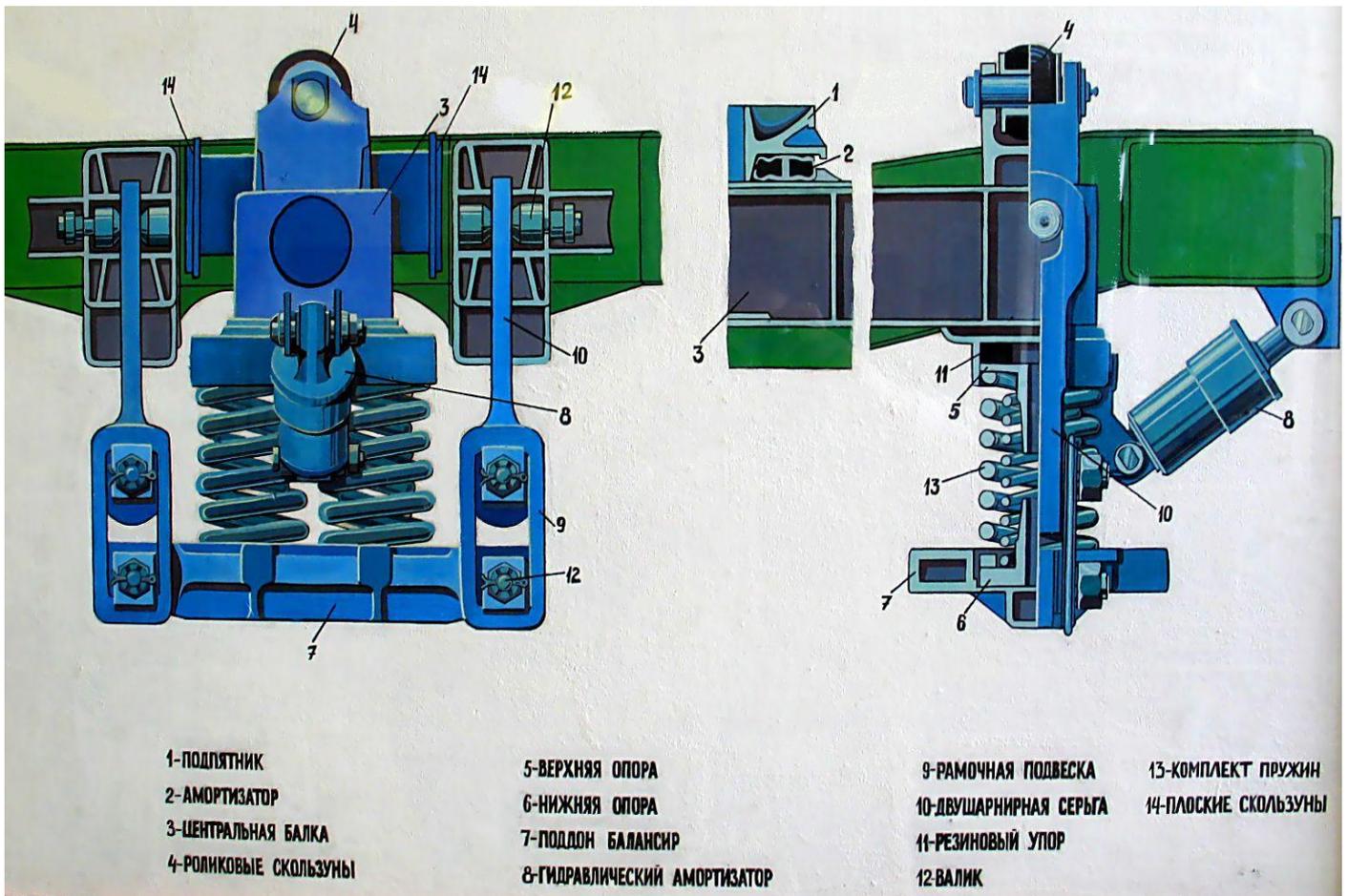


Рис. Центральное подвешивание. Общий вид.

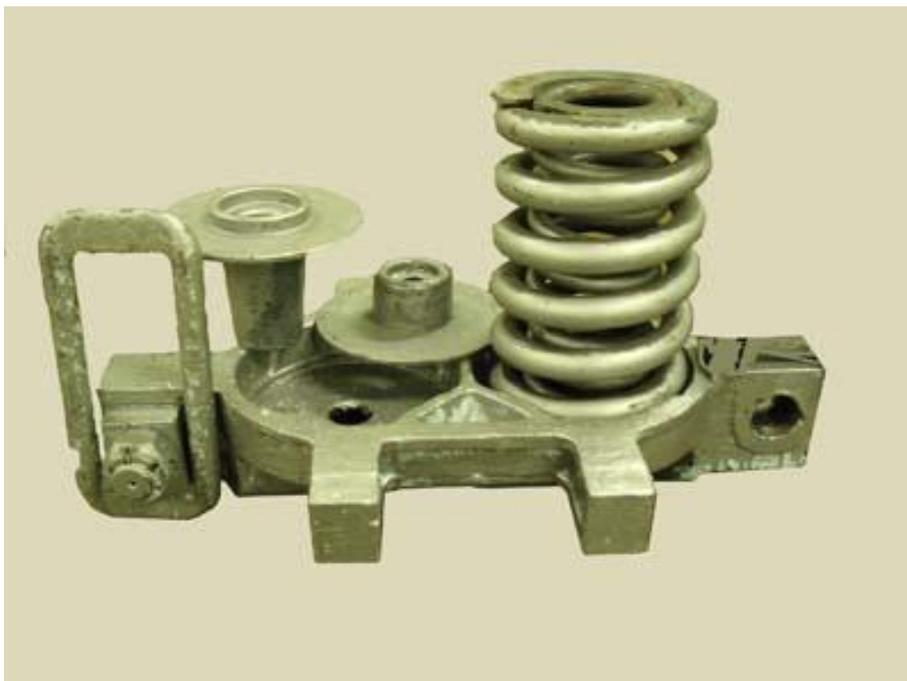
Два гидрогасителя шарнирно связывают центральную балку с рамой тележки;

пружины подвешивания - двухрядные, то есть одна пружина меньшего диаметра (внутренняя) находится внутри пружины большего диаметра (внешней). Зазор между витками должен быть 3-5 мм. При этом внутренняя пружина является направляющей для внешней.

Центральная балка и ее элементы

- литые опоры для роликовых скользунов
- центрирующая накладка
- плоские скользуны
- кронштейн гидрогасителя
- опоры с круглыми гнездами для пружин

Центральная балка опирается на четыре комплекта пружин, установленных в цилиндрических выемках(2) поддонов. Между балкой и пружинами устанавливаются резиновые прокладки и верхние опоры пружин.



По концам поддона имеются две массивные проушины с отверстиями под комбинированные валики поддона. На боковых плоскостях поддона прилито по два выступа(4), которыми в случае обрыва подвесок поддон ляжет на две предохранительные скобы. Скобы крепятся к специальным

Рис. Элементы центрального подвешивания

кронштейнам, закрепленным на поперечной балке рамы тележки. Применение цилиндрических пружин в центральном подвешивании улучшает динамику вагона, но имеет тот недостаток, что пружины плохо самоуспокаиваются. Для гашения вертикальных и горизонтальных колебаний кузова в центральном подвешивании установлено два гидравлических гасителя колебаний, размещенных между центральной балкой и продольной балкой рамы тележки под углом 35° к горизонту.

Составные элементы подвески

- четыре валика серег в поперечных балках
- восемь рамок, соединяющих нижние и средние шарниры
- четыре двухшарнирные серьги
- два поддона, в гнезда которых установлены комплекты пружин
- четыре комплекта двухрядных цилиндрических пружин с верхними и нижними опорами и резиновыми кольцами над верхними
- роликовые или плоские скользуны
- два гидrogасителя
- восемь валиков в нижних и средних шарнирах подвески
- центральная балка

Подвеска состоит из четырех серег, висящих на седлообразных валиках, установленных по краям поперечных балок рамы тележки. Поддоны подвешиваются к серьгам через установленные в них комбинированные валики с помощью четырех рамочных подвесок. Пружины с разной навивкой: внутренняя - левой (8,5 витков), а внешняя - правой (5,5 витков). Это сделано для того, чтобы витки одной пружины не попадали между витками другой при их совместной работе (особенно при изломе одной из них), а также для уменьшения разворачивающих моментов на верхней и нижней опорах пружин.

Цилиндричность пружин обусловлена их разрезом, который представляет собой цилиндр (в отличие, допустим, от конических пружин, разрез которых является конусом).

Применение резиновых колец связано с тем, что резина является хорошим поглотителем высокочастотных колебаний (вибрации). Серьги - двухшарнирные, то есть имеют возможность совершать колебательные движения (качаться) на своих верхних валиках серег без сопротивления в двух взаимно перпендикулярных плоскостях - как вдоль пути, так и поперек пути. Это возможно из-за валика серьги, который имеет седловидную форму, а также из-за верхнего отверстия серьги (с меньшим радиусом), которое полностью соответствует профилю седла валика. Наклон серег необходим для обеспечения возврата поддона в нейтральное положение при раскачке подвески поперек пути.

Наибольший угол отклонения от вертикали всей конструкции составляет (при любых эволюциях вагона) - 4° , что соответствует перемещению центральной балки в каждую сторону поперек пути - 25 мм. Учитывая, что зазор между торцами (с каждой стороны) центральной балки и продольными балками рамы тележки в состоянии покоя составляет - 40 мм, можно сделать вывод, что при любых эволюциях вагона исключаются какие-либо ударные контакты центральной балки с продольными.

Раскачка вдоль пути ограничивается зазорами между плоскими скользящими на поперечных балках рамы тележки и плоскими скользящими на центральной. Валик для нижнего или среднего шарнира подвески имеет с одного конца головку в виде опоры под рамку, а с другого - резьбовую часть, на которую в начале устанавливается шайба-опора, идентична головке, а затем уже накручивается гайка. Все валики центрального подвешивания имеют каналы для прохода смазки к трущимся поверхностям, а также пресс-масленки для ее добавления (смазка - графитная, на основе графитного порошка). В настоящее время происходит замена роликовых скользящих на центральной балке плоскими (чечевицеобразными). Это связано с быстрым старением обрешеченной части ролика и выходом его из строя, а также трудоемкостью процесса замены неисправного роликового скользящего новым без выкатки тележки из-под вагона. На случай обрыва серег или рамок, а также излома валиков у центрального подвешивания имеется предохранение в виде четырех П-образных скоб, которые крепятся болтами к соответствующим кронштейнам на поперечных балках рамы тележки. Эти скобы проходят под предохранительными выступами поддонов с обеих сторон, и в случае указанных дефектов подвески поддон не упадет на путь (вместе с пружинами и частью подвешивания), а ляжет своими выступами на эти скобы. При этом расстояние между выступами поддона и деревянной накладкой на П-образной скобе должен быть в пределах 20 ± 5 мм. Последняя крепится к скобе двумя хомутами и применяется для быстрого обнаружения и оперативного вмешательства при наличии дефектов в подвеске, так как даже при мимолетном контакте выступов поддона с деревянной накладкой на ней остаются соответствующие вмятины, которые легко обнаруживаются ремонтным персоналом. Болты крепления П-образной скобы на срез не работают, так как в верхней части по концам она имеет завороты (запечники), которыми скоба опирается на выемки кронштейнов крепления.

Центральная балка тележки

Центральная балка (центральный брус) располагается в центральном проеме и передает весовую нагрузку от кузова вагона с пассажирами на пружины центрального подвешивания и далее на поддоны. Центральным проемом называется внутренний проем между двумя поперечными балками рамы тележки. Центральная балка сварной конструкции, коробчатого сечения, изготовлена из стального листа толщиной 10 мм и приваренных к ней литых деталей. Имеет четыре полки - две боковые, верхнюю и нижнюю. На верхней полке по концам приварены литые опоры для роликовых или плоских скользящих, а по центру - центрирующая накладка с круглым гнездом для

установки в него резино-металлического амортизатора, на который сверху укладывается подпятник. К нижней полке привариваются два прилива с круглыми гнездами для опоры балки на комплекты пружин, а по торцам - два кронштейна для крепления гидrogасителей. На боковых полках с двух сторон приварены четыре плоских скользуна, которые ориентируют балку в центральном проеме и служат для передачи тяговых и тормозных усилий. Через центр верхней и нижней полок проходит сквозное отверстие под предохранительный шкворень.

Работа центрального подвешивания

Работа центрального подвешивания

1. Передача вертикальной (весовой) нагрузки:

- центральная балка
- резиновые кольца
- верхние опоры пружин
- комплекты пружин
- нижние опоры пружин
- поддоны
- валики нижних шарниров
- рамки
- валики средних шарниров
- серьги
- валики серег
- поперечные балки
- продольные балки рамы тележки

Передача динамических ударных усилий, возникающих при движении вагона от контакта колес с ходовыми рельсами (допустим - проезд стрелочного перевода) происходит по тем же самым элементам подвешивания, но только в обратной последовательности - от продольных балок рамы тележки на центральную.

То же касается надбуксового подвешивания, а также других узлов подвагонного оборудования, несущих на себе весовую нагрузку, как от собственной массы, так и от веса полезной загрузки.

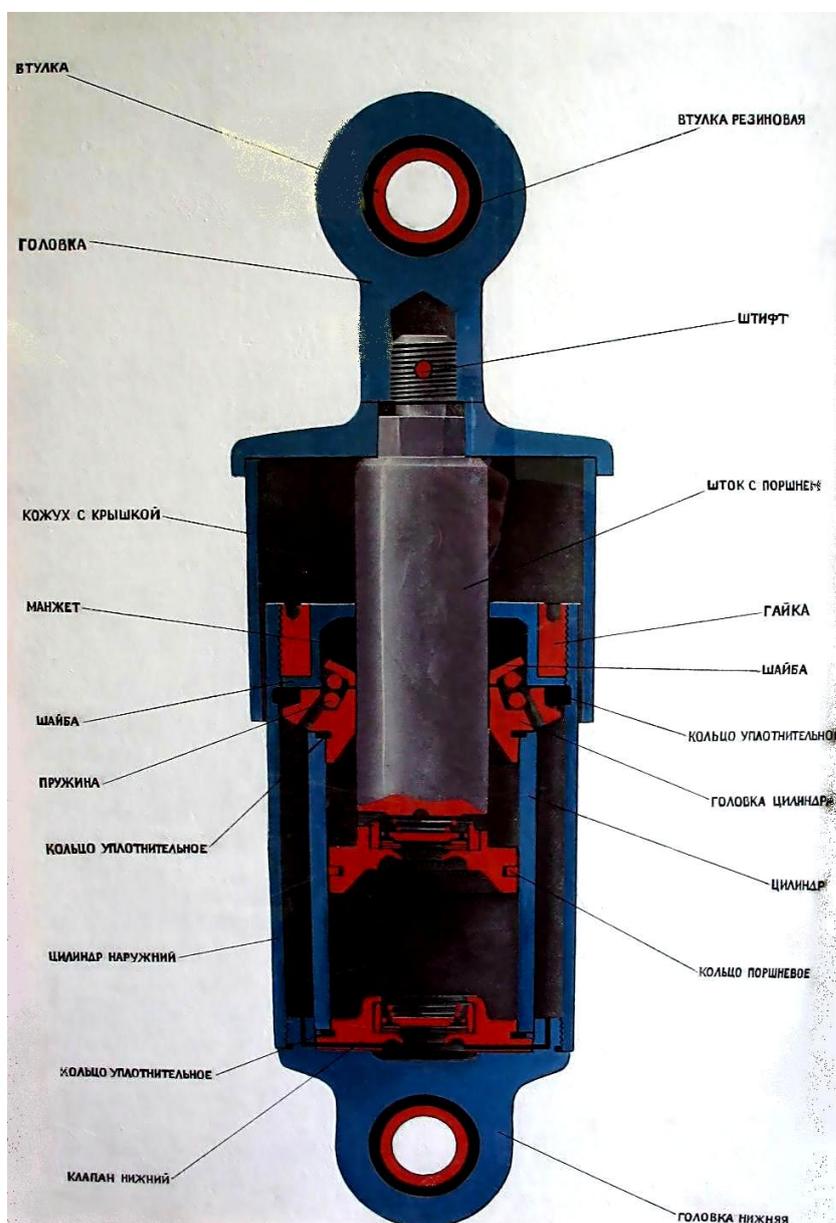
2. Передача горизонтальной нагрузки (тяговых или тормозных усилий):

- продольные балки рамы тележки
- поперечные балки
- плоские скользуны на поперечных балках
- плоские скользуны на центральной балке
- центральная балка тележки

Гидравлический гаситель колебаний

Предназначен для гашения долго не затихающих горизонтальных и вертикальных колебаний кузова вагона на пружинах центрального подвешивания после прекращения действий внешних возмущений (проезд стрелочных переводов, кривые участки или неровности пути и т.д.). Пружины центрального подвешивания обладают большой чувствительностью и гибкостью, и если бы не было гидrogасителей, кузов вагона еще долго совершал бы колебательные движения в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Гасители расположены под углом 35° к горизонтальной плоскости, при этом их верхние головки крепятся к соответствующим кронштейнам на продольных балках рамы тележки, а нижние головки - к кронштейнам на центральной. Соединение головок с кронштейнами производится при помощи валиков с использованием резинометаллических втулок. Последняя представляет собой два стальных кольца (внешнее и внутреннее), вставленные одно в другое, между которыми находится слой плотной резины. В роли внешнего кольца может выступать часть металлического корпуса механизма; Соединение узлов подвагонного оборудования с несущими конструкциями с использованием

резинометаллических втулок применяется в подвеске элементов и других видов оборудования: редукторов, тяговых двигателей, электрокомпрессоров и др., работа которых связана с тяжелыми условиями их эксплуатации.



- наружный кожух
- шток
- гайка
- сальник
- Фасонная тарельчатая шайба
- резиновое уплотнительное кольцо
- крышка
- резиновая уплотнительная прокладка
- рабочий цилиндр
- наружный цилиндр
- чугунное уплотнительное кольцо
- нижний клапан
- нижняя и верхняя головки
- пружина
- нажимная шайба
- крышка
- стальная втулка

Рис. Гидравлический гаситель колебаний.

Гаситель колебаний является демпфером телескопического типа (то есть меняющего свою длину в зависимости от хода сжатия или растяжения гасителя), действующего по принципу дросселирования, то есть перетекания рабочей жидкости из одной полости в другую через калиброванные каналы с сопротивлением и определенным давлением.

Составные элементы гасителя

- Рабочий цилиндр с нижним клапаном.
- Поршень со штоком и верхним клапаном в поршне.
- Дополнительный цилиндр с нижней головкой.
- Верхняя головка с крышкой и предохранительным кожухом.
- Детали крепления и уплотнения (кольцо на поршне, резиновые прокладки, манжеты и т.д.).

Нижний клапан в рабочем цилиндре и верхний клапан в поршне за исключением количества регулируемых пластин абсолютно одинаковы и состоят из следующих элементов:

Нижний клапан амортизатора

- корпус
- упорная пластина
- пружина
- стакан
- опорная шайба
- дроссельная прокладка
- набор из регулировочных пластин
- закрепительная гайка

Особенностью клапана является то, что он может дросселировать рабочую жидкость в любом направлении. Так, при движении жидкости сверху вниз, она через отверстия в опорной шайбе отжимает дроссельную прокладку с регулировочными пластинами вниз благодаря тому, что закрепительная гайка своей конусной поверхностью позволяет им отжиматься (то есть изгибаться вниз). При движении жидкости снизу вверх опорная шайба, поднимаясь вверх, сжимает пружину, и между отверстиями опорной шайбы и дроссельной прокладкой также создаются калиброванные каналы.

Элементы клапана амортизатора

Регулировочные пластины состоят из набора от 8 до 12 штук и с толщиной каждой 0,18 - 0,2 мм. При изменении их количества в стакане клапана меняется сила сопротивления гидрогасителя перетеканию рабочей жидкости через пластины клапанов.

Технические данные гасителя.

- Сила сопротивления при сжатии 400 - 440 кг, а при растяжении 360 - 400 кг;
- Максимальный ход поршня - 80 мм, рабочий - 25 мм;
- Расчетная частота колебаний - 50 в минуту;
- Количество рабочей жидкости - 0,5 литра;
- Вес в сборе - 13 кг.

Для рабочей жидкости применяется приборное масло (МВП), веретенное (И-20) или авиационное (АМГ-10).

Элементы гидрогасителя

Элементы гидрогасителя

- крышка
- верхняя головка
- поршень со штоком и деталями верхнего клапана (в поршне)
- рабочий цилиндр с деталями нижнего клапана
- дополнительный цилиндр с нижней головкой
- предохранительный кожух

Детали крепления и уплотнения:

- резинометаллические втулки
- уплотнительные кольца
- резиновая манжета
- нажим
- гайка
- поршневое кольцо
- пружина
- крышка рабочего цилиндра
- шплинт

Детали нижнего и верхнего клапанов:

- пружина
- корпус клапана
- закрепительная гайка
- стакан
- опорная шайба
- дроссельная прокладка
- упорная пластина-звездочка

Корпусом верхнего клапана является поршень.

Работа гидрогасителя

1. При сжатии

Происходит уменьшение длины гидрогасителя.

При этом поршень, перемещаясь по рабочему цилиндру вниз, заставляет давление жидкости в подпоршневой полости повыситься, и жидкость через клапан в поршне начинает перетекать с сопротивлением в надпоршневую полость. Так как в этой полости находится массивный шток, вся жидкость, перетекающая из-под поршня, не в состоянии уместиться в ней, что ведет к быстрому повышению давления жидкости под поршнем. В этот момент через клапан в рабочем цилиндре избыток жидкости из-под поршня начинает перетекать в дополнительную полость, частично заполняя ее. Дополнительной полостью называется полость вокруг рабочего цилиндра между ним и дополнительным цилиндром; при рабочем ходе поршня в 25 мм, на частоте колебаний более 50 в минуту сила сопротивления гидрогасителя может возрасти в несколько раз относительно расчетной; работоспособность гидрогасителя можно проверить, не снимая его с тележки. Для этого необходимо отсоединить верхнюю головку от кронштейна рамы, вставить ломик во втулку головки и, используя его как рычаг, произвести ручную прокачку гидрогасителя. При этом его шток после двух-трех ходов должен перемещаться туго и плавно, а не рывками и свободно;

для получения одинаковой силы сопротивления хода сжатия и растяжения должно быть соблюдено соотношение диаметров штока поршня и рабочего цилиндра гидрогасителя - $D_{шт} \sim 0,7 D_{цил.}$; установка гидрогасителей на вагон допускается с разностью их силовых характеристик не более 10%.

2. При растяжении

Происходит увеличение длины гидрогасителя. При этом поршень, перемещаясь по рабочему цилиндру вверх, заставляет давление жидкости в надпоршневой полости повыситься, и жидкость через клапан в поршне начинает перетекать с сопротивлением в подпоршневую полость. Так как ее количество над поршнем слишком мало из-за массивного штока - жидкости не хватает, чтобы наполнить всю подпоршневую полость, и это ведет к быстрому понижению давления в ней. В этот момент через клапан в рабочем цилиндре недостаток жидкости из дополнительной полости, частично освобождая ее, начинает перетекать в подпоршневую, ликвидируя этот недостаток. Каждый гидрогаситель в процессе изготовления и при ревизии подвергается испытаниям со снятием диаграмм изменений усилий сжатия и растяжения. После данных стендовых испытаний убеждаются в отсутствии течи масла путем выдержки гидрогасителя в горизонтальном положении в течение суток. Течь масла не допускается. Срок ревизии - каждые 6 месяцев.

Неисправности гасителя

- Течь масла между предохранительным кожухом и дополнительным цилиндром по причине негерметичности уплотнителей.
- Засорение клапанов.
- Износ поршневого кольца.
- Заклинивание поршня.
- Срыв резьбы соединения верхней головки со штоком поршня.
- Разрушение резино-металлических втулок на обеих головках.

Наиболее вероятные места трещеобразований

Местами повышенного трещинообразования являются:

плоские скользуны на центральной балке,
кронштейны крепления гидрогасителей,
витки, как внутренних, так и внешних пружин.

Все обнаруженные трещины в любом подвагонном оборудовании обозначаются белой краской или мелом для их быстрого повторного нахождения с целью проведения ремонта или выбраковки.

Колесная пара

Колесные пары воспринимают нагрузку вагона и направляют его по рельсовому пути.

Колесные пары испытывают наряду с постоянно действующей нагрузкой от веса вагона и пассажиров также и дополнительные динамические усилия - вертикальные удары от стыков и неровностей пути и горизонтальные усилия при прохождении кривых участков пути.

Классификация колесных пар

На вагонах метрополитена применяются следующие колесные пары:

В зависимости от конструкции колеса

- колёсные с цельнокатаными колесами
- колесные пары с подрезиненными колесами

В зависимости от конструкции соединения колесных пар с тележкой вагона:

- колёсные пары с буксами для поводкового подвешивания
- колесные пары с буксами для шпиртонного подвешивания



Фото. Кол. пара с цельнокатаными колесами

Элементы колесной пары

Каждая колесная пара включает следующие элементы:

- ось
- два подрезиненных или цельнокатаных колеса
- редукторный узел
- две буксы

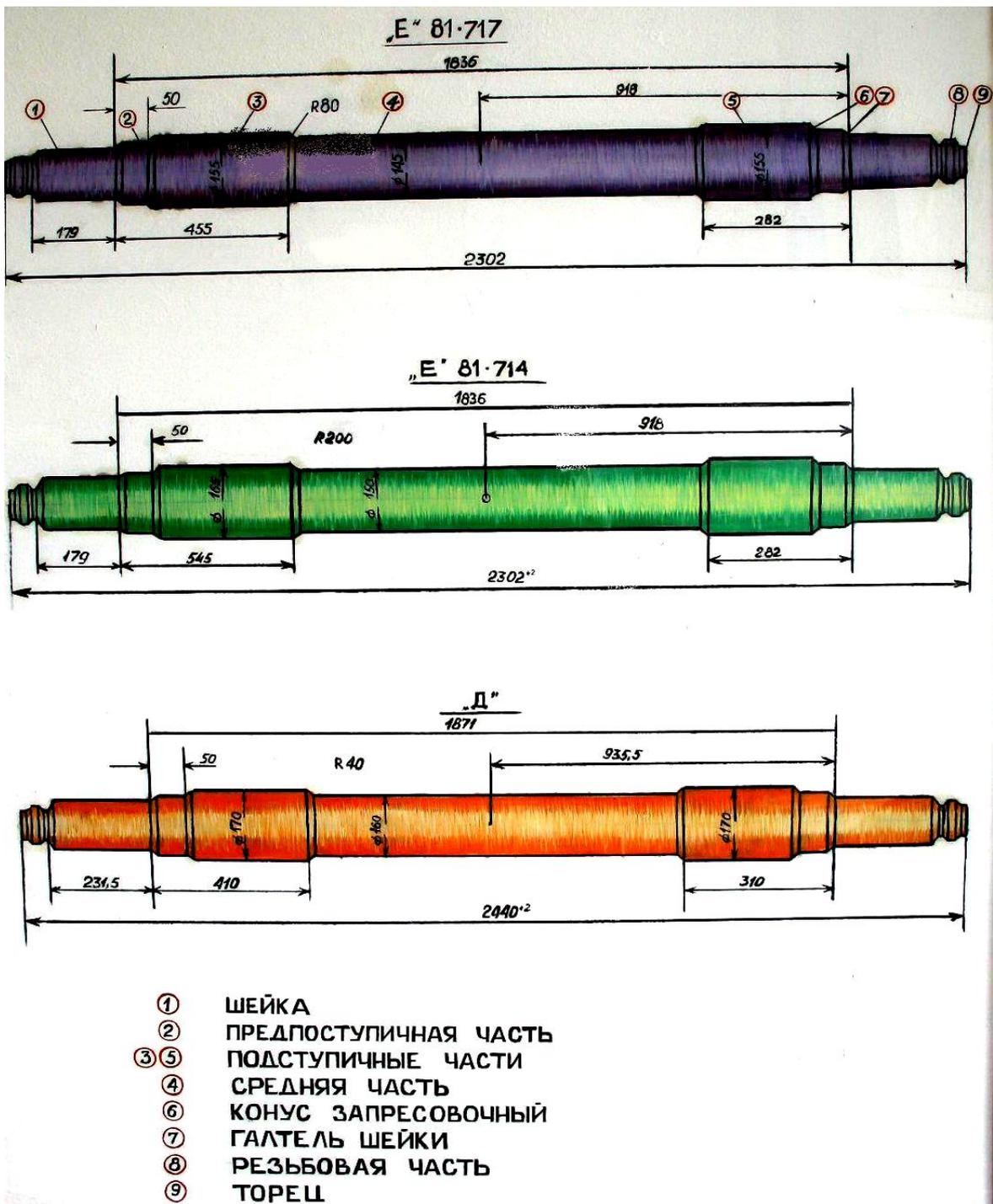


Рис. Ось колесной пары

Ось представляет собой брус круглого сечения. Диаметр оси по ее длине неодинаков.

Части оси

- резьбовые части
- шейки оси
- предподступичные части
- подступичные части
- средняя часть

На подступичные части напрессовывают колеса, поэтому, кроме напряжения, изгиба и кручения, они испытывают еще напряжение сжатия от напрессованных на них колесных центров. На предподступичные части насаживают в горячем состоянии лабиринтные кольца для уплотнения корпусов букс. Концевые части оси - шейки воспринимают вертикальную нагрузку от веса вагона. На шейки в горячем состоянии напрессовывают внутренние кольца буксовых подшипников. Резьбовые части на концах оси предназначены для завинчивания осевых гаек, которыми закрепляют подшипники букс. Для предотвращения концентрации напряжений все сопряжения участков одного диаметра с участками другого диаметра выполняют плавными. Их называют галтелями. Ось изготавливают, из углеродистой стали марки Ос М (осевая метро) по ГОСТу 6690-53. Заготовки осей (поковки) отковывают на молотах, причем ковка слитка металла должна быть пятикратной. Откованные заготовки подвергают нормализации (нагрев до температуры 870-890° С с последующим охлаждением). Поковка должна иметь следующие клейма, которые наносятся на ось в горячем состоянии:

- номер завода-изготовителя поковки
- номер оси
- номер плавки
- год изготовления поковки
- клеймо приемщика СПС

Ось обрабатывают на токарном станке. Перед обработкой поковка должна быть проверена на ультразвуковом дефектоскопе. При наличии дефектов или при непровучивании поковка бракуется. Обработанную на токарном станке ось подвергают упрочняющей накатке роликами. Накатку производят двумя роликами высокой твердости.

Обработанная ось клеймится. Клейма ставят на торце первой шейки в одном из сегментов. Клейма содержат:

- номер оси
- номер плавки металла
- две последние цифры года отковки оси
- месяц и две последние цифры года обработки оси
- в основании паза под стопорную планку ставят клейма ставят клейма мастера ОТК и приемщика службы подвижного состава



Рис. Клейма оси

Номер плавки металла необходимо иметь для того, чтобы в случае обнаружения на одной оси каких-либо дефектов металла, можно было бы взять под контроль все другие оси данной плавки.

Размеры основных элементов оси следующие:

Элемент оси	Размер
диаметр резьбовой части	М 105
диаметр шейки	110 мм
диаметр предподступичной части	145 мм
диаметр подступичной части	165 мм
диаметр средней части	150 мм
длина оси	2302±2 мм
расстояние между внутренними гранями бандажей	1440±3

На средней части оси имеется керн глубиной 2 мм, относительно которого по специальным шаблонам определяются места расположения на оси того или иного элемента колесной пары при напрессовке.

Подрезиненное колесо

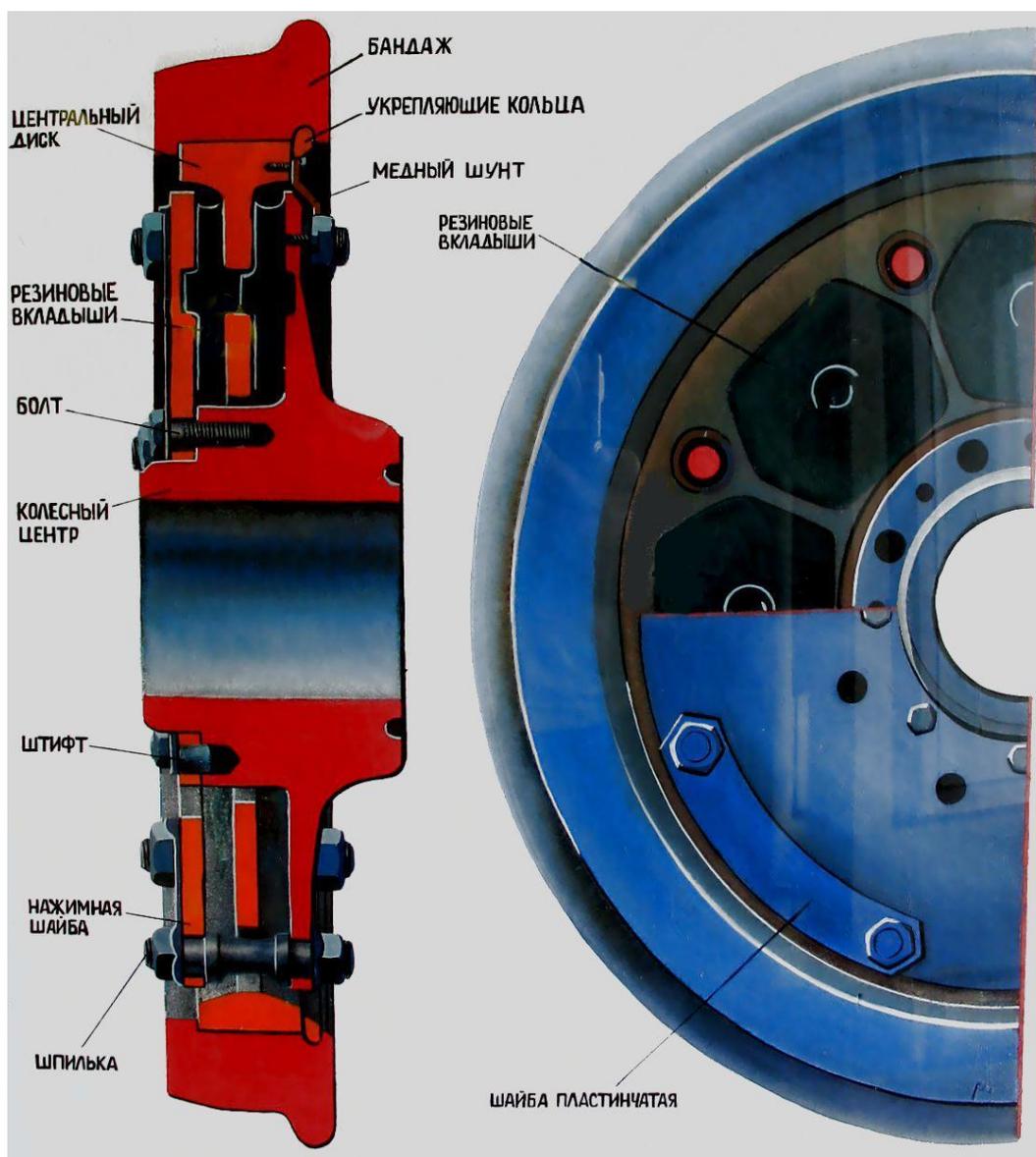


Рис. Подрезиненное колесо

Подрезиненное колесо состоит из следующих деталей:

- 1,10 - колесный центр
- 4 - нажимной диск
- 6 - бандаж
- 3 - 16 резиновых вкладышей
- 9 - 8 шпилек
- 2 - 8 болтов
- 11 - 8 штифтов
- 8 - 2 медных шунта
- 5 - центральный диск
- 7 - запорное кольцо
- 12 - пластинчатые лепестковые шайбы

Колесный центр стальной литой, имеет нормальную или удлиненную ступицу и дисковую часть. В торце ступицы имеется 8 отверстий диаметром 26 мм для установки штифтов, фиксирующих нажимную шайбу, и восемь отверстий с резьбой М20, куда ввертываются болты крепления нажимного диска. На диске колесного центра выполнено восемь углублений для размещения резиновых вкладышей. Кроме того, имеется восемь сквозных отверстий для прохода шпилек. Центральный диск имеет дисковую часть толщиной 18 мм и обод для насадки на него бандажа. Обод проточен под «ласточкин хвост». В дисковой части выполнено восемь отверстий для прохода шпилек и восемь отверстий для центрирующих выступов вкладышей. Бандаж сажают на центральный диск в горячем состоянии с натягом 0,9-1,1 мм. Подобранный по натягу бандаж нагревают в индукционной печи до температуры 320° С. Внутренний диаметр бандажа со стороны гребня, имеет наклонную канавку для размещения укрепляющего кольца, а с противоположной стороны - буртик. Нагретый бандаж укладывают гребнем вверх, в него опускают центральный диск и заводят укрепляющее кольцо в канавку бандажа. Концы кольца плотно пригоняют друг к другу и зачеканивают. В случае ослабления посадки бандажа он удержится на центральном диске с одной стороны буртом, а с другой - укрепляющим кольцом. Качество посадки бандажа проверяют обстукиванием молотком. При ударе по кольцу оно не должно дребезжать, а при ударе по бандажу молоток должен издавать чистый звонкий звук и упруго отскакивать. При слабой посадке молоток вязнет и издает глухой звук. Для контроля за состоянием посадки в процессе эксплуатации на наружных гранях бандажа и центрального диска ставят контрольные риски, которые после окраски колеса окрашивают в красный цвет. Допускаются в эксплуатацию колесные пары с проворотом бандажа не более 200 мм при условии, что бандаж после проворота имеет плотную посадку. Нажимной диск представляет собой стальную шайбу, в которой высверлено восемь отверстий для прохода резьбовых частей шпилек, восемь отверстий для прохода штифтов, восемь отверстий для прохода болтов и восемь углублений под центрирующие выступы вкладышей. Резиновый вкладыш представляет собой плоский шестиугольник с двумя цилиндрическими выступами диаметром 32 мм в центре. Изготавливают вкладыш из специальной твердой резины формовым способом. С обеих сторон вкладыш имеет армировки из листовой стали толщиной 3 мм, которые привулканизированы к резине или ставятся на клею. Общая толщина вкладыша в свободном состоянии 26 мм (в сжатом - 24 мм). Выступы вкладышей служат только для их центровки и фиксации, а не для передачи нагрузки сдвига. Эта нагрузка передается на армировку вкладышей благодаря силе трения, возникающей между поверхностями дисков и армировок, в результате сжатия вкладышей. Кроме того, имеется восемь сквозных отверстий для прохода резьбовых концов шпилек. Шпильки имеют на концах резьбу М 27х3, гладкую среднюю часть диаметром 28 мм и два буртика, расстояние между наружными гранями которых 66 мм. (Такое же, как расстояние от торца ступицы до дисковой части колесного центра). Штифты служат для предотвращения проворота нажимного диска относительно колесного центра и среза болтов крепления. Болты кончаются общей пластинчатой шайбой. Для отвода тока от колеса в ходовой рельс, каждое колесо имеет два гибких медных шунта сечением 50 мм², которые соединяют колесный центр с центральным диском.



Фото. Медные шунты.

Особенностью конструкции подрезиненного колеса является то, что колесный центр не соприкасается с бандажом или центральным диском, а как бы «висит» на резиновых вкладышах, которые, благодаря сильному сжатию, работают на сдвиг. Происходит перемещение слоев резины друг относительно друга.

Сборка подрезиненного колеса

При сборке колеса колесный центр располагают горизонтально, вставляют в него шпильки и закрепляют их снизу гайками, законтренными попарно пластинчатыми дугообразными шайбами.

На внутреннюю плоскость диска колесного центра укладывают первый ряд резиновых вкладышей из восьми штук, так, чтобы их центрирующие выступы вошли в специальные углубления для них.

На вкладышах размещают центральный диск с посаженным на него бандажом.

На центральный диск укладывают второй ряд резиновых вкладышей и на них - нажимной диск.

На свободные концы шпилек наворачивают гайки, причем наворачивание гаек ведется по специальной крестообразной схеме, чтобы обеспечить равномерность затяжки.

Вкладыши каждого ряда сжимаются на 2мм, на что требуется усилие 50-60 тонн. Вкладыши в одно колесо и в колеса одной колесной пары подбирают одной группы твердости.

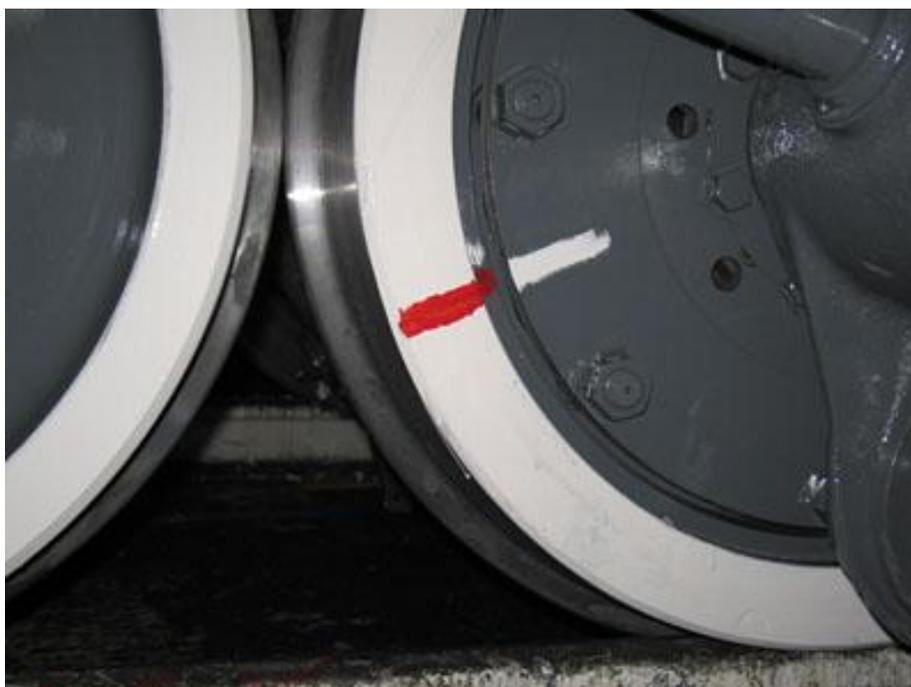
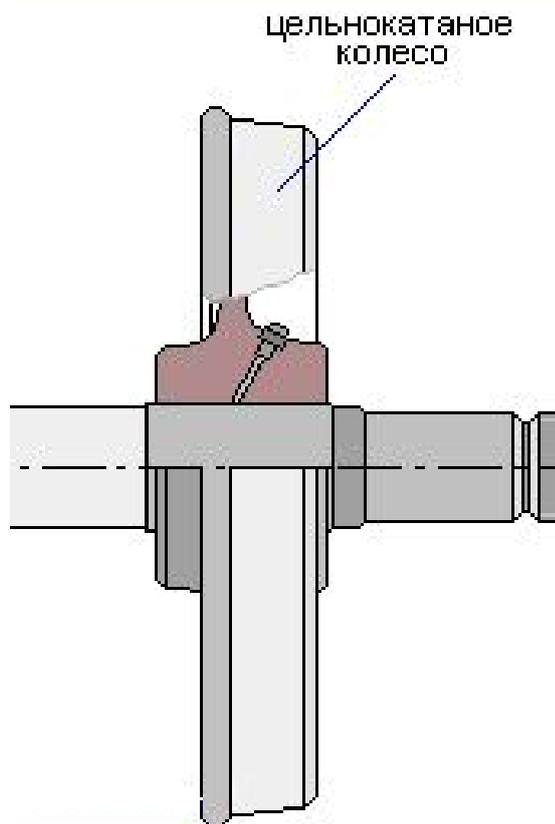


Фото. Контрольные риски на бандаже и центральном диске

После затяжки гаек на шпильках в колесный центр завертывают монтажные болты и запрессовывают штифты. Затем монтажные болты необходимо убрать, поставить лепестковую шайбу и завернуть рабочие болты.

Недостатками подрезиненных колес являются:

- большое количество резьбовых соединений, которые требуют повседневного контроля и ухода (ослабление болтов, шпилек и штифтов)
- возможен сдвиг вкладышей и отслоение резины вкладышей от армировок
- наблюдается неравномерный прокат бандажа по кругу катания, что объясняется влиянием эластичных элементов (вкладышей), недостаточно качественным металлом бандажа и малым диаметром колес.



Цельнокатаное колесо

У цельнокатаных колес обод с гребнем, диск и ступица составляют одно целое. Изготавливают их из твердой углеродистой стали (типа бандажной) по особой технологии, заключающейся в нагреве заготовок до ковочной температуры 1300°, многократной обжимке под гидравлическими прессами и прокатке обода роликами на специальном колесопркатном стане, в результате чего колеса приобретают высокую прочность. В диске, имеющем конусообразную форму, просверливают два отверстия, при помощи которых колесо в процессе обработки приводят во вращение;

они же предназначены для транспортировки колес и колесных пар. Механическую обработку колес производят двумя этапами. На первом этапе колесо подготавливают к посадке на ось, для чего в ступице обрабатывают торцы, растачивают отверстие, а также частично обрабатывают внутреннюю грань обода с целью выявления дефектов, выравнивания плоскости и получения точного места для установки запрессовочного шаблона. На втором этапе обработку колес производят после их напрессовки на ось: сформированную колесную пару устанавливают на колесно-токарный станок для обточки колес по профилю и кругу катания и по размеру расстояния между внутренними гранями бандажей.

Преимуществами цельнокатаных колес являются:

- увеличенная прочность колеса
- отсутствие насадного бандажа, что исключает работы по обточке, подбору натягов, нагреву, посадке, установке кольца и его завальцовке
- облегчение наблюдения за колесами в эксплуатации
- повышение безопасности движения, поскольку нет опасности проворота бандажа, ослабления посадки или разрыва бандажа
- снижение веса - примерно на 50 кг на одно колесо

Профиль катания колес

Движение колесных пар по рельсовому пути происходит в сложных условиях. Поэтому большое значение придается правильному выбору профиля поверхности катания колес, чтобы он по возможности обеспечивал лучшие условия прохождения колесной пары по прямым и кривым участкам пути.

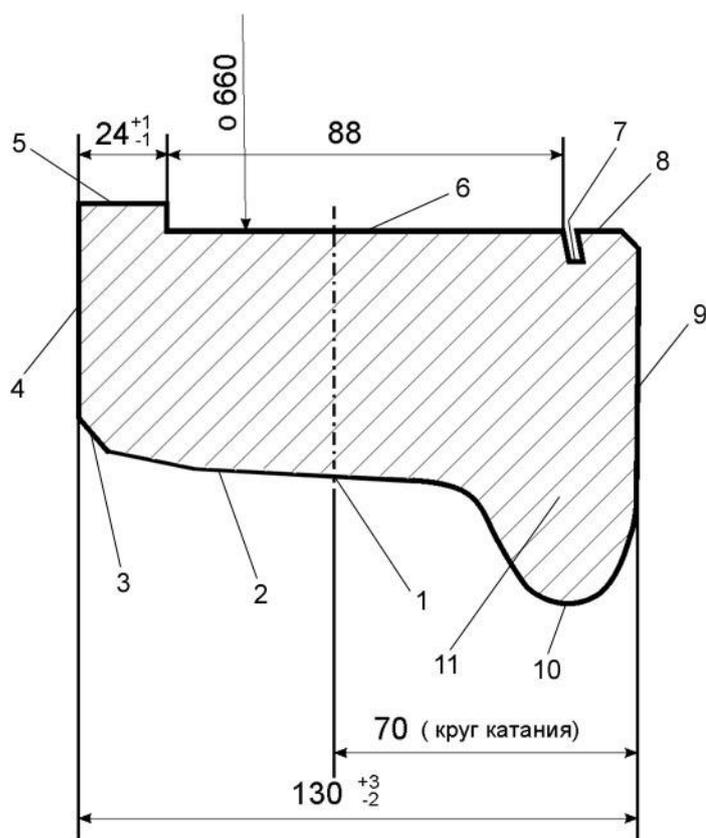
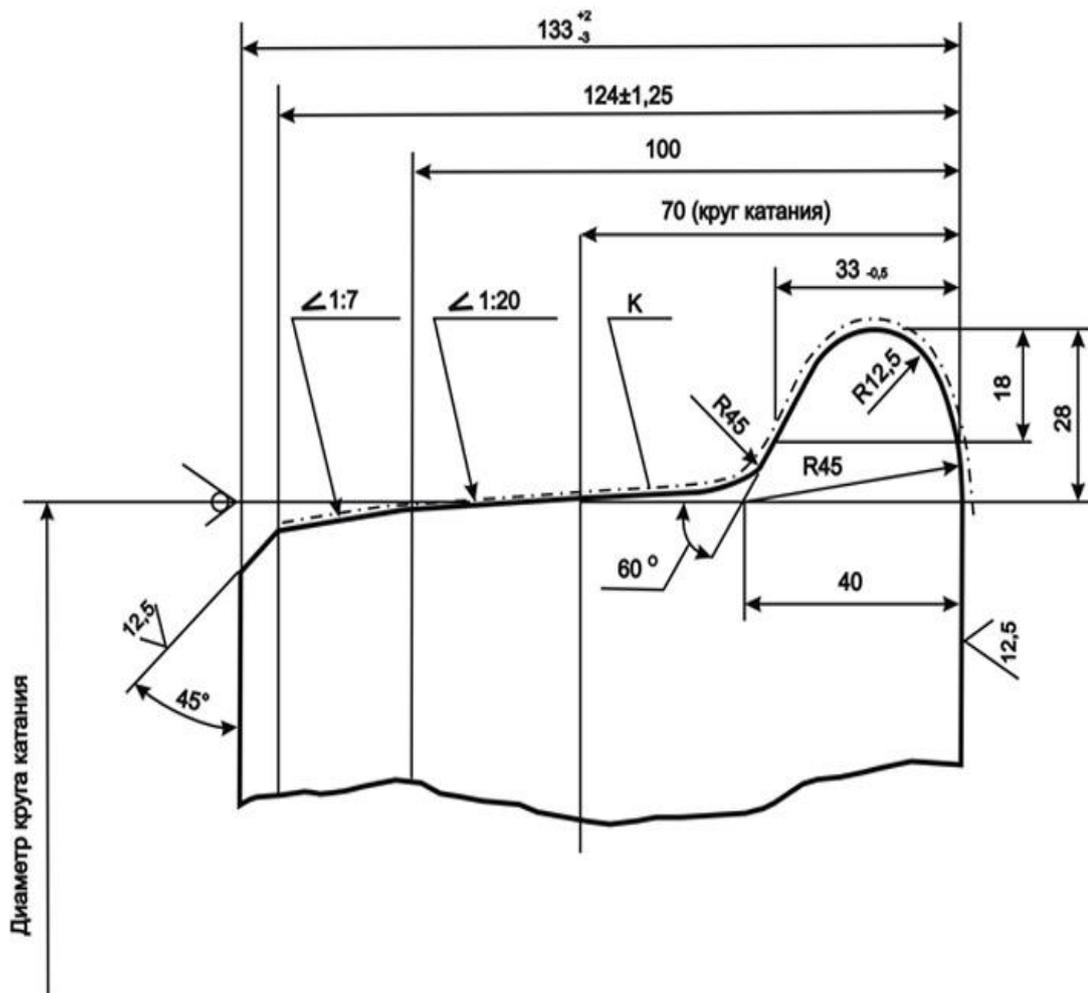


Рис. Наименование частей бандажа

- 1 - круг катания
- 2 - поверхность катания
- 3 - наружная фаска
- 4 - наружная грань
- 5 - упорный бурт
- 6 - внутренняя поверхность
- 7 - выточка для бандажного кольца
- 8 - прижимной бурт
- 9 - внутренняя грань
- 10 - вершина гребня
- 11 - гребень

Поверхность катания колес вагонов метрополитена в средней (рабочей) части имеет коническую форму с уклоном 1:20, и затем на протяжении 30 мм до наружной плоскости колеса переходит в другую конусность 1:7



Рабочим диаметром колеса считают диаметр, замеренный в плоскости круга катания на расстоянии 70 мм от внутренней грани колеса, где расположен гребень. Гребень

возвышается над точкой круга катания на 28 мм. Толщину гребня измеряют на расстоянии 18 мм от вершины. У новых гребней она равна 33 мм. В процессе эксплуатации подвижного состава на поверхности катания колес могут появиться следующие дефекты:

- прокат - естественное постепенное изменение профиля поверхности катания, заключающееся в появлении равномерного углубления-канавки по всей окружности колеса, вызванное износом и пластической деформацией металла.
- местные выбоины - образуются при заклинивании колесной пары во время движения.
- износ гребня - происходит в процессе эксплуатации вследствие трения его о головку рельса, главным образом на кривых и особенно при новых рельсах. В результате такого износа угол перехода поверхности катания к гребню углубляется в тело бандажа и от этого гребень становится тоньше, а его угол наклона рабочей плоскости вместо 60° начинает приближаться к прямому.
- выкрашивание - выпадение кусочков металла на поверхности катания происходит в результате сильно развитой сетки трещин.

Требования, предъявляемые к колесным парам в эксплуатации

Запрещается эксплуатировать колесные пары со следующими неисправностями:

- равномерный прокат более 5 мм для цельнокатанных, более 3 мм. Для подрезиненных, а также с разницей проката более 2 мм
- неравномерный прокат более 0,7 мм, у колесной пары со срывным клапаном - 0,5 мм
- толщина гребня менее 25 мм и более 33 мм при расстоянии 18 мм от вершины гребня
- вертикальный подрез гребня высотой более 18 мм или остроконечный накат
- ползун (выбоина) более 0,3 мм или смещение металла (навар) высотой более 0,3 мм
 - до 1 мм - скорость не ограничивается
 - от 1 мм до 2,5 мм не более 35 км/час
 - от 2,5 до 4 мм не более 15 км/час
 - от 4 и выше - на ложной тележке не более 10 км/час
- трещина или расслоение в любом элементе, плена, откол или раковина в бандаже, а также сетка трещин выше установленных норм
- ослабление посадки бандажа или его запорного кольца, сдвиг ступицы колеса или зубчатого колеса
- уширение бандажа (раздавливание) у наружной грани более 3 мм
- ширина бандажа менее 126 мм и более 136 мм
- минимальная толщина бандажей 32,5 мм или обод

- расстояние между внутренними гранями бандажей менее 1435 мм и более 1443 мм
- отдельные выкрашивания, суммарной площадью более 200 мм, глубиной более 1 мм
- разница диаметра колес: одной колесной пары более 2 мм, одной тележки более 10, одного вагона более 20 мм
- диаметр колес менее 725
- забоины на оси более 0,2 мм, электроподжог элементов колесной пары

Виды освидетельствования колесных пар

Виды и сроки осмотра и освидетельствования колесных пар:

№	Вид освидетельствования	Пробег
1	ТО-1	Не более 24 часов
2	ТО-2	через 3,75±1,0 тыс. км
3	ТО-3	через 7,5±2 тыс. км
4	ТО-4	через 7,5±2 тыс. км с обточкой кол. пар
5	ТР-1	через 60±10 тыс. км
6	ТР-2	через 240±15 тыс. км
7	ТР-3	через 480±20 тыс. км
8	СР	через 960±40 тыс. км
9	КР	через 2880±120 тыс. км
10	малая ревизия букс	через 90±10 тыс. км
11	обыкновенное освидетельствование	при выкатке из-под вагона при

		пробеге менее 450000±30000
12	полное освидетельствование	через 450000±30000 км

При техническом осмотре и обслуживании колесных пар под вагоном проверяют:

- отсутствие поперечных, косых или продольных трещин, забоин, потертых мест, электроподжогов и других повреждений, а также пороков на открытых частях оси
- состояние поверхности катания и гребней колес
- плотность посадки бандажа посредством отстукивания при отпущенных тормозах и отсутствие проворачивания его по контрольным рискам, ослабление бандажных колец
- отсутствие трещин и повреждений на корпусе буксы, в приливах, кронштейнах и предохранительном штоке, на крепежной и контрольной крышках; надежность крепления крышек, датчиков скорости, срывного клапана; отсутствие утечки смазки и повышенного нагрева
- отсутствие трещин и повреждений на корпусе редуктора, на его крышках и на его запорном лабиринтном кольце
- надежность крепления верхней и нижней половинок, ЗУМа, лючков и контрольных пробок; отсутствие пропуска смазки и повышенного нагрева, состояние комплексного предохранения и подвески редуктора
- состояние зубчатой передачи (в ТР-1, ТР-2), состояние средней части оси (визуально)

Одновременно проверяют:

- расстояние между внутренними гранями бандажей
- толщину бандажей и их гребней
- прокат
- подрез гребня

При малой ревизии букс открывают контрольную крышку, удаляют смазку и осматривают состояние стопорной планки и ее крепление, состояние переднего подшипника и производят ультразвуковую дефектоскопию оси колесной пары. После этого закладывают свежую смазку и закрывают контрольную крышку. В эксплуатации следят за величиной температуры нагрева подшипников буксы, которая не должна превышать 35°С.

Причинами повышенного нагрева подшипников могут быть перекос подшипников при монтаже, отсутствие смазки, попадание посторонних предметов в смазку, разрушение сепараторов подшипников и др.

Обыкновенное освидетельствование

При обыкновенном освидетельствовании выполняют:

- предварительный осмотр до очистки с целью лучшего выявления ослабления или сдвига колес на оси и трещин в элементах

- демонтаж корпусов букс и редуктора, ревизию с промывкой редукторных и буксовых подшипников (без съема внутренних колец буксовых подшипников)
- осмотр шариковых и роликовых подшипников
- осмотр поверхности зубьев зубчатого колеса и малой шестерни
- УЗД оси
- наличие установленных клейм и знаков

Полное освидетельствование

Полное освидетельствование колесных пар производят при формировании, ремонте со сменой элементов, перепробеге, неясности клейм и знаков, при ползуне глубиной более 1мм, при сходе с рельсов и с дефектами норм эксплуатации. При полном освидетельствовании вагона выполняют все те же работы, что при обыкновенном и дополнительно производят следующие операции:

- после разборки редуктора и букс снимают внутренние кольца буксовых подшипников и лабиринтные кольца, разбирают узел малой шестерни
- производят магнитную дефектоскопию шеек, средних и предподступичных частей оси, зубчатого колеса, малой шестерни. Особое внимание должно быть обращено на их галтели, где наиболее вероятно образование трещин
- осмотр подшипников на удлиненной ступице
- осуществляют магнитную дефектоскопию зубьев зубчатого колеса и малой шестерни

Проверку магнитным дефектоскопом удлиненной ступицы выполняют только в случае съема с нее элементов редуктора.

Мерительные инструменты колесных пар

При освидетельствовании колесных пар в депо используется контрольно-измерительный инструмент:

- штангенциркуль-скоба - для измерения диаметра колес по кругу катания
- максимальный шаблон
- шаблон для измерения вертикального подреза гребня
- абсолютный шаблон
- штихмасс - для измерения расстояния между элементами колесной пары и внутреннего диаметра бандажа, для замера расстояния между внутренними гранями бандажей колесной пары
- приспособление с индикаторной головкой для замера глубины ползуна
- толщиномер для измерения толщины и местного уширения бандажа обода цельнокатаного колеса
- штангенциркуль для измерения ширины бандажей
- ультразвуковой дефектоскоп для прозвучивания осей колесной пары, валов тяговых двигателей и др. для выявления внутренних дефектов.
- магнитный дефектоскоп для выявления поверхностных трещин в деталях подвижного состава (серьга, болт подвески редуктора, кронштейн рельсосмазывателя и др.)

Прокат, ползун, навар и толщину гребня измеряют абсолютным шаблоном. Прокат определяют по кругу катания, Расположенному на расстоянии 70 мм от внутренней грани колеса. При измерении глубины проката риски и должны совпадать. Опустив опорную

скобу на вершину гребня, надо прижать вертикальную грань шаблона и лапку к внутренней грани обода колеса. Определяют прокат по делению шкалы на движке против риски на ножке. Ползун и навар находят по разности показаний в месте дефекта и в

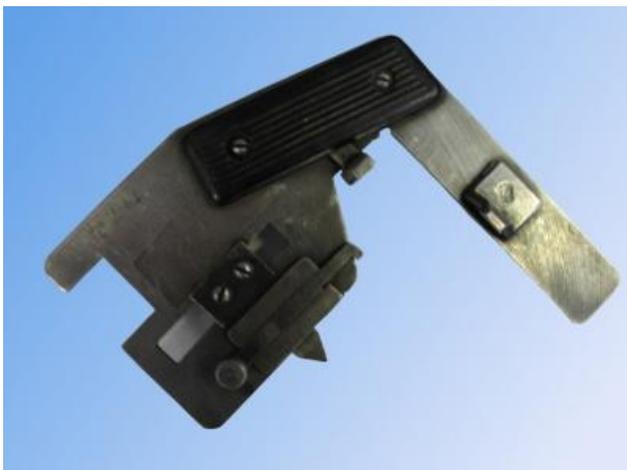


Рис. Абсолютный шаблон



Рис. Индикаторная головка



Рис. Максимальный шаблон и контршаблон



Рис. Шаблон для замера верт. подреза гребня

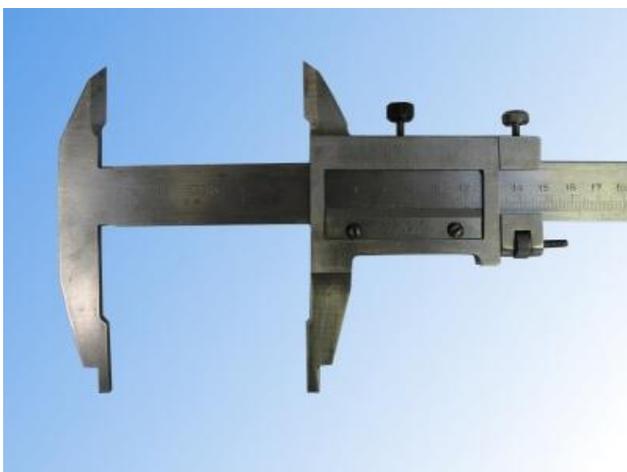


Рис. Штангенциркуль



Рис. Штихмасс

неизношенном месте. Если дефект смещен относительно круга катания колеса, то перед измерением регулируют движок. Для определения толщины гребня движок, установленный на расстоянии 18 мм от вершины гребня, на которую опирается опорная скоба, надо переместить до касания с поверхностью гребня. По шкале на направляющей, установившейся против риски, находят толщину гребня. Для выявления тонкомерного гребня колеса пользуются браковочным вырезом шаблона глубиной 18 и шириной 25 мм.

Периодичность проверки колесных пар с помощью контрольно-измерительного инструмента в депо

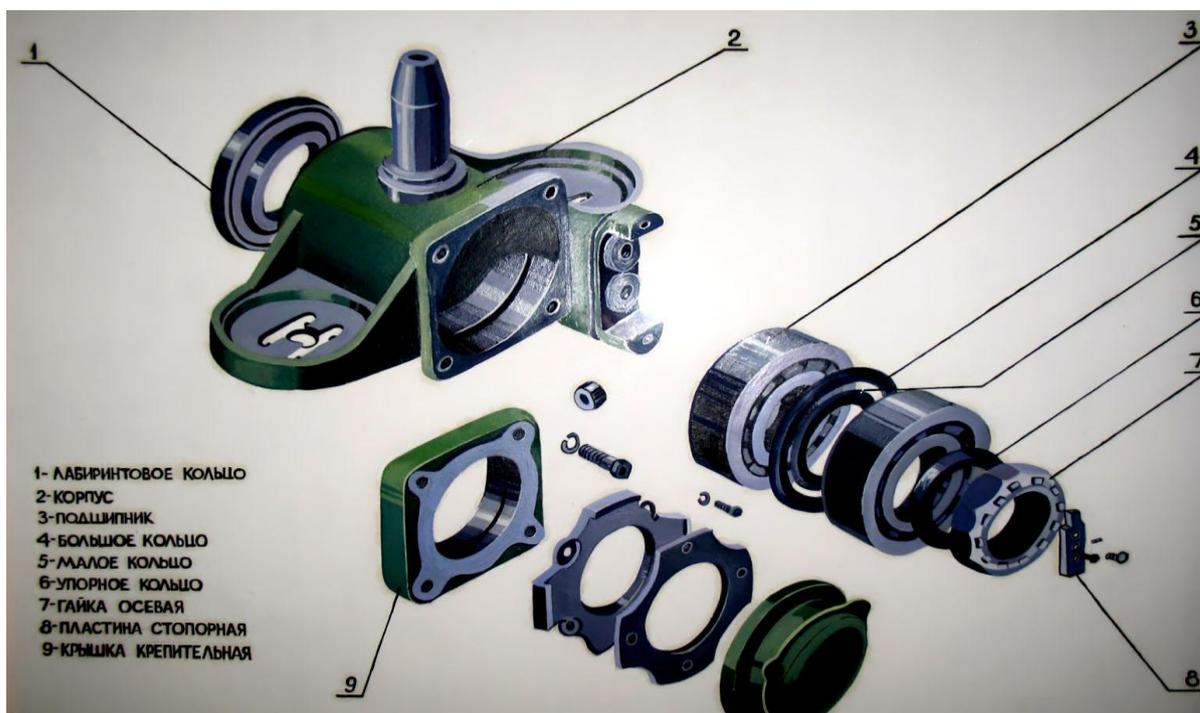
№	Наименование инструмента или прибора	Периодичность проверки
1	Максимальный шаблон	один раз в 6 месяцев
2	Шаблон для измерения вертикального подреза гребня	один раз в 6 месяцев
3	Абсолютный шаблон	один раз в 2 месяца
4	Приспособление с индикатором для замеров ползунов (выбоин)	один раз в год
5	Штангенциркуль для измерения ширины бандажей	один раз в 6 месяцев
6	Толщиномер для измерения толщины и местного уширения бандажа обода цельнокатаного колеса	один раз в 6 месяцев
7	Штихмасс для измерения расстояния от середины оси до бандажа	один раз в 2 месяца
8	Скоба для измерения диаметра колес под вагоном	один раз в 6 месяцев
9	Ультразвуковой дефектоскоп	один раз в 6 месяцев и перед началом работы на эталонной оси
10	Магнитный дефектоскоп	один раз в 6 месяцев и перед началом работы на эталонной оси

Буксовый узел

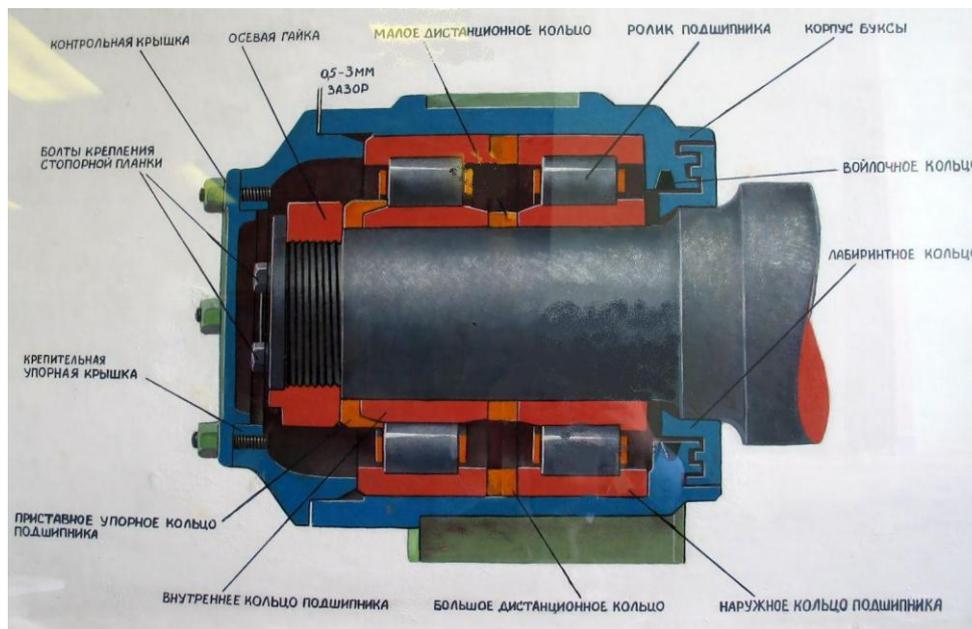
Буксы служат для передачи веса кузова с тележками на шейки осей колесных пар, а также тяговых и тормозных усилий от колесных пар на рамы тележек.

Буксы монтируются на шейках оси колесной пары. Они служат опорами для пружин надбуксового подвешивания, и через них передается усилие от веса кузова и пассажиров на ось колесной пары, колеса и далее на ходовые рельсы.

Рис. Общий вид буксового узла



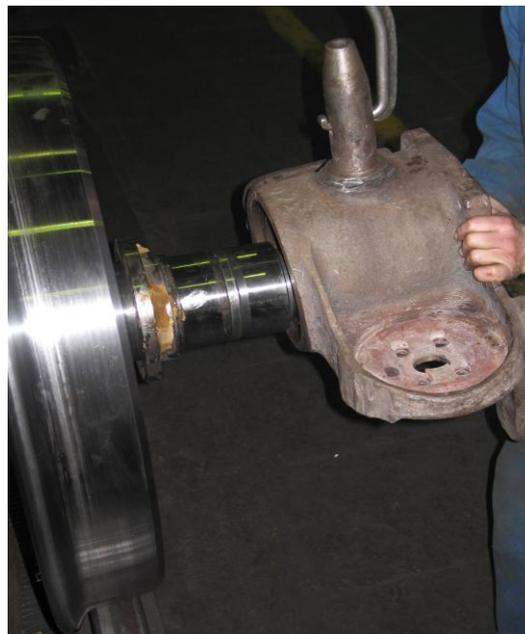
В состав каждой буксы входят следующие элементы:



- корпус
- двароликоподшипника
- большое и малое дистанционные кольца между подшипниками
- упорное кольцо
- осевая гайка
- стопорная планка
- упорная (крепительная) крышка
- контрольная (смотровая) крышка
- лабиринтовое кольцо (воротник буксы)



Аппарат для контроля диаметра подшипников



Монтаж корпуса буксы на шейку колец оси колесной пары

Роликоподшипники состоят из наружного кольца, сепаратора роликами и внутреннего кольца, насаживаемого на шайбу в горячем состоянии. Внутри корпуса буксы размещены два цилиндрических роликовых подшипника, благодаря которым износ шейки колесной оси практически отсутствует, так как во время вращения оси трение происходит между роликами и наружными поверхностями внутренних колец подшипника, насаженных на шейку оси. Корпус буксы выполнен из стального литья. С боковых сторон к корпусу прилиты кронштейны - крылья.



к корпусу прилиты кронштейны - крылья. На левом и правом крыле каждой буксы прилит кронштейн для крепления бруса токоприемника. В крыльях предусмотрены сверху гнезда для установки пружин надбуксового подвешивания, а снизу простроганы гребенки для соединения с поводками. В верхней части к корпусу буксы приварен штырь, который при сборке тележки входит в вертикальное отверстие продольной балки рамы тележки и должен обеспечивать связь колесной пары и рамы тележки при изломе поводков

Редукторный узел

Редуктор предназначен для передачи крутящего момента с вала якоря тягового двигателя через карданную муфту на колесную пару с учетом имеющегося передаточного отношения. Редуктор колесной пары одноступенчатый цилиндрический с косым зубом. Передаточное отношение редуктора 5,33. Монтируется он на удлиненной ступице или втулке колеса.

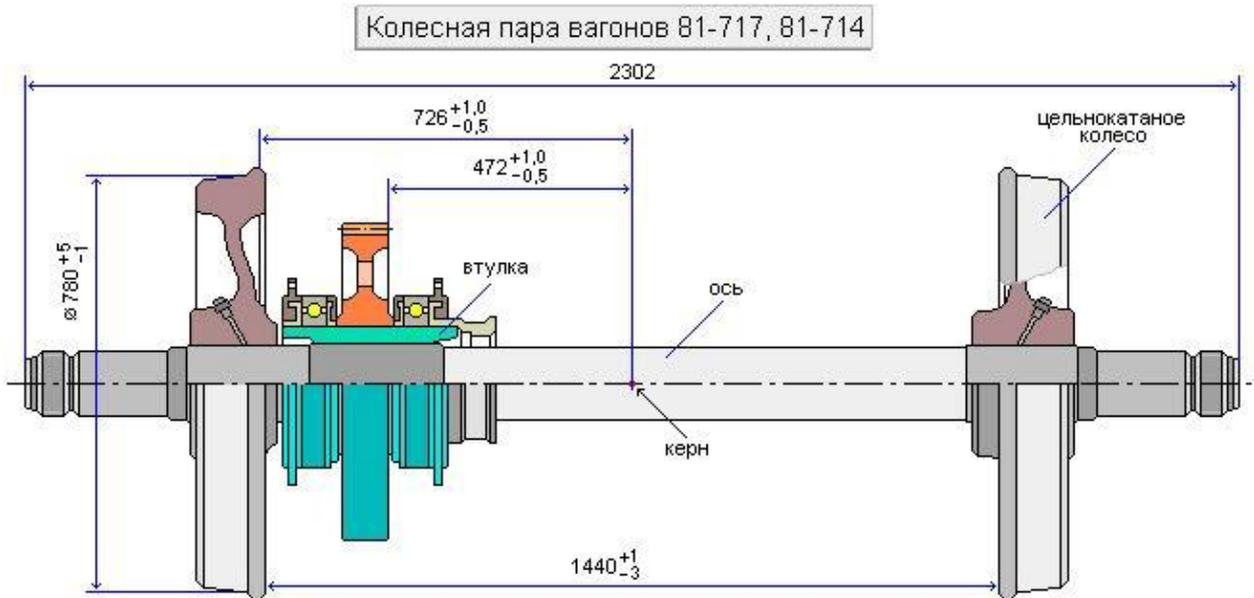


Рис. Колесная пара. Разрез

Тяговый редуктор состоит из следующих элементов:

- большого зубчатого колеса, напессованного на удлиненную ступицу или втулку первого колеса
- шестерни, выполненной заодно с валом и находящейся в зацеплении с зубчатым колесом
- двух больших подшипников - шарикового и роликового, также напессованных на удлиненную ступицу колеса или втулку
- двух больших лабиринтных крышек и с лабиринтными кольцами и
- двух уплотнительных колец раздельной смазки и, установленных с внутренней стороны больших подшипников
- двух малых подшипников - шарикового и роликового, напессованных на вал шестерни
- уплотнительных колец раздельной смазки и, расположенных с внутренней стороны малых подшипников
- запорного лабиринтного кольца, установленного с наружной стороны малого роликового подшипника
- шайбы и трех болтов, крепящих малый шариковый подшипник
- крышек, прижимающих наружные кольца малых подшипников и тем самым фиксирующих малую шестерню в верхней половине корпуса редуктора
- верхней и нижней половины корпуса

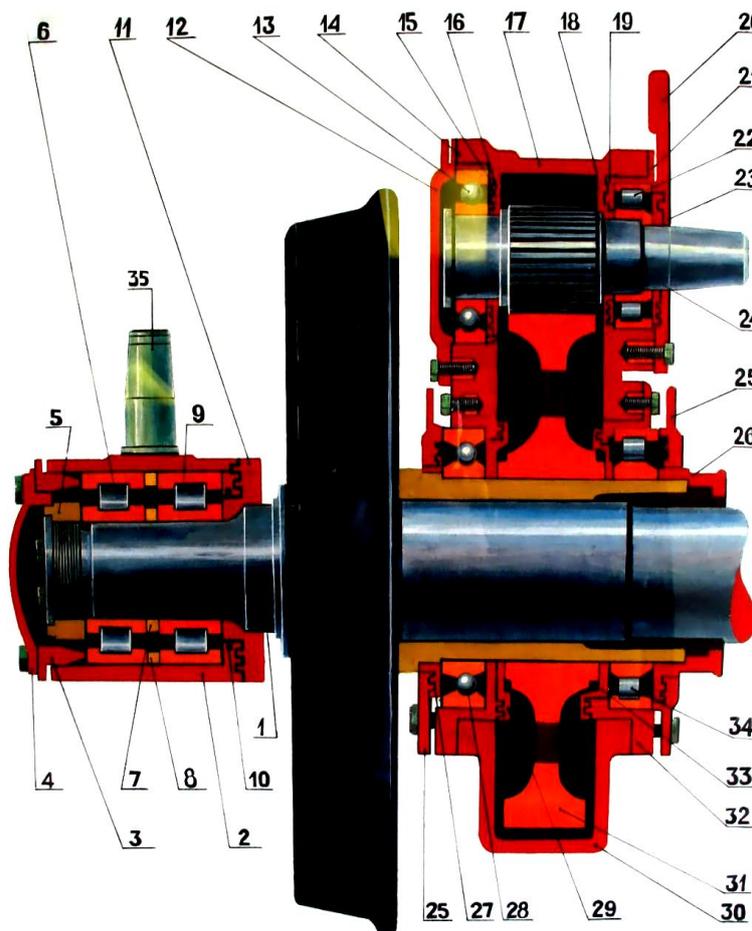


Рис. Редуктор

Тяговый редуктор имеет систему отдельной смазки. Она заключается в том, что полости подшипников заполняют густой смазкой ЛЗ-ЦНИИ, а в полость редуктора заливают жидкую смазку - нигрол, ТАП 15. Нижняя часть большого зубчатого колеса должна находиться в смазке. Полости друг от друга отделены лабиринтными уплотнителями отдельной смазки. В процессе эксплуатации густую смазку дополняют с помощью шприцев через пресс-масленки, установленные в крышках редуктора. Корпус редуктора представляет собой массивную коробку, состоящую из двух половин. Фланцы верхней и нижней половин соединены болтами. Через люк в верхней половине корпуса редуктора осматривают зубья передачи и добавляют в редуктор смазку. Через люк на

торцевой стенке нижней половины корпуса можно осматривать зубья большого колеса, а также сливать загрязненную смазку. В крышке люка имеется резьбовое отверстие для контроля объема смазки, заливаемой в редуктор. Отверстие закрывают пробкой, прикрепленной к корпусу редуктора цепочкой.

На боковой стенке верхней половины корпуса имеются два резьбовых отверстия; в одно из них ввертывают палец для крепления заземляющего устройства, а в другое - сапун. Сапун сообщает внутреннюю полость редуктора с атмосферой, что необходимо для предотвращения возможного выброса смазки через лабиринтные уплотнения под действием избыточного давления газов внутри редуктора, возникающего при его работе. В верхней половине корпуса снаружи под валом шестерни имеется проушина для крепления редуктора к раме тележки, выполненная в виде двух толстых ребер с отверстиями под шариковые подшипники.

Зубчатая передача

На вагонах метрополитена применена одноступенчатая, цилиндрическая косозубая передача с эвольвентным профилем зуба 8° .

Косозубое зацепление обеспечивает работу передачи с меньшим шумом. Поскольку в зацеплении находятся одновременно не менее двух зубьев, нагрузка на каждый зуб уменьшается. Отрицательной стороной косозубой передачи является возникновение осевого смещения и торцевое давление, равное произведению окружной скорости на тангенс угла наклона зубьев, нагрузка на каждый зуб уменьшается.



Фото. Кол. центр с удлиненной ступицей



Фото. Вал малой шестерни в сборе

Отрицательной стороной косозубой передачи является возникновение осевого смещения и торцевое давление, равное произведению окружной скорости на тангенс угла наклона зуба, поэтому наклон зуба ограничен величиной 8° . Профили рабочих поверхностей зубьев очерчены по эвольвенте - кривой, являющейся разверткой базовой окружности (эволюты). Преимуществом эвольвентного зацепления является простота изготовления зубчатых колес методом обкатки путем нарезания их червячными многозаходными фрезами. Зубчатые колеса изготавливают цельноштампованными, а шестерни цельнокатанными, причем шестерня изготовлена как одно целое со своим валом. Зубья шестерни подвергают объемной закалке и шлифовке, а зубья зубчатого колеса оставляют сырыми. Это обеспечивает одинаковую долговечность зубчатой пары.

Формирование колесной пары

Формирование колесной пары - процесс комплектования и соединения отдельных элементов колесной пары в одно целое.

Формирование колесных пар производят в соответствии с "Инструкцией по освидетельствованию, формированию и ремонту колесных пар подвижного состава метрополитена". Формирование производят на 400-тонном горизонтальном гидравлическом прессе. Пресс оборудован манометрами для контроля величины прессового давления и записывающем индикаторным устройством, с помощью которого записывается диаграмма изменения давления при напрессовке. Диаграмма записывается в координатах: по вертикали - давление в тоннах, по горизонтали - длина напрессовываемого участка. Кривая изменения давления на диаграмме должна быть слегка выпуклой вверх и постепенно возрастать до конечного давления, которое

характеризует прочность соединения. При запрессовке колес давление 50-80 тонн (натяг 0,08-0,22 мм), при запрессовке зубчатого колеса давление 30-45 тонн (натяг 0,09-0,15 мм).

Перед запрессовкой необходимо зачистить посадочные поверхности колесных центров и оси и проверить на магнитном дефектоскопе ось и зубчатое колесо.

Первым на ось напрессовывают первый колесный центр подрезиненного колеса с удлиненной ступицей (или втулку для цельнокатаного колеса). Затем удлиненную ступицу обрабатывают на токарном станке под посадку деталей редуктора и проверяют ее на магнитном дефектоскопе.

Сборка редукторного узла

Монтаж большого редукторного узла выполняется в следующей последовательности:

- на удлиненную ступицу первого колесного центра (или втулку для цельнокатаного колеса) устанавливают лабиринтную крышку редуктора (в свободном состоянии), затем нагретые лабиринтное кольцо и шарикоподшипник. Вслед за подшипником устанавливается пара колец раздельной смазки
- после остывания ступицы (втулки) до температуры окружающей среды на нее напрессовывают зубчатое колесо с натягом 0,09-0,15 мм под давлением 30÷45 тонн
- устанавливают вторую пару колец раздельной смазки и роликоподшипник
- в нагретом состоянии насаживают запорное кольцо и свободно вторую лабиринтную крышку редуктора

Нагрев подшипников, лабиринтных колец и запорного кольца ведут в трансформаторном масле, до температуры 120°C. После сборки деталей большого редукторного узла на ось напрессовывают второй колесный центр, предварительно подобранный по натягу.

Сборка малой шестерни:

- собирают комплект малой шестерни с лабиринтовыми уплотнениями, шарикоподшипником и внутренним кольцом роликоподшипника
- шарикоподшипник закрепляется торцевой шайбой
- устанавливают в корпусе редуктора наружное кольцо роликоподшипника
- заводят через горловину корпуса собранный комплект малой шестерни
- закрепляют крышку со стороны шарикоподшипника
- на вал шестерни со стороны конуса устанавливают запорное и лабиринтовое кольца
- закрепляют вторую крышку

Перед постановкой крышек в полости подшипников закладывают смазку ЛЗ-ЦНИИ. Шарикоподшипник, внутреннее кольцо роликоподшипника и запорное кольцо нагревают в масле до температуры 100÷120°C. Совместный монтаж большого и малого узлов производят следующим образом:

Заводят под зубчатое колесо и устанавливают на деревянной подставке верхнюю половину корпуса редуктора.

Затем смазывают фланцы корпуса невысыхающей пастой, ставят пресшпановые прокладки и устанавливают нижнюю половину корпуса редуктора на верхнюю и производят крепление с помощью болтов. Затем также на невысыхающей пасте устанавливают крышки большого узла и во все крышки ввертывают масленки. В редукторе применена отдельная система смазки, при которой подшипники работают на густой смазке ЛЗ-ЦНИИ, а зубчатые колеса на жидкой смазке - трансмиссионном масле (1,5 - 1,7 литра). Добавление смазки в подшипники в процессе эксплуатации производят через масленки в крышках подшипников. Заливка смазки или ее добавление для смазывания зубчатой передачи производится через пробку на лючке нижней половины корпуса редуктора. Пробка поставлена на дозированном уровне. Осмотр зубчатой передачи производят через люк с круглой крышкой на верхней половине корпуса.

Монтаж буксы

Буксы монтируются на шейках оси колесной пары.

Процесс монтажа буксы можно разбить на три последовательных операции:

Сборка части деталей на шейку оси.

На предподступичную часть оси в горячем состоянии насаживают лабиринтное кольцо до упора ее бурта в торец предподступичной части. Затем вплотную к лабиринтному устанавливают разогретое внутреннее кольцо заднего роликоподшипника с буртом, ставят холодное малое дистанционное кольцо и разогретое внутреннее кольцо переднего роликоподшипника. Нагрев лабиринтного кольца и внутренних колец роликоподшипников ведут в горном воске-озокерите до температуры 110 - 120°C. Озокерит в дальнейшем предотвращает появление коррозии деталей. Посаженные на ось детали поджимают упорным кольцом и осевой гайкой и оставляют для остывания.

Сборка деталей в корпусе буксы.

В корпусе буксы собирают наружные кольца подшипников с сепараторами и роликами. Предварительно стенки корпуса смазывают тонким слоем смазки ЛЗ-ЦНИИ и на скользящей посадке опускают в него последовательно наружное кольцо с сепаратором и роликами переднего подшипника. В выточку горловины корпуса буксы на задней его стенке со стороны оси заводят войлочное уплотнение, а ролики подшипника закрывают смазкой ЛЗ-ЦНИИ.

Совместный монтаж деталей, находящихся на шейке и в корпусе буксы, и окончательное закрепление буксы на оси.

Сняв осевую гайку и упорное кольцо, после остывания, одевают корпус буксы на шейку оси. После этого снова устанавливают упорное кольцо, выполняющее роль бурта для внутреннего кольца переднего подшипника, заворачивают осевую гайку, ставят и закрепляют двумя болтами стопорную планку.

Болты крепления планки стопорят проволоочной скруткой в виде восьмерки. Буксу закрывают сначала крепительной упорной крышкой, выступ которой закрепляет наружные кольца подшипников, а затем контрольную крышку, предварительно добавив смазку. Общее количество смазки ЛЗ-ЦНИИ, закладываемой в буксу, составляет около 1,6 кг.

Закрепление наружных колец подшипников в буксе определяют по наличию равномерного зазора между крепительной крышкой и торцом корпуса буксы ($0,5 \div 3$ мм). Болты, закрепляющие упорную крышку, попарно стопорят проволочными скрутками. Правильность монтажа буксы проверяют по легкости проворота ее от руки. Разбег буксы вдоль оси должен быть 0,2 - 0,8 мм. Радиальный зазор в подшипниках допускается в пределах 0,08 - 0,3 мм.

Подвешивание редуктора

Подвешивание редуктора к раме тележки осуществляется сочлененной подвеской.

Назначение подвески - поддерживать вал ведущей шестерни редуктора на одном уровне с валом тягового двигателя.

Узел подвешивания редуктора состоит из штампованной серьги(6) , подвесного стержня (5) с двумя гайками (2,4) и двумя резиновыми амортизаторами (3) . Подвесной стержень соединен с серьгой с помощью шарового подшипника марки ШС-40. При этом наружное кольцо шарового подшипника составляет одно целое с подвесным стержнем, а внутреннее его кольцо - одно целое с серьгой. Относительно друг друга стержень и серьга могут перемещаться по шаровой поверхности.

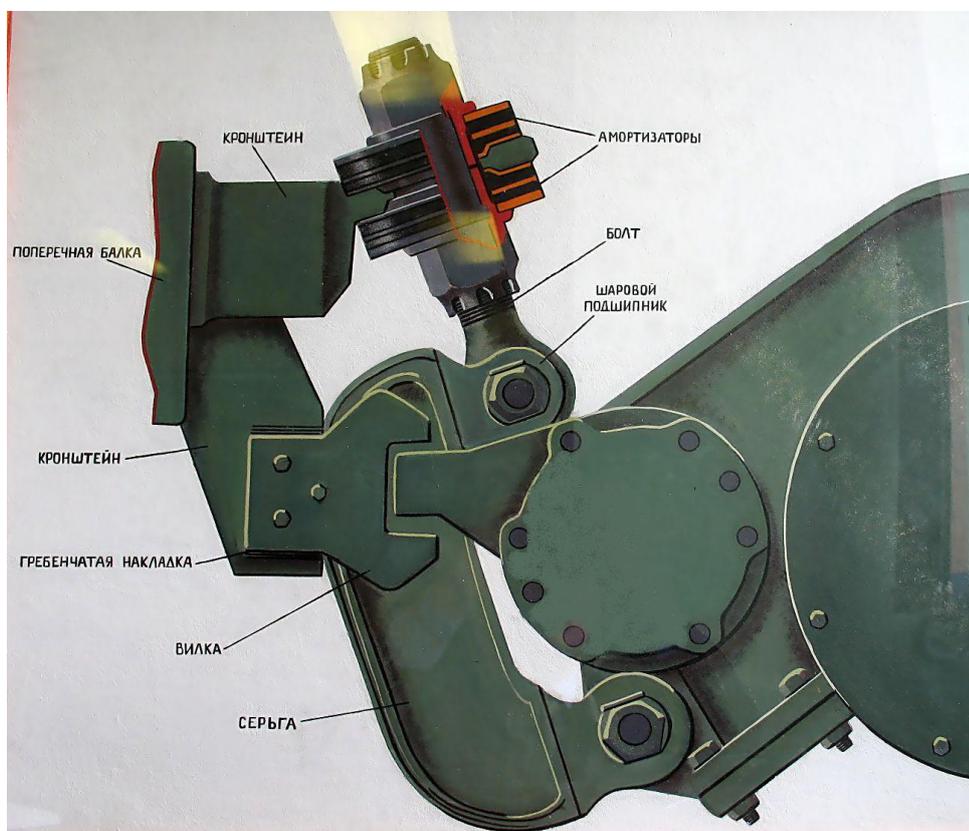
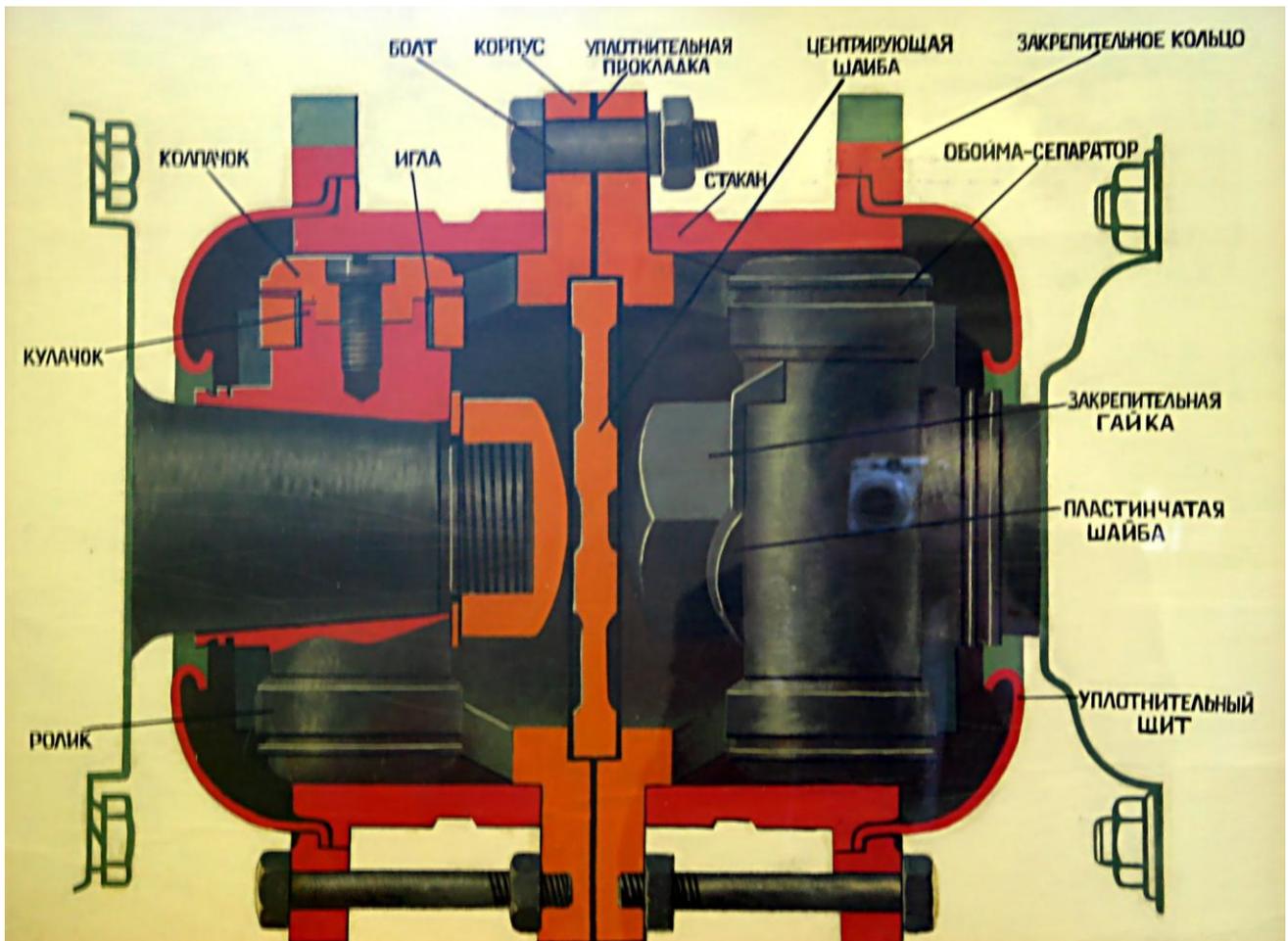


Рис. Подвешивание редуктора

В нижней точке серьгу соединяют с корпусом редуктора с помощью второго шарового подшипника. При этом внутреннее его кольцо составляет одно целое с корпусом редуктора, а наружное - одно целое с серьгой. Корпус редуктора может поворачиваться на шаровом подшипнике во всех направлениях относительно оси колесной пары в зависимости от прогиба рессор буксового подвешивания. Подвесной стержень проходит сквозь отверстие в литом кронштейне, вваренном в поперечную балку рамы тележки. Кронштейн оканчивается плитой, наклоненной к горизонту под углом 18° . На такой же угол отклонена от вертикали осевая линия подвески, чем обеспечивается минимальное вертикальное расхождение между валами шестерни и тягового двигателя при просадке буксовых рессор. Плита служит опорой для двух резиновых амортизаторов, расположенных на ней сверху и снизу и представляющих собой круглые резиновые шайбы. Резиновые амортизаторы обеспечивают смягчение вертикальных и боковых нагрузок, действующих на систему подвески редуктора и на кронштейн поперечной балки при прохождении неровностей пути. К резиновым шайбам с обеих сторон привулканизированы стальные накладки, предохраняющие их от истирания. Амортизаторы прижимаются к плите двумя гайками: верхней на меньшей резьбе и нижней на большей резьбе стержня подвески. Затяжка гаек должна быть достаточной, но не чрезмерной, чтобы сохранить податливость резины. Подбором длины хвостовиков гаек можно создать нужную степень затяжки резины и ограничить ее заданным значением. Для контроля степени затяжки гаек замеряют высоту амортизаторов в сборе, которая должна быть в пределах 94 ± 1 мм. Гайки крепят шплинтами. Гайками регулируют положение редуктора, а также вала ведущей шестерни по высоте относительно вала тягового двигателя. Чтобы поднять корпус редуктора необходимо отпустить нижнюю гайку и подтянуть верхнюю. Регулировка должна обеспечивать расположение вала шестерни на свободной (без кузова) тележке ниже вала тягового двигателя на 2 - 4 мм. Тогда при опущенном на тележку кузове этот размер уменьшится на 1 - 1,5 мм, а при полной нагрузке с пассажирами вал тягового двигателя окажется ниже вала шестерни на 1-1,5 мм. Таким образом вал тягового двигателя при просадке рессор опускается на большую величину, чем вал редуктора. Это происходит потому, что подвеска редуктора занимает наклонное положение и в процессе просадки изменяется ее угол наклона. Высота нижней точки корпуса редуктора над уровнем головок рельсов под тарой вагона при новых бандажах и колесах должна быть не менее 76 мм, а при предельно проточенных бандажах и колесах - не менее 45 мм. Подвеска редуктора имеет предохранительное устройство, состоящее из кронштейна поперечной балки рамы тележки, предохранительной вилки, закрепленной на кронштейне через зубчатую нарезку на прилегающей плоскости и имеющей выемку, в которую с зазором входит выступ крышки редуктора. Зазор, необходимый для свободного поворота корпуса редуктора при прогибе рессорного подвешивания, регулируют путем перемещения предохранительной вилки.

Карданная муфта



Карданная муфта соединяет вал тягового двигателя с валом шестерни редуктора и служит для передачи тягового усилия от двигателя к колесной паре или тормозного усилия от колесной пары к двигателю при торможении.

Рис. Карданная муфта

Тяговый двигатель укреплен на кронштейнах рамы тележки и полностью подрессорен вместе с ней на буксовых рессорах. Редуктор же укреплен на оси колесной пары. Вследствие этого в процессе движения вагона и при просадке буксовых рессор валы тягового двигателя и редуктора смещаются в пространстве один относительно другого во всех направлениях. Вследствие этого возможно только шарнирное соединение валов, для чего и применена карданная муфта.

Карданная муфта допускает:

- параллельное смещение валов друг относительно друга до 8 мм
- угловое смещение до $2,5^\circ$
- взаимное продольное смещение до 10 мм

Устройство карданной муфты

Карданная муфта состоит из двух одинаковых полумуфт, соединенных после установки на концах валов тягового двигателя и редуктора болтами.

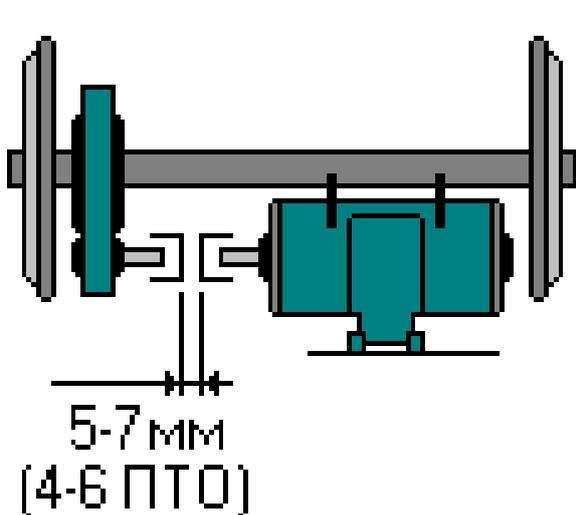


Рис. Разбег карданной муфты

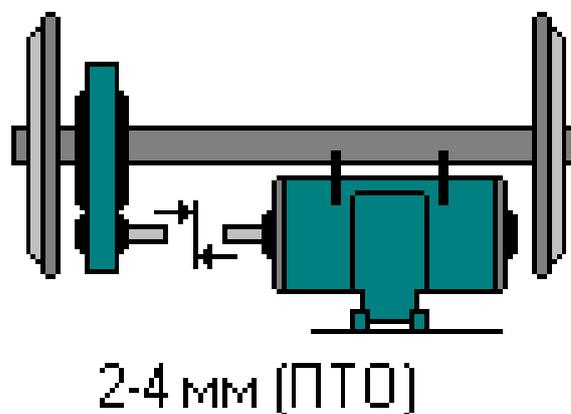
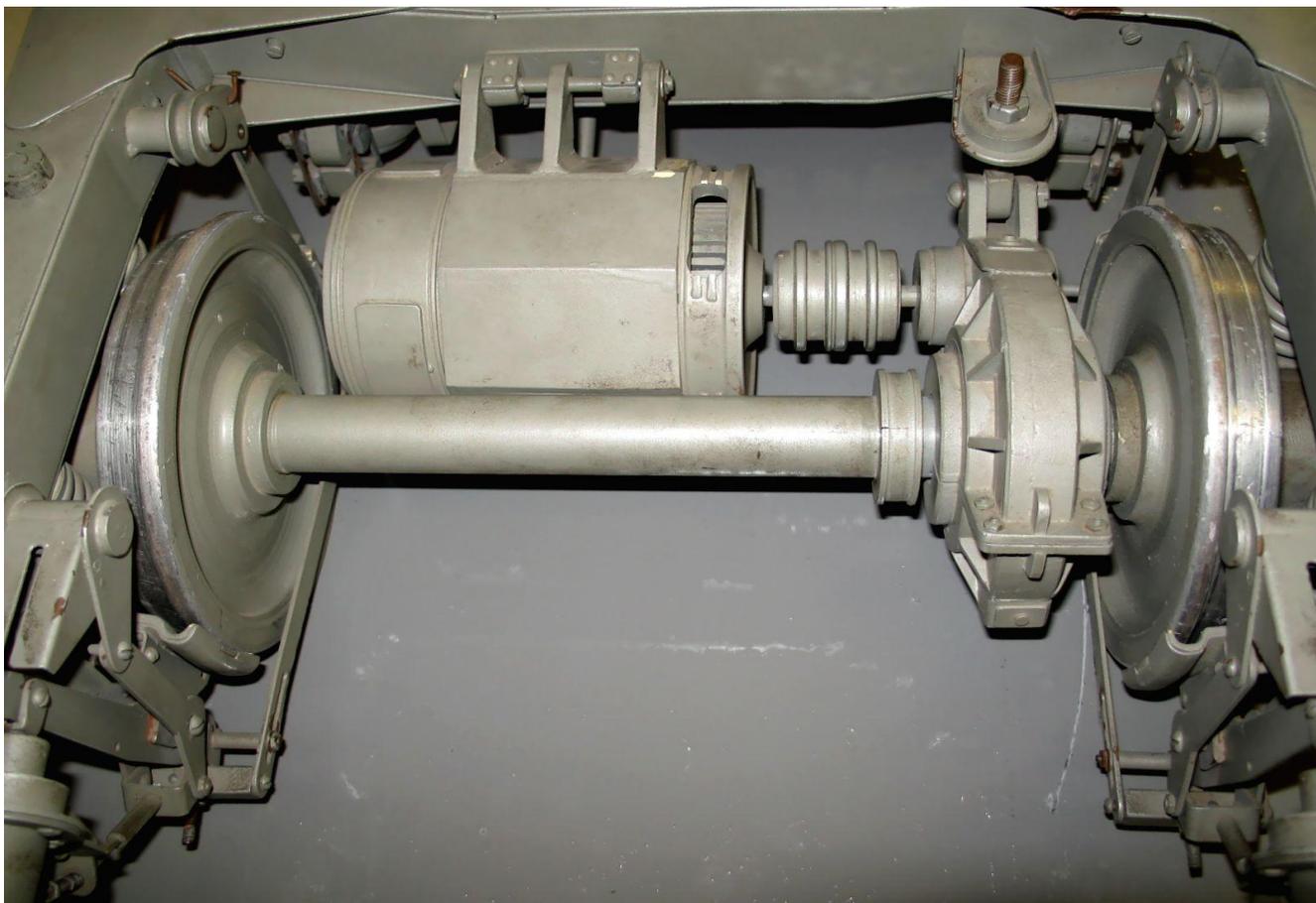


Рис. Несоосность валов

- кулачок с двумя игольчатыми подшипниками и двумя колпачками
- закрепительная колпачковая гайка с пластинчатой шайбой
- корпус-вилка
- стакан
- уплотнительный щит
- четыре длинных болта с контрящими гайками

При соединении полумуфт между собой устанавливается общая центрирующая шайба и уплотнительная прокладка из прессшпана. Полумуфты соединяются четырьмя призонными болтами.

Кулачок представляет собой втулку с двумя цапфами диаметром 37 мм. Втулка имеет конусное отверстие (1:10) для горячей бесшпоночной посадки на конусный конец вала. Оси цапф перпендикулярны к оси отверстия. На цапфы надевают ролики в виде колец. Между роликом и цапфой размещают иглы, применяемые обычно в игольчатых подшипниках. Иглы устанавливают вплотную друг к другу. По ним происходит вращение ролика на цапфе.



Установка карданной муфты на тележке

Каждая цапфа на торце имеет гнездо под ножку грибовидного колпачка и уходящее вглубь отверстие с резьбой под болт крепления колпачка. Грибовидные колпачки служат для закрепления игольчатых подшипников на цапфах. Наружная поверхность колпачка имеет сферическую форму. Вилка представляет собой открытый цилиндр с фланцем. По образующей цилиндра расположены два полуовальных выреза, в которых размещают ролики колпачка. Места упора роликов в боковые кромки вырезов, где осуществляется передача усилия, наплавляют специальным твердым сплавом для повышения износостойкости и шлифуют. Во фланце корпуса имеется восемь отверстий, из которых четыре диаметром 16 мм служат для установки призонных болтов, соединяющих полумуфты между собой, и четыре других отверстия под болты, стягивающие укрепляющее кольцо и фланец вилки. Стакан, являющийся кожухом для полумуфты, выполнен в виде открытого полого цилиндра. Он размещен на корпусе и перекрывает вырезы в нем. В стенках цилиндра имеются два резьбовых отверстия, закрываемых пробками. Через них добавляют смазку в полумуфту. Передний торец стакана упирается во фланец вилки. Между ними для обеспечения плотности ставят прессшпановые прокладки. Задний торец стакана имеет небольшой бурт для крепления щита. По окружности щита предусмотрена кромка, которая загибаясь входит внутрь муфты, что препятствует выбросу смазки наружу. Укрепляющее кольцо, совместно с четырьмя длинными болтами, ввертываемыми во фланец вилки, зажимают стакан и уплотнительный щит, то есть соединяют в одно целое детали полумуфты. Уплотнительный щит изготавливают штамповкой из листовой стали. Внутренний диаметр его дополнительно отбортован внутрь, что препятствует выбросу смазки из муфт. Щит имеет выпуклость наружу.

Центрирующая шайба применяется одна на две полумуфты. Она представляет собой диск толщиной 14-16 мм. В средней части диска с обеих сторон вышлифованы вогнутые сферы - места упора шайбы в крепежные гайки кулачков. Шайба центрирует собранные полумуфты. Для обеспечения точности соединения центрирующую шайбу выполняют под напряженную посадку в вилки полумуфт. В шайбе сделаны четыре отверстия, через которые внутренние плоскости полумуфт сообщаются одна с другой. Посаженный на вал кулачок зажимает гайка. Ее крепят пластинчатой шайбой, которая имеет две лапки, отгибающиеся в пазы на кулачке.

Принцип действия карданной муфты

Передача муфтой тягового усилия осуществляется следующим образом. Кулачок, насаженный на конус вала двигателя, вращаясь вместе с ним, передает вращение вилке полумуфты со стаканом через ролики и упоры. Вилка первой полумуфты жестко соединена фланцем с вилкой второй полумуфты и передает вращение через упоры на кулачок, насаженный на конус вала шестерни, которая приводит во вращение зубчатое колесо редуктора вместе с колесной парой. По принципу действия карданная муфта относится к универсальным шарнирам. Неподвижными элементами в ней являются кулачки, а подвижными - корпуса со стаканами и центрирующая шайба. Подвижный элемент муфты в процессе ее работы не имеет определенного положения и может располагаться наклонно в пространстве и перемещаться вдоль валов.

При движении вагона в карданной муфте происходит непрерывное трение скольжения отдельных металлических частей, поэтому их необходимо смазывать смазкой, способной проникать ко всем трущимся местам. Для карданной муфты применяется смесь ЛЗ-ЦНИИ (густой) - 60% и гипоидной (жидкой) - 40% в общем количестве смеси 1,5 кг. В эксплуатации проверяют нагрев карданной муфты. Он не должен превышать более, чем на 20°C температуру окружающей среды.

Сборка карданной муфты

Сборка состоит из двух операций:

- посадка кулачков на вал тягового двигателя и малой шестерни
- монтаж карданной муфты

Кулачок сажают на вал шестерни или тягового двигателя в горячем состоянии с натягом. Для обеспечения плотности посадки вал и кулачок должны иметь точно пригнанные друг к другу конусные поверхности, и каждый кулачок индивидуально притирается по валу пемзой или мелким наждачным порошком до прилегания не менее 80%.

Холодный кулачок одевают на вал и замеряют свес торца кулачка над концом конуса вала, который должен быть в пределах 2÷4 мм. После этого кулачок нагревают до температуры 175-180°C в течение 15-20 минут в трансформаторном масле. После этого свес должен уменьшиться на 0,9÷1,3 мм. Разница величин свесов в холодном и горячем состоянии называется линейным натягом.

Если при нагреве кулачка применялась масляная ванна, то непосредственно перед его посадкой на вал кулачок обезжиривается специальным раствором. Недостаточная притирка кулачка или малый натяг могут в эксплуатации привести к провороту кулачка на валу. Посаженный кулачок закрепляется колпачковой гайкой, которая в свою очередь стопорится лепестковой пластинчатой шайбой, лепестки которой отгибают в пазы кулачка и на грани гайки. Крепежная гайка подвергается закалке и цементации.

Перед посадкой кулачка на вал необходимо предварительно установить закрепительное фланцевое кольцо и уплотнительный щит. Монтаж карданной муфты осуществляют следующим образом. После того как установлены на конусах валов шестерни редуктора и якоря тягового двигателя закрепительные кольца с уплотнительными щитами, насажены и закреплены гайками кулачки, шестерню поднимают, поворачивая корпус редуктора вокруг своей оси, и соединяют его с узлом подвешивания. Затем, соблюдая зазор (в соответствии с нормами и допусками) между гайками вала шестерни и вала якоря двигателя, окончательно закрепляют двигатель на кронштейне и продолжают сборку карданной муфты. Вилки со стаканами надевают на кулачки и стяжными болтами через закрепительные кольца подтягивают уплотнительные щиты к фланцам вилок. После установки центрирующей шайбы обе полумуфты скрепляют болтами. На этом заканчивается сборка карданной муфты. Остается установить ось вала шестерни ниже на $3\div 4$ мм оси вала якоря, что осуществляют с помощью корончатых гаек узла подвески редуктора.

Разбег карданной муфты

Вилки полумуфт со стаканами и центрирующая шайба являются подвижными элементами относительно кулачков и могут перемещаться вдоль валов, занимая в пространстве любое положение. Продольное перемещение определяет разбег карданной муфты и ограничивается упором центрирующей шайбы в одну или другую закрепительные гайки кулачков на торцах соединяемых валов. Этот разбег должен быть $5\div 7$ мм. Закрепительные гайки имеют сферические окончания, а центрирующая шайба соответствующие сферические выемки. Именно этими сферами они и взаимодействуют между собой при перемещении карданной муфты. Именно этим перемещением определяется разбег. Разбег карданной муфты регулируют перемещением тягового двигателя на поперечной балке рамы тележки вдоль оси колесной пары.

Подвешивание тягового двигателя

На вагонах метрополитена применяется опорно-рамная схема подвески тягового двигателя. Тяговый двигатель не имеет опоры на ось колесной пары, а целиком прикреплен к раме тележки и полностью подрессорен вместе с ней на надбуксовом подвешивании.

На вагонах первых выпусков (А, Б и Г) применялась опорно-осевая схема подвески тягового двигателя. При такой схеме подвески двигатель одним концом опирается на раму тележки через траверсные пружины, а другим концом через опорно-осевые подшипники на ось колесной пары. Двигатель в этом случае испытывает все жесткие неподдрессоренные удары, приходящиеся на колесную пару.

Узел подвешивания тягового двигателя

Вагоны типа Е и Еж-3

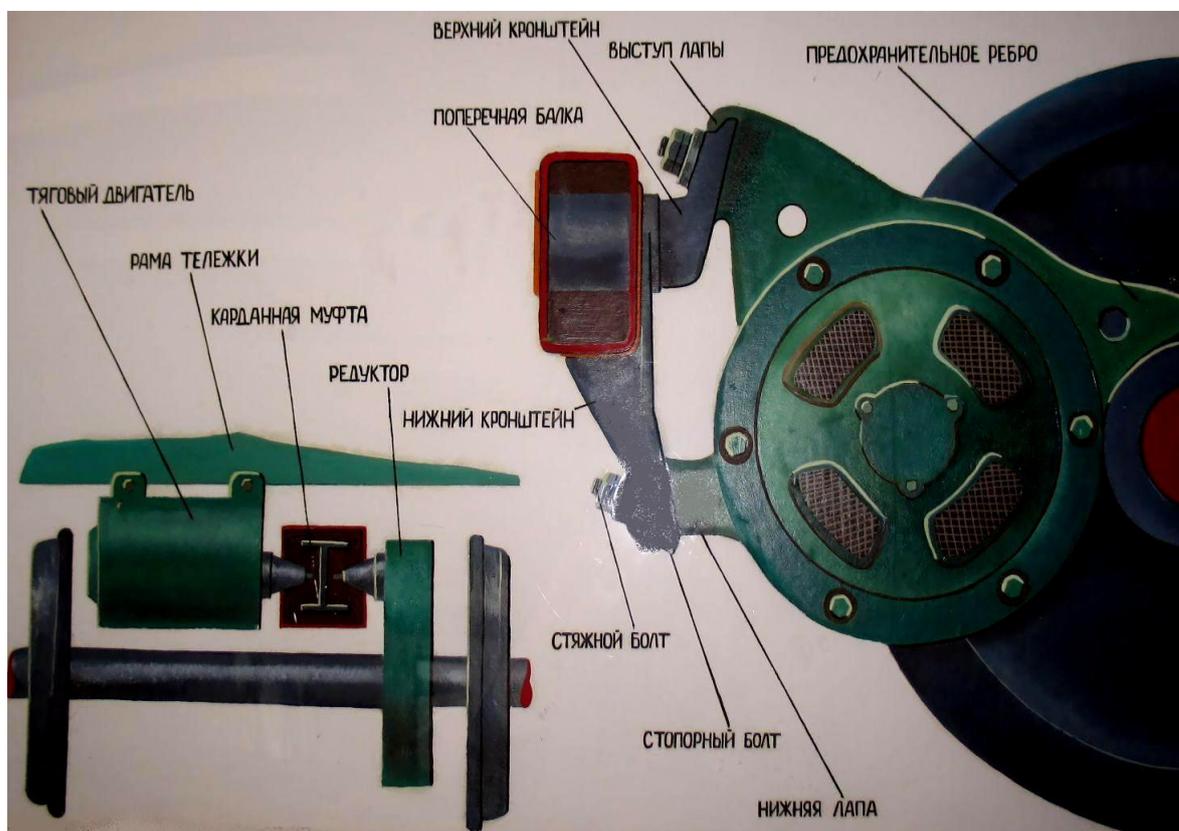


Рис. Подвеска тягового двигателя

Подвешивание двигателя к раме тележки осуществляется на трех кронштейнах - двух верхних и одном нижнем, приваренных к поперечной балке рамы тележки. Кронштейны оканчиваются опорными плитами, которые составляют одну плоскость, расположенную под углом 15° к вертикали.

Верхние кронштейны стальные, литые, имеют основание в виде полого цилиндра, которым они вварены в стенки поперечной балки. Их опорные плиты, приподнятые кверху, имеют клиновидные окончания, на которые надевают выступы предохранительных упоров ("лап") двигателя. При таком исполнении тяговый двигатель может висеть на кронштейнах даже без крепления болтами.

Нижний упор двигателя размещают в нижнем кронштейне, который также приварен к поперечной балке рамы тележки и имеет форму открытой коробки. Задняя наклонная стенка этой коробки служит опорной поверхностью для упоров двигателя, а боковые стенки, усиливающие кронштейн, расположены шире упора и благодаря этому позволяют перемещать двигатель вдоль его оси. Для этого в боковые стенки ввернуты стопорные болты, которые упираются с двух сторон в нижний упор. Отвертывая один из болтов и подтягивая другой, можно перемещать двигатель в ту или иную сторону и этим регулировать разбег карданной муфты.

После регулировки каждый стопорный болт фиксируют контргайкой, а тяговый двигатель закрепляют на месте тремя стяжными болтами, для которых в кронштейнах и упорах двигателя выполнены овальные отверстия. Стяжные болты фиксируют корончатыми гайками со шплинтами.

Таким образом, при такой рамной подвеске можно регулировать положение тягового двигателя только в направлении вдоль его оси.

Остов двигателя имеет два предохранительных ребра, которыми двигатель может опереться на ось колесной пары в случае излома верхних точек подвески. При этом нижний упор опустится на дно коробки и этим удержит двигатель от падения на путь.

Вагоны 81-717 и 81-714

На тележках вагонов 81-717 и 81-714 применена схема опорно-рамной подвески тяговых двигателей, которая значительно снижает нагрузку на неподрессоренные части тележки.

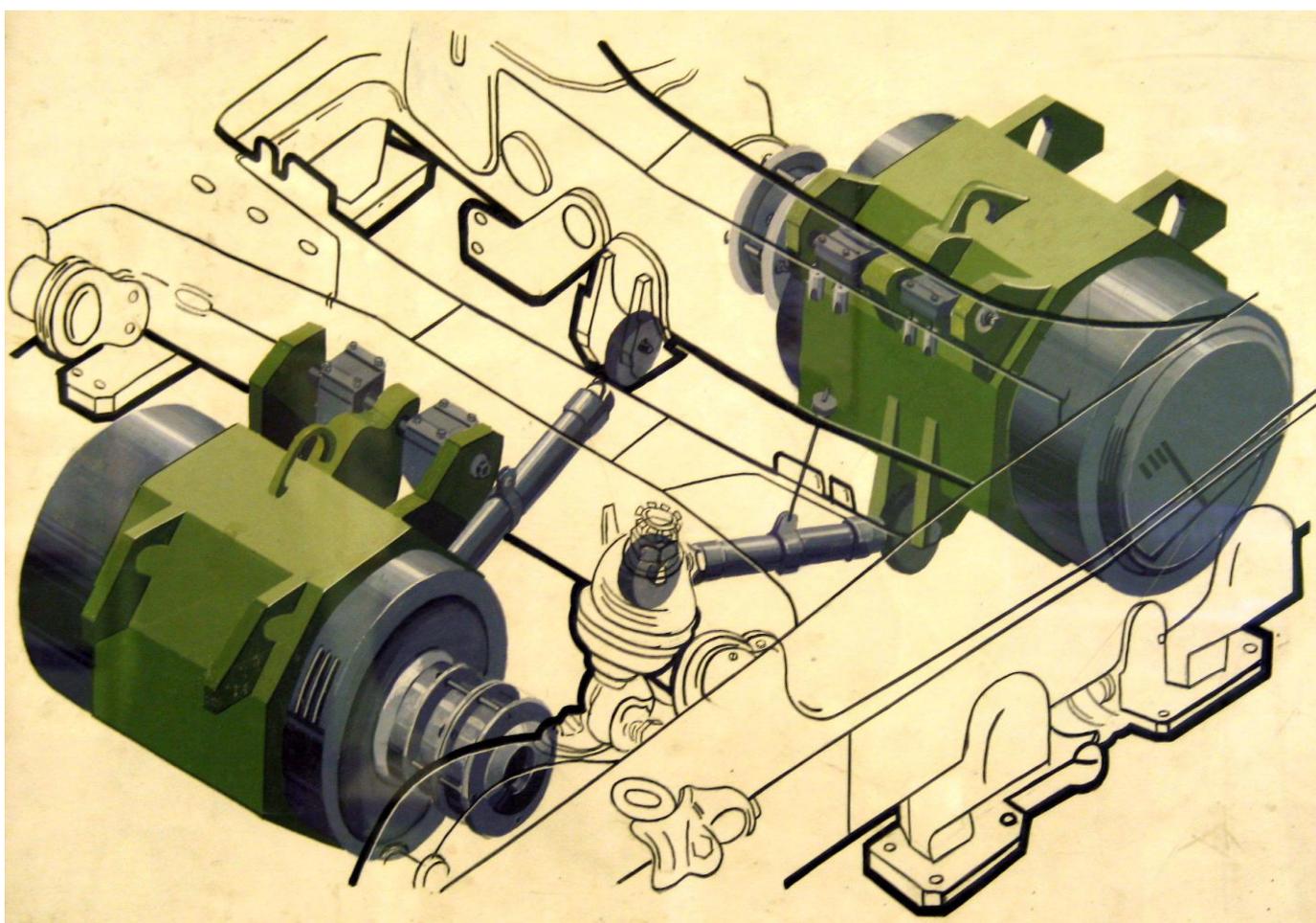
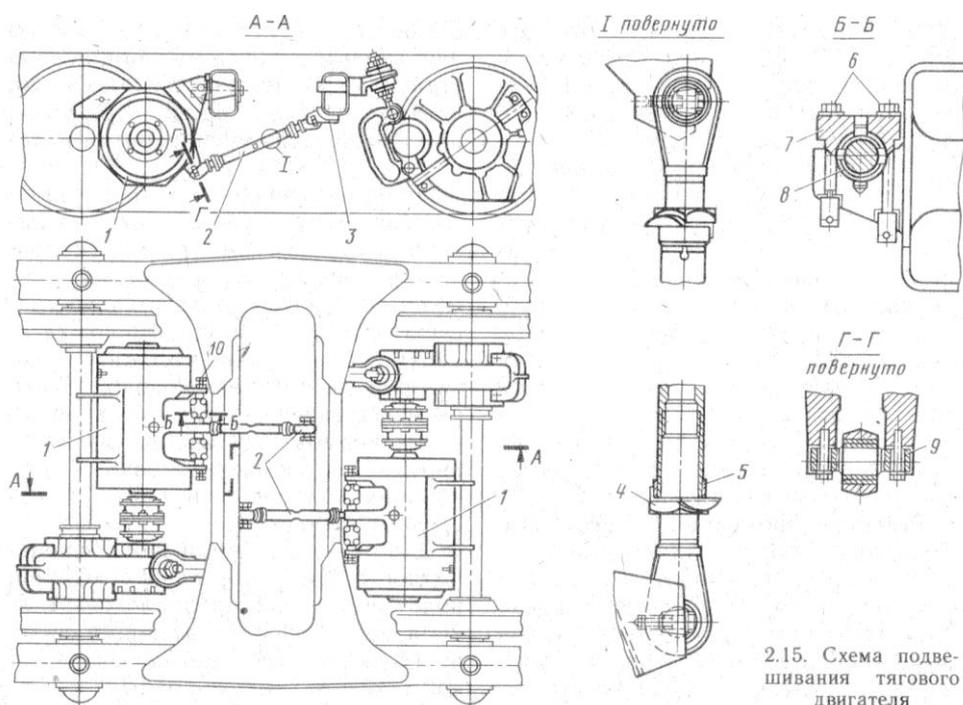


Рис. Подвеска тягового двигателя

Тяговый двигатель связан с поперечными балками рамы в трех опорных точках – двух верхних и одной нижней. Узел крепления на верхних кронштейнах представляет собой шарнир в виде цилиндрического стержня, запрессованного в приливы корпуса двигателя, который отделен от стенок кронштейна рамы и крышки резинометаллическими прокладками. Каждая прокладка состоит из стальной армировки, слоя формовой резины и центрирующего штифта диаметром 9 мм, который входит в глухое отверстие по центру кронштейна. На месте тяговый двигатель будет удерживаться при помощи двух крышек, опорные плоскости которых также имеют полукруглые выемки, соответствующие диаметру стержня, и в которые тоже вложены две компенсирующие прокладки. Этими крышками стержень накрывается сверху и каждая крышка стягивается при помощи четырех болтов, вворачиваемых в специальные сухари. Сухари попарно соединяются осями-шпильками, а они контрятся шплинтами. От самопроизвольного откручивания болты удерживают пластинчатые шайбы, попарно контрящие головки болтов. В боковых ребрах остова тягового двигателя имеются сквозные резьбовые отверстия под регулировочные боты с контргайками, при помощи которых производится регулировка разбега карданной муфты. Нижний узел крепления двигателя выполнен в виде реактивной тяги, которая соединяет нижний кронштейн на остова тягового двигателя с кронштейном на соседней поперечной балке рамы тележки.



2.15. Схема подвешивания тягового двигателя

Реактивная тяга представляет собой трубу, в которую с обеих сторон ввернуты болты с резинометаллическими шарнирами и застопоренными в трубе с помощью конусных втулок и гаек. Валики резинометаллических шарниров имеют цапфы клиновидной формы. Одним концом реактивная тяга прикреплена через клиновое соединение к двигателю, а другим к кронштейну, расположенному на второй поперечной балке. Реактивная тяга предназначена для разгрузки соседней поперечной балки рамы тележки от крутящих и весовых моментов, которые создает двигатель, висящий на ней. При консольной подвеске обе реактивные тяги передают нагрузки через себя в противоположных направлениях, то есть компенсируют одна другую. Такая система подвески тяговых двигателей позволяет сгладить пиковые напряжения, возникающие в раме тележки в процессе эксплуатации и тем самым уменьшить трещеобразование в поперечных балках рамы.

Использование в подвеске реактивной тяги позволяет передвигать тяговый двигатель в горизонтальной (ближе или дальше от оси колесной пары) и вертикальной плоскостях. Для этого необходимо расстопорить оба болта в трубе и, вращая трубу ключом в одну или другую сторону, изменять ее длину, передвигая тем самым тяговый двигатель. Болты имеют разную резьбу: один правую, а другой левую. Благодаря этому болты будут либо вворачиваться в трубу, либо выворачиваться из нее одновременно. Этой операцией регулируют зазор между остовом тягового двигателя и осью колесной пары, который должен быть в пределах $8 \div 12$ мм. Зазор в вертикальной плоскости между предохранительными ребрами двигателя и осью должен быть равным $65 \div 70$ мм. Реактивная тяга позволяет также выполнить регулировку горизонтальной несоосности между валом тягового двигателя и валом малой шестерни, которая должна составлять $0 \div 3$ мм со смещением двигателя только внутрь тележки. Слабым звеном в подвеске являются три несущих ребра остова двигателя. В случае их излома от падения на путь тяговый двигатель удерживает предохранительный трос диаметром 18 мм. При этом двумя предохранительными ребрами тяговый двигатель ляжет на ось колесной пары. Трос соединяется петлей с нижним кронштейном на остова двигателя и со стержнем при помощи скобы, зажима и двух гаек с пружинными шайбами. Трос имеет защитную резиноканевую оболочку. Реактивная тяга также имеет предохранительный тросик, который соединяется при помощи болтов с поперечной балкой рамы тележки и хомутом в средней части трубы реактивной тяги.

Регулировка разбега карданной муфты

Регулировка разбега карданной муфты производится перемещением тягового двигателя на поперечной балке тележки вдоль оси колесной пары.

Вагоны типа Е и Еж-3

На вагонах Е и Еж-3 нижняя лапа двигателя размещается в нижнем кронштейне, который имеет форму открытой коробки. Задняя наклонная стенка этой коробки служит опорной поверхностью для лапы двигателя, а боковые стенки расположены несколько шире лапы, чтобы двигатель мог перемещаться вдоль оси. Боковые стенки коробки имеют резьбовые отверстия, в которые ввернуты стопорные болты, упирающиеся в нижнюю лапу с двух сторон. Отвертывая один из болтов и подворачивая другой, можно перемещать двигатель в ту или иную сторону и этим регулировать разбег корпуса карданной муфты. После регулировки каждый стопорный болт фиксируют контргайкой, а тяговый двигатель прочно закрепляют на месте тремя стяжными болтами, для которых в опорных плитах кронштейнов отверстия делают продолговатыми.

Вагоны 81-717 и 81-714

Регулировка положения двигателя вдоль оси колесной пары производится с помощью двух регулировочных болтов с контргайками. Болты ввернуты с двух сторон в резьбовые отверстия боковых несущих ребер остова двигателя и своими торцами упираются в боковые стенки кронштейнов на поперечной балке рамы тележки. Для того, чтобы передвинуть тяговый двигатель в одну или другую сторону вдоль оси колесной пары необходимо:

- расконтрить и ослабить восемь болтов крепления двух крышек
- расконтрить оба регулировочных болта

- вворачивая один регулировочный болт в боковое ребро остова и выворачивая из ребра другой болт передвинуть тяговый двигатель в нужном направлении до получения необходимой величины разбега карданной муфты
- после установки заданного разбега карданной муфты затянуть и законтрить восемь болтов крепления крышек и оба регулировочных болта

Тормозное оборудование

Тормозное оборудование является одним из ответственных узлов вагона. Знание тормозного оборудования и умение управлять им обеспечивают безопасность движения поездов. Тормозное оборудование вагона предназначено для создания искусственного сопротивления движению, остановки и удержания состава от скатывания при любой стоянке вагона. К тормозному оборудованию относятся тормозные колодки, рычажно-тормозные передачи и их привод. На каждой тележке вагона имеется четыре независимых узла рычажно-тормозной передачи, действующих от пневматического или ручного привода на каждое колесо вагона и обеспечивающих двустороннее нажатие колодок на бандажу колес.

Рычажно-тормозная передача

Рычажно-тормозная передача служит для передачи усилия от пневматического или ручного привода к тормозным колодкам.

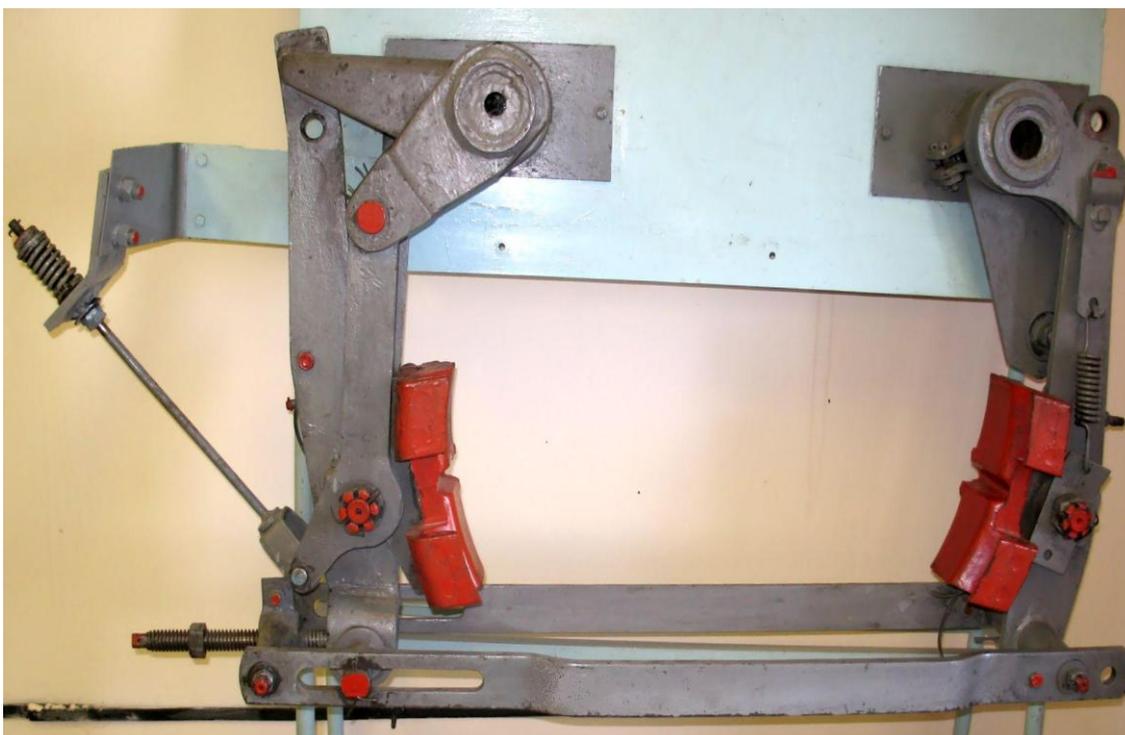


Рис. Рычажно – тормозная передача

1. Тормозной цилиндр
2. Средний рычаг
3. Стабилизатор
4. Параллельные затяжки
5. Колодка

повешивают к раме тележки на подвеске при помощи валика, который одновременно соединяет рычаг с башмаком тормозной колодки. Рычаг в верхней части имеет два отверстия, из которых нижнее служит для соединения со штоком тормозного цилиндра, а верхнее - для присоединения к тяге ручного тормоза. Средний рычаг в верхней части имеет отверстие под валик, на котором рычаг подвешивают на раме тележки. С башмаком тормозной колодки средний рычаг соединяется так же, как и концевой. Как средний, так и концевой рычаги тормоза установлены по отношению к колесу с некоторым наклоном, поэтому при отпуске тормозов колодки от колес сами не отходят. Для оттяжки колодок от колес устанавливают оттормаживающие пружины. Все детали рычажно-тормозной передачи стальные, за исключением тормозных колодок.

Работа рычажно-тормозной передачи

Рычажно-тормозная передача с пневматическим приводом действует следующим образом. Под действием сжатого воздуха шток выходит из тормозного цилиндра и давит на верхнее плечо тормозного рычага. В нижнем шарнире (мертвая точка) происходит его поворот. Такое движение будет происходить до тех пор, пока тормозная колодка не подойдет к колесу, после чего мертвая точка из нижнего шарнира перейдет в шарнир подвески тормозной колодки. При дальнейшем движении верхнего плеча рычага в том же направлении нижнее его плечо начнет перемещаться в обратном направлении вместе с параллельными тягами, которые приведут в движение средний рычаг, мертвая точка которого находится в точке его подвески. В дальнейшем произойдет нажатие обеих колодок на колесо с силой, соответствующей усилию на штоке тормозного цилиндра, умноженному на передаточное число рычажной передачи. При прекращении торможения после выхода воздуха из тормозного цилиндра производится отпуск тормозов, и тормозные колодки отходят от колес под действием оттормаживающей пружины. При торможении оттормаживающая пружина получает натяжение, а при отпуске тормозов натянутое состояние пружины приводит к отводу тормозных колодок от колес, устанавливая их в исходное положение. Концевой рычаг также становится в исходное положение под действием возвратной пружины в тормозном цилиндре.

Передаточное число рычажно-тормозной передачи

Рычажно-тормозная передача характеризуется передаточным числом, которое показывает, во сколько раз суммарное нажатие тормозных колодок узла больше усилия на штоке тормозного цилиндра или во сколько раз выход штока тормозного цилиндра больше среднего зазора между одной колодкой и колесом. Передаточное число зависит от соотношения длин плеч рычагов, составляющих рычажно-тормозную передачу. На вагонах метрополитена передаточное число одного узла (от тормозного цилиндра к двум колодкам) составляет 6,56. Согласно существующим нормам выход штоков тормозных цилиндров должен быть 50 - 55 мм, но не более 65 мм в эксплуатации. Следовательно, зазор между колодкой и колесом в первом случае составит

$$50 \div 55 / 6,56 = 7 \div 8 \text{ мм,}$$

а во втором $65 / 6,56 = 10 \text{ мм}$

КПД тормоза

Фактическая сила нажатия колодок на колесо всегда меньше расчетной.

Потери происходят из-за следующих факторов:

- необходимость преодоления усилий возвратной пружины тормозного цилиндра и пружины оттормаживающего устройства
- трение в подвижных элементах
- увеличение люфта в шарнирах из-за выработки
- неправильное положение концевых и среднего рычагов из-за перекоса (между рычагами и параллельными тягами в момент прижатия колодок к колесу должен быть угол по возможности ближе к 90°)

КПД тормоза принимается равным 75÷80%

Регулировка рычажно-тормозной передачи

По мере износа тормозных колодок зазоры между колодками и колесами, а также и выход штоков тормозных цилиндров увеличиваются, и при предельно допустимых размерах осуществляют регулировку передачи для каждого узла в отдельности. При этом учитывают диаметры колес, уменьшение которых требует соответствующего приближения к ним тормозных колодок.

Это означает, что регулировка фактически сводится к изменению рабочей длины тяг, соединяющих рычаги друг с другом. Грубую регулировку выполняют перестановкой валиков средних рычагов в соответствующие отверстия нижних параллельных тяг в зависимости от диаметра колес.

Валик соединения со средним рычагом должен быть размещен:

- при диаметре колеса 785-750 мм в первом (крайнем) отверстии
- менее 750 мм - во втором (внутреннем) отверстии

Точную регулировку осуществляют регулировочными винтами, которые расположены на нижних параллельных тягах. Один оборот при затяжке регулировочного винта уменьшает выход штока тормозного цилиндра на 6-7 мм. Для концевых рычагов с концевой колодкой производится также регулировка с помощью регулировочной гайки и винта оттормаживающего устройства.

1 - оттормаживающее устройство

2 - регулировочный винт

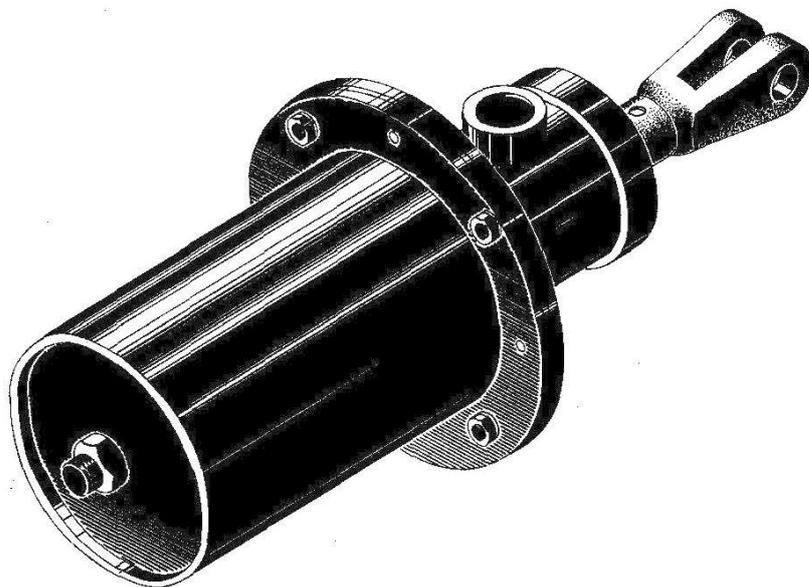
В первую очередь регулируют средний зазор между тормозными колодками и колесом. Средний зазор должен быть выставлен в пределах 7÷8 мм. После этого приступают к регулировке верхних и нижних зазоров между колодками и колесом. Ее выполняют с

помощью фиксаторов положения тормозных колодок.

Для этого необходимо отвернуть контргайку и вращая гайку в одну или другую сторону переместить стержень по втулке. Колодка связана со стержнем при помощи пальца, который крепится к колодке выше основного валика. Поэтому тормозная колодка начнет поворачиваться относительно основного валика. Верхние зазоры между колодками и колесом должны быть выставлены в пределах 10÷12 мм, а нижние зазоры 4÷6 мм.

Тормозной цилиндр

Тормозной цилиндр служит для создания тормозного усилия на ободу колесной пары и является приводом тормозной рычажной передачи для обеспечения торможения.



На каждом вагоне восемь тормозных цилиндров. Они установлены на плоских кронштейнах в торцах продольных балок рам тележек. Каждый цилиндр крепится четырьмя болтами.

Устанавливаемые на тележке тормозные цилиндры однокамерные с самоустанавливающимся штоком, шарнирно связанным с поршнем. Шток имеет шаровой наконечник, который

устанавливается в сферическую впадину опоры поршня и крепится на ней при помощи кольца и направляющей трубы. На штоке при помощи штифта укреплена вилка с отверстиями, которые армированы втулками.

Разность выхода штоков тормозных цилиндров на одной тележке допускается не более 5мм.

Тормозные колодки

Тормозная колодка представляет собой штампованный стальной башмак, на который напрессовывается методом горячего формования фрикционная масса. Фрикционная масса изготавливается на каучуковой или композиционной основе. Колодки гребневые, то есть имеют дополнительную боковую часть для обхвата гребня бандажа, что препятствует сползанию колодки по конусной части бандажа. На рабочей поверхности колодок для лучшего охлаждения сделана косая канавка, разделяющая на две части поверхность трения. Толщина новых колодок составляет 40÷45 мм, а изнашиваются они до толщины 12 мм. После износа колодок остатки массы выжигают в печах, а тыльники используют снова для напрессовки на них новых колодок. Средний срок службы тормозной колодки составляет 4 года. Параллельность положения тормозных колодок относительно поверхности колеса и их разворот регулируют с помощью стержней фиксаторов тормозных колодок. Коэффициент трения тормозных колодок - 0,4. Однако он снижается при нагреве колодок, а также в сырую погоду на открытых участках линии. Другим недостатком пластмассовых колодок является их плохая теплопроводность. По этой причине на поверхности катания образуется сетка трещин термического происхождения.

Проводимые работы по исследованию материалов тормозных колодок сводятся к стабилизации коэффициента трения независимо от вышеуказанных факторов. В состав фрикционной массы у колодок на каучуковой основе входит тертый каучук, железный сурик, асбест, окись цинка, барит и др. В состав композиционных колодок дополнительно входит набор различных пластических масс, включая синтетические смолы.

Оттормаживающее устройство

Оттормаживающее устройство состоит из оттормаживающей пружины, заведенной через специальный кронштейн, и регулировочной втулки с резьбовым стержнем. Предназначено для быстрого отвода тормозных колодок от колес.

Оттормаживающее устройство

- 1 - стержень
- 2 - пружина
- 3 - кронштейн
- 4 - сферическая втулка
- 5 - концевой рычаг

Стержень оттормаживающего устройства соединен с нижней частью подвески концевой рычага. При торможении концевой рычаг перемещается к колесу. Вместе с ним начинает перемещаться вниз относительно неподвижного кронштейна и стержень. Пружина начинает сжиматься.

В момент отпуска тормоза пружина начнет разжиматься и вместе с возвратной пружиной тормозного цилиндра будет способствовать быстрому отводу концевой рычага вместе с тормозной колодкой от колеса.

Оттормаживающее устройство предназначено также для точной регулировки среднего зазора между концевой тормозной колодкой и колесом.

Стабилизирующее устройство

Стабилизирующее устройство представляет собой подпружиненный упор со сферической опорной поверхностью. Оно предназначено для ограничения бокового перемещения средних тормозных колодок.

Стабилизатор представляет собой неподвижный упор, который при помощи хомута крепится к круглому кронштейну на продольной балке рамы тележки. В упор ввернут регулировочный винт. Винт можно вращать с помощью курбеля. С внутренней стороны винт стопорится контргайкой.

Торец винта, упирающийся при торможении в средний рычаг, имеет сферическую опорную поверхность. Зазор между винтом и средним рычагом не должен превышать 1,5 мм при отпущенном тормозе. При этом не допускается свес тормозной колодки за пределы наружной грани колеса или бандажа..

Антивибрационное устройство

Для уменьшения шума и вибрации тормозной рычажной передачи средние рычаги оборудованы антивибрационным устройством.

Антивибрационное устройство представляет собой пружину, которая через ось крепится к кронштейну на продольной балке рамы тележки. Нижним концом пружина через прокладку зажата в соединении среднего рычага с основным валиком крепления тормозной колодки.

Эта пружина постоянно натянута. С ее помощью уменьшаются зазоры в соединениях среднего рычага с колодкой и вследствие этого уменьшается шум и вибрация всей рычажно-тормозной передачи.

Ручной тормоз

Помимо пневматического привода, рычажно-тормозная передача на вагонах типа "Е" и "Еж-3" снабжена ручным приводом. Им пользуются при длительной стоянке поезда или при отсутствии давления сжатого воздуха в воздушных магистралях. Ручной (стояночный) тормоз состоит из колонки, установленной в кабине машиниста с левой стороны, и системы расположенных на кузове рычагов и тяг, связывающих колонку с рычажной передачей тележки. Особенностью ручного тормоза является то, что он действует на тормозные колодки только одной (левой) стороны вагона.

Колонка ручного тормоза состоит из маховика с рукояткой, который через коническую пару шестерен передает вращение винту.

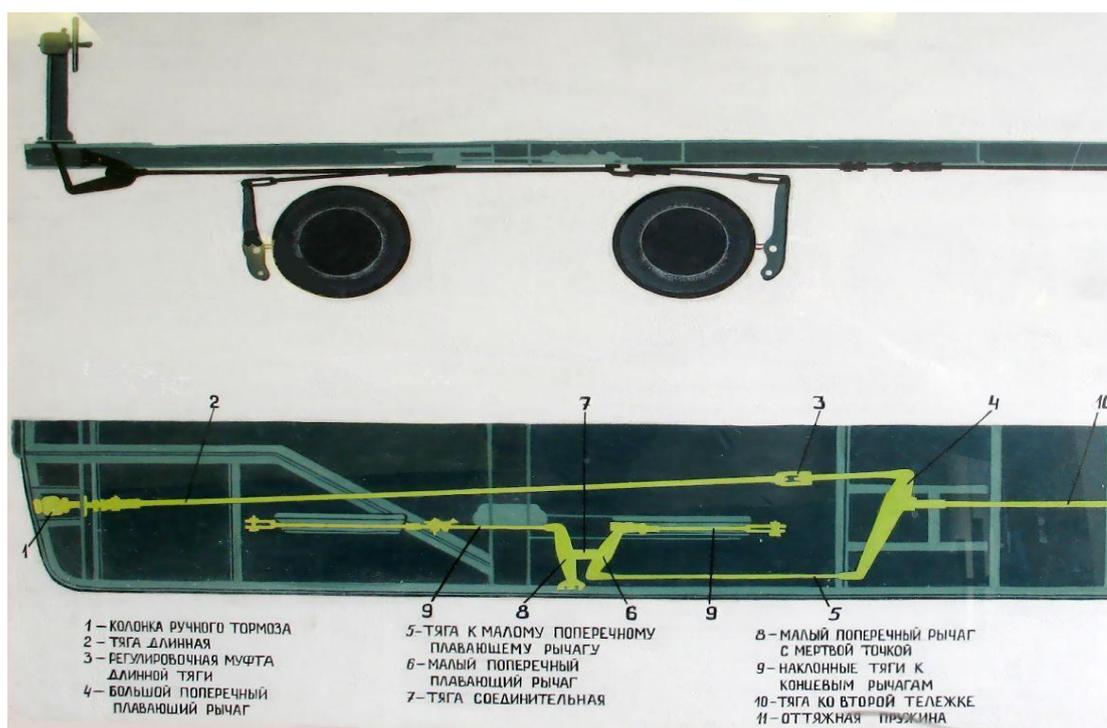


Рис. Ручной тормоз

По винту поступательно вверх и вниз перемещается гайка, связанная тягами с кривым рычагом под рамой кузова. При вращении маховика по часовой стрелке кривой рычаг поворачивается вокруг своей оси, вызывая перемещение тяги с регулировочной муфтой.

Передача усилия от ручного тормоза к двум левым узлам тормоза второй тележки осуществляется длинной тягой, составленной из трех частей, скрепленных болтами.

Усилие от колонки ручного тормоза передается через наклонные тяги следующим образом. При движении вперед длинной тяги вместе с регулировочной муфтой большой поперечный плавающий рычаг начнет поворачиваться против часовой стрелки и одновременно двигаться вперед. При этом он натягивает тягу ко второй тележке. Тяга начнет двигаться назад, передвигая назад малый поперечный плавающий рычаг и поворачивая его против часовой стрелки. Через соединительную тягу движение назад передается малому поперечному рычагу, который будет поворачиваться по часовой стрелке. Осью его поворота является валик, через который малый поперечный рычаг соединяется с кронштейном рамы кузова вагона. Малые поперечные рычаги натягивают наклонные тяги к концевым рычагам и все восемь левых тормозных колодок подходят к колесам на обеих тележках. Наклонные тяги действуют на тормозные колодки так же, как и при пневматическом торможении шток поршня. При вращении маховика против часовой стрелки происходит отпуск ручного тормоза. Для доведения тормозных колодок до соприкосновения с колесами достаточно 16÷23 оборота маховика. Когда же будет исчерпан ход, необходимо приложить на маховик силу руки, приблизительно равную 20 кГс, с тем чтобы обеспечить прижатие колодок.

Передаточное число колонки 50.

Блок тормоз

Блок-тормоз устанавливается на номерных вагонах и дополнительно к функциям тормозного цилиндра обеспечивает автоматическое торможение колесных пар при падении давления в напорной магистрали. Блок-тормоз устанавливается на месте первого левого и последнего правого тормозного цилиндра. Он представляет собой пневмопружинный прибор с пружинным аккумулятором энергии. В блок-тормозе в едином корпусе совмещены тормозной цилиндр и стояночный тормоз. Блок-тормоз состоит из корпуса сварной конструкции, изготовленного из труб с приварными фланцами и плитой для крепления его на раме тележки и бонками с резьбовыми отверстиями для присоединения трубопроводов.

Корпус разделен на две камеры:

- камера тормозного цилиндра (3) диаметром 125 мм
- камера стояночного тормоза диаметром 200 мм

Камеры разделены фланцем с отверстием под промежуточный шток, уплотненным манжетами.

Составные элементы стояночного тормоза:

- цилиндр стояночного тормоза
- корпус пружинного аккумулятора, который крепится к цилиндру четырьмя болтами через уплотнительную прокладку
- поршень стояночного тормоза с уплотнительными манжетами и кольцом. К поршню приварена втулка, которая имеет резьбу для оттормаживающего винта
- пружина стояночного тормоза с усилием распрямления 1000 кГ
- стакан, имеющий продольную проточку для его движения вдоль корпуса
- дно стакана
- оттормаживающий винт
- промежуточный шток (толкатель)
- обойма с тремя уплотнительными манжетами, которые отделяют камеру стояночного тормоза от тормозного цилиндра

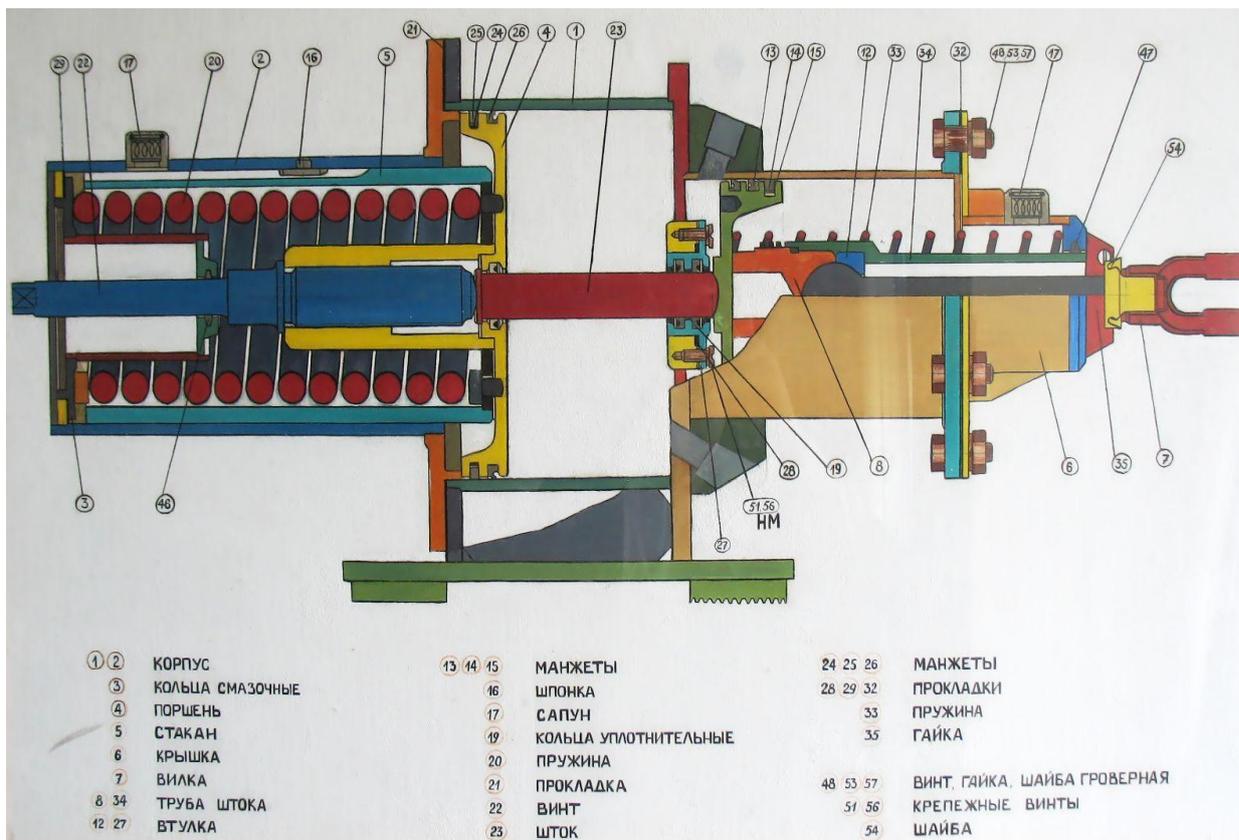


Рис. Блок-тормоз

Работа блок-тормоза

Управление стояночным тормозом осуществляется при помощи трехходового разобщительного крана. В движении состава этот кран открыт и рабочая камера стояночного тормоза сообщается с напорной магистралью. Усилием давления сжатого воздуха напорной магистрали поршень стояночного тормоза перемещается до упора во фланец корпуса и находится в крайнем правом положении. При этом он сжимает пружину заряжая ее.

В таком состоянии блок-тормоз находится при движении вагона и работает при этом в качестве тормозного цилиндра, осуществляя служебное торможение.

Примечание.

Трехходовой кран управления стояночным тормозом находится на головных вагонах в кабине машиниста под пультом, а на промежуточных вагонах рукоятка со штангой от этого крана выведена на передний торец кузова вагона слева от автосцепки и окрашена в белый цвет.

При включении стояночного тормоза путем перекрытия разобщительного крана рабочая камера стояночного тормоза отсекается от напорной магистрали и начинает сообщаться с атмосферой через отверстие в корпусе разобщительного крана. Сжатый воздух при этом выпускается из стояночной камеры. Пружина, находящаяся в заряженном состоянии, давит на поршень и через винт - на промежуточный шток, который передает усилие на поршень тормозного цилиндра, приведя в действие рычажную передачу. Произойдет затормаживание первой и четвертой колесной пары вагона.

Для оттормаживания открывается разобщительный кран и рабочая камера стояночного тормоза вновь начинает сообщаться с напорной магистралью. Сжатый воздух подается в камеру стояночного тормоза, возвращая поршень и пружину в исходное положение. Для выключения стояночного тормоза при отсутствии сжатого воздуха в напорной магистрали необходимо надеть курбель на квадрат хвостовика оттормаживающего винта и вывинтить его до упора в дно. При этом выключается действие пружины на промежуточный шток и поршень тормозного цилиндра под действием возвратной пружины переместится в исходное положение.

Комбинированная автосцепка

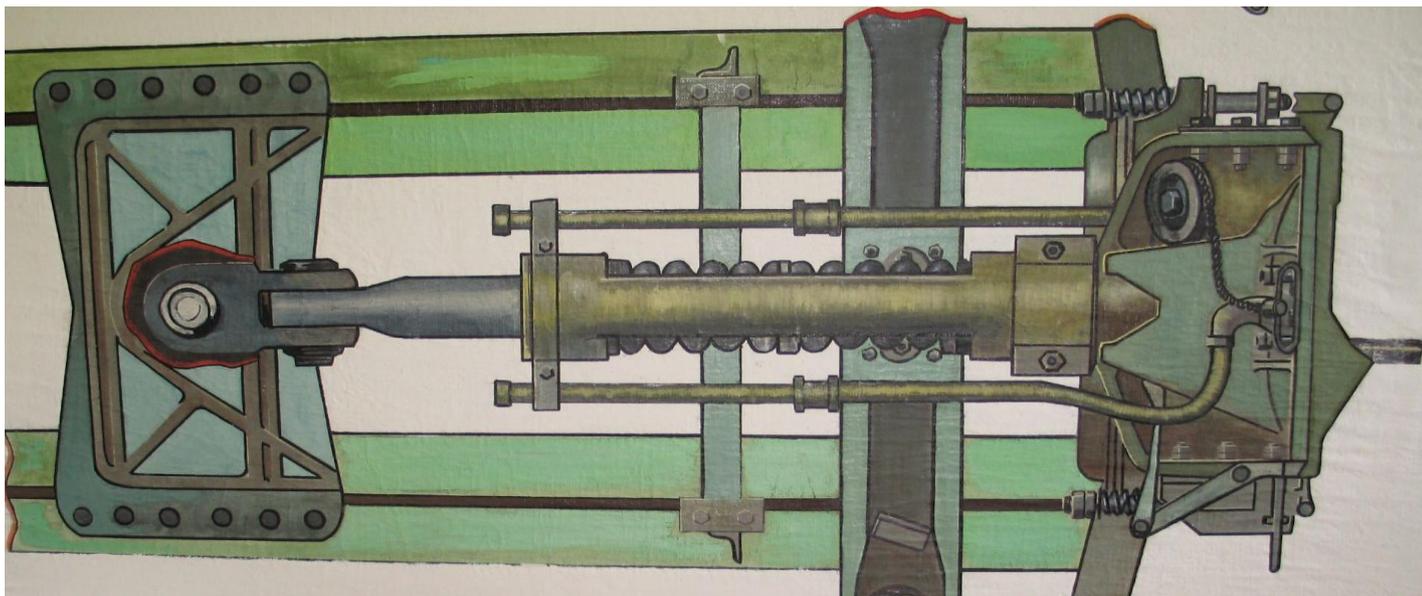


Рис. Автосцепка

Каждый вагон оборудован двумя комплектами комбинированной автосцепки, которые осуществляют механическую сцепку вагонов, соединение воздушных магистралей и электрических цепей вагонов. На вагонах всех модификаций применяется комбинированная автосцепка жесткого типа.

При вписывании в кривые автосцепка способна перемещаться в горизонтальной плоскости (поперек пути) до 22° (по 11° в каждую сторону), а в вертикальной плоскости до $2,5^\circ$. Конструкция автосцепки обеспечивает возможность поворота ее в горизонтальной плоскости на угол до 13° .

Допускается сцеп при несоосности головок по вертикали не более 30 мм.

Составные элементы автосцепки:

- головка автосцепки со сцепным механизмом
- пружинный ударно-тяговый аппарат
- гнездо автосцепки с вертикальным валиком
- подвеска автосцепки
- электроконтактная коробка

Головка автосцепки

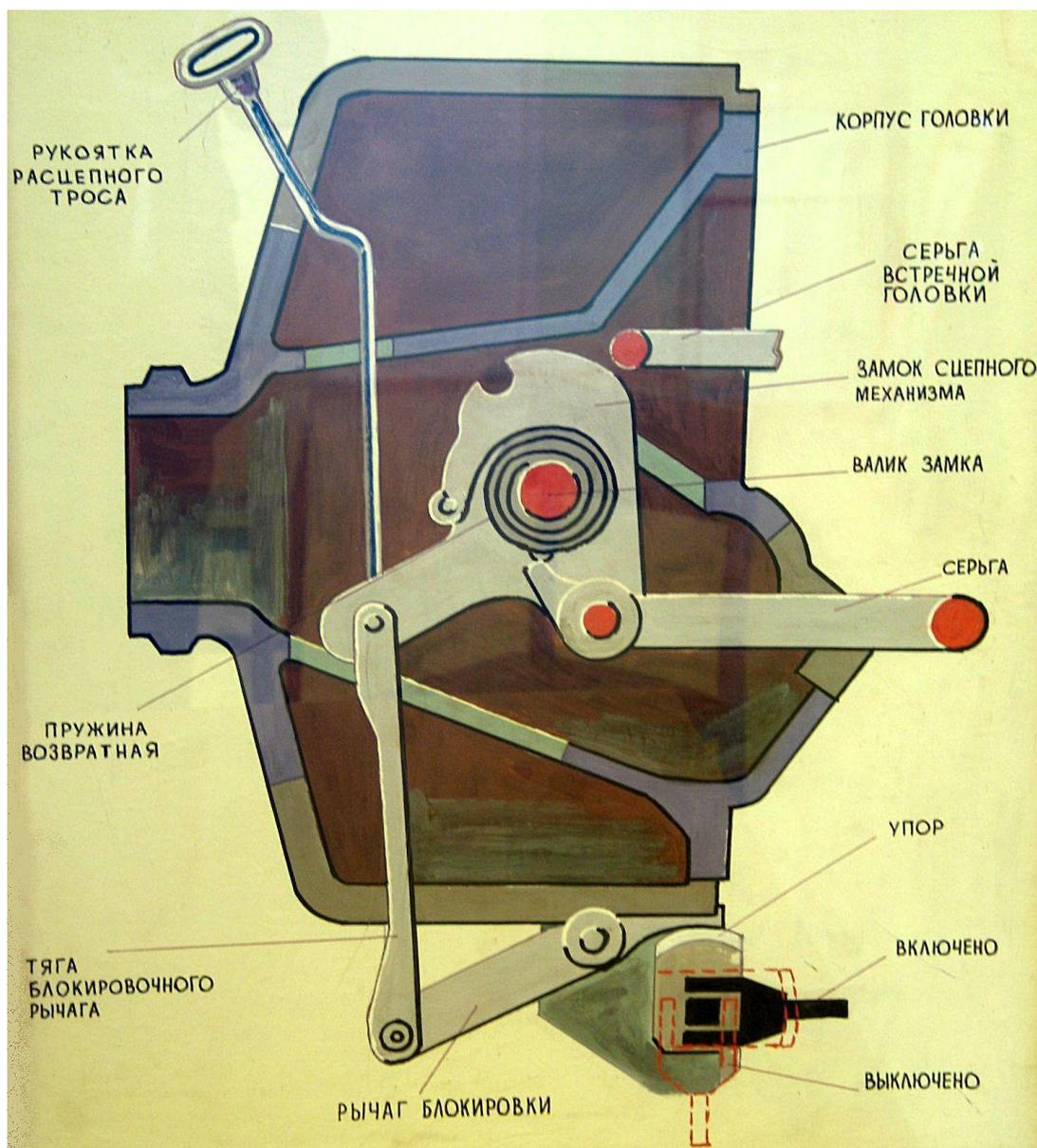


Рис. Головка автосцепки

Головка автосцепки представляет собой литой стальной корпус, выполненный в виде полый прямоугольной коробки, которая спереди заканчивается буферным фланцем. На буферном фланце расположены выступающий конус и такого же профиля конусообразная впадина с проемами для деталей замка. Кроме того на буферном фланце имеются два отверстия диаметром 60 мм для клапанов воздухопроводов, расположенные одно под другим в середине по вертикальной оси буферного фланца. Сзади коробка корпуса расточена под цилиндрическую поверхность для установки стяжных полуколец, соединяющих головку с ударно-тяговым аппаратом. Такая же проточка имеется и у передней фланцевой части хомута ударно-тягового аппарата. Оба эти фланца соединяются между собой стяжным хомутом (полукольцами). При затяжке болтов стяжного хомута натяжные конуса фланцев создают жесткое соединение головки с ударно-тяговым аппаратом автосцепки. При сцеплении вагонов выступы головок заходят во впадины встречных головок, чем и осуществляется жесткое фиксирование одной головки относительно другой.

Сцепной механизм

Механизм сцепления состоит из следующих элементов:

- замок
- серьга
- валик
- возвратная пружина
- расцепной трос с рукояткой

Замок представляет собой равноплечий рычаг дискообразной формы. К плечу рычага, где расположено отверстие, присоединяют серьгу. В плече имеется вырез, в который заходит серьга другой автосцепки при сцеплении вагонов. Центральная часть диска отлита в виде втулки. Вокруг втулки расположена канавка, в которой просверлены отверстия. Перпендикулярно линии расположения отверстий под валики на замке отлит специальный отросток к которому присоединяют расцепной трос с рукояткой и тягу блокировочного рычага электроконтактной коробки.

Серьга имеет П-образную форму и заканчивается двумя проушинами, охватывающими диск замка и соединенными с ним с помощью валика. Нижняя проушина имеет отросток для упора в выступ замка с целью ограничения его поворота и фиксации самой серьги в корпусе головки автосцепки. С противоположной стороны серьга заканчивается цапфой, которая при сцеплении заходит в вырез замка другой автосцепки.

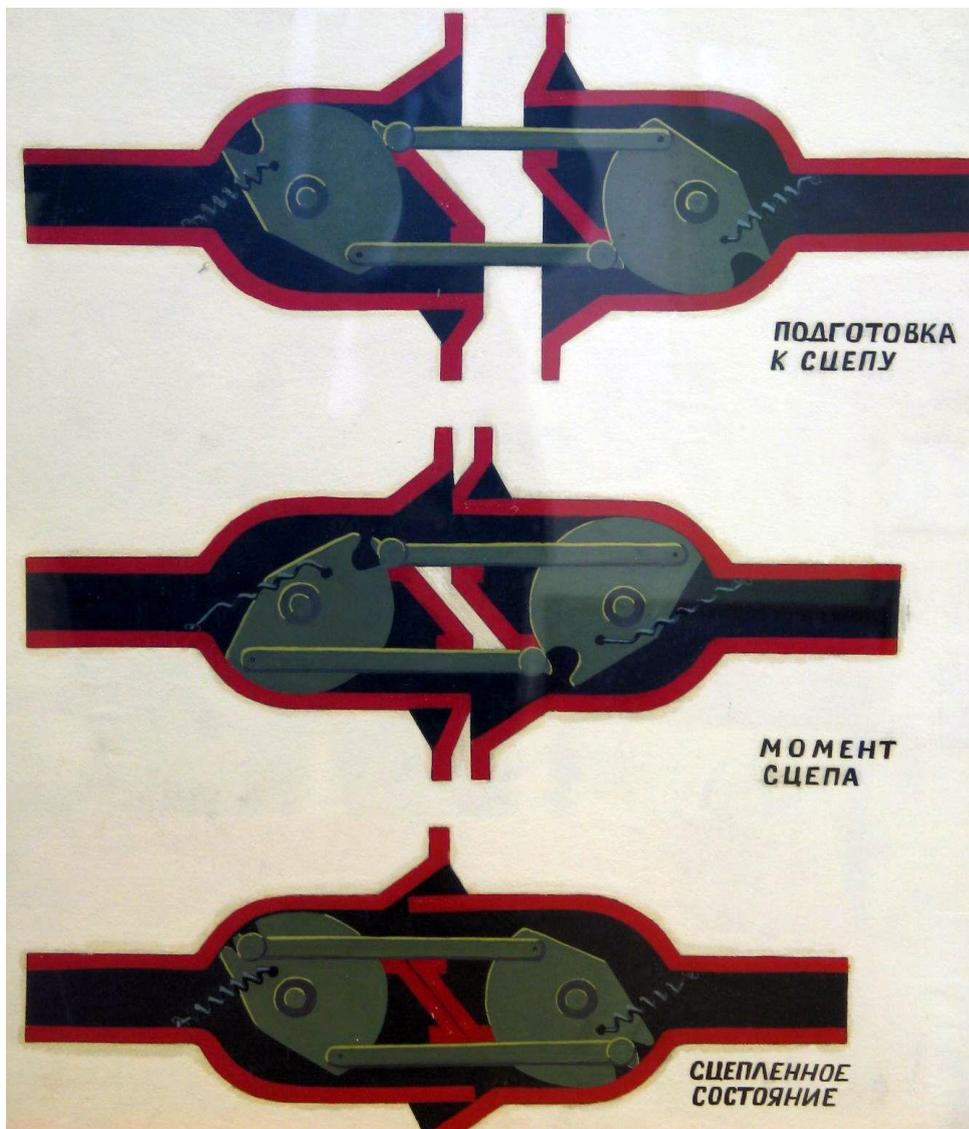
Возвратная пружина обеспечивает поворот сцепного механизма в исходное положение после сцепления или расцепления головок автосцепок.

Расцепной трос с рукояткой служит для расцепления автосцепок. Перед установкой на автосцепку тросик испытывают на растяжение усилием 200 кГ, а затем на его рукоятку наносится клеймо. Без этого клейма эксплуатация расцепного тросика запрещена.

Работа сцепного механизма

При сближении головок выступающие серьги скользят по поверхности конусных впадин встречных головок и, упираясь в боковые поверхности встречных замков, поворачивают одновременно каждая свой замок вокруг валика. Поворот происходит до тех пор, пока цапфы серег не войдут в вырезы замков встречных головок, что сопровождается характерным щелчком. После этого возвратные пружины возвратят замки в исходное положение и произойдет сцепление.

Механическое расцепление осуществляют после выключения пневмопривода с помощью троса одной из головок. Трос, соединенный с отростком замка, заставляет его поворачиваться. При этом серьга поворачивающегося замка заставит повернуться замок второй головки. Когда цапфы серег выйдут из зацепления со встречными головками, можно разводить вагоны.



При натянутом положении двух автосцепок проворот замков для расцепа при помощи рукояток от расцепных тросиков невозможен. В этом случае необходимо принять меры к сближению расцепляющихся вагонов, а уже после этого использовать рукоятки расцепных тросиков.

Признаки правильного сцепления:

Рис. Работа сцепного механизма

- между ударными плоскостями двух головок автосцепок должен быть средний зазор не более 5 мм. При расхождении осевой линии головок возможно изменение этого зазора, но не свыше 1 мм (с одной стороны 4 мм, а с другой 6 мм)
- между тягой и рычагом блокировки должен быть острый угол - 60° . Если этот угол будет свыше 90° , то это означает, что цапфы серег не вошли в зацепление с захватами встречных замков и замки не развернулись обратно в исходное положение
- короткое плечо рычага блокировки и сектор блокировки на наконечнике крана управления пневмоприводом ЭКК должны располагаться друг против друга. Это означает, что кран управления пневмоприводом в положении "Включено", и электрические пальцы (штепсельные разъемы) находятся в выдвинутом положении. При попытке расцепа (или сцепления) двух автосцепок, сегмент рычага упрется в сектор блокировки, не давая сцепить (или расцепить) автосцепки

Расцепить или сцепить автосцепки можно только когда кран управления пневмоприводом находится в положении "Выключено". Рукоятка от расцепного тросика должна быть надежно закреплена на головке хомутом. В случае маневровых передвижений не

закрепленная на головке рукоятка от расцепного тросика может зацепиться за выступающие части оборудования и, если электрическая часть двух вагонов не соединялась, может произойти саморасцеп.

Ударно-тяговый аппарат

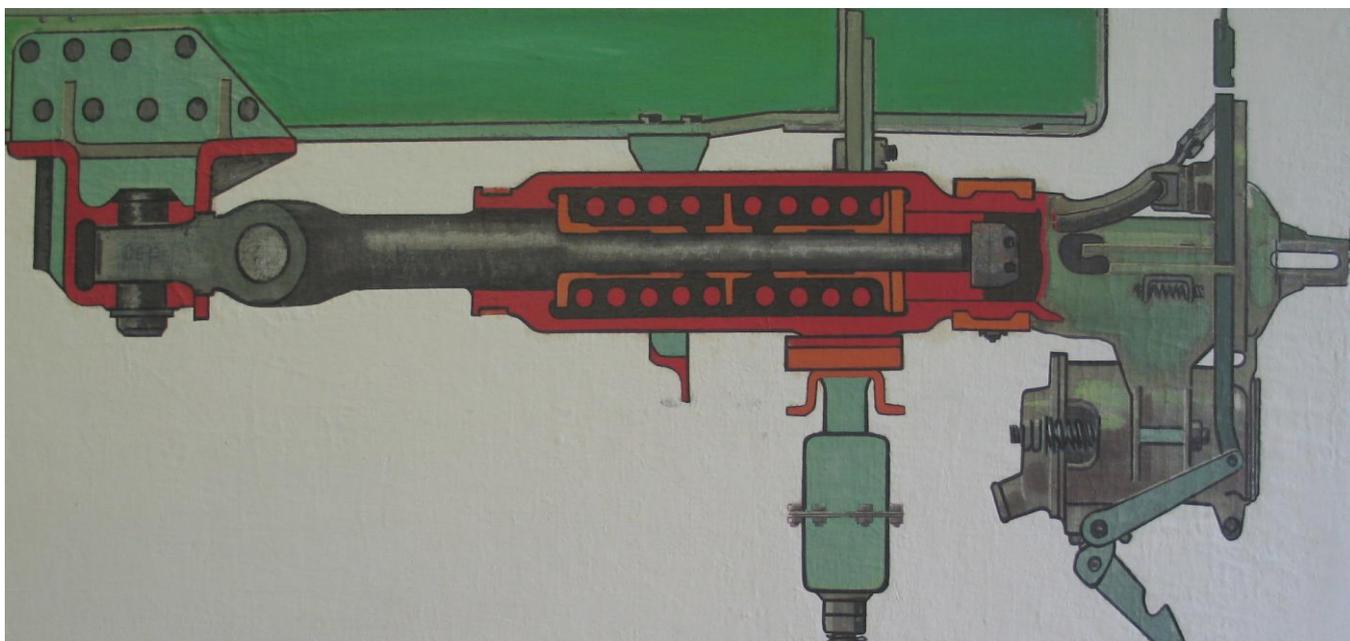


Рис. Ударно-тяговый аппарат.

Ударно-тяговый аппарат служит амортизатором для смягчения ударов при сцеплении и упругого соединения вагонов, поглощает продольные ударные усилия, возникающие при одновременном пуске или торможении вагонов в составе.

Составные элементы ударно-тягового аппарата:

- хомут
- водило
- две цилиндрические пружины и
- две направляющие втулки для пружин и
- корончатая гайка для крепления водила
- шплинт
- промежуточная шайба
- направляющая втулка водила
- стакан

Хомут прямоугольной формы отлит из стали. Концевые части его выполнены в виде втулок с отверстиями, через которые проходит водило. С головкой автосцепки хомут соединяется стяжными полукольцами. На нижней стороне хомута на болтах установлен скользящий из дубового бруса, прикрепленного к металлической планке. Скользящий служит опорой автосцепки при ее перемещении по балансиру подвески. В хомут вставлены две цилиндрические пружины, находящиеся в сжатом состоянии. По концам пружин установлены направляющие втулки, а между ними - промежуточная шайба. Пружины навиты в разные стороны, благодаря чему компенсируется кручение их торцов при сжатии. Сквозь отверстия в хомуте и направляющих втулках проходит водило. На конец его надевается втулка, которая подводится корончатой гайкой до упора в переднюю

направляющую втулку. Водило изготовлено из легированной стали и имеет цилиндрическую форму. Один конец водила имеет проушину с отверстием для установки валика серьги, другой - мелкую резьбу под корончатую гайку. При растяжении хомут своей хвостовой втулкой перемещает по водилу заднюю направляющую втулку, а при сжатии передняя втулка хомута перемещает переднюю направляющую назад. Таким образом, при сжатии и растяжении автосцепки пружины ударно-тягового аппарата работают только на сжатие. Ударно-тяговый аппарат рассчитан на усилие сжатия или растяжения до 10÷12 тонн. При тягово-ударной нагрузке свыше 10÷12 тонн пружины больше не сжимаются, так как обе направляющие втулки пружин своими торцами упрутся с двух сторон в промежуточную шайбу и усилие далее будет передаваться жестко. Суммарное сжатие двух пружин будет составлять порядка 56 ± 6 мм. Хвостовая часть водила присоединена через серьгу к гнезду автосцепки на раме кузова. Через горизонтальный шарнир (валик с шайбой и шплинтом) серьга соединена с водилом, а через вертикальный шарнир (валик) - с гнездом автосцепки. Поверхности стальных валиков термообработаны. Перед установкой на вагон валики подвергают дефектоскопии. Тяговое усилие с головки автосцепки через стержневые полукольца передается на хомут ударно-тягового аппарата, а с хомута - на заднюю направляющую втулку, затем на пружины, гайку, водило, а с водила на валик серьги, серьгу, валик гнезда и гнездо автосцепки, раму кузова. При ударной нагрузке усилие с головки автосцепки передается на стержневые полукольца и хомут ударно-тягового аппарата, с него - на переднюю направляющую втулку и водило, с водила - на горизонтальный и вертикальный валики, гнездо автосцепки и на раму кузова.

Гнездо автосцепки

Связь автосцепки с рамой кузова осуществляется через гнездо автосцепки. Гнездо выполнено в виде увеличенных по высоте хребтовых балок, в нижней части которых приварены две усиливающие накладки, образуя коробчатое сечение. В центральной части этой коробки вварена втулка, в которую запрессован шарнирный подшипник ШС-60, который дополнительно фиксируется во втулке сверху стопорным кольцом. Внутреннее кольцо шарнирного подшипника связано вертикальным валиком с вильчатой проушиной водила, а валик фиксируется дополнительно шплинтом снизу. На вагонах типа "Е" и "Еж-3" гнездо автосцепки выполнено литым, а водило связано с гнездом при помощи горизонтального валика, серьги и вертикального валика. Применение двух валиков обусловлено отсутствием одного шарнирного узла (ШС-60). Компенсация поперечной раскачки в этом случае обеспечивается только люфтами в соединениях.

Узел подвешивания автосцепки

Автосцепка располагается под кузовом вагона между двумя хребтовыми балками рамы кузова. Своей хвостовой частью автосцепка соединяется с гнездом. Головная часть автосцепки опирается в свободном состоянии на специальную подвеску, исключающую падение автосцепки на путь.

При сцеплении вагонов головки автосцепок приподнимаются вверх, отрываясь от своих подвесок. В сцепленном состоянии, в состоянии покоя, автосцепки на подвески не опираются, то есть висят только на своих гнездах. Однако в динамике движения при возникновении продольной раскачки вагонов головные части автосцепок будут взаимодействовать со своими подвесками.

Автосцепка в свободном состоянии опирается на подвеску, состоящую из опорной балки - балансира, двух подвесных штырей и пружин. Опорная балка, на которой находится автосцепка (а при прохождении кривых и перемещается по ней), штампована из листовой стали, имеет омегаобразное сечение. В средней части балансир имеет выемку (лоток)

длиной 230 мм и глубиной 5 мм для центрирования автосцепки и предотвращения сдвига ее в крайнее положение при прохождении вагоном кривых малых радиусов.

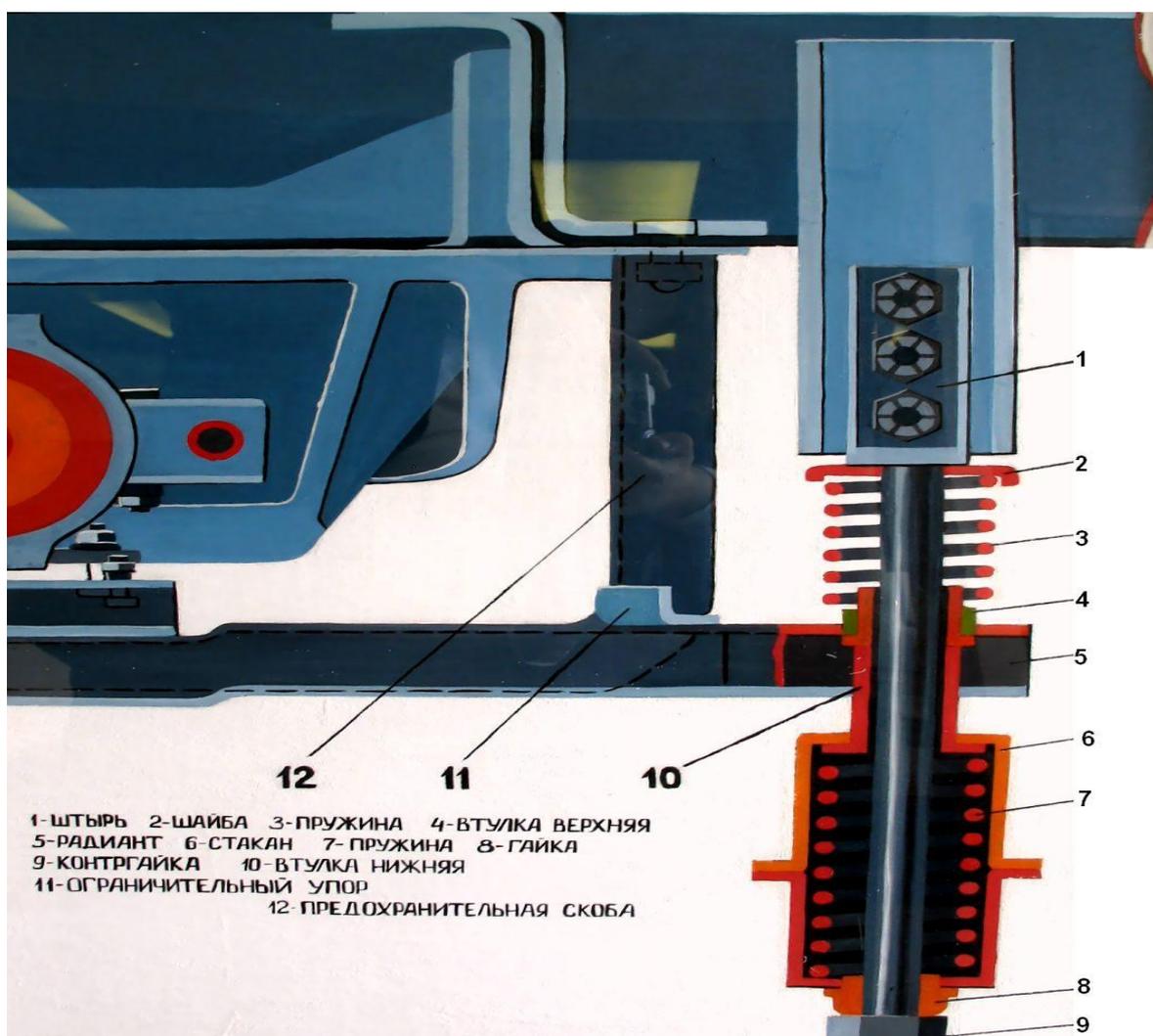


Рис. Подвеска автосцепки

На концевой части рамы кузова на кронштейнах тремя болтами с корончатыми гайками укреплены подвесные стальные штыри. На штыри надевают упорные шайбы и спиральные пружины, а затем балансир. По краям балансира имеются отверстия. В каждое из них вварена втулка. После установки балансира на подвесные пружины ставят стаканы.

Каждый стакан состоит из двух штампованных цилиндров, стянутых шестью болтами. В стакане расположена втулка, а под ней помещена пружина.

Составные элементы подвески автосцепки:

- стальная плита, которая крепится к специальной площадке в нижней передней части хомута ударно-тягового аппарата при помощи двух болтов
- деревянный буковый или текстолитовый скользящий, крепящийся к плите четырьмя болтами
- балансир, изготовленный из листовой стали толщиной 4 мм
- втулка верхняя, вваренная в балансир

- втулка промежуточная, впрессованная в верхнюю втулку и выступающая сверху из нее на 10÷12 мм для направления верхней пружины
- втулка нижняя (опорная), находящаяся своей дисковой частью внутри стакана, а втулочной частью выступающая из него сверху
- пружина нижняя внутри разъемного стакана, на которую нижней втулкой опирается балансир
- разъемный стакан
- гайка
- контргайка
- стержень подвески
- головка стержня подвески
- кронштейн, приваренный к раме кузова вагона

Свободная автосцепка концевого вагона, опираясь на балансир подвески, при движении плавно перемещается вверх и вниз, так как балансир находится между пружинами подвески. Из-за того, что нижняя пружина заключена в стакан, ее распрямление ограничено, что почти полностью исключает раскачку автосцепки при движении вагона. В случае обрыва одного или двух штырей подвески свободная автосцепка концевого вагона опустится на предохранительную П-образную скобу, выполненную из уголка с размерами 50x50x5 мм. Скобу укрепляют на раме кузова четырьмя болтами. Для ограничения поворота свободной автосцепки и предотвращения удара о предохранительную скобу к балансиру приваривают упоры.