

Корпоративный университет
Транспортного комплекса

Устройство, оборудование и технология осмотра подвижного состава

Методическое пособие
для наставников водителей
транспортных средств категории «Тм»



Московский
транспорт



Московский
транспорт

Содержание

1.	МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ.....	3
1.1.	Кузов вагона	3
1.2.	Сочленение вагона (межвагонный переход).....	4
1.3.	Внутривагонное оборудование	8
1.4.	Прислонно-сдвижные двери вагона.....	14
1.4.1.	Система безопасности дверей	16
1.4.2.	Аварийное открывание	21
1.5.	Тележки вагона	22
1.5.1.	Устройство и технические характеристики поворотной тележки.	22
1.5.2.	Технические характеристики тележки вагона.....	23
1.6.	Колесная пара.....	24
1.7.	Букса.....	26
1.8.	Редукторов Wikov типа AWhD 391R-UK75 (Чешская Республика).....	27
1.8.1.	Основные компоненты редуктора	27
1.8.2.	Основные технические данные.....	28
1.9.	Зубчатая муфта ZK 50-1 (Германия).....	29
1.10.	Первичное поддрессирование	30
1.11.	Вторичное поддрессирование	31
1.12.	Электромеханическая тормозная система ЭМТС	32
1.13.	Тормоз рельсовый.....	35
1.14.	Песочница (УПП)	37
1.15.	Стеклоочиститель и стеклоомыватель	38
2.	ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ.....	40
2.1.	Введение в электротехнику	40
2.2.	Природа электричества	41
2.3.	Понятие электрического тока.....	42
3.	ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ТС 71-931/931м.....	56
3.1.	Комплект тягового электрооборудования ТС.....	56
3.1.1.	Токоприёмник.....	57
3.1.2.	Тяговый инвертор ИТ-1-07.....	57
3.1.3.	Преобразователь ИТ-БПТ	57
3.1.4.	Тяговый асинхронный двигатель	57
3.1.5.	Тормозной реостат	59
3.2.	Комплект бортового электропитания вагона КБП-015.....	59
3.2.1.	Блок аккумуляторов БА-018	59
3.2.2.	Аккумуляторные батареи	59
3.2.3.	Статические преобразователи напряжения	59
3.3.	Вспомогательные электрические цепи вагона.....	60
3.3.1.	Блок автоматического дистанционного выключателя БАДВ.....	60
3.3.2.	Блок автономного хода БА-015	60
3.3.3.	Ограничитель перенапряжений ОПН.....	60
3.3.4.	Защита вспомогательных электрических цепей вагона	60

3.3.5.	Локальные коммутаторы вагона.....	60
3.4.	Электрооборудование кабины управления водителя.....	61
3.4.1.	Пульт управления водителя ПУВ.....	61
3.4.2.	Панель видеомониторов ПВМ-3.....	63
3.4.3.	Панель автоматических выключателей ПАВ-19.....	63
3.4.4.	Панель коммутации ПК-27.....	64
3.4.5.	Стеклоочиститель и стеклоомыватель	64
3.5.	Дверная система ТС.....	64
3.5.1.	Блок управления дверями TW-465	64
3.5.2.	Блок дверного портала БДП.....	65
3.5.3.	Система безопасности работы дверей.....	65
4.	ТЕХНОЛОГИЯ ОСМОТРА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА	66
4.1.	Приёмка подвижного состава.....	66
4.2.	Сдача подвижного состава в депо:.....	67
4.3.	Памятка водителю вагона 71-931М	67
4.4.	Действия водителя для определения неисправностей	69
4.5.	Сцепка, буксировка и расцепка трамвайных вагонов	72

1. МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Устройство вагона показано на рисунке 1:



Рис. 1. Устройство вагона:

- 1 – головная секция; 2 – средняя секция; 3 – хвостовая секция; 4 – первая поворотные тележки; 5 – вторая поворотная тележка; 6 – неповоротная (средняя) тележка; 7 – межсекционный переход; 8 – лобовая часть с кабиной машиниста; 9 – хвостовая часть; 10 – внутривагонное оборудование.

1.1. Кузов вагона

Кузов вагона предназначен для размещения пассажиров, внутривагонного оборудования и кабины водителя.

Впервые кузов вагона стали изготавливать из алюминия.

Алюминий, в отличие от стали, не подвержен коррозии, что позволит увеличить срок службы кузова и уменьшить расходы на его ремонт и обслуживание. Этот металл обладает повышенным сопротивлением усталости, что особенно актуально в отношении сварных швов: во время эксплуатации не потребуется менять узлы кузова трамвая. В отличие от стали, которая быстрее подвергается износу и может менять форму под воздействием природных и физических факторов, он сохраняет форму долгое время.

Применение алюминия дает возможность снизить вес кузова трамвая на 20–40% по сравнению с трамваем, кузов которого сделан из стали.

Более легкий транспорт оказывает меньшее воздействие на рельсы, за счет того увеличивается срок службы путей и, соответственно, расходы на их содержание. В компании подсчитали, что суммарная экономия от использования парка в 100 трамваев с алюминиевыми кузовами в течение 30 лет составит около 3,5 млрд рублей.

Для сравнения: цена «Витязь М» в сегодняшней комплектации со стальным кузовом – порядка 100 млн рублей.

Но главное преимущество алюминия, как утверждают в компании – повышение производительности труда при сборке трамвайного вагона: свойства этого металла позволяют



Рис. 2. Кузов вагона

собрать кузов, геометрия которого будет без каких-либо отклонений от конструкторской документации. В свою очередь это сокращает трудозатраты на сборку трамвая – не приходится «подгонять» детали интерьера, обшивки, все оборудование четко встает на предназначенные ему места. При изготовлении кузова из стали металл «играет», и из-за этого его сборка занимает больше времени, а изделие получается «штучным», отличным от других. Ускорение процесса сборки трамвая позволяет выиграть в себестоимости, и это дает компании возможность заявлять, что цена на алюминиевый кузов трамвая будет конкурентоспособной относительно стального аналога.



Основные элементы кузова трамвая: рама кузова, каркас, крыша, наружная и внутренней обшивки.

Рис. 3. Кузов вагона

Рама кузова цельносварной конструкции, собрана из стальных прямых и гнутых профилей различного поперечного сечения. В рамы входит три надтележечные зоны в которые клеены шкворни. С помощью шкворней кузов опирается на тележки. При прохождении кривых участков пути две поворотные тележки могут поворачиваться до 11° относительно продольной оси кузова, третья тележка неповоротная.

В раме имеются внутренние опорные поверхности труб сечением $160 \times 80 \times 5$, в которые вставляются балки, через которые возможен подъём вагона вместе с оборудованием с помощью домкратов или краном.

На консольных частях рамы приварены кронштейны для установки сцепных приборов.

Также концевые части рамы имеют открытые внутренние полости сечением $160 \times 80 \times 5$ с отверстиями для применения специального подъёмного приспособления. Через отверстия производится фиксация его специальными фиксаторами, установленными на кузове вагона.

Наружная обшивка кузова выполнена из стального листа, приклеенного к каркасу, внутренняя сторона листов покрыта противозумным материалом. Обшивка крыши выполнена из листового металла.

Внутренняя обшивка стен и потолка выполнена из алюминиевого профиля и стеклопластика. Стены и потолок имеют тепловую изоляцию, установленную между внутренней и наружной обшивками.

Кабина вагона и тыльная часть вагона собраны из стеклопластика.

Подножки вагона изготовлены из коррозионностойкой стали и покрыты нескользким материалом.

ВНИМАНИЕ! Конструкцией передней кабины не предусмотрено поднятие вагона за переднюю кабину при помощи буксировочной вилки или иного буксировочного устройства.

1.2. Сочленение вагона (межвагонный переход)

Межвагонный переход предназначен для обеспечения на переходной площадке двух сцепленных вагонов при любых штатных режимах движения поезда безопасных и комфортных условий для пассажиров при переходе из вагона в вагон, проноса или провоза багажа.



Рис. 4. Сочленение вагона

Межвагонный переход (МВП) разработан для установки на вагонах сочлененного трамвая, оборудованного безззорными сцепными устройствами (БСУ).

Сочленение секций вагона осуществлено двумя комплектами переходов; одно сочленение выполнено плоским шарниром для жесткого соединения первой и второй секции, другое обеспечивает складывание вокруг поперечной оси, и, соответственно соединяет вторую и третью секции (рис. 5).

Назначение, описание и характеристики сочленений

Оба сочленения является наиболее гибкими частями вагона, обеспечивающей безопасный и комфортабельный переход пассажиров из одной секции в другую, гарантируя безопасное место для пребывания пассажиров в области сочленения. Складывание вокруг поперечной оси позволяет вагону преодолевать подъемы и спуски. Каждое сочленение имеет два контура для увеличения тепло- и шумоизоляции внутри салона, а также дополнительно защищает от проникновения влаги.

Кожух сильфона состоит из 12 складок. Складки, изготовленные из специального материала, пришиты друг к другу и окаймлены по краям алюминиевыми рамами. Рамы обеспечивают стабильность формы сильфона, а использование материала придает гибкость конструкции.

Сильфон под участком пола изготовлен в виде двойной волнообразной гармошки. В середине каждой волны нанесены разрезы для стока воды.

Покрытие пола изготовлено также, как и кожух сильфона из гибких складок материала, зажатых по краям алюминиевыми профилями. Профили крепятся к отдельным сильфонным рамам посредством переводных профилей. К кузову вагона покрытие пола привинчивается посредством соединительной планки.

Поворотный круг для нижнего шарнира состоит из правого и левого сегментов, напольной пластины, и металлического листа, укрепленного к полу кузова вагона. Лист вырезан по полукруглой форме поворотного диска. Все монтажные части изготовлены из рифленого листового металла толщиной в 8 мм.

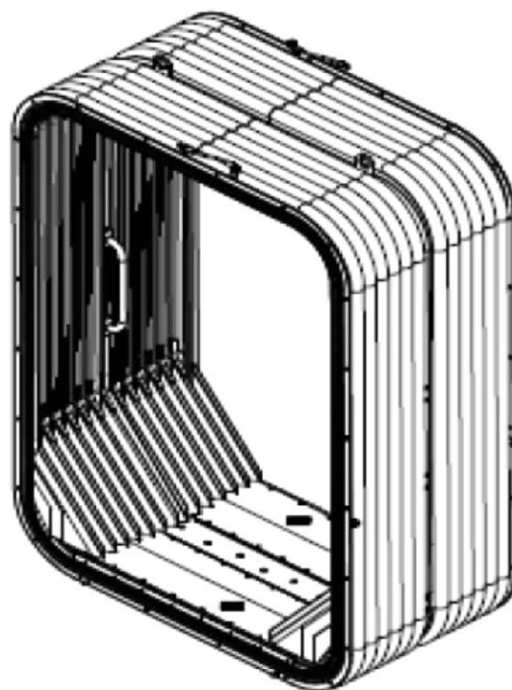


Рис 5. Внешний вид межвагонного перехода

Сегменты поворотного диска соединены с напольной пластиной с помощью эластичного резинового профиля, благодаря которому возможно повторение движения секций относительно друг друга.

Накладка скольжения крепится у пола транспортного средства. Она служит для выравнивания разницы соотношений высоты пола трамвая к высоте поворотного круга.

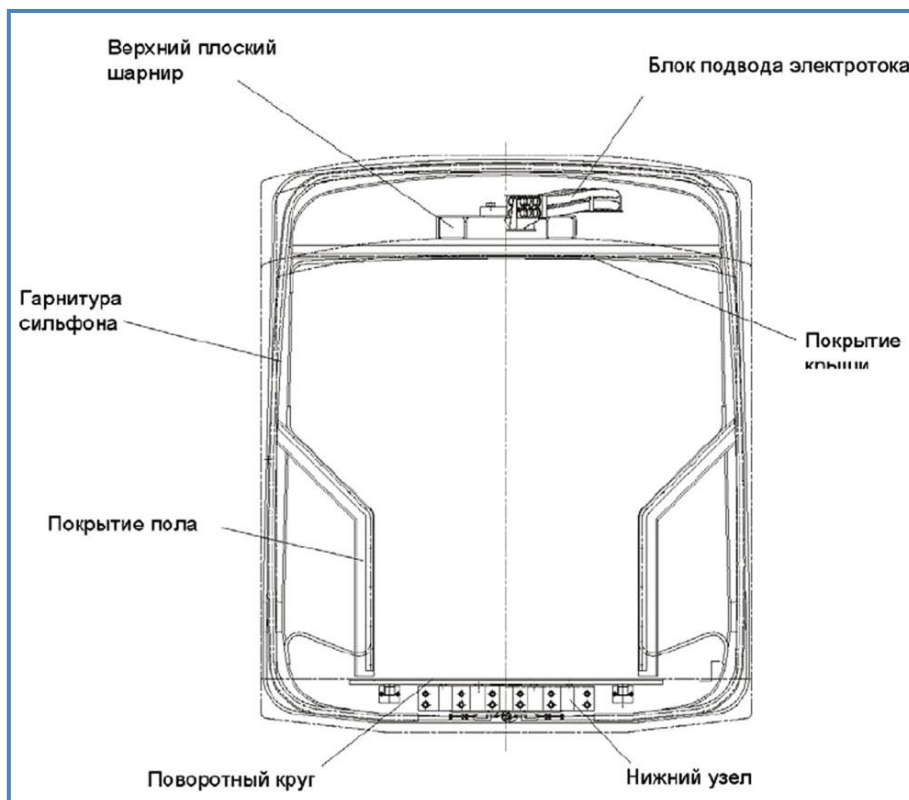


Рис. 6. Сочленение секций с плоским шарниром

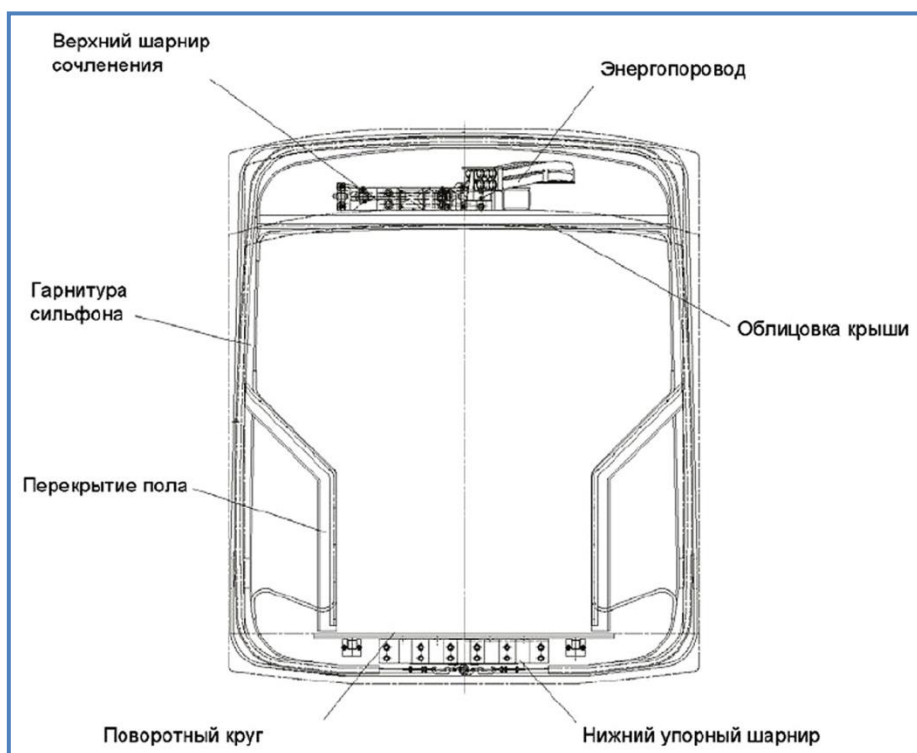


Рис. 7. Сочленение секций, обеспечивающее складывание вокруг поперечной оси

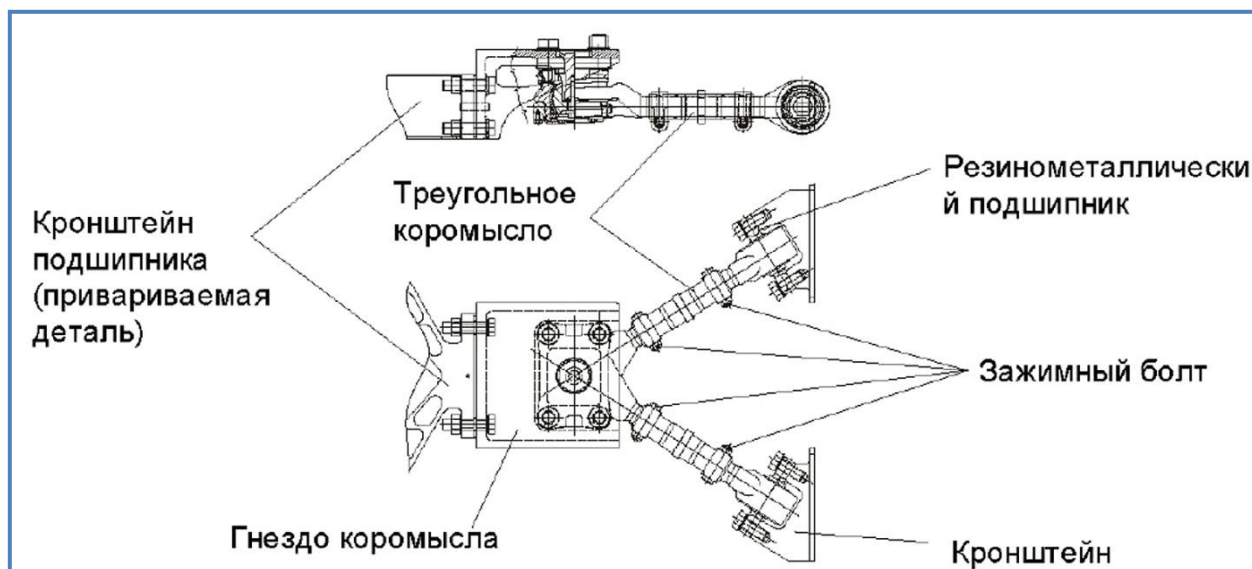


Рис. 8. Верхний плоский шарнир

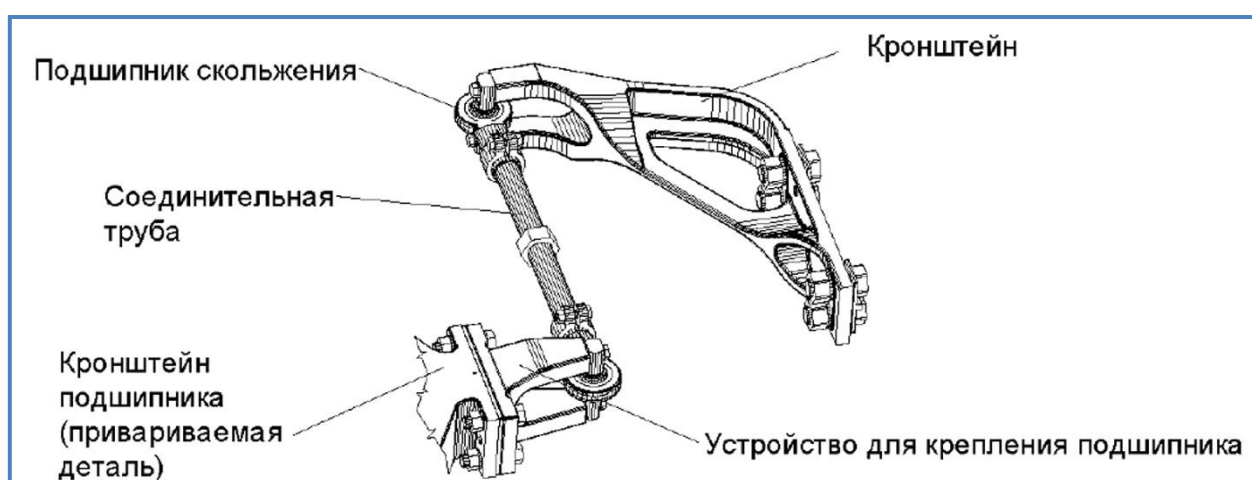


Рис. 9. Верхний шарнир сочленения

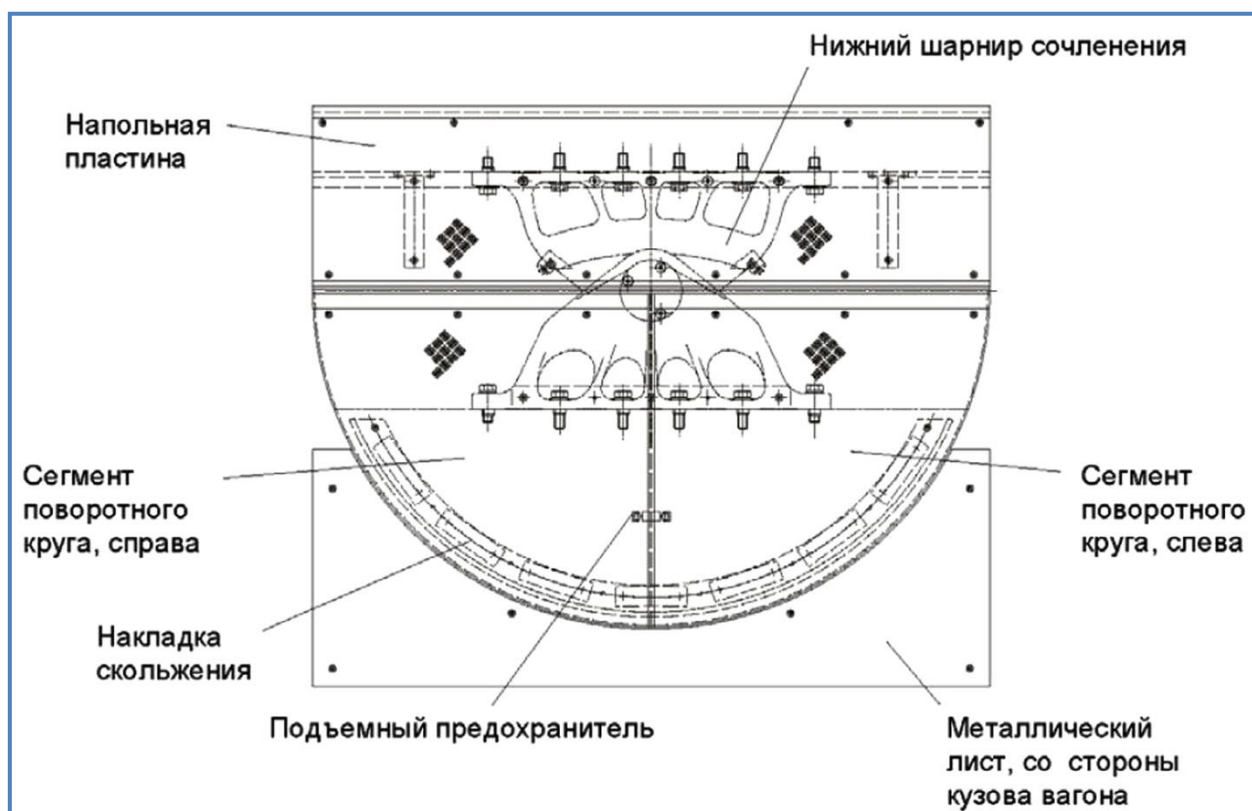


Рис. 10. Нижний упорный шарнир

Технические характеристики:

- Масса жесткого сочленения – 478,7 кг ± 10%.
- Масса сочленения обеспечивает складывание вокруг поперечной оси – 461,3 кг ± 10%.
- Максимальный угол поворота – 26°.
- Рабочая температура лежит в диапазоне от -30°C до +80°C при нормальных погодных условиях.

Материалы и пожарная безопасность:

Сильфон выполнен из специального материала фирмы HÜBNER и профилей из легкого металла. Нижний и верхний шарнир сочленения – литевая сталь. Сочлененный пол – алюминиевая плита. Навесная рама – алюминиевый профиль. Блок подвода электричества – нержавеющая сталь. Резиновые профили – EPDM.

ВНИМАНИЕ: Запрещается расцепка смежных вагонов без предварительного демонтажа одной из привинчиваемых рам и приведение МВП в маневровое положение.

1.3. Внутривагонное оборудование

Внутренняя отделка салона

Вагоны 71-931М имеют различия в цветовой схеме отделки салона. Вагоны, начиная с заводского номера 2 по заводской номер 78, имеют бежевые стены в салоне, а вагоны заводского номера 1 и с заводским номером 79 отделяются белыми. При этом потолок имеет белый цвет во всех вагонах.



Рис. 11. Вагон с белыми стенами салона

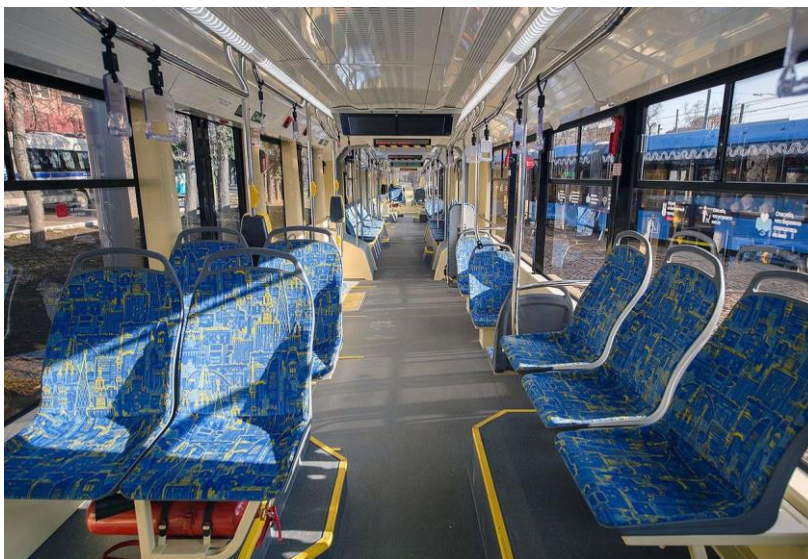


Рис. 12. Вагон с бежевыми стенами салона

Пассажирские сиденья

На вагонах 71-931М, начиная с заводского номера 182 (бортовой номер 31179), пассажирские сиденья устанавливаются по новой схеме, что позволило повысить комфортность и добавить дополнительную накопительную площадку в 3-ей секции.

Начиная с вагона 31301, устанавливаются сиденья нового типа.



Рис. 13. Размещение пассажирских сидений в салоне

Для стоящих пассажиров салон оборудован горизонтальными и вертикальными поручнями.



Рис. 14. Поручни



Рис. 15. Поручни

Стёкла перегородки кабины водителя, накопительных площадок, задней части салона также ограждены горизонтальными поручнями.

Сиденья, расположенные над бункерами песочниц – откидные. В кабине водителя имеется ещё одно откидное сидение, предназначенное инструктору.

Информационные дисплеи

На информационных дисплеях, расположенных в салоне, пассажиры могут посмотреть, какой у трамвая маршрут, узнать название следующей остановки и расстояние до нее. Также транслируются сообщения об изменениях в работе маршрутов, отображается информация о

возможных пересадках и важные сообщения городских служб. В салоне установлены информационные табло типа «бегущая строка» с текстом красного цвета, а также медиаэкраны в 1-ой и 3-ей секциях, прикреплённые к потолку. На вагоне 31066 экраны расположены в окнах. Начиная с вагонов модификации «Витязь-Москва» вместо бегущей строки в верхней части перегородки кабины устанавливается экран, показывающий информацию о движении по маршруту.



Рис. 16. Информационные экраны

Пол вагона

Пол в «Витязях» низкий по всей длине вагона. Это удобно для маломобильных граждан, пожилых людей, пассажиров с детскими колясками. Кроме того, благодаря эластичной конструкции поворотных тележек снижается как воздействие на рельсы, так и внешний шум – трамваи «Витязь-Москва» передвигаются по городу значительно тише, чем модели предыдущего поколения, – на 25–30%.



Рис. 17. Пол вагона

Осветительные линии

Предназначены для аварийного и штатного освещения салона. Салон освещается двумя световыми линиями (левой и правой) вдоль салона вагона. Светодиодные модули закреплены в силовой профиль потолка и закрыты антивандальным рассеивателем из поликарбоната.

В новых вагонах нет лампочек накаливания, то есть все освещение светодиодное, начиная от подсветки салона и заканчивая головными лампами.

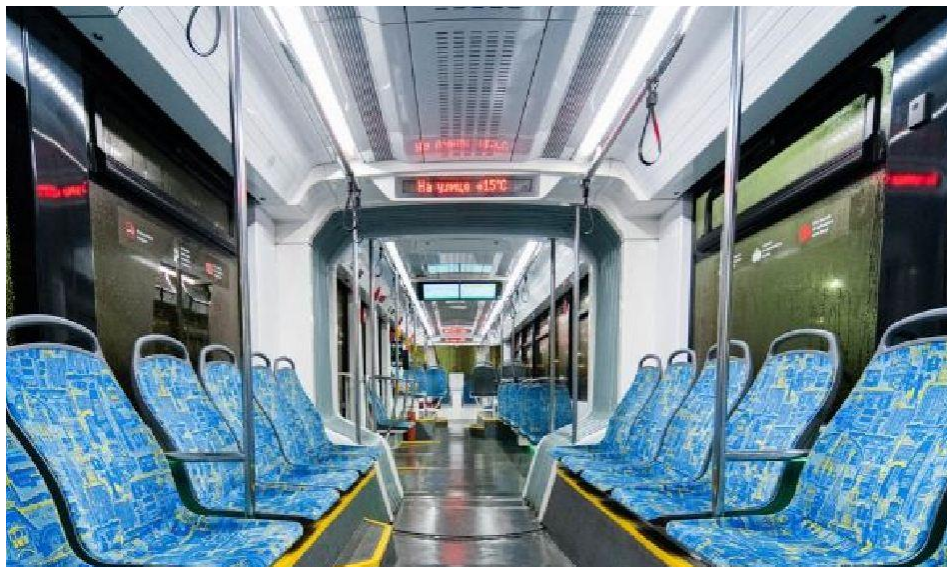


Рис. 18. Осветительная линия в салоне

Окна

В вагоне установлено много окон, что делает салон очень светлым. Из-за этого так же увеличен круговой обзор. Пассажирам в таком трамвае передвигаться очень комфортно.



Рис. 19. Окна в салоне

Двери вагона

В вагоне для входа и выхода пассажиров установлено две одностворчатые (первая и шестая) и четыре двустворчатые (вторая – пятая) двери (подробно о устройстве и работе дверей читайте в главе «Прислонно-сдвижные двери»).

Двери в вагонах открываются по требованию – при нажатии пассажиром подсвеченной синей кнопки. Проемы оснащены тепловыми завесами, предназначенными для сохранения в вагоне комфортной температуры в холодную погоду.



Рис. 20. Кнопки открытия дверей

А желтая кнопка предназначена для экстренного открытия дверей в случае зажатия пассажира между дверными створками.



Рис. 21. Пандус

Третья дверь трамвая оборудована пандусом. Его могут разложить сами пассажиры или водитель (для этого нужно позвать его на помощь, нажав на синюю кнопку у двери).



Рис. 22. Песочница

В салоне под пассажирскими сидениями установлены песочницы (подробно о них рассказано в главе «Песочница»).

В головной и хвостовой секции вагона, а также в кабине водителя расположены огнетушители.



Рис. 23. Огнетушитель в салоне



Рис. 24. USB-разъемы

USB-разъемы

Также в новых трамваях работают камеры видеонаблюдения и система спутниковой навигации. В пути пассажиры могут зарядить мобильные устройства – для этого в салонах есть USB-разъемы.



Рис. 25. Табличка на кузове вагона перехода

На наружных сторонах кузова вагона имеются таблички, информирующие о доступности вагона для пассажиров с ограниченными физическими возможностями.

Кабина водителя

В кабине расположены пульты управления, сиденье водителя, откидное сиденье инструктора, блок управления и блок высоковольтных выключателей, педаль безопасности, огнетушитель, отопители кабины, зеркало обзора салона, фонари освещения кабины, кондиционер и противосолнечное устройство.

Кабина водителя имеет хороший обзор. Четыре камеры в кабине смотрят за наружным периметром, другие за салоном. Над лобовым стеклом водителя установлен монитор, куда выводятся все данные с камер.



Рис. 26а. Кабина водителя вагона «Витязь» (31001-31245)



Рис. 26б. Кабина водителя вагона «Витязь» (31246-31390)

Кабина водителя отделена от пассажирского салона перегородкой. Сдвижная дверь кабины водителя имеет окно для обзора салона и оборудована замком для запираания кабины.

1.4. Прислонно-сдвижные двери вагона

На вагоне установлены двери фирмы «Tatware» (Финляндия) прислонно-сдвижного типа, предназначенные для входа и выхода пассажиров.



Рис. 27. Входные двери вагона

Вагон оборудован двумя одностворчатыми (первая и шестая) и четырьмя двустворчатыми (вторая – пятая) дверьми, обеспечивающими беспрепятственный вход и выход пассажиров в салон.



Рис. 28. Двустворчатые двери вагона

Средние двухстворчатые двери предусматривают доступ в салон вагона пассажиров с ограниченными физическими возможностями в креслах-колясках самостоятельно или с сопровождающими их лицами и установлены в нижней средней части салона вагона.

Третья по направлению движения дверь оборудована откидной аппарелью (пандусом).

Откидная аппарель также предназначена для беспрепятственного доступа в салон вагона пассажиров с ограниченными физическими возможностями в креслах-колясках самостоятельно или с сопровождающими их лицами.



Рис. 29. Откидная аппарель (пандус)

ВНИМАНИЕ! Для доступа в салон через откидную аппарель вагона должна использоваться только посадочная платформа высотой 250-280 мм.

Третья дверь с внешней и внутренней стороны вагона оборудованы кнопками сигнализации водителю о необходимости приведения в действие откидной аппарели для посадки и высадки пассажиров с ограниченными физическими возможностями.

В каждой двери установлено по 1 кнопке "Открытие дверей" для открывания дверей на заторможенном вагоне. На поручнях, расположенных около дверей имеются двенадцать кнопок

"Запрос остановки" в двух уровнях "Вызов 1"... "Вызов 6". При их нажатии идет звуковой сигнал водителю и мигание соответствующего желтого транспаранта двери на панели визуализации на пульте водителя. Также в салоне установлен возле каждой служебной двери "Стоп-кран" для экстренного торможения вагона.

При открывании дверей от кнопок на пульте водителя загорается сигнализация открывания соответствующей двери.

Прислонно-сдвижные двери оснащены безопасным и энергоэффективным электрическим приводом, который работает бесшумно, а также позволяет осуществлять более тонкие настройки и регулировку системы.



Рис. 30. Приводной механизм дверей

Работа дверей осуществляется устройством TW-465 – это устройство логического управления приводами двери, разработанное специально для применения в системах управления приводами дверей железнодорожного подвижного состава.

Рабочее напряжение 15-30В постоянного тока.

Подвеска дверей формируется на кронштейнах, закрепленных к кузову вагона. В кронштейнах закреплен металлический стержень (направляющая ось) на котором расположены два блока передачи.



Рис. 31. Блоки передачи на направляющей оси

В нижней части блоков передачи имеются кронштейны, соединенные с дверными створками. Блоки передачи через ролики взаимодействуют с изогнутыми направляющими, закрепленными в верхней части подвески. Они обеспечивают выход створок на боковую часть кузова вагона в процессе открытия дверей. Так же в крайних частях направляющей оси расположены два ролика соединенные между собой приводным ремнем.

Один из роликов соединен с электроприводом, обеспечивающим его вращение. С приводным ремнем соединены кронштейны дверных створок. Работа дверей обеспечивается электроприводом, который приводит во вращение ведущий ролик. Ролик перемещает приводной ремень, который начинает вращать ведомый ролик и перемещать дверные створки в противоположенном друг от друга направлении.

Отличие в подвеске дверей отечественного производства состоит в том, что для каждой створки устанавливается своя направляющая ось, а приводной ремень заменяет втулочно-роликовая цепь.

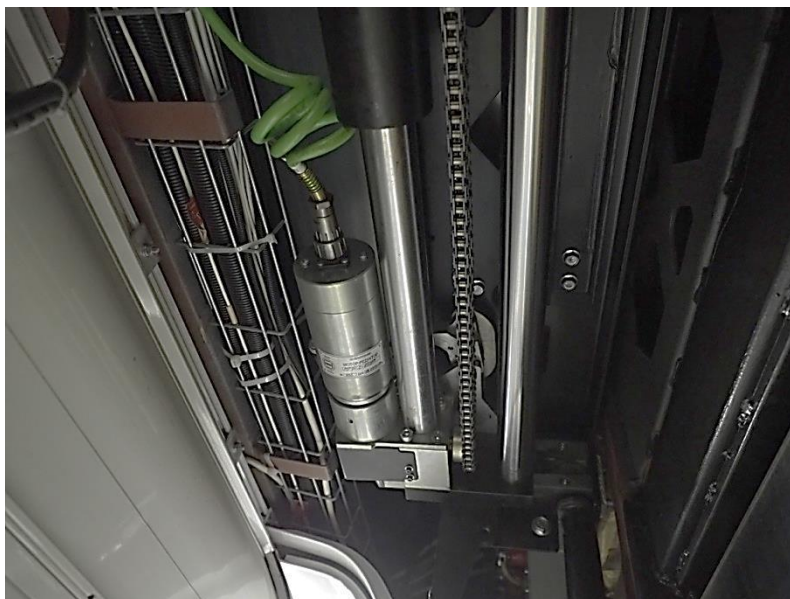


Рис. 32. Дверной электропривод

1.4.1. Система безопасности дверей

TW-465 обеспечивает автоматическую систему безопасности пассажиров Tamware.

Система безопасности включает:

- Защитные рамки (датчики противозажатия) (максимум 2 на каждую дверь).
- Ограничитель максимальной силы тока (электрические датчики, независимые для каждого двигателя).
- Импульсный счетчик/датчик Холла (независимые для каждой двери).
- Блокировка по временному пределу работы (независимая для каждой двери).
- Предупреждающие сигналы (имеется 3 сигнала).

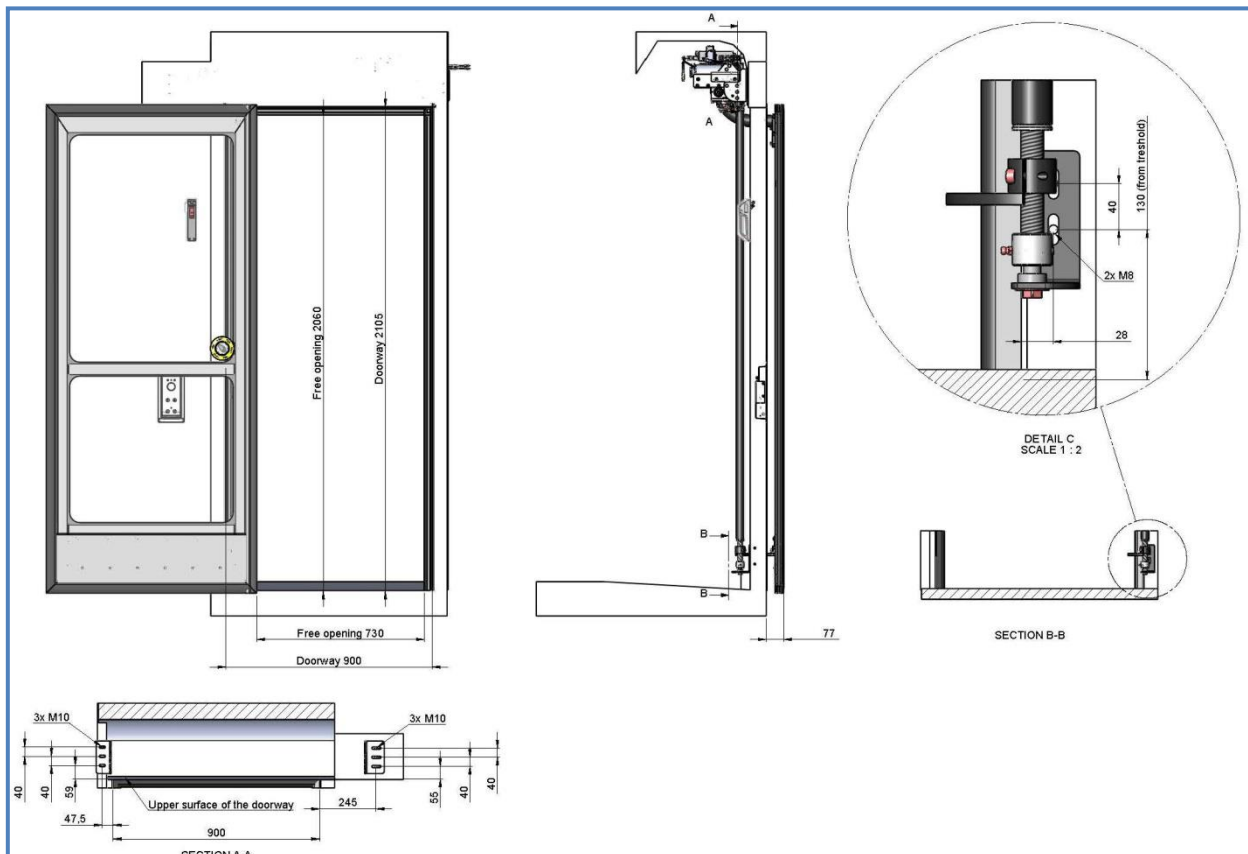


Рис. 33. Одностворчатая дверь Tamware Finslide

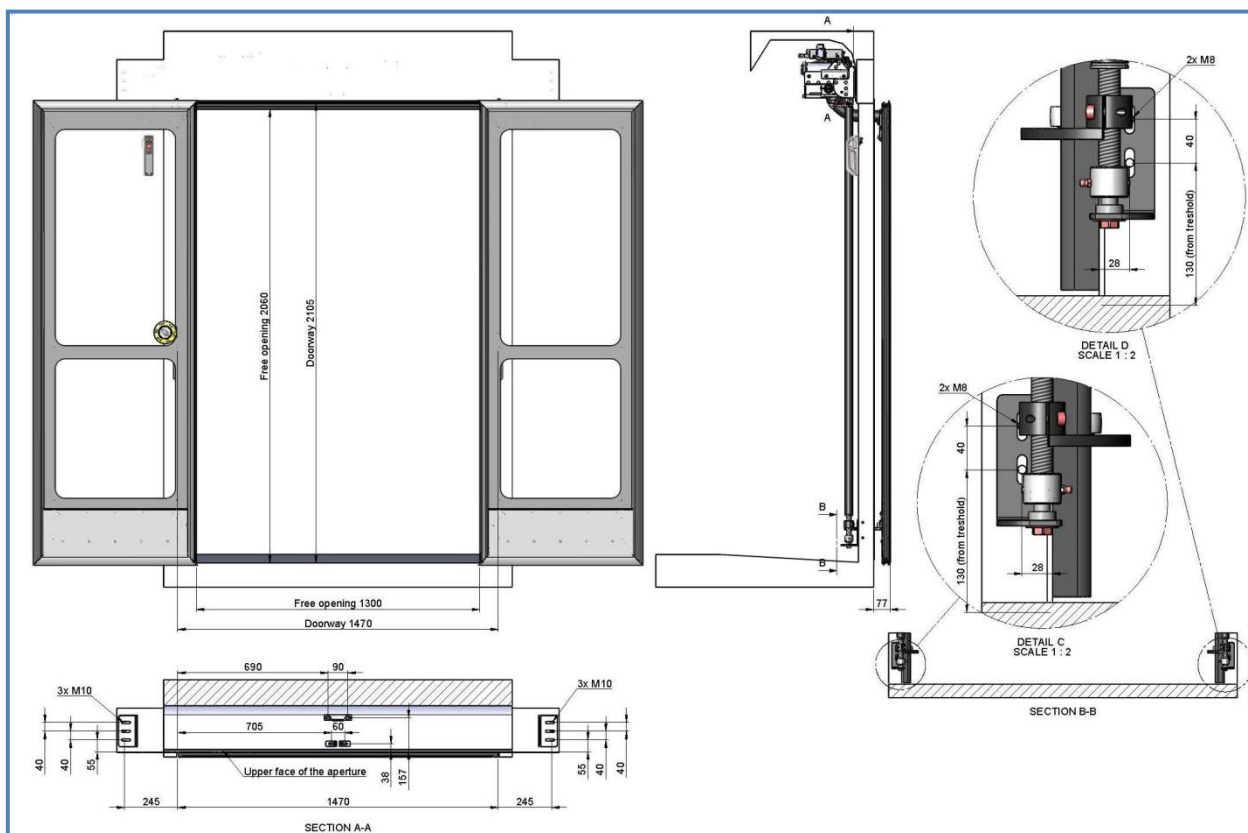


Рис. 34. Двустворчатая дверь Tamware Finslide

Датчики противозажатия

Двери Tamware оснащены датчиками безопасности, которые расположены по краю каждой створки двери/ступени перед дверью/трапа двери. Датчик противозажатия выявляет препятствия, когда двери закрываются, и направляет сигнал контроллеру двери. При обнаружении препятствия двери немедленно останавливаются и открываются.

Датчики противозажатия подсоединены к выводам IDD (цифровому вводу с диагностикой) TW-465. Выводы IDD предоставляют контроллеру точную аналоговую информацию о напряжении ввода. Информация о напряжении оценивается непрерывно, и производится расчет сопротивления датчиков противозажатия.

Если вычисления показывают, что сопротивление датчика противозажатия составляет <2 кОм, при закрывании, то дверь останавливается и сразу же открывается. Во время следующей попытки закрывания двери, скорость замедляется перед прошлой точкой столкновения (метод импульсного счетчика/датчика Холла). Если опять выявлено столкновение, повторяется та же процедура. После 4 столкновений блок управления двери направляет сигнал об активной ошибке, и процедура автоматического защитного закрывания отключается.

Мониторинг состояния датчика противозажатия проводится непрерывно. Если сопротивление превышает 10 кОм, активируется сигнал «нарушение защитной рамки». Это также активирует сигналы «ошибка двери» и «критическая ошибка двери». Код ошибки – либо 1 («ошибка защитной рамки А/С», в случае обнаружения ошибки в датчике противозажатия объекта А или С), либо 2 («ошибка датчика противозажатия В», в случае обнаружения ошибки датчика противозажатия объекта В).

ПРИМЕЧАНИЕ. Датчики противозажатия активны только во время закрытия створки. Они отключаются в положении «объект почти закрыт».

Ограничитель максимальной силы тока

Контроль предела усилия по току измеряет потребление тока двигателем. Если ток превышает уставку (которая конфигурируется), движение двери прекращается. Если дверь закрывается, то она переходит в режим открывания.

Регулятор тока использует информацию, предоставляемую обратной связью по току выводов двигателя. Обратная связь по току ограничивается диапазоном от 0 до 12А, и, таким образом, если ток превышает уставку (12А, допустимо возможное значение тока 18А) движение двери прекращается. Если дверь закрывается, то она переходит в режим открывания.

Ток двигателя измеряется во время всего диапазона движения створок двери. Если измеренный ток превышает заданное ограничение тока, TW-465 автоматически начинает регулировать скорость двигателя, чтобы избежать большего повышения тока. Если ток двигателя остается в допустимых пределах в течение заранее заданной задержки (которая конфигурируется параметрами для каждой двери – далее по тексту «объекта» в различных положениях), двигатель останавливается. Если система определения положения объекта указывает на то, что объект «почти открыт» или «почти закрыт», объект устанавливается как «полностью открытый» или «полностью закрытый» соответственно. Если система не указывает на то, что объект «почти открыт» или «почти закрыт», происходит обнаружение препятствия. Если объект движется в направлении «закрытия», он будет остановлен и сразу же возвратится к направлению открывания. Когда объект открыт снова, после двухсекундной задержки, объект автоматически закрывается снова (процедура автоматического защитного закрытия). Если опять выявлено препятствие, повторяется та же процедура. После 4 столкновений блок управления двери направляет сигнал об активном нарушении, и процедура автоматического защитного закрытия отключается. Если объект двигался в направлении «открывания» при обнаружении столкновения, объект будет остановлен и отключен (отпущен тормоз двигателя) до тех пор, пока не будет получена следующая команда.

Импульсный счетчик/датчик Холла

Импульсный счетчик осуществляет мониторинг значения импульсов движения объекта. Если подсчет импульсов прекращается или замедляется, прекращается движение объекта. Если объект движется в направлении «закрытия», он сразу же возвращается к направлению открывания.

Регулятор импульсного счетчика использует информацию, которую предоставляют пары вводов для подсчета импульсов TW-465 (два канала).

Мониторинг подсчета импульсов осуществляется на протяжении всего диапазона движения объекта. Если подсчет импульсов прекращается или замедляется, после короткой задержки останавливается двигатель. Если система определения положения объекта указывает на то, что объект «почти открыт» или «почти закрыт», объект устанавливается как «полностью открытый» или «полностью закрытый» соответственно. Если система определения положения не указывает на то, что объект «почти открыт» или «почти закрыт», обнаруживается препятствие. Если объект движется в направлении «закрытия», он будет остановлен и сразу же возвратится к направлению открывания. Когда объект открыт снова, после двухсекундной задержки, объект автоматически закрывается снова (процедура автоматического защитного закрытия). Если опять выявлено препятствие, повторяется та же процедура. После 4 столкновений блок управления двери направляет сигнал об активном нарушении, и процедура автоматического защитного закрытия отключается. Если объект двигался в направлении «открывания» при обнаружении столкновения, объект будет остановлен и отключен (отпущен тормоз двигателя) до тех пор, пока не будет получена следующая команда.

Функция регулятора датчика Холла аналогична функции регулятора импульсного счетчика. Регулятор датчика Холла осуществляет мониторинг напряжения датчика Холла и выявляет столкновения, если напряжение не меняется или меняется слишком медленно во время движения объекта.

Блокировка по временному пределу работы

TW-465 обладает функцией таймера, который осуществляет мониторинг времени работы объектов. Функция блокировки по временному пределу работы ожидания активируется, если объект работал на протяжении заранее заданного временного параметра. Блокировка по временному пределу работы ожидания может конфигурироваться отдельно для каждого объекта. Блокировка по временному пределу работы ожидания конфигурируется в секундах (0-60 секунд).

Принцип функции блокировки по временному пределу работы аналогичен принципам регуляторов тока и импульсного датчика/датчика Холла: Закрывающийся объект возвращается к открытому положению (активируется процедура автоматического защитного закрытия). Открывающийся объект останавливается и отключается.

Активируется сигнал ошибки двери, код ошибки (коды ошибок 27-38) зависит от конфигурации и направления объекта (см. паспорт Tamware).

Предупреждающие сигналы

Имеется три вывода предупреждающих сигналов («предупреждающий сигнал 1-3»). Они могут конфигурироваться независимо и используются в любом типе предупреждающих устройств (светодиоды, акустические сигнализации и т.д. при максимальном токе в 3А; 24V, на специальных выводах).

Каждый предупреждающий сигнал имеет 2 конфигурируемых параметра:

- ✓ Параметры 58 и 59 для «предупреждающего сигнала 1».
- ✓ Параметры 60 и 61 для «предупреждающего сигнала 2».
- ✓ Параметры 62 и 63 для «предупреждающего сигнала 3».

Первый параметр каждой пары параметров используется для определения событий, при которых дается предупреждающий сигнал, а также типа сигнала (постоянный, импульсы, частота импульсов). Второй параметр определяет длину сигнала. Все 3 предупреждающих сигнала конфигурируются аналогично, и все пары значений параметров имеют одни и те же диапазоны значений и опции функционирования.

Служебные кнопки/Светодиоды

Блок управления TW-465 поставляется с тремя кнопками, расположенными на боковой части контроллера. Они называются «служебные кнопки 1-3». Блок управления двери также поставляется с двумя светодиодами, которые называются «служебные светодиоды 1-2».

Служебные светодиоды могут загораться либо красным, либо зеленым светом, в зависимости от функции.

На приведенном ниже рисунке показано расположение служебных кнопок 1-3 и служебных светодиодов 1-2.

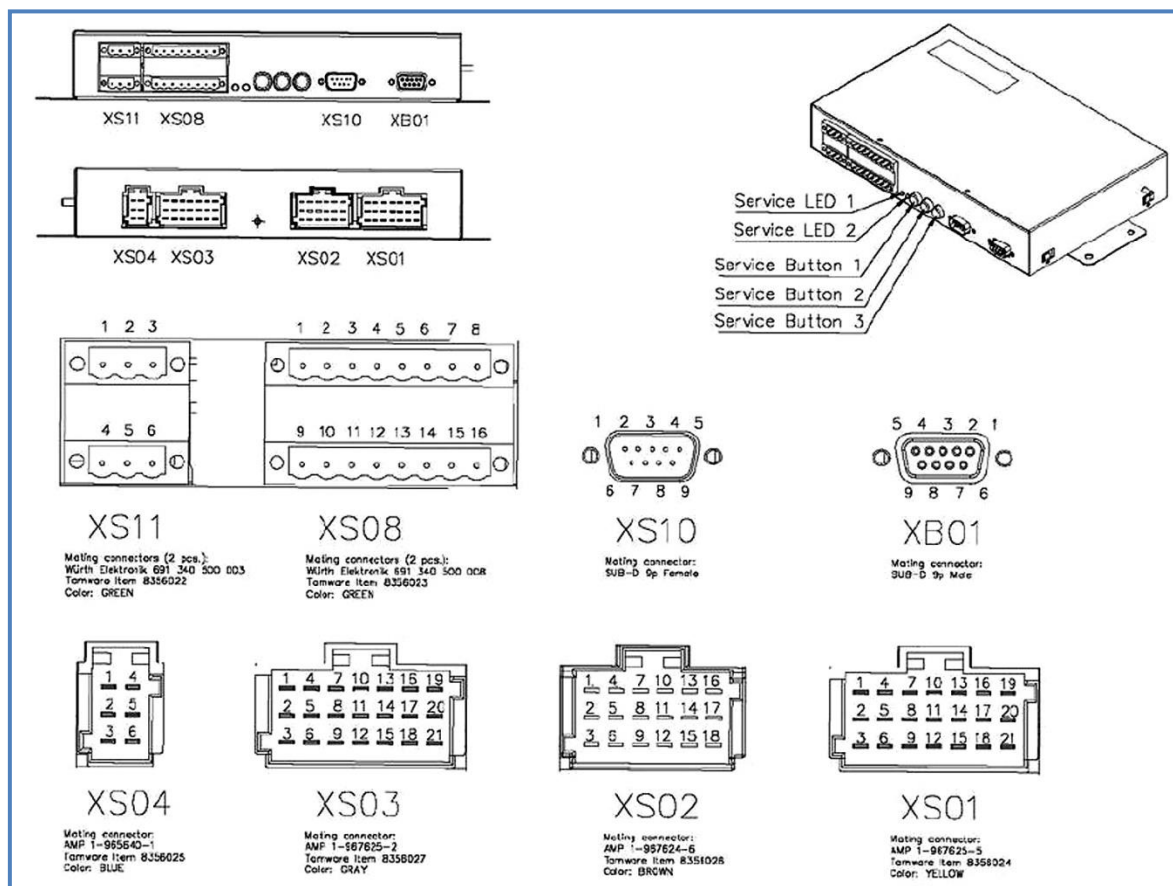


Рис. 35. Блок управления TW-465

Блок управления TW-465 имеет несколько рабочих режимов. Каждый режим имеет присущие ему функции, и с помощью служебных светодиодов пользователю предоставляется информация о режиме.

Рабочие режимы:

- Нормальный режим работы (включая режимы аварийного открывания, отключения двери и режим устойчивости к ошибкам).
- Режим диагностики 1;2;3.

➤ Нормальный режим работы:

После включения питания TW-465 работает в нормальном режиме работы (задержка пуска – 5 секунд).

Служебный светодиод 1 загорается зеленым светом.

Служебный светодиод 2 загорается красным светом, если дверь обнаружила активную ошибку, в других случаях служебный светодиод 2 выключается.

➤ Режим аварийного открывания.

Режим аварийного открывания активен при использовании рукоятки аварийного открывания и снятия блокировки двери.

Служебный светодиод 1 мигает красным светом каждые 3 секунды.

Служебный светодиод 2 загорается красным светом, если дверь обнаружила активную ошибку, в других случаях служебный светодиод 2 выключается.

Чтобы вернуться из режима аварийного открывания в нормальный режим работы, нажмите все 3 служебные кнопки одновременно.

ПРИМЕЧАНИЕ. Чтобы перейти из режима аварийного открывания в нормальный режим, необходимо, чтобы вводный сигнал «аварийное открывание» не был активен.

➤ Режим выключенной двери

Режим выключенной двери активен, если активен ввод «переключатель Дверь не используется».

Служебный светодиод 1 мигает красным светом каждые 10 секунд.

Служебный светодиод 2 загорается красным светом, если дверь обнаружила ошибку, в других случаях служебный светодиод 2 выключается.

Блок управления TW-465 автоматически переходит обратно в нормальный режим работы, если вводный сигнал «переключатель Дверь не используется» больше не активен (задержка в 1 секунду).

➤ **Режим устойчивости к ошибкам**

Блок управления TW-465 работает в режиме устойчивости к ошибкам, если имеются нарушения в работе датчика положения (импульсного датчика), или если дверь не фиксирует своего положения. В режиме устойчивости к ошибкам дверь двигается без регулировки положения (двигатель работает медленно, функции безопасности активны), но могут только останавливать движения двери (не дают обратного хода).

1.4.2. Аварийное открывание

Аварийное открывание – это функция, которая снимает блокировку двери в случае аварии. Обычно рукоятка или кнопка (называемая «устройством аварийного открывания») расположена рядом с областью двери внутри/снаружи транспортного средства.

Режим аварийного открывания

Устройство аварийного открывания дает активный сигнал на ввод TW-465 «используется аварийное открывание». Это переводит TW-465 в режим аварийного открывания.

В режиме аварийного открывания:

- ➔ Активны все тормозные выводы А-С (т.е. тормоза отпускаются при помощи электричества).
- ➔ Игнорируются все команды двери.
- ➔ Останавливаются все объекты.
- ➔ Выводы двигателя переводятся в автономный режим работы (т.е. отпускаются полюсные тормоза двигателей).
- ➔ Предупреждающие сигналы активируются в зависимости от значений параметров.
- ➔ Активен вывод «Используется аварийное открывание».

Возвращение из режима аварийного открывания

Параметр 15 («Сброс аварийного открывания») определяет, как закончится режим аварийного открывания:

➔ Если параметр 15 имеет значение 0, TW-465 возвращается в нормальный режим работы сразу же после того как прекращает быть активным ввод «аварийное открывание».

➔ Если параметр 15 имеет значение 1, то для перехода в нормальный режим работы необходим сигнал «сброс аварийного открывания». Данный сигнал может даваться либо с помощью ввода «сброс аварийного открывания» или служебных кнопок (кратковременное нажатие всех трех кнопок одновременно).

➔ После возвращения в нормальный режим работы, вывод «включить аварийное открывание» отключается на одну секунду (т.е. таким образом, могут быть возвращены в исходное состояние возможные устройства предотвращения аварийного открывания).

Включение/выключение аварийного открывания

Нежелательно, чтобы пассажиры пользовались устройством аварийного открывания во время движения транспортного средства. Поэтому во время движения аварийное открывание дверей отключено, для чего вводы «включить Управление» не активны. Если аварийное открывание не включено, TW-465 остается в нормальном режиме работы до тех пор, пока не будут активированы вводы «включить Управление» и «включить Открывание двери». Однако система транспортного средства получает информацию об использовании аварийного открывания с помощью вывода «аварийное открывание используется».

Вывод «выключить аварийное открывание» всегда активен, когда аварийное открывание включено.

1.5. Тележки вагона

Тележка является ходовой частью трамвайного вагона модели 71-931М и предназначена для обеспечения безопасного и плавного его передвижения по городским линиям с шириной колеи 1524 мм.



Рис. 36. Тележка вагона

1.5.1. Устройство и технические характеристики поворотной тележки.

Тележка рассчитана на длительную эксплуатацию при температуре окружающей среды от -40°C до $+40^{\circ}\text{C}$, на высоте до 1400 м над уровнем моря, при относительной влажности до 80%, при температуре 20°C , на трамвайных маршрутах с продольным уклоном 0,09, протяженностью не более 1000 м.

В состав трамвайного вагона входят две поворотные и одна неповоротная тележки (различие в исполнении шкворневой балки), специально разработанные для низкопольного вагона. Маневренность, плавность и мягкость хода обеспечиваются двухступенчатым поддрессированием и оборудованием, установленным на тележках. К этому оборудованию относится колесная пара в составе с редуктором, тяговый двигатель, зубчатая муфта, электромеханическая тормозная система, рельсовый тормоз, а также датчики осуществления контроля за работой данной системы.

Общий вид поворотной тележки представлен на рисунке 37.

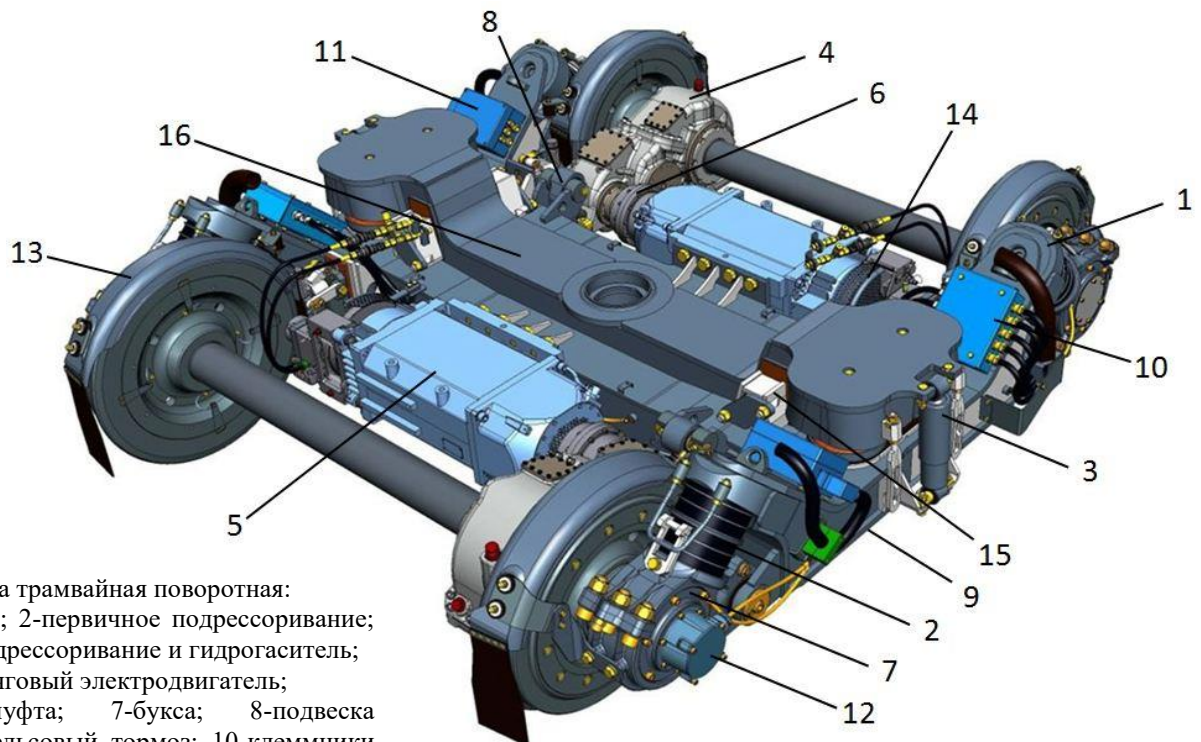


Рис. 37. Тележка трамвайная поворотная:

1-рама тележки; 2-первичное поддрессирование; 3-вторичное поддрессирование и гидrogаситель; 4-редуктор; 5-тяговый электродвигатель; 6-зубчатая муфта; 7-букса; 8-подвеска редуктора; 9-рельсовый тормоз; 10-клеммники высокого напряжения; 11-клеммники низкого напряжения; 12-токоотвод; 13-пластиковый брызговик; 14-электромеханическая тормозная система; 15-резиновый блок; 16-балка поворотная

Конструкция тележки гарантирует безопасную эксплуатацию в целом диапазоне скоростей и нагрузок. Тяговая трамвайная тележка имеет жесткую внешнюю раму (1) сварной конструкции с двухступенчатым подрессориванием. Соединение колесной пары и рамы тележки образовано первичным подрессориванием, включающим в себя буксовые узлы и резинометаллические пружины (2). Вторичное подрессоривание образовано четверкой двойных винтовых пружин с гидравлическими амортизаторами в вертикальном направлении (3). В состав колесной пары входит редуктор Wikov (4) с цилиндрическим зубчатым зацеплением. Тяговые двигатели с воздушным охлаждением (5) расположены параллельно оси колесной пары. Передача крутящего момента между двигателем и редуктором осуществляется с помощью зубчатой муфты KWD (6). На обоих концах оси колесной пары размещены радиально-осевые подшипники, которые являются неделимой составной частью колесной пары (7). Реактивный момент привода колесной пары поглощается подвеской редуктора (8). Рельсовые тормоза (9) с помощью рычажного механизма подвешены на раму тележки. Подвеска, движение и передача тормозных сил выполняется с помощью направляющих, установленных на раму тележки. Тележка оснащена электромеханической тормозной системой (14). Тормозные диски размещены на осях тяговых двигателей. Тележка оснащена электрической кабельной проводкой, составной частью которой являются клеммники высокого напряжения (10) и клеммники низкого напряжения (11). Заземление произведено с помощью токоотвода УТ-03 (12), размещенных на торцах осей колесных пар. Пластиковые брызговики (13) привинчены через резинометаллические подкладки к держателям, закрепленным на раме тележки, которые предоставляют возможность установки по высоте брызговиков и резиновых фартуков в требуемом диапазоне.

Особенностью конструкции данной тележки является возможность ее поворота на 180° при установке под трамвайный вагон, с учетом износа колес. Передача продольных сил с рамы тележки на шкворневую балку производится с помощью скользящих резиновых блоков (15).

1.5.2. Технические характеристики тележки вагона

Основные технические характеристики тележки представлены ниже:

- Ширина колеи – 1 524 мм.
- Масса тележки – 3 900 кг.
- Грузоподъемность тележки – 16 000 кг.
- Минимальный просвет над ГР при неизношенном бандаже – 110 мм.
- Макс. длина тележки – 2 500 мм.
- Макс. ширина тележки – 2 290 мм.
- База тележки – 1 800 мм.
- Конструкционная скорость – 75 км/ч.
- Номинальный диаметр колеса – 620 мм.
- Диаметр макс. изношенных колес – 580 мм.

Неповоротная тележка предназначена для опоры средней секции вагона трамвая и передачи нагрузок от кузова на ходовые рельсы.

Конструкция и технические характеристики неповоротной тележки аналогичны поворотной тележки. Отличие заключается в конструкции балки неповоротной и дополнительными гидrogасителями.

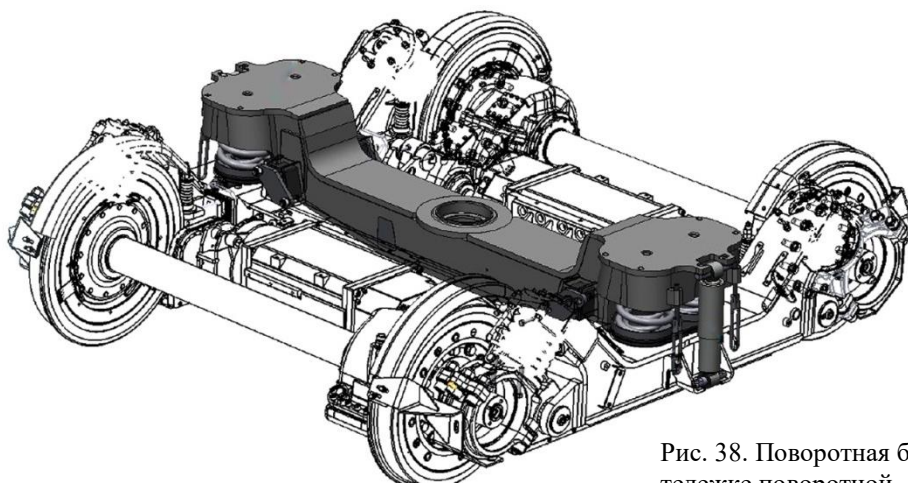


Рис. 38. Поворотная балка на тележке поворотной

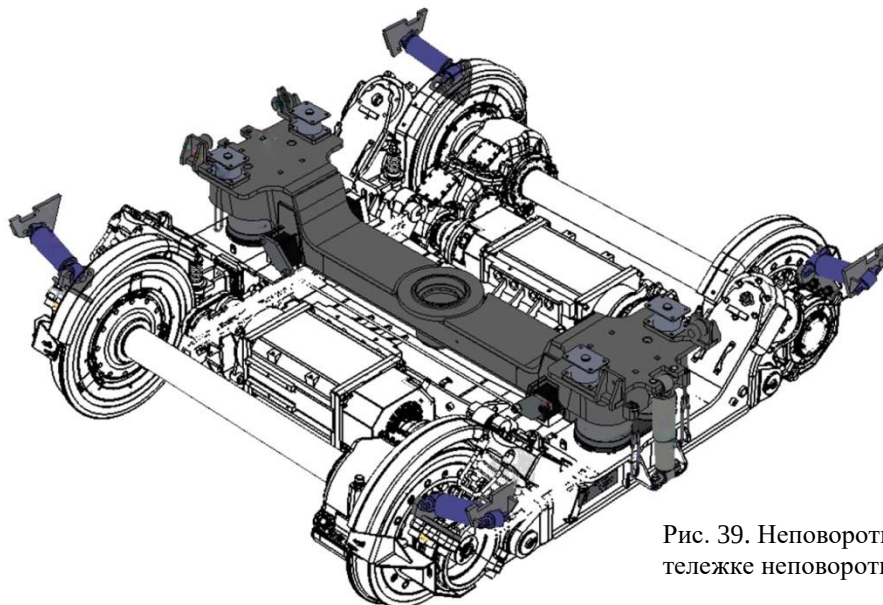


Рис. 39. Неповоротная балка на тележке неповоротной

Секции кузова трамвая шкворневыми балками опираются на тележки посредством шкворней и самосмазывающихся упорных подшипников скольжения.

1.6. Колесная пара

Колесная пара вагона предназначена для передачи нагрузки от вагона и служит для направления движения его по рельсам.

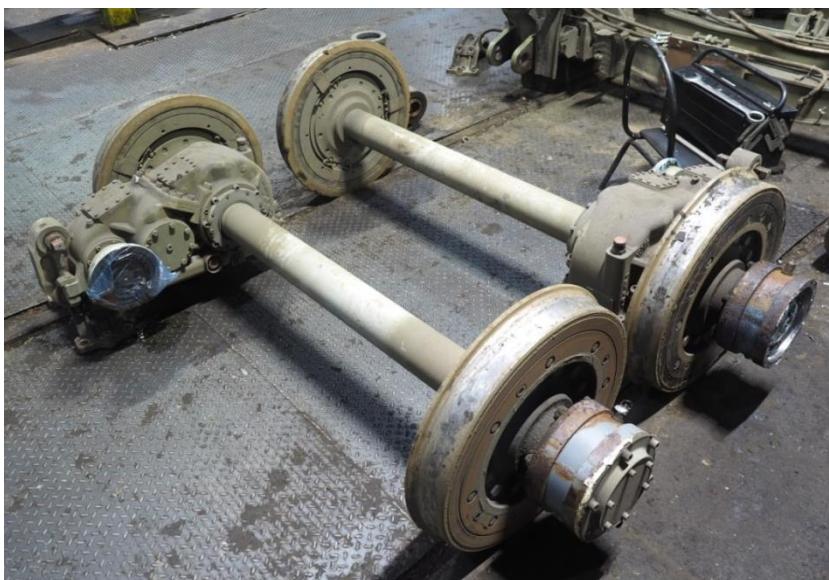


Рис. 40. Колесные пары вагона

Колесная пара состоит из: оси, двух подрессоренных разборных колес, двух букс и редуктора (рис. 41). Со стороны редуктора на буксе 1-го колеса устанавливают токоотвод УТ-3.

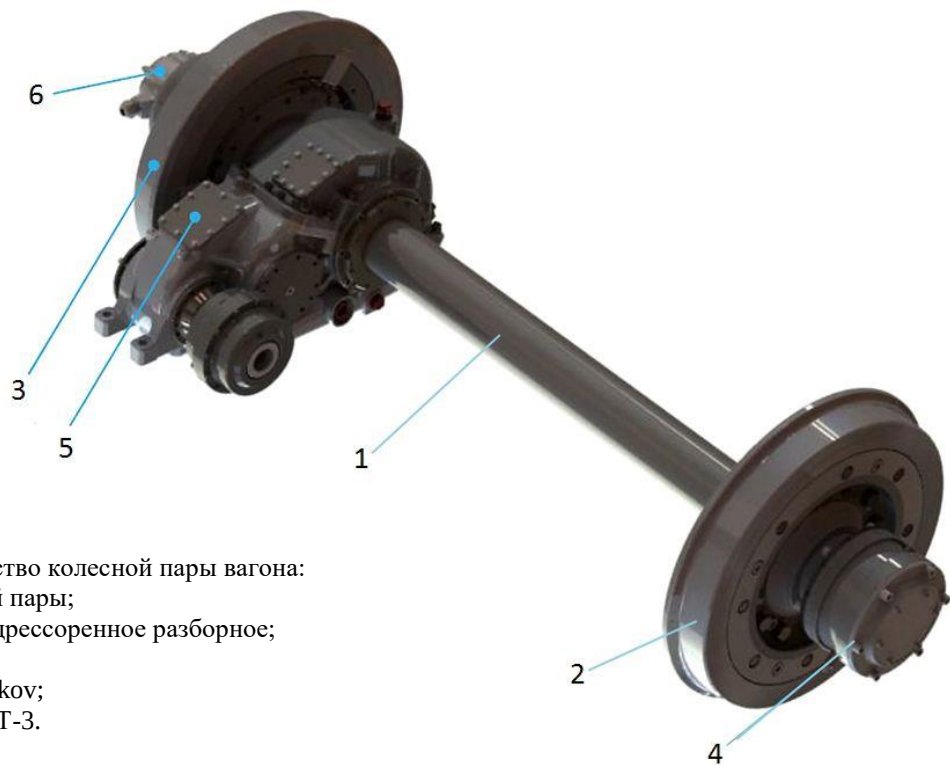


Рис. 41. Устройство колесной пары вагона:

- 1 – ось колесной пары;
- 2, 3 – колесо подрессоренное разборное;
- 4 – букса;
- 5 – редуктор Wikov;
- 6 – токоотвод УТ-3.

Колесо подрессоренное разборное состоит из бандажа, ступицы и шунта.

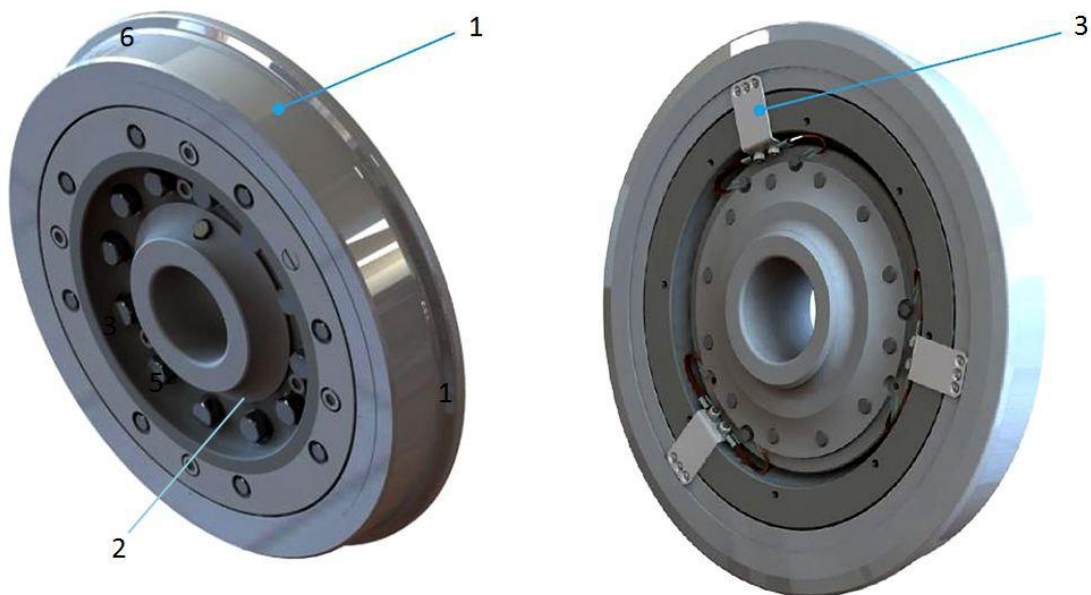


Рис. 42. Устройство подрессоренного разборного колеса:

- 1 – бандаж; 2 – ступица; 3 – шунт.

Профиль бандажа выполнен в виде конусной поверхности с выступом (ребордой). Такая поверхность позволяет колесам удерживаться на рельсовых путях и проходить кривые участки пути, т.е. вписываться в поворот.

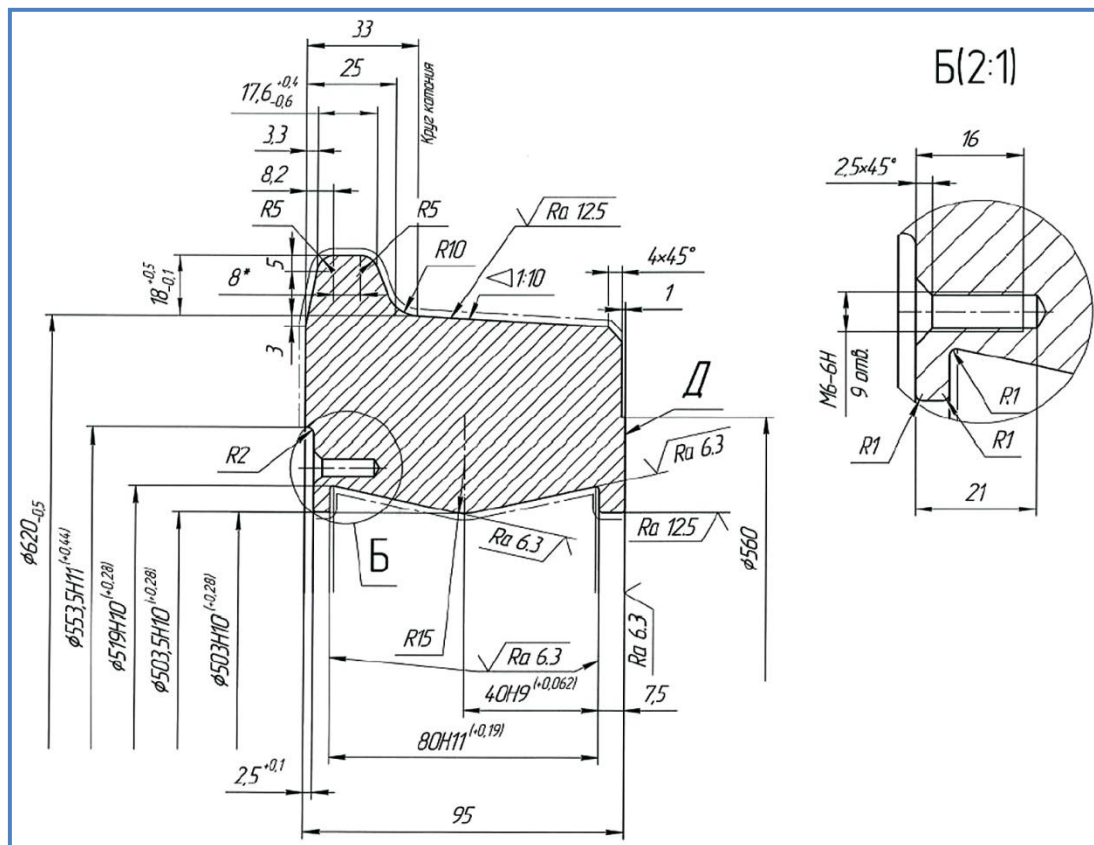


Рис. 43. Профиль катания бандажа колеса

Требования, предъявляемые к колесной паре (данные для колесной пары в эксплуатации):

1. Расстояние между внутренними гранями бандажей – 1474 ± 2 мм.
2. Разность наружных диаметров бандажей одной к. п. не более – 2 мм.
3. Разность наружных диаметров бандажей одной тележки не более – 5 мм.
4. Толщина бандажа не менее – 25 мм.
5. Высота реборды не менее – 11 мм.

Неисправности колесной пары:

1. Обрыв шунтов – искрение под одним колесом.
2. Износ реборды и бандажа – ползуны на колесах.
3. Смещение риски – колесо не стянуто.

1.7. Букса

Букса предназначена для передачи весовых нагрузок от кузова вагона и тележки на ось колесной пары, а также для установки первичного подрессоривания.

Кроме этого, со стороны редуктора на корпусе буксы устанавливают токоотводное устройство.

Устройство буксового узла представлено на рисунке 45.

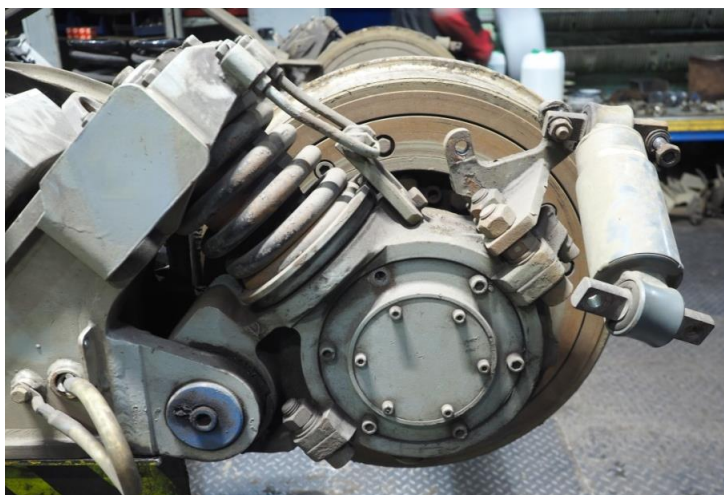


Рис. 44. Буксовый узел без токоотвода

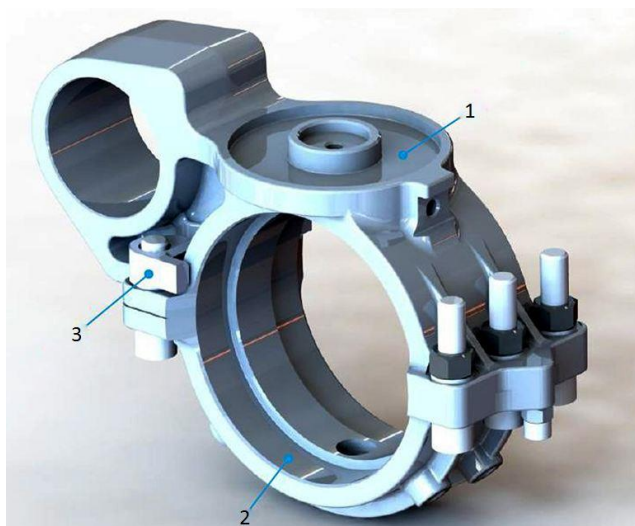


Рис. 45. Корпус буксы:
1 – верхняя часть корпуса;
2 – нижняя часть корпуса;
3 – гайка M24

Корпус буксы закрывает радиально-осевые подшипники, которые являются неделимой составной частью колесной пары.

1.8. Редукторов Wikov типа AWHN 391R-UK75 (Чешская Республика)

Редуктор служит для передачи крутящего момента к приводу и торможения колесной пары трамвая.

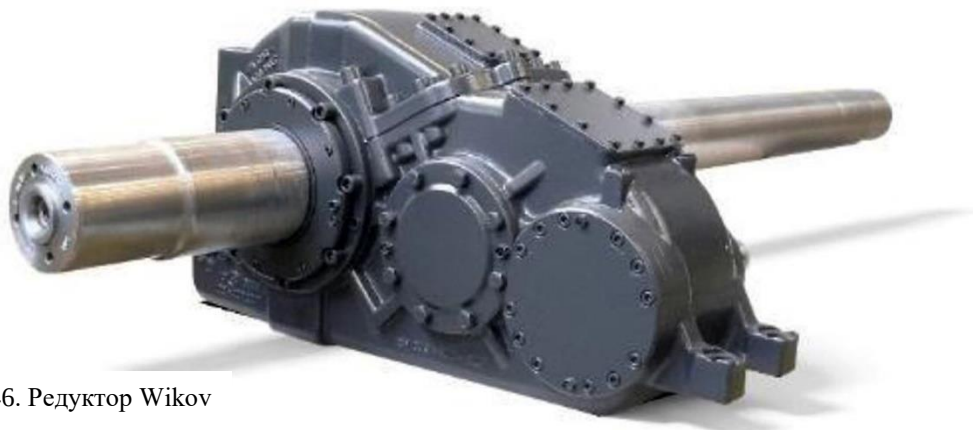


Рис. 46. Редуктор Wikov

Крутящий момент подводится от тягового асинхронного электродвигателя, закрепленного в раме тележки. Передача крутящего момента к редуктору выполнена с помощью зубчатой поворотной муфты с собственной смазкой.

Редуктор двухступенчатый, с двумя парами цилиндрических косозубых колес, находящихся в постоянном зацеплении.

Смазывание подшипников и зубчатых колес – общее, трансмиссионным маслом, которое распределяется путем разбрызгивания большим зубчатым колесом, вращающимся в масляной ванне.

Реактивное усилие от корпуса редуктора к раме тележки переносит С-образная подвеска, снабженная сайлент-блоками.

1.8.1. Основные компоненты редуктора

Корпус

Корпус редуктора с горизонтально расположенными отверстиями валов изготовлен из высокопрочного чугуна. Во

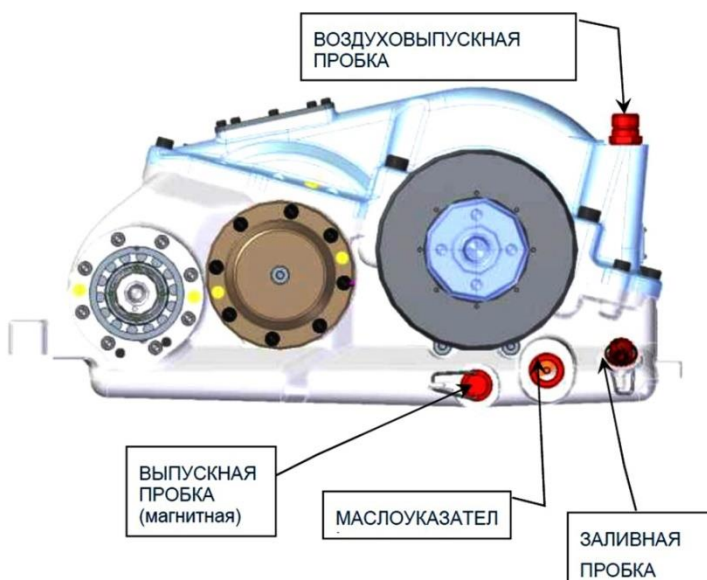


Рис. 47. Корпус редуктора

внутреннем пространстве корпуса имеются масляные карманы для оптимального снабжения маслом. В верхней части корпуса имеется смотровое отверстие и воздуховыпускная пробка (клапан-сапун). В нижней части расположены: заливная пробка, выпускная намагниченная пробка, а также маслоуказатель.

Зубчатые колеса

Зубчатые колеса изготовлены в соответствии с установленными технологическими процессами. Контроль качества в процессе производства регламентируется QAP (Quality Assurance Plan) производителя. Термическая и термохимическая обработка проводятся в контролируемой атмосфере для исключения возможности возникновения обезуглероженного слоя.

Редуктор двухступенчатый, с цилиндрическими косозубыми колесами, находящихся в постоянном зацеплении. Материал зубчатых колес науглерожен и закален, колеса отшлифованы.

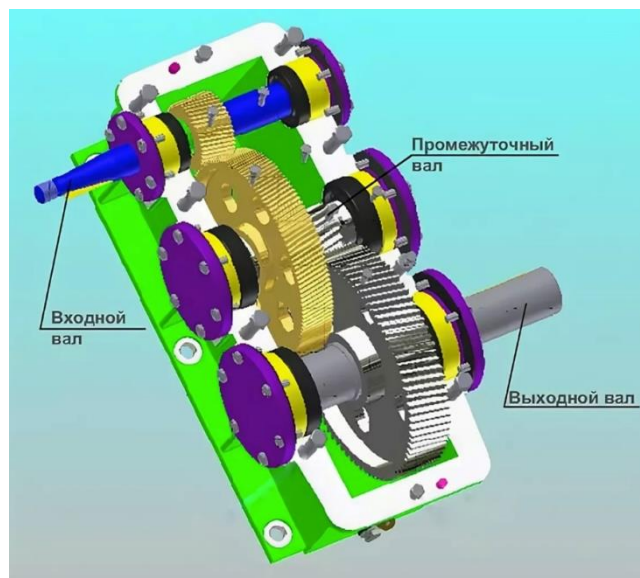


Рис. 48. Двухступенчатая зубчатая передача

Подшипники

Редуктор оснащен подшипниками качения. Проект и контроль подшипников выполнены в соответствии со стандартом ISO 281.

На входном валу редуктора имеются роликоподшипники и упорный шарикоподшипник с четырехточечным контактом, на промежуточном валу и оси – конические роликоподшипники.

Уплотнение валов

Герметизация корпуса редуктора на входном валу-шестерне выполнена с помощью радиального уплотнения вала, на оси уплотнение бесконтактное (лабиринтное).

Уплотнение корпуса

Уплотнение корпуса в плоскостях разъема и под крышками выполнено с помощью герметика PERMABOND A 136.

Смазывание

Смазывание подшипников и зубчатых колес – общее, трансмиссионным маслом, которое распределяется при вращении и орошении большого зубчатого колеса.

Охлаждение

Образующееся тепло отводится потоком воздуха при движении, а также излучением от стенок корпуса редуктора.

1.8.2. Основные технические данные

- Тип – двухступенчатый с цилиндрической зубчатой передачей.
- Способ управления редуктором – редуктор обеспечивает постоянную передачу.
- Максимальная масса редуктора без масляного наполнителя, муфты, ось и подвески – $172 \text{ кг} \pm 3 \%$.
- Масса оси – $170,4 \text{ кг} \pm 5\%$.
- Масса муфты (вход) – $17 \text{ кг} \pm 5\%$.
- Макс. скорость транспортного средства – 75 км/ч.
- Диаметр новых колес – 620 мм.
- Диаметр изношенных колес – 580 мм.
- Максимальная нагрузка на ось – $98,1 \text{ кН} + 2 \%$.

- Высота в свету редуктора от уровня головки рельса мин – 110-130 мм (при макс. изношенных колесах диаметром 580 мм).
- Количество ступеней передач – 2.
- Передаточное отношение – 6,921.
- Номинальная передаваемая мощность $P_{ном}$ – 75 кВт.
- Максимальный входной момент $M_{макс}$ – 500 Н·м (при $n = 568$ об/мин).
- Максимальный тормозной момент двигателя $M_{тмакс}$ – 500 Н·м.
- Макс. входная скорость вращения двигателя $n_{макс}$ – 4753 об/мин.
- Температура воздуха вне транспортного средства от – 40 до +45 °С.
- Способ управления редуктором – редуктор обеспечивает постоянную передачу.

Смазка и охлаждение:

Смазывание передачи – трансмиссионным маслом в корпусе разбрызгиванием при вращении зубчатых колес в масляном наполнителе.

Охлаждение редуктора – естественное, поверхностью корпуса редуктора.

Количество и вид масла в редукторе:

Расход масла – около 2,5 дм³

Чистота масла – ISO 19/17/14 согласно ISO4406:1999.

Вид масла – Kluebersynth GE4 75W 90 (масло на основе ПАО, API GL 5, тест FZG A/8.3/90 ≥ 14).

Альтернативные масла – Mobil Delvac Syntetic Gear 75W-90 (масло на основе ПАО, API GL 5, тест FZG A/8.3/90 ≥ 14).

Неисправности редуктора:

Утечка масла, негерметичность лабиринтного уплотнения, негерметичность по плоскости разъема корпуса, неплотность крышек подшипников.

Утечка масла, негерметичность магнитной выпускной пробки.

Необычный шум редуктора (уровень шума, исходящего из редуктора, превышает 105 дБ при скорости вращения до 2000 об/мин на входном валу редуктора).

Повышенная температура в месте подшипников (на 80°С больше температуры окружающей среды).

Повышенный шум в области крепления редуктора.

1.9. Зубчатая муфта ZK 50-1 (Германия)

Зубчатая муфта предназначена для передачи крутящего момента с вала тягового электродвигателя на входной вал редуктора.

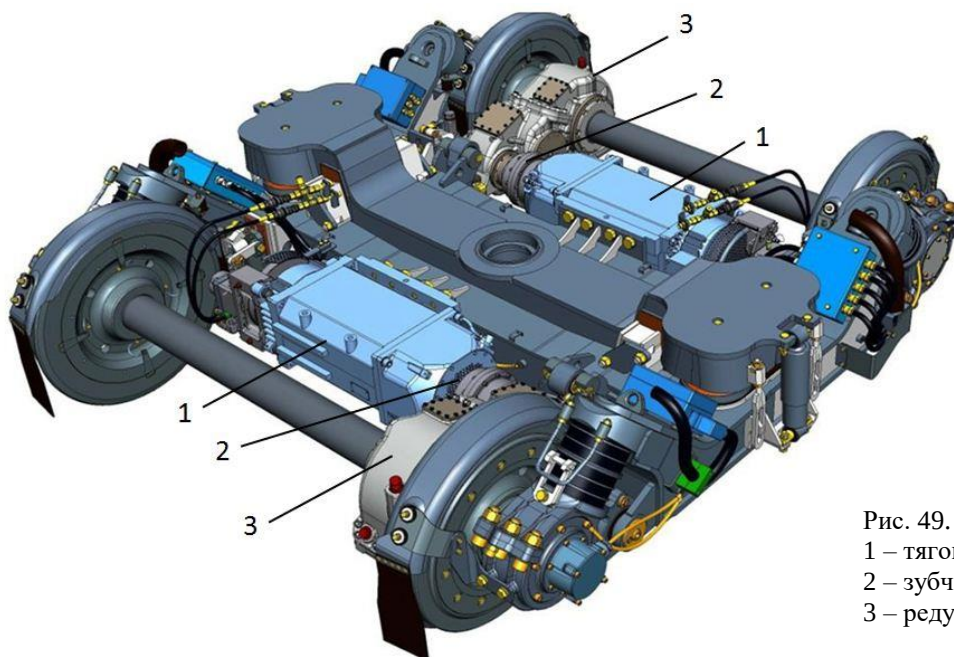


Рис. 49. Тяговый привод:
1 – тяговый электродвигатель;
2 – зубчатая муфта;
3 – редуктор

Зубчатая муфта состоит из двух полумуфт и соответствующих винтовых соединений.

Зубчатая муфта является неключаемой, жесткой к скручиванию муфтой с самоцентрирующимся зубчатым зацеплением. Она передает крутящий момент путем кинематического замыкания через зацепляющиеся друг за друга внешнее и внутреннее зубчатое зацепление с эвольвентным профилем ступицы и гильзы.

Из-за двухкарданного расположения зубчатого зацепления с обеих сторон муфта может наряду с осевыми и угловыми смещениями компенсировать также и радиальное смещение между валами мотора редуктора.

Значения смещения:

- допустимое максимальное осевое смещение: $\pm 10,0$ мм;
- допустимое максимальное радиальное смещение: 7,0 мм.

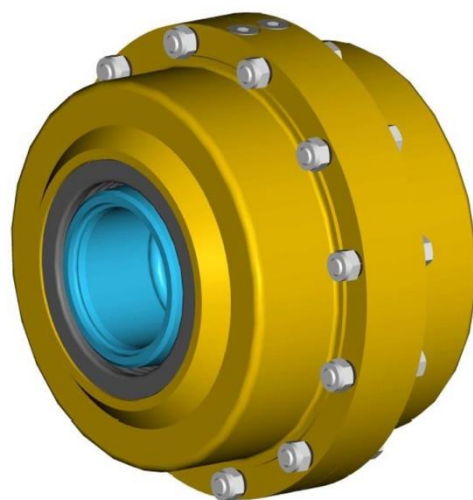
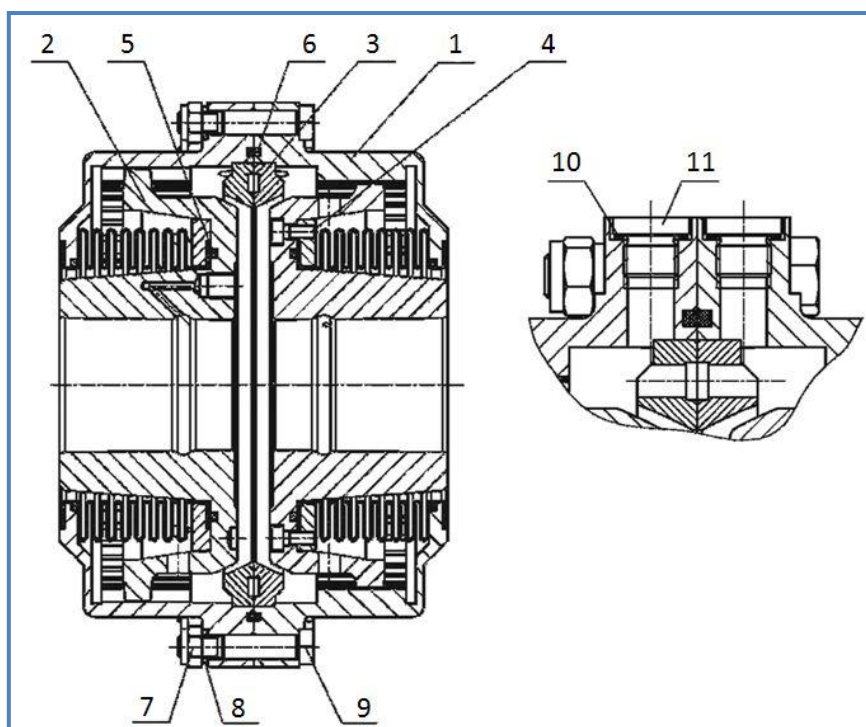


Рис. 50. Устройство зубчатой муфты:

- 1 – гильза; 2 – ступица; 3 – упорное кольцо; 4 – винт с цилиндрической головкой;
5 – кольцо круглого сечения 95х36; 6 – кольцо круглого сечения 170х31; 7 – гайка М8; 8 – стопорное кольцо;
9 – призонный болт М8х45; 10 – уплотнение А10х142; 11 – резьбовая пробка

Смазка, применяемая в зубчатой муфте: Shell Omala S4 GXV 460.

Количество заполнения: по 0,15 л в каждую полумуфту.

Неисправности:

- Износ зубьев ступицы.
- Ослабление и трещины призонных болтов.
- Ослабление посадки ступицы.
- Выброс смазки.

1.10. Первичное подрессоривание

Соединение колесной пары и рамы тележки образовано первичным подрессориванием, включающим в себя буксовые узлы и резинометаллические пружины.

Первичное подрессоривание предназначено для подрессоривания рамы тележки относительно колесной пары.



Рис. 51. Первичное поддрессирование

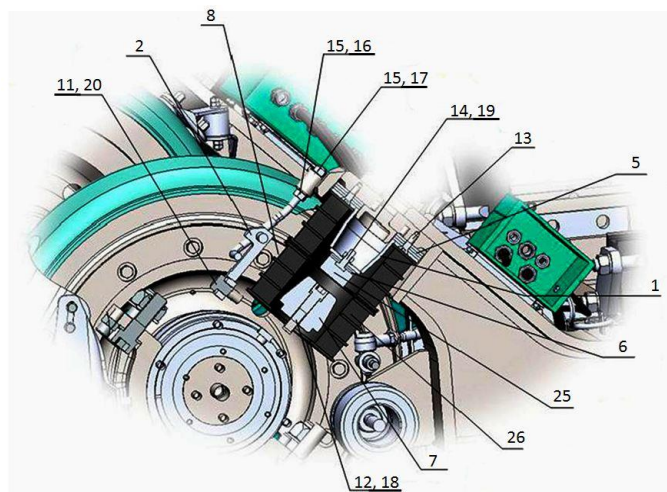


Рис. 52. Устройство первичного поддрессирования:
 1 – направляющая цапфа; 2 – крюк; 5 – шайба 1;
 6 – шайба 2; 7 – упор; 8 – подвеска; 9 – пружина;
 10 – упор; 11 – болт M16x35.88.40X.018; 12 – болт
 M16x70.88.40X.018;
 13 – винт M10x30.88.40X.018; 14 – гайка
 M10.8.40X.018; 15 – гайка M12.8.40X.018;
 16 – шайба 12.01.08кп.018; 17 – шайба 12.030.018;
 18 – шайба 16 65Г.018; 19 – шайба 10 65Г.018;
 20 – шайба NL 16; 25 – резиновый упор;
 26 – пружина 61301301

1.11. Вторичное поддрессирование

Вторичное поддрессирование предназначено для поддрессирования рамы кузова вагона относительно рамы тележки.

Вторичное поддрессирование образовано четверкой двойных винтовых пружин с гидравлическими амортизаторами в вертикальном направлении.



Рис. 53. Вторичное поддрессирование

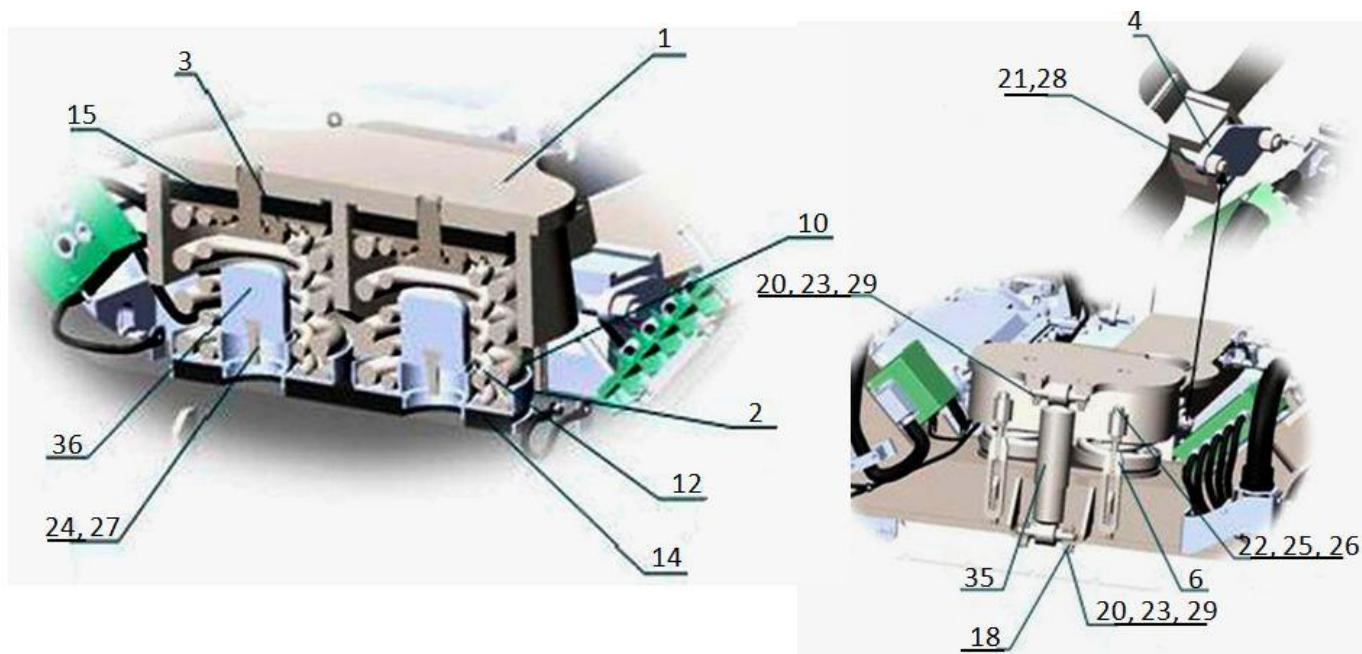


Рис. 54. Устройство вторичного подрессоривания:

- 1 – шкворневая балка; 2 – база нижняя; 3 – база верхняя; 4, 5 – крышка; 6 – подвес;
 10 – пружина внешняя; 11, 12 – пружина внутренняя; 13 – блок резиновый;
 14 – резиновая доска нижняя; 15 – резиновая доска верхняя; 16 – поперечный упор;
 17 – подкладка; 18 – шайба; 20 – болт M14x60.88.40X.018; 21 – гайка M20.8.40X.018;
 22 – гайка M16.8.40X.018; 23 – гайка M14.8.40X.018; 24 – гайка M12.8.40X.018;
 25 – шайба 16.01.08кп.018; 26 – шайба 16.03.018; 27 – шайба 12 65Г.016;
 28 – шайба NL20sp; 29 – шайба NL14; 35 – амортизатор ZF; 36 – резиновый упор.

1.12. Электромеханическая тормозная система ЭМТС

Электромеханическая тормозная система ЭМТС-1М-01 предназначена для затормаживания тормозного диска, установленного непосредственно на выходной вал тягового двигателя посредством прижима колодок, установленных в суппорте тормозного привода ИМТ-3-02, который является неотъемлемой частью тормозной системы.

Основные технические параметры привода: максимальное и минимальное выходные усилия (контролируются тензодатчиком), ход колодки (контролируется штангенциркулем). Остальные параметры являются справочными и не влияют на основные технические характеристики.

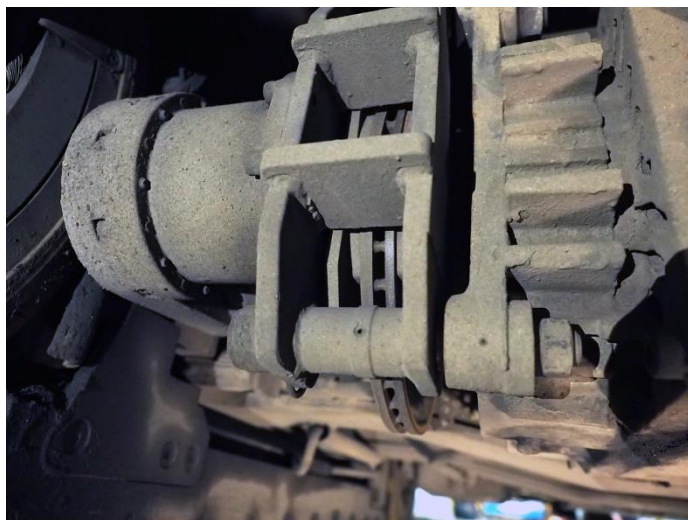


Рис. 55. Электромеханическая тормозная система

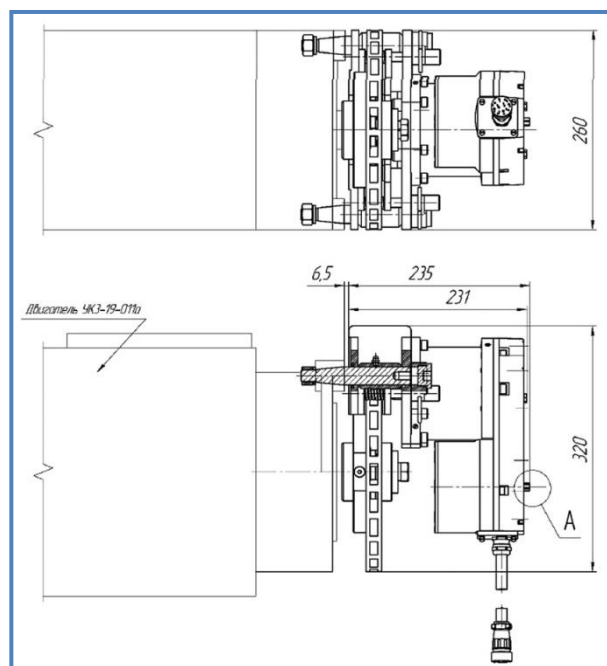
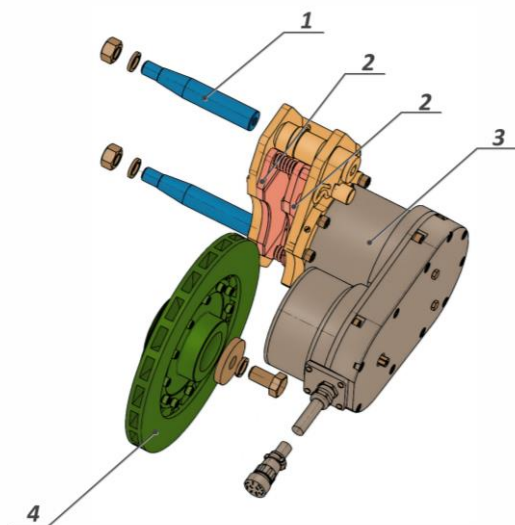


Рис. 56. Основные габаритные размеры ЭМТС

Основные узлы электромеханической тормозной системы ЭМТС-1М-01 приведены на рисунке 57.

Исполнительный механизм тормоза ИМТ и его модификации служит для создания сжимающего усилия на выходном звене и предназначен для установки на тележку трамвая.



Устройство и принцип действия

Рис. 57. Основные узлы ЭМТС-1М-01:

- 1 - привод тормозной ИМТ-3-02;
- 2 - диск тормозной в сборе;
- 3 – тормозные колодки;
- 4 - направляющая привода

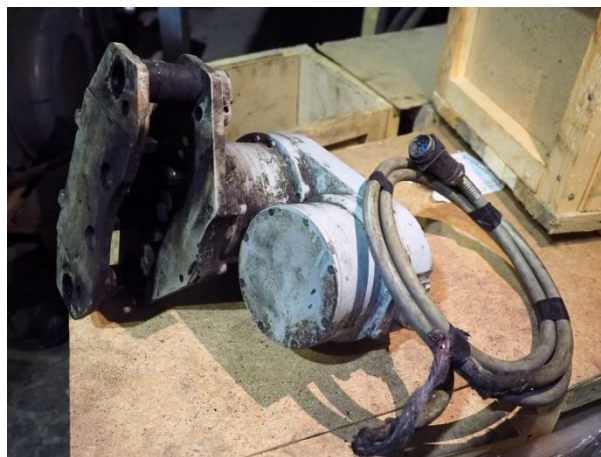


Рис. 58. Привод тормозной ИМТ-3-02

Электромеханическая тормозная система ЭМТС-1М-01 (рис. 57) состоит из: тормозного привода ИМТ-3-02 (рис. 59), который служит для создания сжимающего усилия на выходном звене и предназначен для установки на тележку трамвая. Тормозной привод (рис. 57) установлен на направляющих, закрепленных гайками и стопорными шайбами на фланце тягового двигателя. На выходном валу двигателя напрессован тормозной диск (2) и при помощи болта и шайбы закреплен от осевого перемещения.

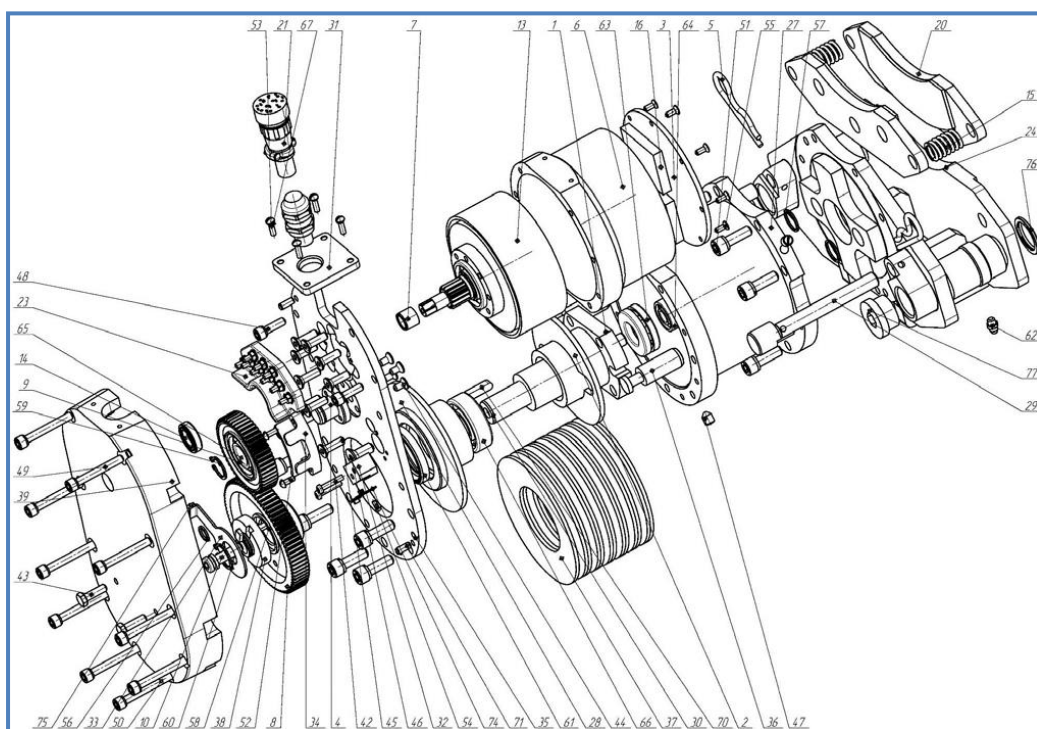


Рис. 59. Состав тормозного привода ИМТ-3-02

Тормозной диск расположен таким образом, что тормозные колодки 20 (рис. 59), установленные на суппорте 24 привода ИМТ-3-02 охватывают его с двух сторон и при отключенном приводе ИМТ-3-02 зажимают тормозной диск 1 (рис. 59), затормаживая тяговый двигатель.

Привод тормозной ИМТ-3-02 (рис. 59) содержит суппорт 24 с закрепленным стаканом 27. Коаксиально оси стакана на подшипниках 63, 64, 66, размещенных в суппорте 24 и поджимном фланце 28, с возможностью вращения, установлен винт 30 шарико-винтовой передачи. С винтом 30 посредством редуктора, состоящего из колес 8 и 9, связан двигатель 13, причем колесо 8 установлено на винте 30 и закреплено посредством шпонки 70, шайбы 38 и винта 10. На винте 30 установлена гайка 1, в торец которой упирается шайба упорная 2 и пакет пружин 37. Другим торцом пакет пружин 37 упирается в торец фланца поджимного 28. Фланец поджимной 28 установлен в пластину 35, на которой закрепляется ось 4. На ось 4 устанавливается колесо 9 с завальцованным подшипником 65. Суппорт 24 содержит две направляющие оси 29, расположенные параллельно оси винта 30. На направляющих 29 расположены колодки 20. Между колодками на направляющих 29 установлены пружины 15. На гайке 1 в пазах установлены толкатели 36, выходные концы которых упираются в колодку 20. Толкатели 36 запираются в пазах гайки 1 упорной шайбой 2. Вал двигателя 13 снабжен шейкой для установки ключа. На шайбе 38 в пазах закреплены магниты 75, которые удерживают от свободного поворота лепесток 33, сцентрированный на шайбе 38. В дополнение к магнитам, лепесток 33 в осевом направлении зафиксирован стопорным кольцом 60, расположенным в канавке шайбы 38. На отогнутой части лепестка закреплен магнит 75. На пластине 35 через опору 32 закреплен датчик 74. При вращении колеса 8 лепесток 33 перемещается по сектору, ограниченному двумя винтами-упорами 43 и направленному относительно оси колеса 8 в сторону клеммника 23. Провода от датчика 74 уложены в паз предохранителя 34 и выведены на клеммник 23. Предохранитель и клеммник крепятся на пластине 35. Крышка 39 крепится на пластине 35. Шарико-винтовая передача работает в масляной ванне. Слив отработанного масла, и заправка нового осуществляется через отверстия (2 шт.), заглушенные винтами 47. Для уплотнения выходного конца винта 30 в поджимном фланце 28 установлена манжета 61. Уплотнение по плоскости контакта зубчатого колеса 8 и шайбы 38 осуществляется кольцом 58, а винта 10 по шайбе 38 - кольцом 56. Уплотнение толкателей 36 в отверстиях суппорта 24 осуществляется кольцами 57. Для уплотнения вала двигателя 13 по крышке 39 в последней установлена манжета 14. Устройство работает следующим образом. При подаче напряжения питания двигатель 13 посредством редуктора вращает винт 30 шарико-винтовой передачи. Гайка 1 совместно с толкателями 36 перемещается вдоль оси винта 30 и сжимает пакет пружин 37. Перемещение выполняется до тех пор, пока не образуется зазор 1,7 мм между колодками 20 и тормозным диском (примерно 2 оборота вала двигателя). При этом лепесток 33 занимает крайнее положение, и его отогнутая часть с магнитом 75 располагается напротив датчика 74, который сигнализирует о том, что тормоз расторможен. Происходит удержание пакета пружин 37 в достигнутом положении двигателем 13. На панели водителя расторможенный тормозной привод отображается в виде прямоугольника белого цвета.

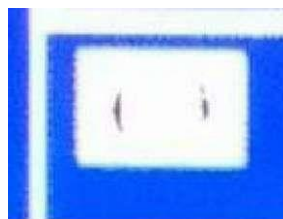


Рис. 60.

Суппорт 24 тормозного привода посредством направляющих 21 (рис. 59) устанавливается на тяговый двигатель таким образом, чтобы тормозной диск располагался между тормозными колодками 20 (рис. 59), а оси самих направляющих были параллельны оси тормозного диска. При отключении напряжения питания нагрузка с двигателя 13 снимается, и пакет пружин выталкивает гайку 1 с толкателями 36, благодаря чему колодка 20 прижимается к тормозному диску. Сила прижатия заставляет суппорт 24 тормозного привода перемещаться в осевом направлении тормозного диска до достижения контакта между второй колодкой и диском. Таким образом зазоры между колодками и диском будут исключены и диск заторможен. На панели водителя заторможенный тормозной привод отображается в виде прямоугольника красного цвета.



Рис. 61.

Для растормаживания необходимо подать команду на двигатель 13, который посредством редуктора приведет во вращение винт 30, что позволит переместить в осевом направлении гайку 1 с толкателями 36 и создать зазор между колодками и тормозным диском. ИМТ-3-02, управляемый модулем БУД24.МУЗ, с которым отсутствует связь по линии CAN, отображается на панели водителя в виде прямоугольника красного цвета, у которого верхний левый угол серого цвета.

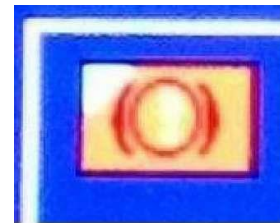


Рис. 62.

В случае отсутствия напряжения питания растормаживание возможно произвести в ручном режиме посредством вращения вала двигателя гаечным ключом на два оборота по часовой стрелке, который по достижению растормаживания должен быть зафиксирован на корпусе внешнего устройства или самого привода.

ВНИМАНИЕ! Избегать попадания смазки на тормозные колодки.

Подготовка изделия к использованию

1. Конструкция привода должна соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.007-75.
2. Перед установкой привода следует проверить внешним осмотром электропроводку на отсутствие возможных нарушений изоляции. Не допускать попадание влаги на контакты разъема.
3. Запрещается соединять/разъединять кабель при наличии питания.
4. Не допускается нагружение привода дополнительной массой.
5. Не допускается бросать, ронять привод и использовать жидкости, разрушающие металл и пластмассу.
6. Не допускается транспортировать, поднимать, опускать тормозной привод, удерживая устройство за кабель.

Неисправности электромеханической тормозной системы:

1. При подаче управляющего сигнала на сжатие пружины толкатели не перемещаются.
2. При вращении двигателя пружины не сжимаются.
3. При подаче управляющего сигнала на останов двигателя толкатели перемещаются.
4. При подаче управляющего сигнала на торможение (роспуск пружин) толкатели перемещаются медленно или не перемещаются.
5. Тормозная система не удерживает вагон на уклоне.

1.13. Тормоз рельсовый

Рельсовый тормоз типа FC63 RU6 используется в качестве аварийного электромагнитного тормоза для трамваев.



Рис. 63. Рельсовый тормоз

Тормоз не предназначен для постоянной эксплуатации.

Рельсовый тормоз типа FC63 состоит из магнитного контура и катушки, питаемой напряжением 24В постоянного тока.

Катушка имеет кожух из нержавеющей стали, в котором установлен стальной сердечник. Этот комплект установлен между двумя полюсами, которые вместе с тормозными рейками образуют магнитный контур.

Рельсовый тормоз крепится к транспортному средству механически, посредством двух упругих подвесок. Тормозную силу перехватывают буксовые лапы, которые оснащены фрикционными плитками.

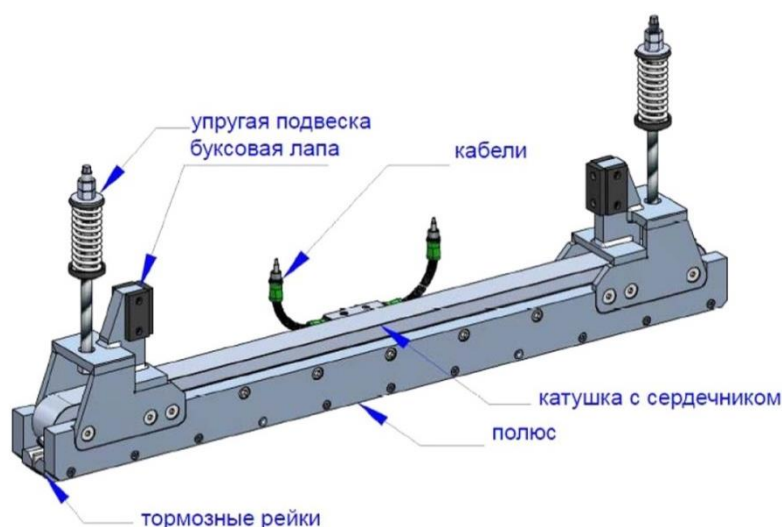


Рис. 64. Составные части рельсового тормоза

Ток к катушке подводится двумя кабелями, уложенными в защитных шлангах, которые присоединяются к катушке через клеммник. Тормоз рельсовый предназначен для использования в условиях недостаточного сцепления бандажей колесных пар с рельсами, а также экстренного торможения вагона.

Условия эксплуатации.

Рельсовый тормоз спроектирован таким образом, чтобы соответствовал условиям эксплуатации трамваев. После установки рельсовый тормоз подвергается воздействию пыли, песка, камней, электропроводных частиц, воды, соли, ледяной крошки, сплошного примерзшего слоя льда и снега, которые имеют место в обычных условиях эксплуатации. В случае воздействия льда должно сохраняться свободное движение рельсового тормоза в его направляющих.

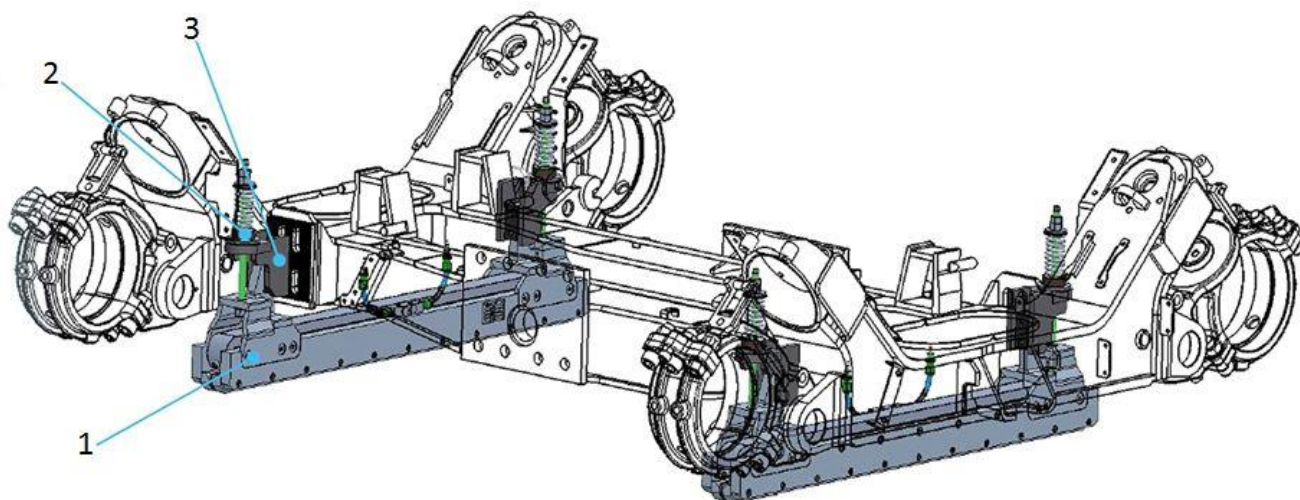


Рис. 65. Установка и крепление рельсового тормоза на тележке:
1 – рельсовый тормоз; 2 – втулка; 3 – направляющий кронштейн для жесткой подвески

Держатели рельсового тормоза закреплены на неподрессоренной части ходовой тележки транспортного средства и подвергаются сотрясениям и ускорениям, существующим в неподрессоренных частях ходовой тележки в вертикальном, продольном и поперечном направлениях.

ПРИМЕЧАНИЕ. Номинальная высота тормозной рейки над уровнем рельса 18 мм.

1.14. Песочница (УПП)

Устройство пескоподдачи (УПП) трамвая предназначено для подачи песка в канал пескоподающей системы подвижного состава, а далее на ходовые рельсы перед колесом для улучшения сцепления колеса с рельсами при плохих погодных условиях.

Вагон оборудован шестью песочницами фирмы ООО НПФ «Этна» модели УПП-7, УПП-8, УПП-9, УПП-9-01. Две песочницы установлены на первой оси, еще две на третьей оси, последние две устанавливаются на пятой оси.

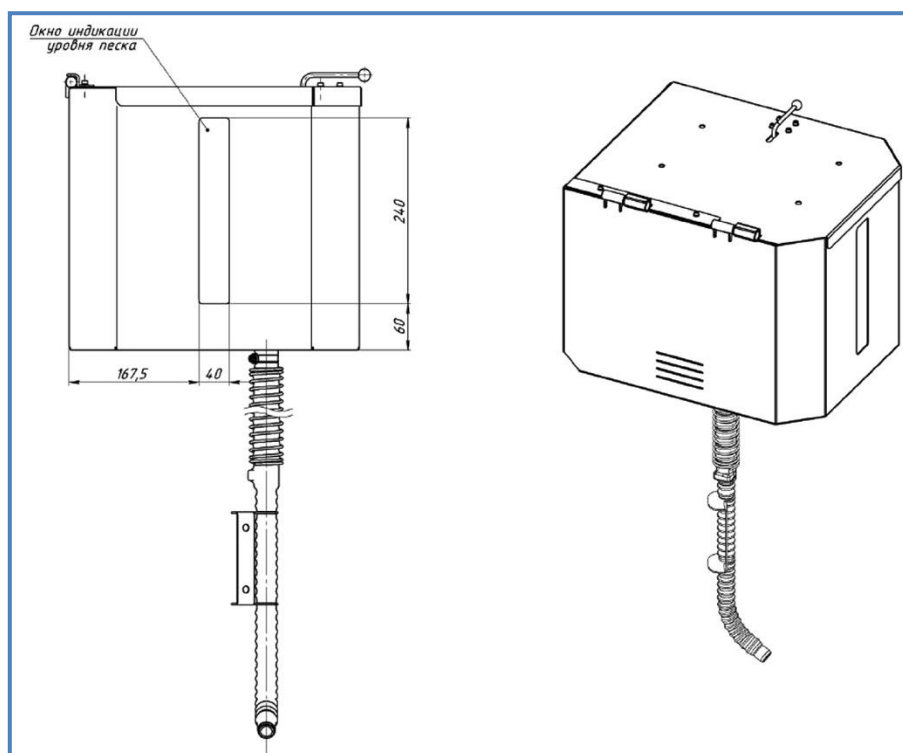
Песочницы установлены в салоне под пассажирскими сиденьями в специальных корпусах (рис. 66).

Устройства и работа песочницы

Принцип действия изделия основан на использовании компрессора, нагнетающего воздух в камеру смешивания с песком. Подогрев песка осуществляется подачей напряжения на трубчатый электрический нагреватель (ТЭН), расположенный в емкости для песка, и на ТЭН, расположенный на выводном рукаве.



Рис. 66. Песочница (УПП)



УПП включает в себя:

- ✓ компрессор;
- ✓ ТЭН подогрева песка (мощностью 100 Вт);
- ✓ ТЭН подогрева выводного рукава (мощностью 50 Вт);
- ✓ плата управления;
- ✓ источник подсветки;
- ✓ индикатор уровня заполнения песочницы.

Рис. 67. Габаритный чертеж УПП

При подаче команды на включение песочницы по CAN-шине происходит нагнетание воздуха в камеру смешивания, и песок попадает в канал сброса песка. При этом не допускается непрерывная работа компрессора длительностью более 10 минут. При прекращении поступления команд на включение песочницы по CAN-шине подача песка прекращается. Подогрев

осуществляется путем подачи команды на включение песочницы по CAN-шине. Система управления песочницы периодически с частотой примерно 2 Гц передает в систему управления трамвая информацию об уровне заполнения песочницы (5 уровней от 20 до 100%) по CAN-шине.

Эксплуатационные ограничения

1. Устройство пескоподачи трамвая должно эксплуатироваться в помещениях, исключающих загрязнение изделия и в атмосфере которых содержание коррозионно-активных агентов не превышает значений, установленных для атмосферы типа II по ГОСТ 15150-69.

2. Окружающая среда при эксплуатации устройства должна быть не взрывоопасная, не содержащая агрессивных паров и газов.

3. Песок должен обладать следующими свойствами: крупнозернистый песок, диаметром песчинок от 0,1 до 2,5 мм, содержащий не менее 70% кварца и не более 3% глины, просушенный в специальных печах и содержащий влагу не более 5%. Перед засыпкой песка в песочницу он должен быть просеян на ситах с диаметром отверстий 2,5 мм и высушен в течение не менее 2 часов за последние сутки перед загрузкой в песочницу.

Засыпка песка может осуществляться двумя способами:

- через боковой люк засыпки (до 10 л);
- сверху при откидывании сиденья с закрепленной крышкой изделия (до 25 л).

4. Не допускается присутствие в окружающей среде агрессивных ароматических веществ (кислот, лаков, растворителей, светлых нефтепродуктов).

КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ производить работы по устранению неисправностей при наличии электропитания на устройстве пескоподачи.

ПРИМЕЧАНИЕ:

- *Наибольшая высота над уровнем моря 1400 м.*
- *Допускается выпадение инея на элементах конструкции тепловентилятора с последующим его оттаиванием.*

1.15. Стеклоочиститель и стеклоомыватель

Стеклоочиститель и стеклоомыватель предназначены для очистки лобового стекла от капель дождя, снега и грязи.



Рис. 68. Работа при любых погодных условиях

Ветровое стекло кабины оборудовано стеклоочистителем с электрическим приводом со щёткой, к которой предусмотрен подвод воды для омывания стекла.

Стеклоочиститель и стеклоомыватель вмонтированы в подоконный пояс на передней стенке вагона. Бачок стеклоомывателя установлен под лицевой панелью с наружной стороны вагона. Для заправки бачка необходимо открыть крышку, установленную на лицевой панели, и при помощи воронки залить очищающую жидкость.



Рис. 69. Стеклоочиститель и стеклоомыватель в работе



Рис. 70. Электрический привод стеклоочистителя

ВНИМАНИЕ! Переустановка рычага стеклоочистителя не допускается, т. к. это может привести к повреждению шлицевого соединения. При отрицательных температурах применять незамерзающую жидкость. Если произошло примерзание щетки к стеклу, то перед включением привода стеклоочистителя необходимо устранить примерзание (либо механическим путем вручную, либо предварительным включением обогрева стекла).

2. ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

2.1. Введение в электротехнику

Все что нас сейчас окружает, так или иначе связано с электричеством. Электричество очень прочно вошло в нашу жизнь, сделало её проще и лучше. Во многом, так произошло благодаря науке – электротехнике.

Человечество веками накапливало опыт и знания в области электричества. Многие знаменитые ученые работали в этой области, такие как – Михаил Ломоносов, Алессандро Вольты, Луиджи Гальвани, Ампер Андре Мари и другие. Все они вносили вклад в тогда еще малоизвестную науку, электротехнику.

Электротехника теперь подразделяется на широкий спектр категорий и подкатегорий, включая электронику, цифровые компьютеры, компьютерную инженерию, энергетику, телекоммуникации, системы управления, робототехнику, радиочастотную инженерию, обработку сигналов, приборы и микроэлектронику. Развитие электротехники в наше время стимулирует появление новых видов приборов и устройств.



Рис. 71.

Выдающимся открытием в области электротехники является закон Ома, который был сформулирован Георгом Омом в 1826 году. Этот закон описывал как электрические величины, такие как ток, напряжение и сопротивление зависят друг от друга.

Не меньший вклад в развитие электротехники внес Ампер, который занимался изучением токов и их взаимодействием. Также он предложил теорию магнетизма. В честь этого ученого названа единица измерения силы тока – Ампер.

Ранние эксперименты с электричеством включали примитивные батареи и статические заряды. Однако фактическое проектирование, строительство и изготовление полезных устройств и систем началось с реализации Закона индукции Майкла Фарадея, который, по существу, утверждает, что напряжение в цепи пропорционально скорости изменения магнитного поля через контур. Этот закон применяется к основным принципам электрического генератора, электродвигателя и трансформатора. Появление современной эпохи ознаменовалось введением электричества в дома, бизнес и промышленность. Все это стало возможным благодаря электротехнике.

Список наиболее известных пионеров в области электротехники включает Томаса Эдисона (электрическая лампочка), Джорджа Вестингхауса (переменный ток), Николу Теслу (асинхронный двигатель), Гульельмо Маркони (радио) и Филона Т. Фарнswortha (телевидение). Эти новаторы превратили идеи и концепции, связанные с электричеством, в практические устройства и системы, которые открыли современный век. С самого начала своего развития область электротехники выросла и разветвлена на ряд специализированных категорий, включая системы производства и передачи электроэнергии, двигатели, батареи и системы управления.

Борис Семенович Якоби внес неоценимый вклад в развитие электрических машин. Он создал первый электродвигатель, а также занимался исследованием в области электромагнитов.

Михаил Осипович Доливо-Добровольский создал трехфазную систему. Он доказал её преимущества, благодаря чему, до сих пор эта система остается востребованной. Также, он создал трехфазный асинхронный двигатель, который стал основным двигателем на производстве в мире. Помимо этого, он создал трехфазный трансформатор.

Электротехника также включает в себя электронику, которая сама разветвляется на еще большее количество подкатегорий, таких как радиочастотные системы, телекоммуникации, дистанционное зондирование, обработка сигналов, цифровые схемы, приборы, аудио, видео и оптоэлектроника. Современная электротехника возникла с изобретением термоэлектронной вакуумной трубки с диодной лампой в 1904 году Джоном Амброузом Флемингом. Вакуумная трубка в основном действует как усилитель тока, выводя кратное его входному току.

Это было основой всей электроники, включая радио, телевидение и радар, до середины 20-го века. Но затем было в значительной степени вытеснено транзистором, который был разработан

в 1947 году Уильямом Шокли, Джоном Бардином и Уолтером Браттенем, за что они получили Нобелевскую премию 1956 года по физике. Уже тогда широкие массы населения имели представление о том, что такое электротехника.

Современная электротехника продолжает развиваться. В промышленности создаются новые двигатели, с более лучшими характеристиками. В электронике создаются более мощные микропроцессоры, способные выполнять еще большее количество операций. В быту, появляются различные инструменты, источники питания и т.д. В транспорте, быстро развиваются электрические автомобили.

Итак, за последние несколько веков, электротехника из небольшой области знаний, выросла в огромную науку, которая теперь включает в себя много отраслей. Причем, её развитие не останавливается, а стремительно идёт дальше, к более новым изобретениям, открытиям и высотам.

2.2. Природа электричества

В природе все вещества состоят из молекул. Молекула, в свою очередь, состоит из атомов, атом – из ядра, а ядро – из положительных протонов и не имеющих заряда нейтронов. Вокруг ядра на орбитах вращаются электроны. Ядро имеет положительный заряд, а электроны – отрицательный:

Атом в целом электрически нейтрален, но при воздействии на него (например, при нагревании) он приобретает дополнительную энергию, в результате чего разрывается связь между ядром и наиболее удалённым электроном. Этот электрон уходит со своей орбиты и весь атом становится положительно заряженным ионом. Оторвавшийся электрон либо начинает хаотическое движение (так называемый *свободный электрон*), либо присоединяется к другому атому, превращая его в отрицательно заряженный ион. В природе существуют вещества, имеющие или не имеющие свободные электроны. В зависимости от этого они делятся на проводники, полупроводники и диэлектрики.

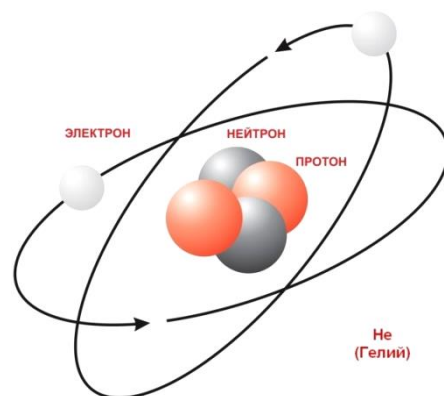
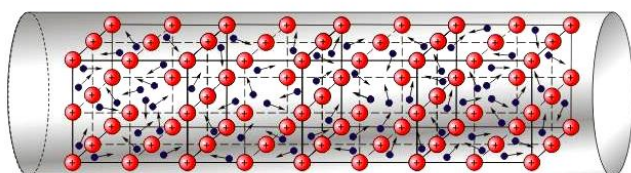


Рис. 72. Атом гелия

СВОБОДНОЕ (ХАОТИЧЕСКОЕ) ДВИЖЕНИЕ ЭЛЕКТРОНОВ



- - атомы кристаллической решетки
- - электроны

Рис. 73. Кристаллическая решетка

электронов в проводнике станет упорядоченным, то есть, по проводнику потечёт электрический ток, это **упорядоченное движение электронов называется электрическим током.**

Количество свободных электронов характеризует способность материала проводить электрический ток. Количество электронов, равное $6,23 \cdot 10^{19}$ принято считать, как 1 Кулон (*Кл*). При силе тока 1А за 1с в проводнике проходит количество электричества, равное 1*Кл*.

Проводники делятся на 2 класса:

1 класс – металлы и сплавы

2 класс – водные растворы кислот, солей и щелочей.

Полупроводники пропускают ток только в одном направлении.

Диэлектрики не имеют свободных электронов, поэтому они не проводят электрический ток.

Если к концам проводника подсоединить источник электродвижущей силы – ЭДС (например, батарею), то движение свободных

НАПРАВЛЕННОЕ ДВИЖЕНИЕ ЭЛЕКТРОНОВ

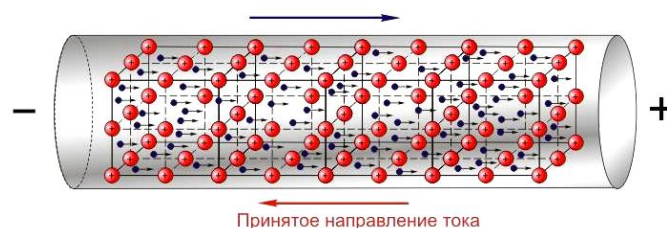


Рис. 74. Движение электронов

2.3. Понятие электрического тока

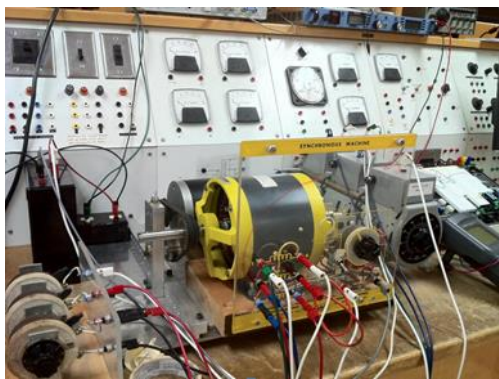


Рис. 75.

Электрические законы и формулы требуются не только для проведения каких-либо расчетов. Они нужны и тем, кто на практике выполняет операции, связанные с электричеством. Зная основы электротехники можно логическим путем установить причину неисправности и очень быстро ее устранить.

Суть электрического тока заключается в движении заряженных частиц, переносящих электрический заряд от одной до другой точки. Однако при беспорядочном тепловом движении заряженных частиц, по примеру свободных электронов в металлах, переноса заряда не происходит. Перемещение электрического заряда через поперечное сечение проводника происходит лишь при условии участия ионов или электронов в упорядоченном движении.

Электрический ток всегда протекает в определенном направлении. О его наличии свидетельствуют специфические признаки: Нагревание проводника, по которому протекает ток. Изменение химического состава проводника под действием тока. Оказание силового воздействия на соседние токи, намагниченные тела и соседние токи.

Электрический ток может быть постоянным и переменным. В первом случае все его параметры остаются неизменными, а во втором – периодически происходит изменение полярности от положительной к отрицательной. В каждом полупериоде изменяется направление потока электронов. Скорость таких периодических изменений представляет собой частоту, измеряемую в герцах.

Электрический потенциал φ (читается «фи»)

Если в магнитном поле положительного заряда находится другой положительный заряд, то эти заряды стремятся оттолкнуться друг от друга. При этом совершается определённая работа за счёт совместного действия полей обоих зарядов. Отношение этой энергии (W) к величине перемещаемого заряда (q) называется электрическим потенциалом. Так как энергия совместного поля зарядов W при отдалении двух зарядов ослабевает, то и электрический потенциал в разных точках проводника будет разным:

$$\varphi = \frac{W}{q}, \text{ то есть } 1B = \frac{1\text{дж(джоуль)}}{1\text{кл(кулон)}}$$

Электрическое напряжение

Электрическим напряжением называется разность потенциалов между двумя полюсами источника тока при замкнутой электрической цепи, либо между двумя точками проводника.

Напряжение измеряется в вольтах (В), обозначается U : $U = \varphi_1 - \varphi_2$

Если напряжение отрицательно, значит, ток по цепи проходит в обратном направлении.

ЭДС

Если два разноимённо заряженных тела соединить проводником, то свободные электроны начнут направленное движение, то есть, по проводнику потечёт электрический ток. Он будет протекать до тех пор, пока напряжение (разность потенциалов между концами проводника) не станет равным нулю. Для того, чтобы ток протекал непрерывно необходимо постоянно поддерживать разность потенциалов, то есть, к концам проводника необходимо присоединить источник электрической энергии, например, генератор или аккумуляторную батарею.

Разность потенциалов на зажимах источника электрической энергии при незамкнутой цепи называется ЭДС источника.

Единица измерения ЭДС – Вольт (В), обозначение – E .

Сила тока

Силой тока (I) называется количество электричества, проходящее через поперечное сечение проводника за 1 секунду:

$$I = \frac{q}{t}, \text{ где}$$

q – количество электричества (Кл), t – время (с).

Единица измерения силы тока – Ампер (А).

Сопротивление

При движении свободных электронов в проводнике они на своём пути сталкиваются с атомами, отдавая при этом часть своей энергии. Эта энергия переходит в тепловую и нагревает проводник, что сопровождается потерей электроэнергии в цепи. Каждый материал имеет свои свойства проводить электричество. Чем хуже проводимость (т.е., больше сопротивление движению электронов), тем больше потери и нагрев проводника. Медь, сталь и алюминий имеют низкое сопротивление току, а нихром и фехраль – высокое. Поэтому в электрических цепях подвижного состава метрополитена используют медные провода и кабели, а для ограничения силы тока применяют сопротивления из фехраля. Обозначение – R , единица измерения – Ом.

Проводники одинакового сопротивления

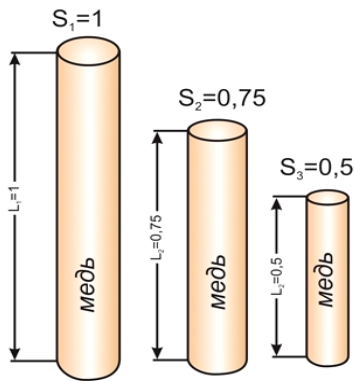


Рис. 76. Проводники с одинаковым удельным сопротивлением

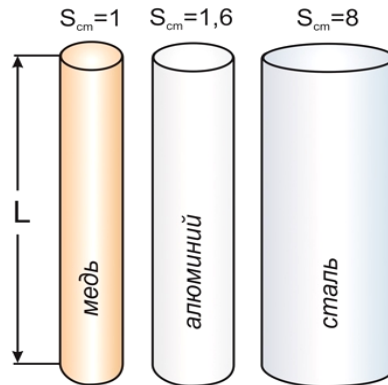


Рис. 77. Сечение различных проводников при одинаковой длине проводников

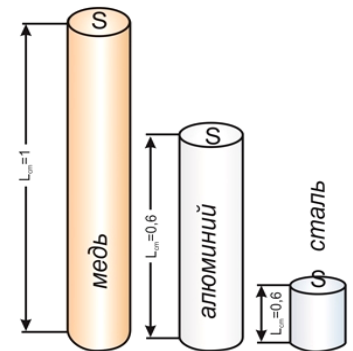


Рис. 78. Длина различных проводников при одинаковом сечении



Рис. 79. Необходимая длина проводников из различных материалов для получения сопротивления 1 Ом

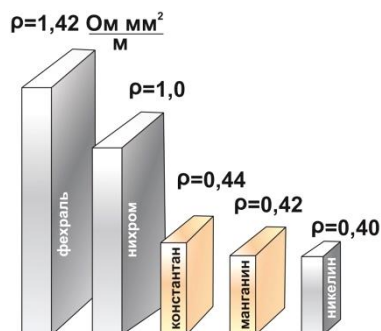


Рис. 80. Сплавы высокого сопротивления

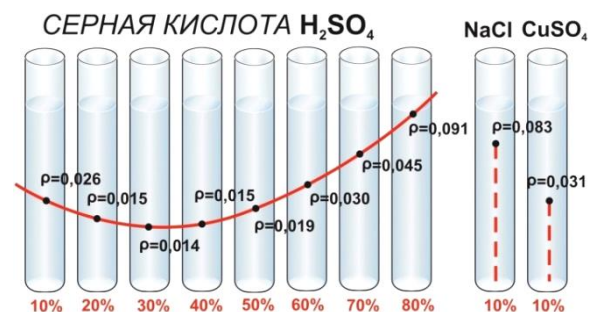


Рис. 81. Зависимость удельного сопротивления водных растворов кислот и щелочей от их концентрации

Типы электрических соединений

Существуют три основных типа электрических соединений:

1. Последовательное соединение.

При этом все аппараты и приборы соединяются в единую непрерывную цепь, как лампы в ёлочной гирлянде.

Если в такой гирлянде (с последовательным соединением) перегорит хотя бы одна лампа, то погаснет вся гирлянда.

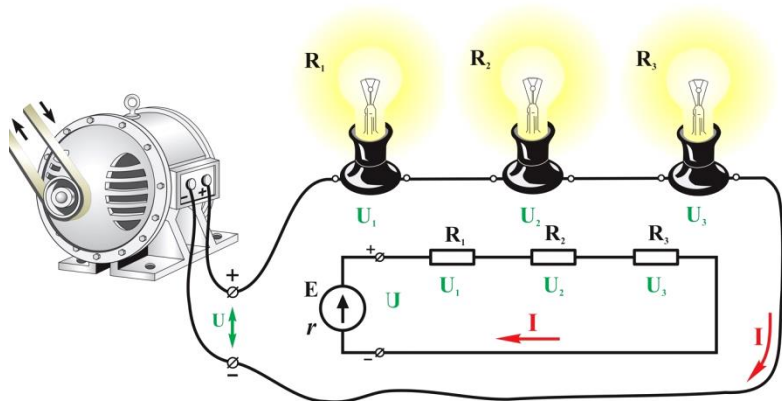


Рис. 82. Последовательное соединение

В последовательной цепи сила тока на всех её участках одинакова:

$$I_1 = I_2 = I_3,$$

общее сопротивление всей цепи будет равно сумме всех сопротивлений:

$$R_{\text{общ}} = R_1 + R_2 + R_3,$$

а общее напряжение всей цепи будет равно сумме падений напряжения на каждом её участке:

$$U_{\text{общ}} = U_1 + U_2 + U_3$$

Для расчёта последовательной цепи применяют Закон Ома для неразветвленной цепи.

Сила тока в неразветвленной цепи прямо пропорциональна напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению цепи:

$$I = \frac{U}{R}, \text{ где } U - \text{напряжение, } R - \text{сопротивление}$$

2. Параллельное соединение.

Для изучения свойств электрических цепей с параллельным соединением необходимо вспомнить **Первый Закон Кирхгофа**: если к одной точке (узлу) подвести несколько проводников и несколько вывести, то

Сумма токов, подходящих к узлу, будет равна сумме токов, выходящих из узла:

$$I_1 + I_2 + I_3 = I_4 + I_5$$

Алгебраическая сумма токов в общей точке будет равна нулю. Этот закон можно проиллюстрировать при помощи рисунков, расположенных ниже:

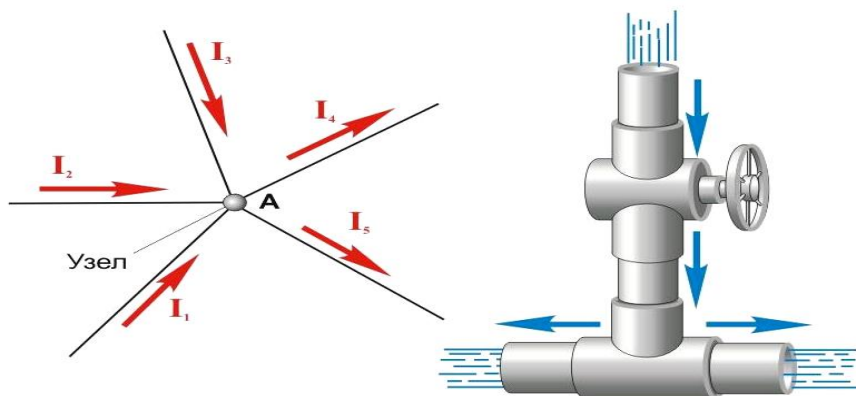


Рис. 83. Первое Правило Кирхгофа

В вертикальную трубу поступает вода, в тройнике она разделяется и далее течёт в обе стороны по горизонтальной трубе. Очевидно, что количество воды, протекающей по вертикальной трубе будет равно сумме количества воды, вытекающей из тройника в обоих направлениях, причём правый и левый потоки будут распределяться в зависимости от диаметра каждой трубы.

Для электрических цепей это значит, что токи, выходящие из узла (то есть, в параллельных цепях), будут распределяться в зависимости от сопротивления каждой цепи, а значит, **при одинаковом сопротивлении параллельных цепей токи между ними будут делиться поровну.**

При параллельном соединении две и более электрических цепей имеют общее начало и общий конец.

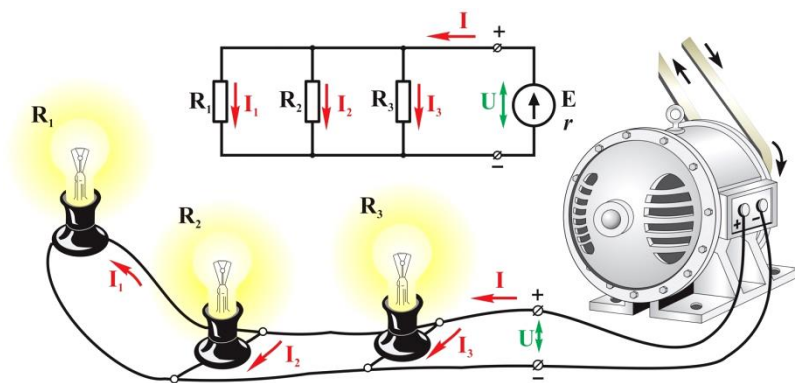


Рис. 84. Параллельное сопротивление

Каждая электрическая цепь проводит ток в большей или меньшей степени. **Способность цепи проводить электрический ток называется проводимостью.** Очевидно, что чем меньше сопротивление цепи, тем лучше её проводимость и наоборот. Из этого следует, что проводимость – это величина, обратная сопротивлению, то есть:

$$g = \frac{1}{R}$$

Единица измерения – Сименс (*Сим*).

Если мы имеем 3 параллельные цепи, то, применив 1й Закон Кирхгофа, мы получим, что проводимость общего участка будет равна сумме проводимостей каждой цепи: $g_{общ} = g_1 + g_2 + g_3$.

Учитывая, что $g = \frac{1}{R}$, $\frac{1}{R_{общ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ получается, что

При этом:

$U_1 = U_2 = U_3$, то есть, напряжение в каждой цепи одинаково и равно напряжению на клеммах всей цепи, а $I_{общ} = I_1 + I_2 + I_3$, то есть, сила тока во всей цепи равна сумме токов в каждой цепи.

Чтобы рассчитать общее сопротивление для двух параллельных цепей можно воспользоваться формулой: $R_{общ} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$, где R_1 и R_2 – сопротивления параллельных цепей.

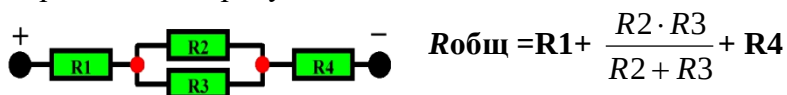
Пример: рассчитаем общее сопротивление двух параллельных цепей, где $R_1 = 2$ Ома, а $R_2 = 8$ Ом:

$R_{общ} = \frac{2 \cdot 8}{2 + 8} = \frac{16}{10} = 1,6$ Ом. Таким образом, общее сопротивление двух параллельных цепей уменьшилось.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что **общее сопротивление параллельных цепей всегда будет меньше меньшего из сопротивлений и, если из нескольких параллельных цепей убрать хотя бы одну, то общее сопротивление увеличится (так как уменьшится общая проводимость)**!

3. Смешанное соединение.

Это сочетание последовательных и параллельных цепей, то есть, цепь то разветвляется, то сходится в одну. Общее сопротивление такой цепи определяется, как сумма сопротивлений всех разветвлённых и неразветвленных участков, рассчитанных отдельно, например, для цепи, изображённой на рисунке слева:



Типы соединений источников ЭДС

При последовательном соединении источников ЭДС постоянного тока, отрицательный полюс первого источника, соединяют с положительным полюсом второго источника, отрицательный полюс второго с положительным третьего и т.д. Нагрузку (потребитель) подсоединяют к положительному полюсу первого и отрицательному полюсу последнего источника. При последовательном соединении источников



Рис. 85.

ЭДС их ЭДС складывают и общая ЭДС равна сумме ЭДС отдельных источников.

При параллельном соединении все положительные полюсы источников ЭДС соединяются вместе и образуют единый положительный полюс, а все отрицательные так же соединяются вместе и образуют единый отрицательный полюс. При этом все источники будут находиться под одинаковым напряжением U , а общий ток I будет равен сумме токов, отдаваемых отдельными источниками.

В тех случаях, когда отдельный источник ЭДС не обеспечивает возможности получения необходимого тока и напряжения применяют одновременно последовательное и параллельное соединение источников ЭДС. Такой способ соединения называют смешанным соединением.

Тепловое действие тока

Как известно, все проводники обладают сопротивлением движению тока, при этом происходит нагрев проводника. Это явление имеет как положительные, так и отрицательные стороны. Например, тепловое действие тока широко используется в быту и на производстве в электронагревательных приборах, при электросварке и т.д.:



Рис. 86. Использование теплового действия тока

Тепловое действие тока может также привести и к нежелательным последствиям, например, при неплотном соединении проводов между собой (соединение методом скручивания без использования клеммников).

При этом вследствие неплотного контакта значительно уменьшается площадь соприкосновения соединяемых поверхностей, из-за чего между ними резко возрастают плотность тока и переходное сопротивление. Всё это приводит к сильному нагреву в месте неплотного соединения, разрушению или даже возгоранию изоляции и, как следствие, к короткому замыканию и возгоранию!

Большое количество электроприборов с повышенной мощностью, включённых через «тройники» в одну розетку, также может привести к возгоранию, так как все эти приборы подключаются параллельно и, согласно Первому закону Кирхгофа, в «тройнике» токи от каждой цепи будут суммироваться и могут превысить максимально допустимую величину для данной цепи, что приведёт к срабатыванию автомата защиты, а при неплотном контакте «тройника» с розеткой могут наступить более тяжёлые последствия, описанные выше.

Тепловое действие тока определяется по количеству выделенного тепла за единицу времени. Согласно Закону Джоуля-Ленца **количество выделенного тепла равно произведению квадрата силы тока, сопротивления и времени прохождения тока через проводник (в секундах)**. Единица измерения – Джоуль.

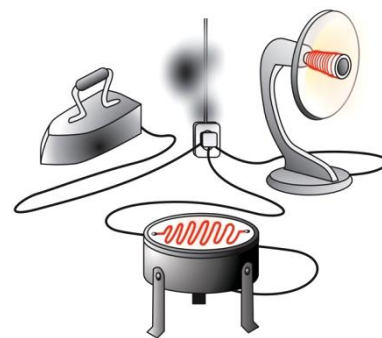


Рис. 87.

$$Q = 0,24 I^2 R t$$

Мощность, затраченная на нагрев проводника, равна произведению квадрата силы тока в цепи и сопротивления проводника.

Единица измерения – Ватт.

$$P = I^2 R \text{ Вт}$$

Нагрев при переходном сопротивлении

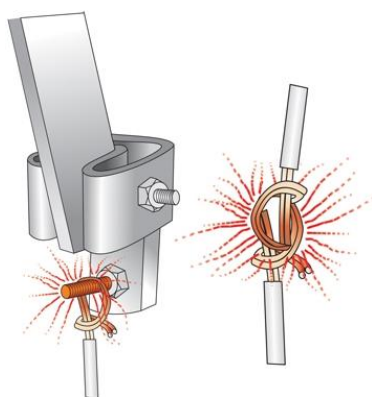


Рис. 88. Возникновение переходного сопротивления

При неплотном электрическом контакте и плохом соединении проводников электрическое сопротивление в местах их соединения (т.н. переходное сопротивление электрического контакта) сильно возрастает и здесь происходит усиленное выделение тепла.

В результате место неплотного соединения проводников будет представлять собой опасность в пожарном отношении, а значительный нагрев может привести к полному выгоранию плохо соединенных проводов.

Тепловое действие тока может также привести и к нежелательным последствиям, например, при неплотном соединении проводов между собой (соединение методом скручивания без использования клеммников).

Режимы работы электрических цепей

Все электрические цепи могут находиться в трёх режимах.

1. Режим холостого хода.

Если цепь с генератором разомкнута, то ток в цепи не проходит, то есть, сила тока будет равна нулю:

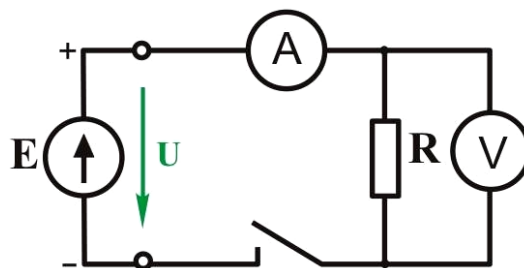
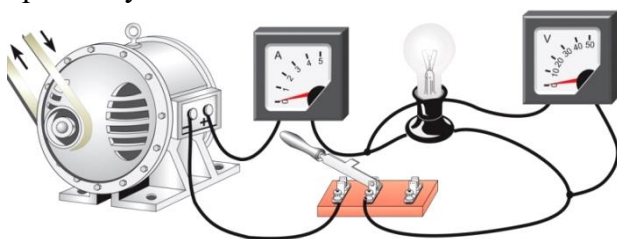


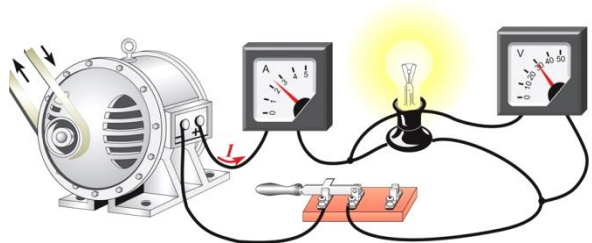
Рис. 89. Режим холостого хода

$$E=U$$

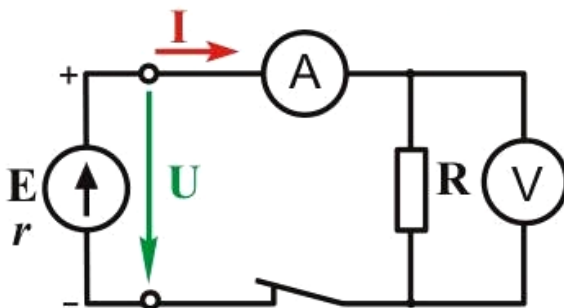
$$I=0$$

2. Режим нагрузки.

Если цепь замкнута, то по ней проходит ток, зависящий от величины сопротивлений, включённых в данную цепь: $I = \frac{U}{R+r}$, где R – сопротивление цепи, r – внутреннее сопротивление генератора.



E – электродвижущая сила
 r – внутреннее сопротивление источника



$$I = \frac{U}{R}$$

Рис. 90. Режим нагрузки

Каждый источник ЭДС (генератор, батарея) обладает своим собственным (внутренним) сопротивлением $R_{вн}$. Например, электродвигатель, работающий в генераторном режиме. Ведь ток, отдаваемый генератором, сначала проходит по его собственным обмоткам (якоря и возбуждения), которые также имеют своё сопротивление, то есть, происходит падение напряжения

внутри самого генератора. Именно поэтому напряжение на зажимах генератора всегда чуть меньше его ЭДС, то есть: $U_{общ} = E - U_{вн}$.

Таким образом, при расчёте общего сопротивления всей цепи необходимо учитывать и внутреннее сопротивление электрической машины: $R_{общ} = R_{нотр} + r_{вн}$, а силу тока в цепи можно рассчитать, используя **Закон Ома для всей цепи**: *сила тока в замкнутой цепи прямо пропорциональна ЭДС источника и обратно пропорциональна сопротивлению всей цепи*:

$$I = \frac{E}{R_{общ} + R_{вн}} \text{ - Закон Ома для всей цепи.}$$

3. Режим короткого замыкания, КЗ.

Если полюса генератора замкнуть проводником с малым сопротивлением, то при $R_{вн} = 0,1 \text{ Ом}$ и $U = 200 \text{ В}$ по цепи пройдёт недопустимо большой ток, что приведёт к выходу генератора из строя: $I = 200 : 0,1 = 2000 \text{ А}$.

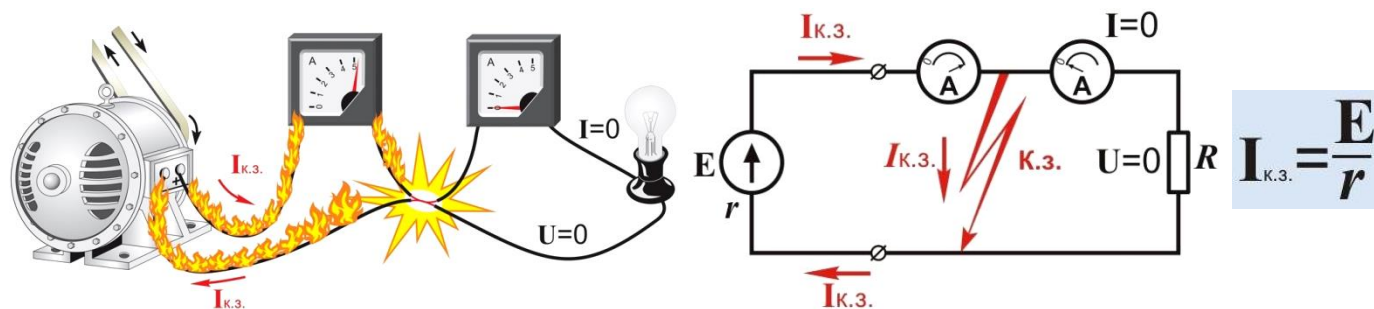


Рис. 91. Режим короткого замыкания

Магнетизм

Если по проводнику протекает электрический ток, то вокруг него возникает магнитное поле. В прямолинейном проводнике силовые линии магнитного поля имеют форму замкнутых колец. Направление магнитных силовых линий можно определить по Правилу буравчика:

Если буравчик ввинчивать по направлению тока, то направление вращения его рукоятки укажет направление вектора магнитных силовых линий.

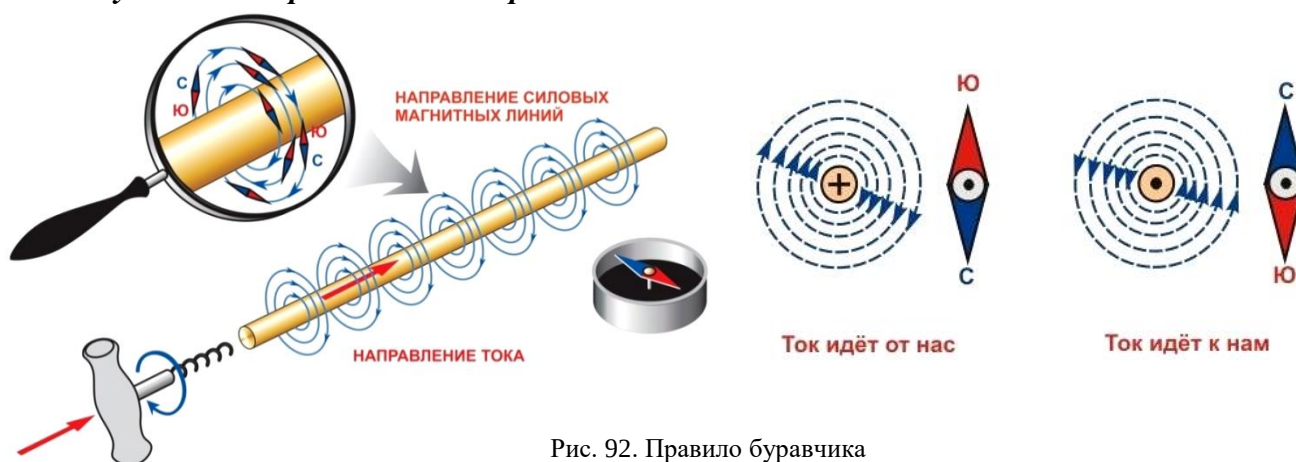


Рис. 92. Правило буравчика

Для получения более сильного магнитного поля применяют катушки с проволоочной обмоткой. При этом силовые линии внутри колец имеют одинаковое направление и складываются.

Чем больше витков имеет катушка, тем более сильный магнитный поток она создаёт. Увеличивая напряжение можно также увеличить магнитную силу катушки. Для усиления этого потока внутрь катушки вставляют стальной сердечник с хорошей магнитной проводимостью.

При этом сердечник намагничивается сам, то есть, он способен «притянуть» к себе, например, стальной предмет (якорь контактора или реле).

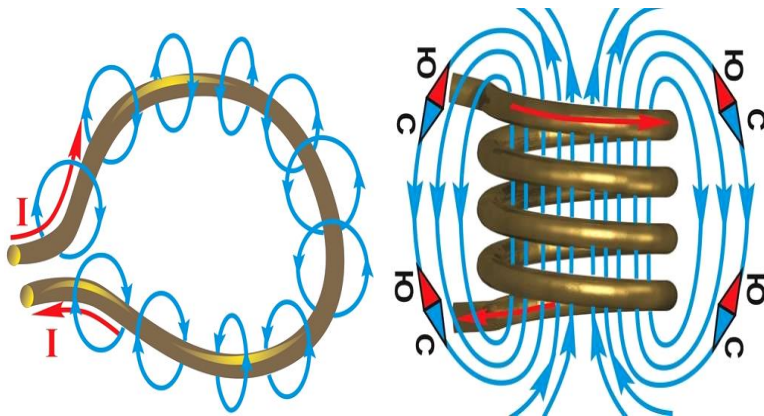


Рис. 93. Магнитные катушки

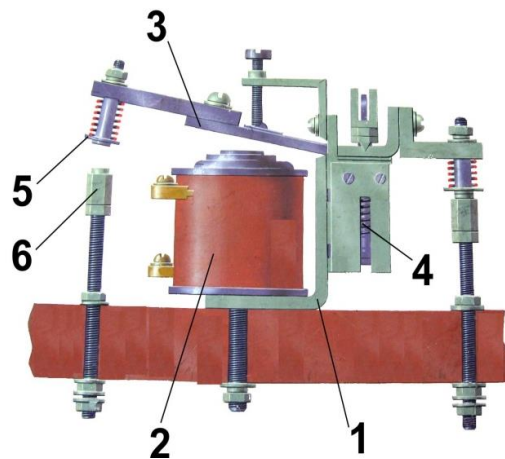


Рис. 94. Электромагнитное реле

Рассмотрим это явление на примере работы электромагнитного реле РМ-3100, которое применяется в низковольтных цепях вагонов метрополитена.

Если на катушку (2) подать питание, то она намагнитит сердечник, установленный внутри катушки. В результате якорь (3) притянется к сердечнику, при этом подвижный (5) и неподвижный (6) контакты замкнутся и по цепи пройдёт ток. Подобные аппараты используются в электрических цепях в качестве электромагнитных контакторов и реле.

Классификация веществ по магнитным свойствам

Все вещества, твердые, жидкие, газообразные являются магнитными, т.к. в магнитном поле они приобретают новые свойства. В зависимости от этих свойств, эти вещества можно разделить на три группы:

- **ферромагнитные (ферромагнетики)** – железо, кобальт, никель и их сплавы, обладают хорошей магнитной проницаемостью, притягиваются к магнитам и хорошо намагничиваются;

- **парамагнитные (парамагнетики)** – алюминий, олово, хром, платина, вольфрам, растворы солей железа, намагничиваются очень слабо, к магнитам притягиваются в сотни раз слабее ферромагнитных;

- **диамагнитные (диамагнетики)** – медь, серебро, золото, свинец, большая часть газов – намагничиваются так же слабо, как и парамагнитные, а к магнитам не притягиваются, а наоборот, отталкиваются.



Рис. 95.

Принцип работы электродвигателя

Вокруг любого проводника с током образуется магнитное поле. Если проводник с током поместить внутрь другого магнитного поля, то в результате взаимодействия двух магнитных полей образуется выталкивающая сила F , направление которой определяется по **Правилу левой руки**:

Если левую руку расположить так, чтобы магнитные силовые линии входили в ладонь, а 4 пальца указывали направление тока в проводнике, то отогнутый большой палец укажет направление действия выталкивающей силы.

Таким образом, зная направление тока в проводнике и это простое правило, можно определить направление вращения якоря электродвигателя, а если изменить направление тока в якоре **или** в главных полюсах, то изменится и направление выталкивающей силы, действующей на проводник с током.

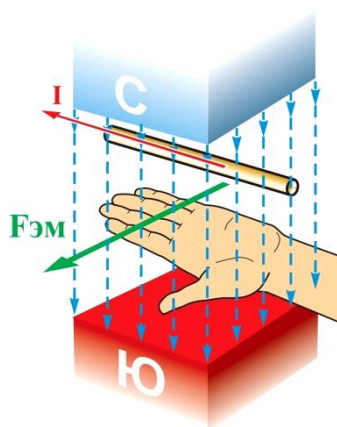


Рис. 96. Правило левой руки

Если рамку, сделанную из проводника, закрепить на оси и подключить её к источнику ЭДС, то по проводнику начнёт протекать ток, создавая вокруг него магнитное поле. Взаимодействие магнитного поля, созданного полюсами, с магнитным полем вокруг проводника приведёт к возникновению выталкивающей силы. Если, допустим, под северным полюсом направление тока в рамке «от нас», то на верхнюю часть рамки будут действовать силы, направленные влево, а под южным –

вправо. В результате взаимодействия этих сил создаётся вращающий момент, и рамка начинает вращаться вместе с осью в направлении действия выталкивающей силы.

При этом рамка и ось будут вращаться рывками каждые пол-оборота. Если же на оси закрепить несколько подобных рамок (по окружности) и обеспечить подачу на них питания строго в момент нахождения рамки под полюсами, то вращение оси будет непрерывным. Таким образом, если данную ось (вал) соединить через карданную муфту с редуктором колёсной пары, то она начнёт вращаться, приводя в движение вагон. Если в два раза увеличить количество полюсов, то вращающий момент (сила тяги) увеличится также вдвое.

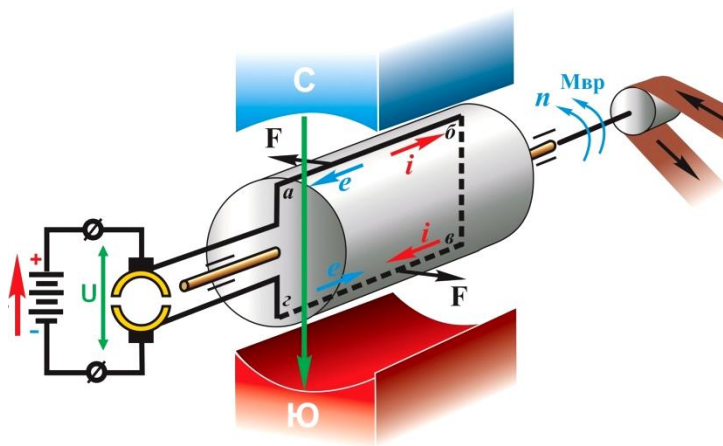


Рис. 97. Образование выталкивающей силы

Электромагнитная индукция

Если в магнитное поле поместить проводник и перемещать его так, чтобы он пересекал силовые линии внешнего магнитного поля, то в проводнике возникнет электродвижущая сила, называемая **ЭДС индукции**. ЭДС индукции возникнет в проводнике даже в том случае, если сам проводник останется неподвижным, а перемещаться будет магнитное поле, пересекая проводник своими силовыми линиями. Если проводник, в котором наводится ЭДС индукции, замкнуть на какую-либо внешнюю цепь, то под действием этой ЭДС по цепи потечёт электрический ток, называемый индукционным током. **Явление возникновения ЭДС в проводнике при пересечении его силовыми линиями магнитного поля называется электромагнитной индукцией.** Иными словами, электромагнитная индукция – это процесс превращения механической энергии в электрическую.

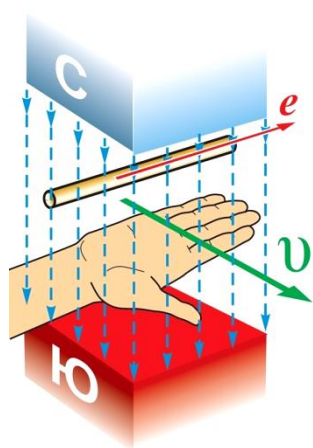


Рис. 98. Правило правой руки

При работе двигателя обмотки якоря пересекаются с магнитными силовыми линиями, исходящими от обмоток возбуждения (главных полюсов). При этом в обмотках якоря наводится ЭДС, направленная против приложенного напряжения, поэтому её часто называют **противо-ЭДС**. Её направление определяется по **Правилу правой руки**. Применительно к двигателю оно выглядит так:

Если ладонь правой руки расположить так, чтобы в неё входили силовые линии магнитного поля от обмоток возбуждения, а отогнутый большой палец направить по направлению вращения якоря, то 4 вытянутых пальца укажут направление противо-ЭДС (ЭДС индукции).

ЭДС индукции измеряется в вольтах и прямо пропорциональна величине магнитного потока, скорости движения проводника (скорости вращения якоря) и длине участка, пересекающего магнитные силовые линии. Для нормальной работы электродвигателя необходимо подать на его коллектор напряжение большее, чем противо-ЭДС.

Запомните:

- ✓ Чем больше скорость вращения якоря двигателя, тем больше величина противо-ЭДС!
- ✓ Чем больше величина противо-ЭДС, – тем меньше сила тока в цепи и сила тяги двигателя!

Принцип работы генератора

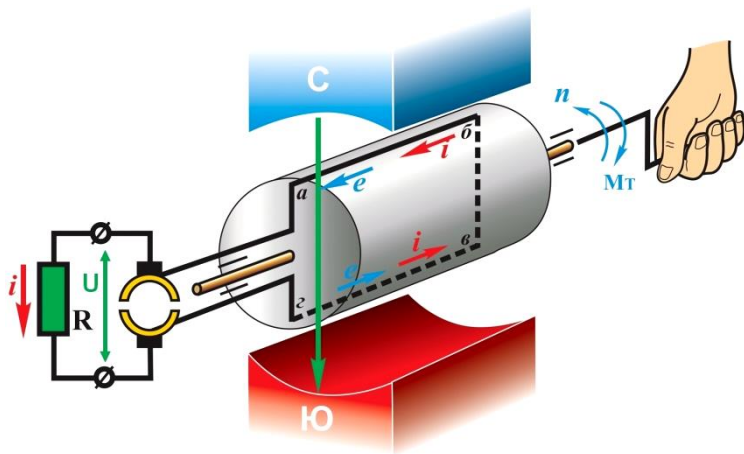


Рис. 99. Принцип работы генератора

изменилось, то получается, что выталкивающая сила теперь направлена против направления вращения якоря, то есть, стремится его затормозить. Иными словами – на валу якоря возникает электродинамический тормозной момент. Причём, с уменьшением числа оборотов якоря будет пропорционально уменьшаться и выталкивающая сила (тормозной момент).

Именно по этой причине при малых скоростях движения вагона электротормоз малоэффективен и для полной его остановки необходимо включить электропневматический вентиль замещения электротормоза. Выработанная генераторами вагона электроэнергия должна гаситься в пуско-тормозных и невыводимых (реостатным контроллером) резисторах, в противном случае возникнет аварийный режим (резко увеличится сила тока в цепи), что приведёт к выходу генераторов из строя. **ЭДС генераторов прямо пропорциональна скорости вращения якорей и величине магнитного потока** и определяется по формуле:

$$E = c\Phi n, \text{ где}$$

c – электрическая константа двигателя (записана в техническом паспорте двигателя);

Φ – величина магнитного потока (чем больше сила тока, тем больше магнитный поток);

n – частота вращения якоря (оборотов в минуту).

Как известно, электрические машины обладают свойством обратимости, то есть, они могут работать, как в моторном, так и в генераторном режимах. Чтобы проиллюстрировать изменения, происходящие в электродвигателе при его переводе в генераторный режим, рассмотрим рисунок справа.

Зная, что в моторном и генераторном режимах направление магнитного потока в полюсах сохраняется, располагаем обе руки ладонями вверх.

Учитывая, что направление вращения колёсных пар (а значит и якорей) в моторном и генераторном режимах не изменяется, соединяем оба больших пальца. В результате четыре пальца обеих рук оказались направленными в противоположные стороны. Это значит, что **направление тока якоря в генераторном режиме изменилось на противоположное.**



Рис. 100. Изменения, происходящие в электродвигателе при его переводе в генераторный режим

Самоиндукция

Изменяющийся по величине ток всегда создаёт изменяющееся магнитное поле, которое, в свою очередь, всегда индуцирует ЭДС. При всяком изменении тока в катушке (или вообще в

проводнике) в ней самой индуцируется ЭДС самоиндукции, она зависит от скорости изменения тока. Чем больше скорость изменения тока, тем больше ЭДС самоиндукции.

Величина ЭДС самоиндукции зависит также от числа витков катушки и её размеров. Чем больше диаметр катушки и число её витков, тем больше ЭДС самоиндукции. Эта зависимость имеет большое значение в электротехнике. Направление ЭДС самоиндукции определяет **Закон Ленца**, который позволяет сделать вывод, что **ЭДС самоиндукции имеет всегда такое направление, при котором она препятствует изменению вызвавшего её тока.**

Иначе говоря, убывание тока в катушке влечёт за собой появление ЭДС самоиндукции, направленной по направлению тока, т. е. препятствующей его убыванию. И, наоборот, – при возрастании тока в катушке возникает ЭДС самоиндукции, направленная против тока, т. е. препятствующая его возрастанию. Если ток в катушке не изменяется, то никакой ЭДС самоиндукции не возникает. Явление самоиндукции особенно резко проявляется в цепи, содержащей в себе катушку со стальным сердечником, так как сталь значительно увеличивает магнитный поток катушки, а, следовательно, и величину ЭДС самоиндукции.

Продemonстрировать явление самоиндукции можно, проведя следующий эксперимент. Соберём электрическую цепь, состоящую из аккумулятора, разъединителя и двух параллельных цепей: в первой – лампочка и резистор, а во второй – лампочка и катушка, причём сопротивление обеих лампочек одинаковое, и сопротивление резистора и катушки также одинаково.

1. При включении разъединителя лампа Л1 загорится с задержкой, так как ЭДС самоиндукции катушки препятствует быстрому нарастанию тока в цепи лампы Л1 (рис. 101, 1а и 1б).

2. При отключении разъединителя обе лампы кратковременно вспыхнут, так как ЭДС самоиндукции катушки выше ЭДС батареи. Когда ЭДС самоиндукции иссякает, то обе лампы одновременно гаснут (рис. 101, 2а и 2б).

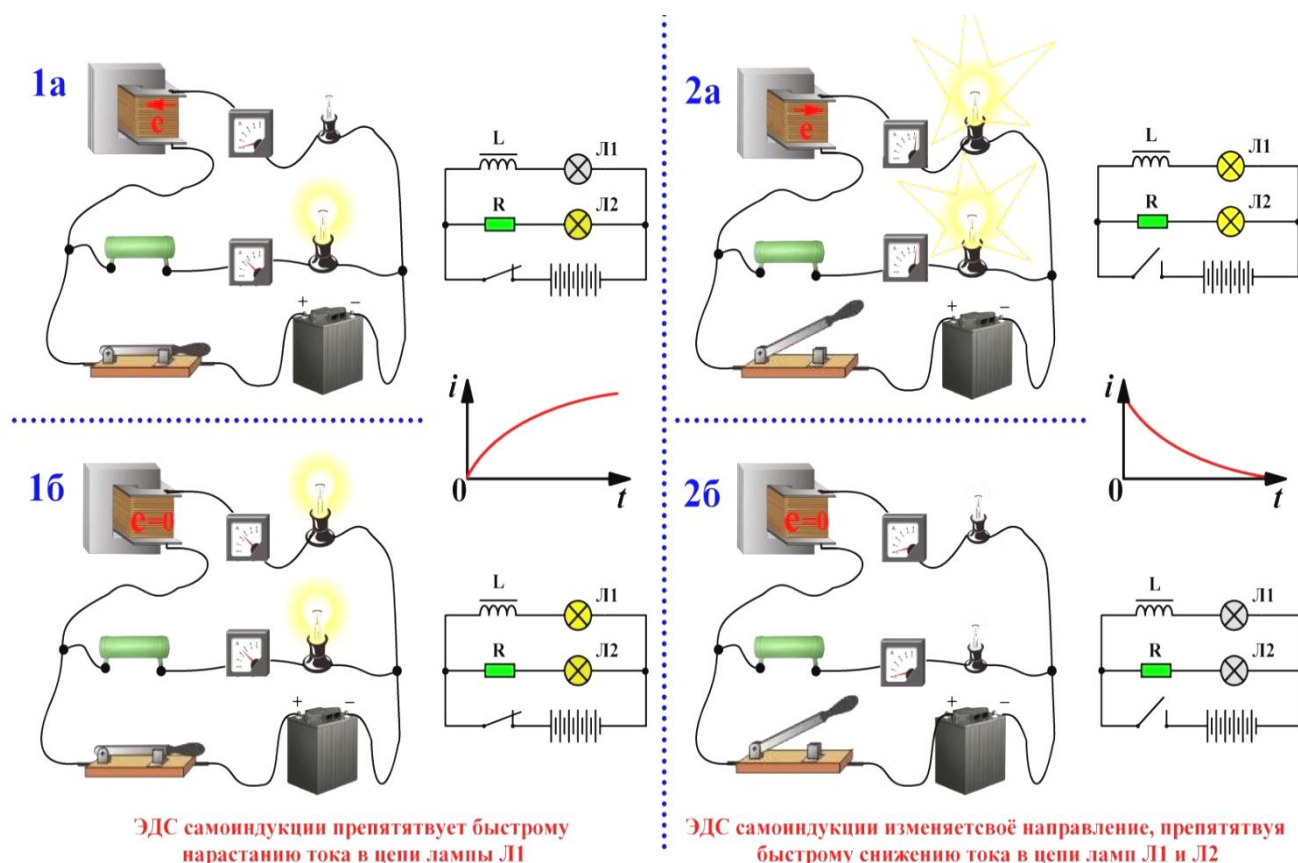


Рис. 101. Явление самоиндукции

Явление самоиндукции имеет как положительные, так и отрицательные свойства, причём и те, и другие проявляются при работе аппаратов и электрических цепей подвижного состава метрополитена:

Индуктивный шунт, подключённый параллельно обмоткам возбуждения тяговых электродвигателей, сглаживает колебания высокого напряжения на контактном рельсе (либо при кратковременном отрыве токоприёмников). Индуктивность этого шунта сравнима с индуктивностью обмоток возбуждения, а его ЭДС направлена всегда против ЭДС ОВ ТЭД. Таким образом, при снижении или снятии высокого напряжения с контактного рельса ЭДС индуктивного шунта препятствует резкому снижению тока, а при повышении напряжения – препятствует нарастанию тока, что препятствует возникновению аварийного режима в силовой цепи и образованию кругового огня по коллектору электродвигателей.

Если разомкнуть цепь, содержащую катушку с большой индуктивностью, то при размыкании контактов будет образовываться электрическая дуга, способная привести к разрушению коммутационного аппарата, поэтому в подобных случаях необходимо **применять устройство дугогашения или (для низковольтных цепей) подключать параллельно контактам конденсатор**.

Эффект Холла

Эффект Холла – явление возникновения поперечной разности потенциалов (называемой также Холловским напряжением) при помещении проводника с постоянным током в магнитное поле. Открыт Эдвином Гербертом Холлом в 1879 году в тонких пластинках золота.

В простейшем рассмотрении эффект Холла выглядит следующим образом: Пусть через металлический брус в слабом магнитном поле B течёт электрический ток под действием напряжённости E . Магнитное поле будет отклонять носители заряда (для определённости электроны) от их движения вдоль или против электрического поля к одной из граней бруса. При этом критерием малости будет служить условие, что при этом электрон не начнёт двигаться по спирали.

Таким образом, сила Лоренца приведёт к накоплению отрицательного заряда возле одной грани бруска и положительного возле противоположной.

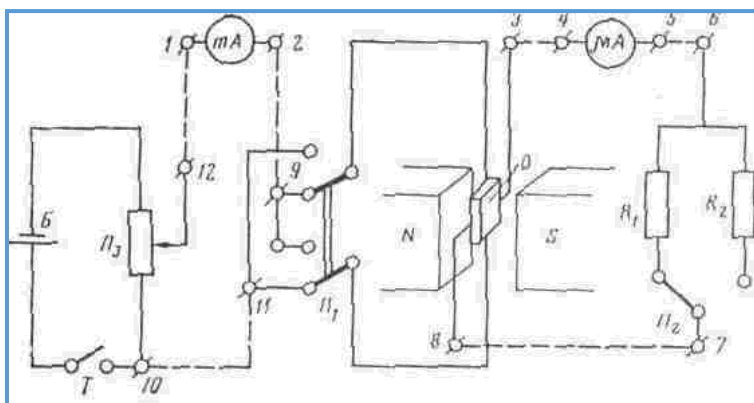
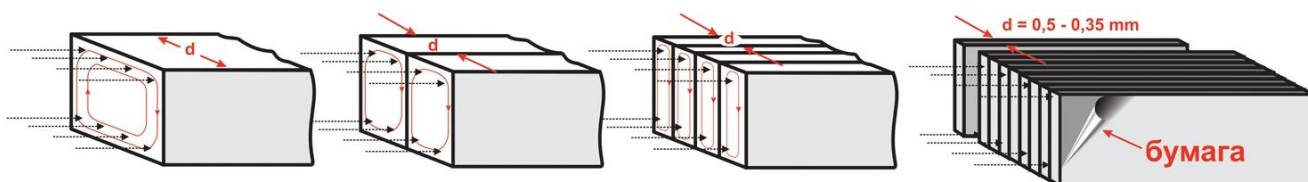


Рис. 102.

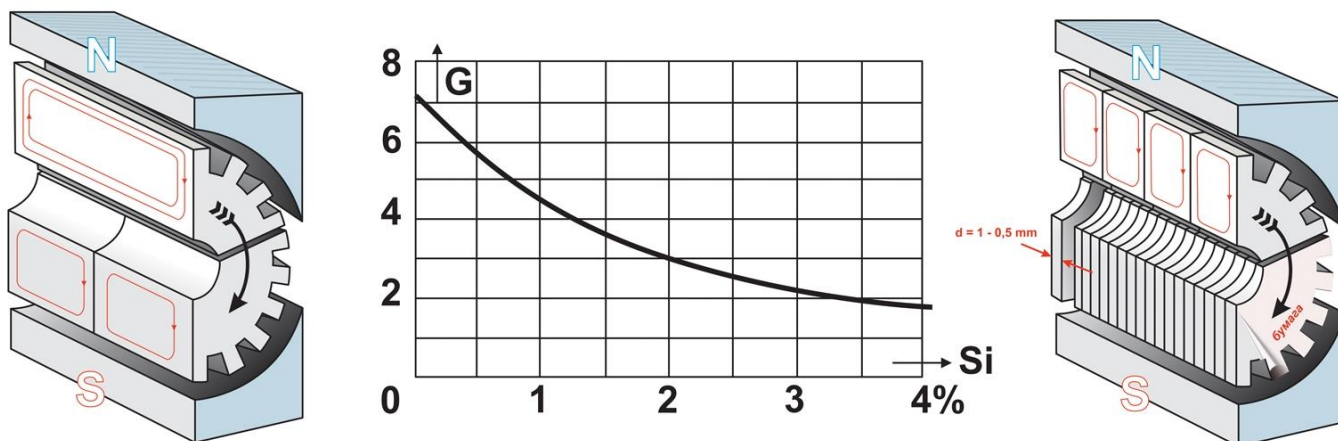
Вихревые токи

При колебаниях напряжения в контактной сети изменяется магнитный поток в катушках подключённых электроаппаратов. Но изменяющийся магнитный поток способен индуцировать ЭДС самоиндукции не только в витках катушки, но и в массивных металлических проводниках. Пронизывая толщу массивного проводника, магнитный поток индуцирует в нем ЭДС, создающую индукционные токи. Эти, так называемые вихревые токи, распространяются по массивному проводнику и накоротко замыкаются в нем, вызывая перегрев и разрушение изоляции, что может привести к выходу аппарата из строя.

Сердечники катушек, якорей электродвигателей, трансформаторов, магнитопроводы различных электрических машин и аппаратов представляют собой как раз те массивные проводники, которые нагреваются возникающими в них индукционными токами. Явление это крайне нежелательно, поэтому для уменьшения величины индукционных токов части электрических машин и сердечники якорей и обмоток возбуждения электродвигателей делают не цельнолитыми, а состоящими из тонких пластин, изолированных друг от друга бумагой или слоем изоляционного лака. Благодаря этому преграждается путь для распространения вихревых токов по телу проводника. Вихревые токи также способны вызвать электрическую коррозию, то есть, разрушение структуры металла.



Для уменьшения потерь стальные сердечники и якоря электрических машин набирают из тонких листов



Добавление кремния (Si) уменьшает проводимость и потери в стали

Рис. 103. Уменьшение вихревых токов

Наборный сердечник трансформатора.

В промышленности вихревые токи используют для плавки металла в *индукционных тигельных печах*. В тигель (полый керамический цилиндр) загружается металл для расплава, вокруг тигеля расположена обмотка индуктора в виде медной трубки, охлаждаемая водой. По медной трубке пропускается переменный ток средней частоты. В результате внутри тигеля возникают вихревые токи, которые расплавляют металл.

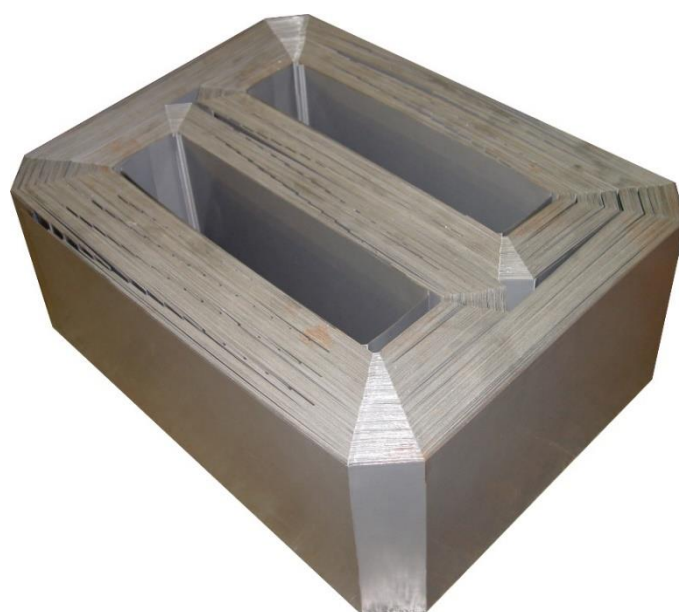
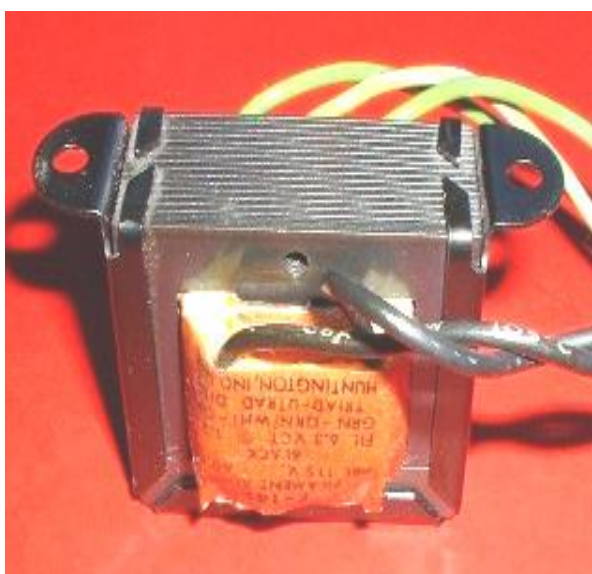


Рис. 104. Наборный сердечник трансформатора

Гальваническая развязка

Гальваническая развязка (ГР) – передача энергии или сигнала между электрическими цепями без электрического контакта между ними. Гальванические развязки используются для передачи сигналов, для бесконтактного управления и для защиты оборудования и людей от поражения электрическим током.

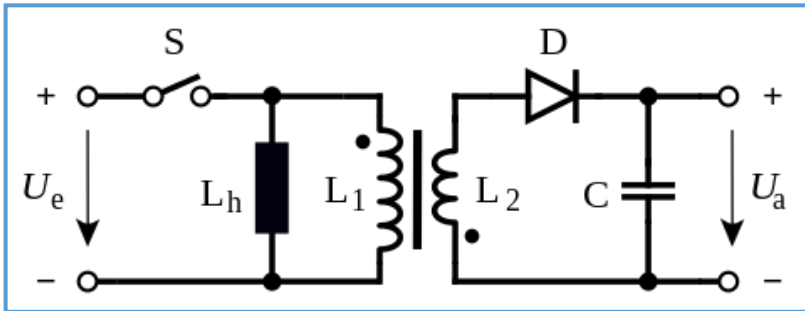


Рис. 105.

Без использования развязки предельный ток, протекающий между цепями, ограничен только электрическими сопротивлениями, которые обычно относительно малы.

В результате возможно протекание выравнивающих токов и других токов, способных повреждать компоненты цепи или поражать людей, прикасающихся к оборудованию, имеющему электрический контакт с цепью.

Прибор, обеспечивающий развязку, искусственно ограничивает передачу энергии из одной цепи в другую. В качестве такого прибора может использоваться, например – разделительный трансформатор. В этом случае цепи оказываются электрически разделёнными, но между ними возможна передача энергии или сигналов.

Причины образования электрической дуги и способы дугогашения

При снятии питания с катушки вентиля линейного контактора начинают размыкаться его главные (силовые) контакты. При этом происходит процесс, обратный «притиранию», что в какой-то момент значительно уменьшает площадь соприкосновения контактов. К тому же, в момент начала их расхождения контактов сила их нажатия друг на друга падает до нуля. Всё это вызывает значительное увеличение **переходного сопротивления** между контактами и, следовательно, их сильный нагрев.

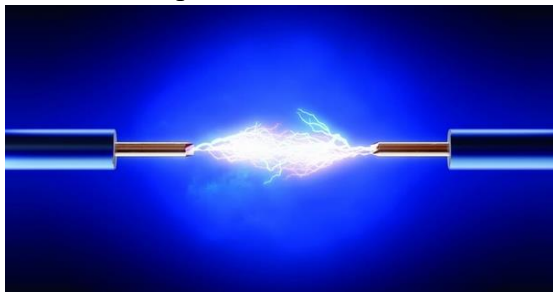


Рис. 106.

В результате нагревается и ионизируется окружающий воздух, который становится проводником тока, поэтому при расхождении контактов между ними возникает электрическая дуга, которая затем перекидывается на дугогасительные рога. Возникшая дуга дополнительно ионизирует окружающий воздух, увеличивая его проводимость, а это, в свою очередь, приводит к ещё большему увеличению дуги. Иными словами, происходит лавинообразный процесс, при котором дуга постоянно усиливается.

Если возникшую дугу быстро не погасить, то это может привести к разрушению контактора, «перекидыванию» дуги на пальцы блокировочных контактов, а значит, к попаданию высокого напряжения в цепи управления поезда (при этом сработает РП с одновременным срабатыванием А54).

ЭДС самоиндукции, возникающая при разрыве цепи с большой индуктивностью*, также вызывает образование электрической дуги.

Существуют несколько способов погасить возникшую дугу:

- Размыкание контактов в масле (для плавких предохранителей – в песке).
- Растягивание дуги с одновременным её охлаждением (деионизация дуги).
- Выдувание дуги сжатым воздухом или газом (деионизация дуги).

• **Так называемое, «магнитное дутьё», – этот способ используется для дугогашения в контакторах вагонов метрополитена.** При этом способе дугогашения возникшая между контактами дуга перекидывается на верхний и нижний дугогасительные рога, тем самым удлиняется, становится тоньше и попадает в магнитное поле дугогасительной катушки. Так как дуга – это проводник с током, то вокруг неё также образуется магнитное поле. В результате

взаимодействия магнитных полей дуги и катушки возникает выталкивающая сила, направление которой определяется по правилу левой руки. При этом дуга выталкивается в дугогасительную камеру, дополнительно растягиваясь, и затем разрывается «гребёнками» камеры, как морские волны волнорезом. После разрыва дуги электрическая цепь обесточивается и фрагменты дуги гаснут.

3. ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ТС 71-931/931М

Перечень принятых в тексте сокращений:

АКБ – аккумуляторная батарея.

АСОТП – автоматическая система обнаружения и тушения пожара.

БАДВ – блок автоматического дистанционного выключателя.

БДП – блок дверного портала.

БУД – блок управления дверьми.

ВБ – выключатель быстродействующий.

ИТ – инвертор тяговый.

КБП – комплект бортового питания.

КДП – клавиатура дверных приводов.

ЛК – локальный коммутатор.

ПАВ – панель автоматических выключателей.

ПВИ – панель визуализации информации.

ПВМ – панель видеомониторов.

ПК – панель коммутации.

ПП – панель переключателей.

ПУВ – пульт управления водителя.

СКВ – система кондиционирования воздуха.

ТАД – тяговый асинхронный двигатель.

ТС – транспортное средство.

ЭМТС – электромеханическая тормозная система.

3.1. Комплект тягового электрооборудования ТС

В комплект тягового электрооборудования входят: токоприёмник; тяговые инверторы; асинхронные тяговые двигатели; тормозной реостат.

Комплект обеспечивает:

- пуск и регулирование скорости движения;
- автоматическую защиту от буксования при нарушении сцепления колёс с рельсами;
- дистанционное реверсирование направления вращения тяговых асинхронных двигателей (изменение направления движения);
- электродинамическое рекуперативное торможение до полной остановки;
- автоматический переход к реостатному торможению при превышении напряжения в контактной сети более 720В;
- электродинамическое торможение с самовозбуждением двигателей при отсутствии напряжения в контактном проводе;
- удержание стояночными тормозами при сухих и чистых рельсах;
- экстренное торможение при одновременном действии электродинамического и рельсового тормозов;
- дистанционное включение и отключение секций преобразователя тягового инвертора из кабины водителя;
- автоматическое отключение секций преобразователя инвертора в аварийных ситуациях;
- дистанционное отключение любой тележки;
- аварийное движение на любой тележке;
- дистанционное управление приводом пантографа из кабины водителя;
- защиту комплекта от перегрузок и токов короткого замыкания;

- вывод информации в кабину водителя о функционировании комплекта;
- включение экстренного торможения при отпускании педали безопасности, при включении стоп-крана в пассажирском салоне;
- блокировку ходового режима с открытой дверью салона или с опущенной аппарелью.

Напряжение электропитания силовых цепей вагона 400-720В.

Напряжение электропитания цепей управления 24В.

Для защиты тягового электрооборудования от перегрузок и токов коротких замыканий предназначен выключатель быстродействующий ВБ.

Напряжение питания выключателя 24В. Ток уставки 250-900А. Время выключения 30мс.

3.1.1. Токоприёмник

Токоприёмник входит в состав комплекта тягового электрооборудования. На ТС применяется токоприёмник «SOLO» полупантографного типа с дистанционным управлением, который предназначен для электрического соединения между контактным проводом и вагоном.

Пантограф имеет электромеханический привод, предназначенный для поднятия и опускания токоприёмника. Управление электроприводом осуществляется с локального коммутатора кабины ЛК ВИЗ пульта управления водителя. Напряжение питания привода составляет 24В.

Токоприёмник (рис. 107) состоит из нижней рамы (1), которое жёстко закреплено на крыше вагона. В раму, через полуоси, установлена подвижная конструкция пантографа с поворотными валами и поднимающими пружинами (2). Через систему рычагов (3) нижняя рама связана с верхней рамой (4). В верхней раме установлены каретки (5), в которых закреплён контактный полоз (6), имеющий накладки (7). Для подъёма и опускания пантографа используется электропривод (8), закреплённый на нижней раме через изоляторы (9).

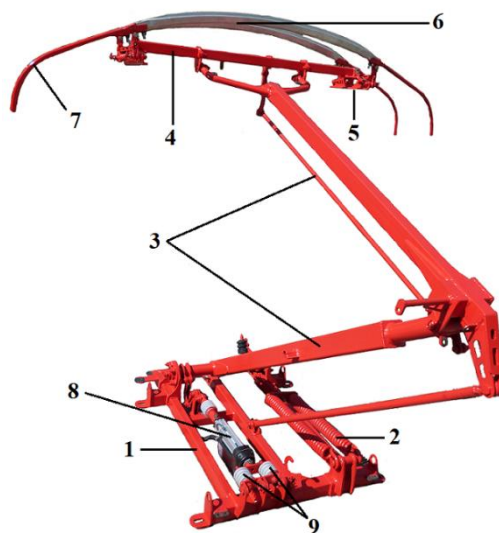


Рис. 107. Токоприёмник

3.1.2. Тяговый инвертор ИТ-1-07

Тяговый инвертор входит в состав комплекта тягового электрооборудования. На ТС установлены два тяговых инвертора, предназначенных для управления асинхронными тяговыми двигателями и тормозным реостатом. Инверторы устанавливаются на крыше вагона.

В состав каждого инвертора входят: блок электроники; силовые модули; конденсаторный модуль; преобразователь ИТ-БПТ; вентиляторы обдува.

Инверторы имеют защиту от превышения величины тока; от понижения или повышения напряжения в контактном проводе; от перегрева.

3.1.3. Преобразователь ИТ-БПТ

Входит в состав тягового инвертора и предназначен для преобразования входного напряжения контактной сети постоянного тока в выходное переменное трёхфазное синусоидальное напряжение 380В необходимое для работы асинхронных тяговых двигателей.

3.1.4. Тяговый асинхронный двигатель

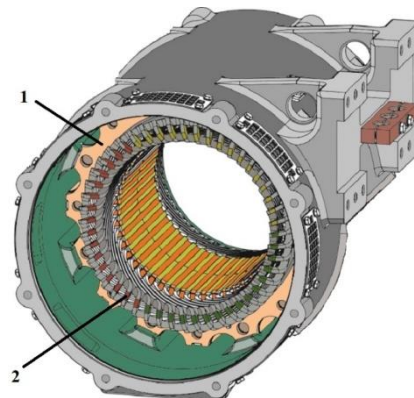
Тяговый двигатель входит в состав комплекта тягового электрооборудования и предназначен для преобразования электрической энергии в механическую, необходимую для создания на валу ротора вращающего момента.

На каждой тележке расположены два двигателя.

Устройство ТАД

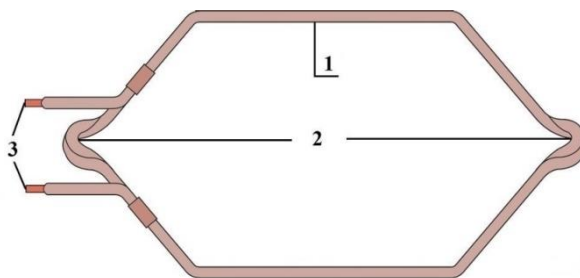
Двигатель состоит из статора и ротора. Статор (рис. 108) состоит из сердечника (1), который набирается из отдельных изолированных листов электротехнической стали. В собранном виде сердечник образует углубления для укладки проводников обмотки (2).

Рис. 108. Устройство двигателя



Обмотка статора трёхфазная, двухслойная, собирается из секций. Секция (рис. 109) имеет пазовые части (1), лобовые части (2) и выводные концы (3). Пазовые части укладываются в углубления сердечника.

Рис. 109. Обмотка статора



Ротор (рис. 110) состоит из стального вала (1), на котором установлен сердечник (2). Листы сердечника имеют пазы для проводников обмотки. Проводниками обмотки служат медные стержни (3), к выступающим концам которых припаяны медные кольца (4), образуя короткозамкнутую обмотку. На вал насажен вентилятор (5) с зубчатым колесом (6). Вентилятор закрывается кожухом с защитной сеткой. Ротор вращается в подшипниках качения. Подшипники установлены в щитах и закрыты крышками. На подшипниковом щите с приводной стороны двигателя (со стороны вентилятора) установлен датчик частоты вращения. На подшипниковом щите с неприводной стороны установлена коробка выводов, в которую подводятся провода обмотки статора.

Охлаждение двигателя воздушное. Воздух нагнетается вентилятором, проходит через каналы статора, и выбрасывается наружу со стороны привода.

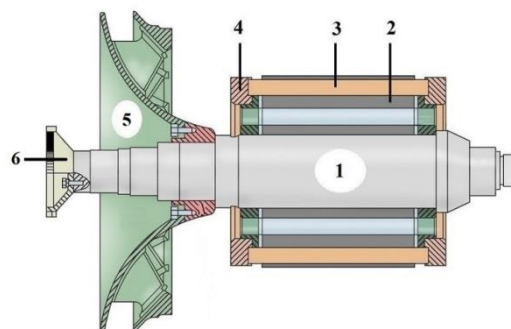


Рис. 110. Ротор

Работа двигателя

При наличии тока в проводниках обмотки статора, вокруг проводников создаётся вращающееся электромагнитное поле. Силовые линии магнитного поля пересекают неподвижные проводники обмотки ротора. Так как поле вращающееся, то в проводниках наводится э.д.с. электромагнитной индукции. Так как проводники ротора замкнуты, в них возникает индукционный ток, вследствие чего вокруг проводников формируется своё магнитное поле.

Силовые линии поля ротора взаимодействуют встречно с силовыми линиями поля статора. Взаимодействие магнитных полей создаёт электромагнитную силу, под действием которой на валу ротора создаётся вращающий момент.

Частота вращения ротора всегда меньше частоты вращения магнитного поля статора. На этом основан принцип асинхронности двигателя. Отставание ротора характеризуется относительной величиной, называемой скольжением.

Основные характеристики двигателя.

Номинальная мощность двигателя 72кВт. Номинальное напряжение на обмотке статора 500В. Номинальный ток 130А. Номинальное скольжение 1.2%. КПД 92%.

3.1.5. Тормозной реостат

Тормозной реостат входит в состав комплекта тягового электрооборудования, предназначенный для преобразования электрической энергии, вырабатываемой тяговыми асинхронными двигателями, в тепловую, при электродинамическом торможении в случае невозможности рекуперации энергии в контактную сеть.

Реостат представляет собой тормозные резисторы, размещённые в двух ящиках, размещённых на крыше вагона.

Основные характеристики реостата: номинальное напряжение резисторов 550В; номинальный ток 200А; сопротивление 2.5-2.7Ом.

3.2. Комплект бортового электропитания вагона КБП-015

Комплект бортового электропитания предназначен:

- для преобразования напряжения контактной сети в напряжение постоянного тока, необходимое для питания вспомогательных цепей вагона, для обогрева стёкол кабины водителя, для заряда аккумуляторной батареи;
- для соединения электрических цепей тяговых асинхронных двигателей;
- для размещения балластных резисторов бортовых преобразователей.

Комплект размещается на крыше вагона.

В комплект бортового электропитания входят: блок аккумуляторов; аккумуляторные батареи; статические преобразователи напряжения.

3.2.1. Блок аккумуляторов БА-018

Блок аккумуляторов входит в комплект бортового электропитания вагона и предназначен:

- для подключения цепей аккумуляторов;
- для дистанционного включения и отключения бортового электропитания, а также тяговых цепей;
- для подключения электрических цепей питания 24В тягового и вспомогательного электрооборудования;
- для защиты от токов короткого замыкания электрических цепей питания 24В.

3.2.2. Аккумуляторные батареи

Аккумуляторные батареи входят в состав комплекта бортового электропитания вагона и предназначены для питания бортовой сети вагона. На ТС размещены восемь аккумуляторов: два под кабиной водителя; два под задней кабиной; четыре на крыше вагона третьей секции.

В комплекте используются свинцово-кислотные аккумуляторы GF 12 160 V фирмы «Sonnenschein» (рис. 111)¹.

Аккумуляторы расположены в герметизированном пластиковом корпусе. Электролит загущен до желеобразного состояния, что обеспечивает повышенную устойчивость к глубоким разрядам.

Аккумуляторные батареи работают в буферном режиме, подразумевающим периодический несистемный характер их использования (при отсутствии напряжения в контактной сети). В таком режиме работы аккумуляторы постоянно подзаряжаются.



Рис. 111. БАДВ

3.2.3. Статические преобразователи напряжения

Статические преобразователи напряжения входят в состав комплекта бортового электропитания вагона и предназначены для питания бортовой сети вагона при наличии напряжения в контактной сети с резервированием от аккумуляторных батарей.

¹ GF – тяговая аккумуляторная батарея, напряжением 12 Вольт, ёмкостью 160 А/ч.

3.3. Вспомогательные электрические цепи вагона

В состав вспомогательных электрических цепей входят:

- ✓ блок автоматического дистанционного выключателя;
- ✓ блок автономного хода;
- ✓ ограничитель напряжений;
- ✓ стеклоочиститель и омыватель;
- ✓ локальные коммутаторы.

3.3.1. Блок автоматического дистанционного выключателя БАДВ

Блок входит в состав вспомогательных электрических цепей и предназначен для защиты высоковольтных цепей вагона от перегрузок и токов короткого замыкания, а также для оперативного включения и отключения высоковольтных цепей вагона.

Блок размещён на крыше вагона.

3.3.2. Блок автономного хода БА-015

Блок автономного хода входит в состав вспомогательных электрических цепей вагона и предназначен:

- для защиты от перегрузок и токов короткого замыкания высоковольтных цепей вагона;
- для дистанционного включения и отключения высоковольтных цепей вагона;
- для дистанционного управления системой «климат-контроль»;
- для дистанционного включения и отключения электропитания вагона при отсутствии напряжения в контактной сети;
- для дистанционного включения и отключения автоматических выключателей отопления, кондиционера салона и бортовых преобразователей;
- для переключения силовых цепей вагона в режим автономного хода.

В блоке размещены автоматические выключатели и высоковольтные контакторы. Выключатели допускают двадцать операций дистанционного включения и отключения подряд с последующей двухминутной паузой. Блок размещён на крыше вагона.

3.3.3. Ограничитель перенапряжений ОПН

Ограничитель перенапряжений входит в состав вспомогательных электрических цепей и предназначен для защиты электрооборудования вагона от коммутационных и атмосферных перенапряжений. Размещается на крыше вагона.

3.3.4. Защита вспомогательных электрических цепей вагона

Защита вспомогательных электрических цепей вагона от короткого замыкания осуществляется с помощью автоматических выключателей QF2-QF10, установленных в шкафу электрооборудования.

Управление вспомогательным электрооборудованием осуществляется с помощью мультиплексной системы.

3.3.5. Локальные коммутаторы вагона

Локальные коммутаторы являются частью мультиплексной системы управления вспомогательным электрооборудованием вагона.

Номинальное напряжения электропитания коммутаторов 24В.

На ТС установлены следующие локальные коммутаторы:

- ✓ ЛК ВИЗ;
- ✓ ЛК АКБ;
- ✓ ЛК БКВ;
- ✓ ЛК ЦЕНТР;
- ✓ ЛК М.

Коммутатор ЛК ВИЗ. Осуществляет управление остальными локальными коммутаторами по CAN шине.

Коммутатор ЛК АКБ. Предназначен для управления и диагностики аккумуляторных батарей. Входит в состав блока БА-018.

Коммутатор ЛК БКВ. Предназначен для управления и диагностики высоковольтным вспомогательным электрооборудованием. Входит в состав блока БА-015.

Коммутатор ЛК ЦЕНТР. Предназначен для управления низковольтным вспомогательным электрооборудованием вагона.

Коммутатор ЛК М. Предназначен для управления светотехникой задней кабины.

3.4. Электрооборудование кабины управления водителя

В состав комплекта электрооборудования кабины управления входят: пульт управления водителя; панель видеомониторов; панель автоматических выключателей; панель коммутации; шкаф электрооборудования; стеклоочиститель и стеклоомыватель.

3.4.1. Пульт управления водителя ПУВ

Пульт управления водителя (рис. 112) состоит из панели контроллера водителя (1), локального коммутатора визуализации (2), панели визуализации информации (3), панели клавиатуры дверных приводов (4) и панели переключателей (5).



Рис. 112. ПУВ



Рис. 113. Кабина водителя вагона «Витязь» (31246-31390):

1. панель ПВМ-4;
2. панель ПВИ-8;
3. панель ПК-6;
4. контроллер водителя КВ-8;
5. панель ПК-5.

Панель контроллера водителя ПУВ

Панель предназначена для размещения контроллера водителя. Контроллер предназначен для формирования сигналов в систему управления режимов работы комплекта тягового электрооборудования:

- ✓ «ход»;
- ✓ «выбег»;
- ✓ «торможение»;
- ✓ «экстренное торможение».

Локальный коммутатор визуализации ЛК ВИЗ-2

Коммутатор (рис. 114) представляет собой устройство отображения с сенсорной панелью управления и входит в состав мультимплексной системы управления вспомогательным электрооборудованием вагона.

Коммутатор предназначен:

- для отображения информации с периферийных устройств;
- для управления локальными устройствами по CAN шине;
- для отображения и записи информации с видеокамер наблюдения;
- для управления информационными табло и звуковым оповещением пассажиров по сигналам ГЛОНАС/GPS;
- для управления низковольтным электрооборудованием.

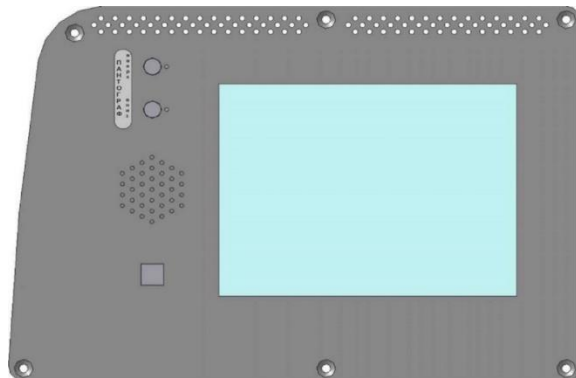


Рис. 114. ЛК ВИЗ-2

Панель визуализации информации ПВИ-4

Панель визуализации информации предназначена:

- для приёма, обработки и выдачи информации, необходимой для формирования управления тяговым приводом;
- для обработки и передачи информации о состоянии вспомогательного электрооборудования;
- для формирования сигналов управления механических тормозов, песочниц, звонка, рельсовых тормозов, тормозных огней, огней заднего хода;
- для диагностики тягового и вспомогательного электрооборудования.

Панель имеет четыре режима работы:

- основной;
- отладочный;
- отображение диагностической информации;
- отображение накопленной статистической информации.

Диагональ дисплея панели 10.4".

На панели ПВИ (рис. 115) размещены следующие органы управления: спидометр (1); аварийная кнопка (2); переключатель стеклоочистителя (3); кнопка стеклоомывателя (4); переключатель ближнего и дальнего света (5) и переключатель огней поворота (6).



Рис. 115. ПВИ-4

Панель клавиатуры дверных приводов КДП

На панели клавиатуры дверных приводов (рис. 116) размещены: блок навигации (1), клавиатура управления дверными приводами (2), переключатель направления движения (3), переключатель кондиционера кабины (4) и выключатель для управления боковыми зеркалами (5).



Рис. 116. КДП

Панель переключателей ПП-1

Панель переключателей (рис. 117) предназначена для размещения на ней органов управления в виде кнопок, предназначенных:

- для включения звонка (1);
- для управления подачей песка (2);
- для включения рельсового тормоза (3);
- для включения аварийного тормоза (4);
- для перевода стрелки (5, 6);
- для отпуска тормоза при буксировке ТС (7).



Рис. 117. ПП-1

3.4.2. Панель видеомониторов ПВМ-3

Панель видеомониторов (рис. 118) предназначена для отображения сигналов с четырёх видеокамер наблюдения, а также отображения диагностической информации, представленной в виде мнемосхемы вагона (рис. 119).



Рис. 118. ПВМ-3

Диагональ панели 19.2".

Состав электрооборудования вагона подключается по мультиплексным каналам обмена информацией CAN1 и CAN2. При нормальном функционировании электрооборудования связи отображаются зелёным цветом, а при наличии неисправности – красным.

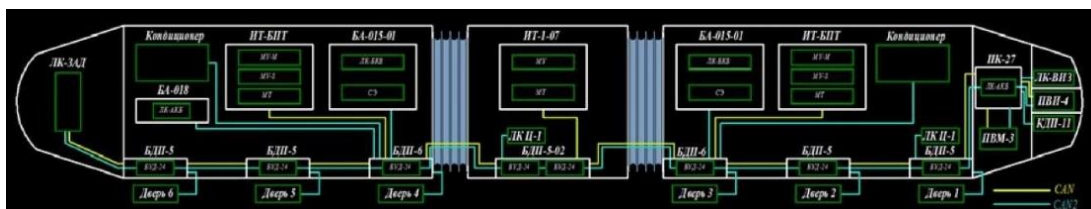


Рис. 119. Отображение электрооборудования

3.4.3. Панель автоматических выключателей ПАВ-19

Панель (рис. 120) предназначена для размещения на ней органов управления в виде автоматических выключателей, предназначенных для ручного включения и отключения бортового питания вагона, электропитания низковольтным напряжением тягового и вспомогательного оборудования вагона, а также автоматической защиты от перегрузок и токов коротких замыканий в низковольтных электрических цепях.

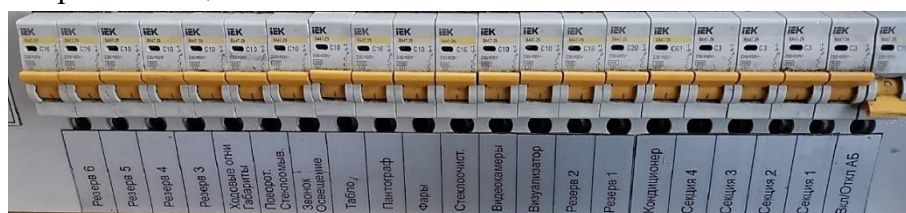


Рис. 120. ПАВ-19

3.4.4. Панель коммутации ПК-27

Панель предназначена:

- для дистанционного включения и отключения электропитания тяговых цепей вагона от аккумуляторных батарей в режиме автономного хода;
- для подключения цепей аккумуляторов;
- для защиты цепей аккумуляторов от токов коротких замыканий;
- для подключения кабелей управления тягового и вспомогательного электрооборудования вагона;
- для подключения цепей питания 24В тягового и вспомогательного электрооборудования вагона;
- для дистанционного включения и отключения бортового электропитания вагона.

3.4.5. Стеклоочиститель и стеклоомыватель

Ветровое стекло кабины водителя оборудовано стеклоочистителем с электрическим приводом с щёткой, к которой предусмотрен подвод воды для омывания стекла. Стеклоочиститель и стеклоомыватель вмонтированы в подоконный пояс передней стенки вагона. Бачок стеклоомывателя установлен под лицевой панелью с наружной стороны вагона.

При отрицательных температурах необходимо применять незамерзающую жидкость. При примерзании щётки к стеклу, перед включением привода стеклоочистителя необходимо устранить примерзание включением обогрева стекла или вручную.

3.5. Дверная система ТС

Работа дверей вагона осуществляется блоком управления дверями TW-465, который представляет собой устройство логического управления приводами дверей, а также обеспечивает систему безопасности работы дверей. Приводом двери управляет блок дверного портала.

Третья по направлению движения дверь оборудована откидной аппарелью, предназначенной для доступа в салон вагона пассажиров с ограниченными физическими возможностями в креслах-колясках. С внешней и внутренней стороны вагона данная дверь оборудована кнопками сигнализации водителю о необходимости приведения в действие аппарели.

Каждая дверь оборудована кнопкой для открывания дверей на заторможенном вагоне. На поручнях, расположенных около дверей, имеются кнопки для запроса остановки вагона. При нажатии на кнопку в кабину водителя поступает звуковой сигнал и включается мигание жёлтого индикатора двери на панели визуализации информации.

3.5.1. Блок управления дверями TW-465

Блок управления дверями имеет два режима работы: нормальный режим и режим диагностики. К нормальному режиму работы блока относятся:

- ✓ режим аварийного открывания (активен при использовании рукоятки аварийного открывания);
- ✓ режим выключенной двери (активен при наличии сигнала «переключатель двери не используется»);
- ✓ режим устойчивости к ошибкам (активен при неисправности датчика положения двери)².

Режим аварийного открывания

Данный режим включается при нештатном положении рукоятки (нажатой кнопки) устройства аварийного открывания двери, как с внутренней, так и с наружной стороны вагона. Устройство АОД формирует сигнал в блок управления дверями, который игнорирует все команды двери и активирует предупреждающие сигналы.

Во время движения вагона режим аварийного открывания отключен.

Для снятия сигнала о включенном устройстве АОД необходимо перезапустить БУД.

² С датчика не приходит сигнал в блок управления о фиксированном положении двери. Дверь работает без регулировки своего положения.

3.5.2. Блок дверного портала БДП

Блок дверного портала размещается в салоне вагона и предназначен для управления дверным приводом, стояночным тормозом, а также для подключения рельсового тормоза, песочницы, стоп-крана, табло информационной системы, датчика положения аппарели, кнопок аварийного открывания дверей.

3.5.3. Система безопасности работы дверей

Система безопасности включает в себя:

- ✓ датчики безопасности;
- ✓ ограничитель максимальной силы тока;
- ✓ импульсный счётчик (датчик Холла);
- ✓ блокировку по временному пределу работы;
- ✓ предупреждающие сигналы.

Датчики безопасности (датчики противозажатия)

Датчики безопасности расположены по краю каждой створки двери и предназначены для выявления препятствия (столкновения) при закрывании дверей³. Датчики подключены к блоку управления дверями и передают ему аналоговую информацию о напряжении. Блок производит расчёт сопротивления датчиков.

Если сопротивление датчика при закрытии двери составляет менее 2 кОм, то дверь останавливается и открывается. Во время следующей попытки закрывания двери, скорость закрывания замедляется. Если снова выявляется препятствие, алгоритм повторяется.

После четырёх столкновений с препятствием блок направляет сигнал об ошибке, и алгоритм защиты закрывания двери отключается.

Если сопротивление датчика превышает 10 кОм, БУД формирует сигнал «ошибка двери».

Ограничитель максимальной силы тока

Ограничитель максимальной силы тока измеряет величину тока, потребляемую двигателем и передаёт информацию в блок управления дверями. Если ток превышает 12А, блок прекращает движение двери. При этом, если дверь закрывалась, то она открывается, и после двухсекундной задержки снова закрывается.

После четырёх столкновений с препятствием БУД направляет сигнал об ошибке, и алгоритм защиты закрывания двери отключается.

Импульсный счётчик (датчик Холла)

Импульсный счётчик осуществляет мониторинг значения импульсов движения двери и формирует сигнал в блок управления дверями. При прекращении или замедлении подсчёта импульсов БУД прекращает работу двери. При этом, если дверь закрывалась, то она открывается. После двухсекундной задержки, дверь закрывается снова.

После четырёх столкновений с препятствием блок направляет сигнал об ошибке, и алгоритм защиты закрывания двери отключается.

Блокировка по временному пределу работы дверей

Блок управления дверями обладает функцией таймера, который осуществляет мониторинг времени работы дверей. Блокировка по временному пределу работы ожидания конфигурируется от 0 до 60 секунд.

Принцип функции блокировки по временному пределу работы аналогичен принципам ограничителя максимальной силы тока и импульсного счётчика.

Предупреждающие сигналы

Имеется три вывода предупреждающих сигналов, имеющих независимую конфигурацию и использующихся в любом типе устройств (светодиоды, акустические сигнализации и т.п.). Предупреждения используются в любом типе сигнала (постоянный, импульсный и т.п.).

³ Датчик безопасности активен только при закрывании створки двери.

4. ТЕХНОЛОГИЯ ОСМОТРА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

4.1. Приёмка подвижного состава

1. Получить у диспетчера депо путевой лист, бортовой журнал, проверить наличие подписей лиц, ответственных за выпуск транспортных средств на линию (диспетчера депо и лица, осуществляющего технический контроль транспортного средства), расписание движения по маршруту, полис ОСАГО.

2. Пройти в соответствии с установленным на предприятии порядком предрейсовый медицинский осмотр, получить отметку о допуске к работе (штамп установленной формы в путевом листе).

3. Запрещается явка на работу, а также работа в состоянии алкогольного, наркотического, токсического или иного опьянения, под воздействием веществ, средств и лекарственных препаратов, ухудшающих внимание, реакцию, зрение и слух, в болезненном или утомленном состоянии, ставящим под угрозу безопасность движения.

ПРИМЕЧАНИЕ: Перед прохождением предрейсового медосмотра водитель обязан сообщить лицу, проводящему медосмотр о приёме лекарственных средств, влияющих на результаты освидетельствования.

4. Получить у диспетчера АСКП под роспись съёмное оборудование АСКП (устройство контроля и погашения билетов (УКПБ, информационно-регистрирующий терминал ИРТ), бесконтактную смарт-карту выхода (БСК), в случае переключения основного выхода по расписанию на другой маршрут получить дополнительно БСК на каждое переключение, закрепленный за вагоном инструмент.

5. Проверить работу освещения, ТИС, внутреннее и внешнее информационное оформление трамвая, экипировку трамвая, установить визитную карточку.

6. Установить в салоне трамвая съёмное оборудование АСКП, проверить его исправность. При обнаружении неисправностей отключить питание оборудования и обратиться к диспетчеру АСКП.

7. Проверить внешний вид и техническое состояние трамвая:

- исправность запоров всех люков, кожухов и крышек;
- наличие калиброванных предохранителей низковольтных и высоковольтных электрических цепей, исправность автоматических выключателей;
- состояние токоприемника, контактной вставки;
- состояние основных и дополнительных сцепных приборов;
- регулировку всех видов тормозов;
- исправность основного и аварийного освещения салона, освещения подножек, системы климат-контроля (при наличии), в зимнее время — системы отопления салона и кабины водителя, работу стеклообогрева кабины;
- работу звонка, фар, стоп-сигналов, габаритных фонарей, дневных ходовых огней, дверных механизмов, сигналов указателей поворотов,
- действие световых сигналов положения дверей салона,
- наличие жидкости в бачке стеклоомывателя;
- исправность колесных пар (внешним осмотром);
- напряжение и заряд аккумуляторной батареи;
- на трамваях, работающих по системе многих единиц, исправность междывагонных соединений и сцепных приборов;
- состояние подвагонного предохранительного устройства, междывагонной предохранительной сетки;
- наличие сухого песка в песочницах, двух противооткатных упоров (башмаков), лома для ручного перевода стрелок, двух (трёх, в зависимости от типа вагона) порошковых или углекислотных огнетушителей в салоне и кабине, медицинской аптечки, знака аварийной остановки, исправных диэлектрических перчаток, дополнительной буксировочной сцепки с комплектом штырей;
- работу информационного табло аппаратуры АСДУ НГПТ и/или радиостанции;
- работу аппаратуры КБТОБ.

8. Проверить комплектность и исправность инструмента, внешнее и внутреннее состояние салона, качество уборки салона.

9. При оборудовании трамвая выдвижным трапом, обслуживающим инвалидов–колясочников, проверить:

- работоспособность выдвижного трапа, срабатывание всех оповещающих и блокирующих систем при выдвижении трапа кнопкой из кабины и с помощью дистанционного пульта (при их наличии), наличие и функционирование ремней безопасности, кнопки связи и переговорного устройства пассажира с водителем, кнопок управления дверьми;

- при обнаружении неисправностей обратиться до выезда из трамвайного депо к диспетчеру или лицу, ответственному за выпуск, и действовать согласно их указаниям.

10. Расписаться (при отсутствии неисправностей) в путевом листе, проставив время, бортовом журнале и книге технической готовности о приемке трамвая в технически исправном состоянии, предъявить путевой лист на КПП охране и выехать из трамвайного депо согласно расписанию движения. При работе с системой радиоконтроля доложить диспетчеру на контрольном пункте о выезде.

11. В случае неисправности трамвая сообщить об этом ответственному за организацию выпуска сотруднику, диспетчеру депо и сделать заявку на ремонт. В дальнейшем выполнять распоряжения диспетчера или сотрудника, ответственного за организацию выпуска трамваев.

4.2. Сдача подвижного состава в депо:

1. Перед въездом в трамвайное депо остановить трамвай и вместе с работником охраны убедиться в отсутствии в трамвае посторонних лиц, забытых вещей и подозрительных предметов.

2. Предъявить трамвай для осмотра и приёма на хранение ответственному лицу, получить его отметку в путевом листе и расписаться самому о сдаче трамвая проставив время. При наличии неисправности сделать заявку на её устранение, пройти установленным порядком послерейсовый медицинский осмотр, сдать инвентарь, инструмент, бортовой журнал, путевой лист, расписание движения, съёмное оборудование АСКП, бесконтактную смарт-карту выхода (БСК), полис ОСАГО. Денежная выручка от продажи билетов должна сдаваться в кассу Службы доходов и контроля ГУП «Мосгортранс» не реже одного раза в 3 дня.

3. При постановке трамвая на отстой водитель обязан:

- затормозить его стояночным тормозом;
- поставить реверсивный переключатель в положение «0» и вынуть ключ (снять рукоятку реверсивного вала КВ, если это предусмотрено конструкцией);
- выключить все высоковольтные и низковольтные электрические цепи, автоматические выключатели;
- опустить токоприёмник и надёжно его закрепить;
- закрыть дверь кабины водителя;
- при наличии уклона поставить под колесо со стороны уклона противооткатный упор (башмак);
- закрыть все окна и двери салона.

4.3. Памятка водителю вагона 71-931М

1. Водитель обязан хорошо знать свою должностную инструкцию, Правила технической эксплуатации трамвая в части касающейся работы водителя.

2. Водитель должен постоянно повышать свой профессиональный уровень, посещая семинары, занятия, обучения по устройству и эксплуатации трамвая, самостоятельно повторяя положения нормативных документов (должностной инструкции, ПТЭ).

3. Для контроля бортовых систем вагона, необходимо постоянно наблюдать за показаниями индикаторов на панели визуализации информации (ПВИ): тяговый и тормозной ток, температура тяговых инверторов (ИТ), напряжение сети в каждой группе тяговых электродвигателей (ТЭД) и проч.

4. На мнемосхеме вагона (экран над головой водителя) указаны все блоки и устройства управления, а также связи между ними (CAN-шины). Если контуры зелёного цвета, устройство работает исправно, если красного - устройство неисправно (отказ).

5. Водитель должен грамотно описать возникшую неисправность. Пользуясь мнемосхемой необходимо в бортовом журнале указать неисправный блок (если таковой имеется).

6. При возникновении какой-либо неисправности в процессе работы, водитель не должен торопиться или поддаваться панике, но должен действовать обдуманно, согласно Должностной инструкции, ПТЭ и памятки, приведенной ниже.

7. Если после перезапуска вагона (см. п. «Нет хода») вагон не идёт, прежде всего необходимо сообщить о неисправности **ДИСПЕТЧЕРУ ДЕПО**, и лишь затем маршрутному диспетчеру ЗДЦ. Это необходимо для быстрой организации скорой технической помощи водителю и скорейшей ликвидации возникшей задержки.

8. Если неисправность не может быть устранена в течение пяти минут, вагон необходимо буксировать.

9. **ЗАПРЕЩАЕТСЯ ВЫЕЗЖАТЬ ИЗ ДЕПО БЕЗ КОМПЛЕКТА КЛЮЧЕЙ РАСТОРМАЖИВАНИЯ** (6 шт.), дополнительной буксировочной сцепки, «толстого» штыря, рукоятки привода токоприёмника, двух противооткатных упоров и не менее трёх огнетушителей.

10. Наиболее часто встречающейся неисправностью является разрушение токоприёмника. Для наблюдения за ним на крыше вагона установлена видеокамера. Водителю рекомендуется перед началом работы вывести изображение видеокамеры, установленной на крыше на левую панель (ЛК ВИЗ) для удобства наблюдения. Постоянно контролировать состояние токоприёмника, обращая на него внимание особенно, при внезапном сотрясении контактной сети.

11. **ВНИМАНИЕ! ДЛИТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ ВАГОНА В РЕЖИМЕ «АВТОНОМНЫЙ ХОД» ЗАПРЕЩЕНО!** Режим «Автономный ход» предназначен кратковременного передвижения в случае повреждения контактной сети, для выезда из-под обесточенного участка сети (изолятор, троллейбусное пересечение и т.п.), для движения до ближайшего запасного пути (депо) в случае повреждения токоприёмника. Запас хода не более 1 км. Необходимо помнить, что наличие на пути следования подъёмов более 30‰ не позволят вагону подняться на такой подъём в режиме автономного хода.

12. Для экономии аккумуляторных батарей, движение автономным ходом по ровному профилю и уклонам осуществлять при включенных автоматах 2 и 3, и отключенном 1 (на двух тележках). При движении на подъём включить автомат № 1.

13. Во избежание повреждения двери кабины водителя ломик для перевода стрелок должен храниться в специально предусмотренном месте за сидением водителя.

14. Предвестником перегрева блока тормозных сопротивлений (БТР) является перегрев тележек или бросок тормозного тока. Этот процесс можно увидеть на ПВИ. Перегрев БТР сопровождается вспышкой и горением! **КОНТРОЛИРУЙТЕ ТЕМПЕРАТУРУ ПО ПВИ ПОСТОЯННО!**

15. При возникновении перегрева БТР необходимо опустить токоприёмник и аккумуляторную батарею, выждать 4-5 минут, пока пластины не остынут, включить вагон. Тяговую группу (тележку) где произошел бросок тока или перегрев **НЕ ВКЛЮЧАТЬ!** Следовать в депо.

4.4. Действия водителя для определения неисправностей

Неисправность вагона	Возможная причина неисправности	Действия водителя
НЕТ ХОДА	- Отказ тягового электрооборудования. - Отказ цепей управления. - Отказ ЛК ВИЗ. - Отключение АВДУ. - Отказ БСКВ. - Неисправен БУД. - Неисправен датчик аппарели 3-й двери.	По индикации на ПВИ проверить: ✓ Есть ли напряжение в контактной сети (прерывистый зуммер, «столбики» напряжения сети, «БП не норма», «ИТ» и прочее). ✓ Поступают ли токи в тяговые двигатели («столбики»). ✓ Температуру инверторов (в какой цветовой зоне находятся). ✓ Напряжение и заряд аккумуляторной батареи («БП не норма»). ✓ Включен ли реверс (жёлтая стрелка). ✓ Растормаживается ли вагон (<i>показания на ПВИ</i>). ✓ Состояние БСКВ контроллера, для этого поставить реверс в «0», и передвигая рукоятку КВ по ходовым и тормозным позициям, посмотреть, отображается ли переход по позициям (левый верхний угол ПВИ). ✓ Не открыты ли двери (сигнал на ПВИ). ✓ Не отображен ли значок «Аппарель откинута» на ПВИ. На левой панели проверить: ✓ Включены ли все АВДУ; ✓ Включен ли преобразователь (БПН) «550/24».
✓ Перезапуск системы управления. (произвести не более двух раз!): Опустить токоприёмник, нажать педаль безопасности, поставить переключатель реверса в ходовое положение (вперёд), рукоятку КВ довести до позиции «Т-14» и задержать там на 5-10 сек., после чего вернуть в «0». Затем отключить АЗС «Секция 1, 2, 3» и «Вкл/Отк. АВ» на 1-1,5 мин. После этого вновь включить АЗС батареи, секций, поднять токоприёмник и включить АВ. Опробовать вагон на ход. Если вагон не идёт, многократно повторять процедуру бессмысленно, вагон необходимо буксировать. ✓ При отказе ЛК ВИЗ (погас левый монитор), если перезапуск системы управления не помог, вагон буксировать. ✓ При отказе ПВИ (погас центральный монитор), если перезапуск системы управления не помог, вагон буксировать.		
✓ Если на индикаторе КВ при передвижении ручки по позициям переход не отображается (индикатор стоит в положении «0» - «жёлтая» зона), опробовать вагон на ход с заднего (маневрового) пульта. ✓ Если вагон идёт, двигаться до запасного пути с заднего (маневрового пульта) при помощи второго лица (работника депо). ✓ Необходимо помнить, что положение переключателя реверса заднего пульта «Вперёд» - это движение в сторону кабины, «Назад» - движение в противоположном направлении. При управлении с заднего пульта педаль безопасности НЕ ДОЛЖНА БЫТЬ НАЖАТА! В противном случае, не будут включаться механические тормоза, и вагон не остановится.		

Неисправность вагона	Возможная причина неисправности	Действия водителя
✓ При отказе БСКВ контроллера в движении произойдет отказ электродинамического (служебного) тормоза. ✓ Остановиться экстренным торможением, с учетом дорожной обстановки и наполнения салона.		
✓ Отказ хода возможен при неисправности БУД или если не закрывается одна из дверей, неисправен датчик положения аппарели 3-й двери. ✓ Отключить «Откл.блок.хода», и АВ неисправной двери (в наддверной панели), следовать до запасного пути или в депо без пассажиров. ✓ Если сработал датчик аппарели (индикация на ПВИ) отключить блокировку дверей, блокировку хода и следовать в депо или до запасного пути.		
Внезапно вагон перешел в режим аварийного торможения	- Сработала педаль безопасности. - Нажата кнопка «Аварийное торможение». - Сорван «Стоп-кран» в салоне.	✓ Нажать педаль безопасности. ✓ Повернуть головку кнопки «Аварийное торможение» по часовой стрелке. ✓ Проверить положение стоп-кранов в салоне.
✓ Если в салоне сорван стоп-кран, вернуть его в исходное положение. На некоторой части вагонов стоп-кран возвращается в исходное положение при помощи квадратного ключа. ✓ Если вернуть стоп-кран в исходное положение не удастся, для предотвращения разряда аккумуляторной батареи опустить токоприёмник и отключить аккумуляторную батарею (на уклоне подставить под колесо башмак со стороны уклона).		
При буксовании, после постановки КВ в «0» вагон продолжает набирать скорость.	Сбой в блоке управления (БУ).	✓ Данное явление часто возникает при буксовании. Поставить КВ на позицию «Т-14», до полной остановки вагона, вернуть в «0» и начать повторный пуск с меньшим ускорением.
Отказ команд, подаваемых КВ при видимом на ПВИ переходе по позициям (при нахождении реверса в «0» вагон самопроизвольно начинает движение, при пуске переходит в режим торможения, включается звонок и т.п.)	Вмешательство с заднего пульта в работу системы управления.	✓ Остановиться, поставить реверс в «0», отпустить педаль безопасности, для исключения несанкционированного движения вагона КВ поставить на тормозную позицию «Т-14», отключить АВДУ. Пройти на заднюю площадку и закрыть крышку заднего пульта на ключ.
Не работает (не закрывается) дверь, на ПВИ сигнал «Аппарель откинута». Вагон не идёт.	Отказ БУД, неисправен датчик аппарели.	✓ Открыть наддверный кожух и отключить тумблер БУД. ✓ Для возможности движения с неисправной дверью отключить «Откл.блок.хода». Отключить тяговый привод секции с неисправной дверью, закрыть (плотно прижать) дверь вручную снаружи, и следовать в депо.

Неисправность вагона	Возможная причина неисправности	Действия водителя
Вагон не растормаживается (не гаснет сигнализация всех ИМТ)	Отказ БУ.	✓ Опустить токоприёмник, нажать педаль безопасности, поставить реверс в ходовое положение, рукоятку КВ поставить в «Т-14» на 10-15 сек., после чего вернуть в «0», отключить АВДУ и АЗС «Секция 1, 2, 3» и «Вкл/Отк. АБ». Выждать 1 мин., затем вновь включить АЗС батареи и секций, АВДУ и поднять токоприёмник. Опробовать вагон на ход.
Разность токов групп ТЭД (тележек) при пуске и торможении		✓ Если разность токов тележек превышает 50А в большую или меньшую сторону, отключить группу двигателей на которой большее или меньшее показание, чем на двух других (отключить тележку при помощи АВДУ и АЗС секции). ✓ Если все три группы ТЭД показывают разные токи, путём поочередного отключения и опробования вагона на ход найти и отключить неисправную группу. ✓ При перегреве блока тормозных резисторов (БТР) в кабине раздается звуковой сигнал (музыка), на ПВИ растёт температура, переходя в красную зону), в верхнем ряду ПВИ загорится пиктограмма «Перегрев реостатов» (первая справа от указателя направления движения. Необходимо отключить группу двигателей отключив АВ и «Секция...»
Вагон двигается с заметным усилием, нет выбега	- Неисправность механической части (буксовых подшипников). - Неисправность привода механического тормоза (ИМТ).	✓ Обойти вагон, и осторожно проверить буксовые подшипники на нагрев (может чувствоваться запах горелого масла, из тележки идти дым и чувствоваться жар). Если обнаружен чрезмерный нагрев подшипника сообщить диспетчеру депо. Самостоятельное движение запрещается. ✓ При обнаружении неисправности ИМТ 3-4 раза растормозить механический тормоз кнопкой «Расторможено» на пульте, затормаживая его путём постановки КВ в Т-14. ✓ Если это не помогло, отключить ИМТ принудительно вручную, вращая растормаживающий ключ по часовой стрелке до отказа и закрепив его в ввёрнутом состоянии в специальной проушине тележки.

Особенности сцепки и буксировки вагонов

➤ Один трамвайный вагон может буксировать только один трамвайный вагон (п. 2.1.1, прил. 6, ДИ водителя). **ПОМНИТЕ!** Машина скорой технической помощи не производит буксировку вагонов трамвая по открытой рельсошпальной решётке!

➤ Вагон 71-931М может буксировать или однотипный вагон, или 4-хосный трамвайный вагон любого типа по любому профилю пути.

➤ Вагон 71-931М хорошо сцепляется с вагоном 71-623 при помощи штатных дополнительных сцепных приборов.

➤ Если при возникновении неисправности сзади стоит 4-хосный вагон, необходимо сообщить об этом диспетчеру депо и диспетчеру ЗДЦ.

➤ При буксировке вагона 71-931М вагоном 71-931М водитель ни в коем случае не должен превышать установленную Должностной инструкцией и ПТЭ трамвая скорость буксировки.

Скорость буксировки:

Толкание – не более 10 км/час, Буксировка не более 15 км/час.

По кривым участкам пути не более 15 км/час. Чем меньше радиус кривой, тем ниже скорость. Оптимальная скорость движения буксира по кривым участкам пути 10-13 км/час. **ВСЕ ТЕЛЕЖКИ ВАГОНОВ** должны пройти по кривой с одинаковой скоростью. Сходы вагонов с рельс происходят, в основном, третьей тележкой из-за превышения скорости. По противошерстным стрелкам не более 5 км/час.

Скорость необходимо постоянно контролировать по электронному спидометру.

Максимально использовать профиль пути, избегать резких пусков, толчков, и особенно резких торможений.

➤ **При буксировке ВСЕ АВТОМАТИЧЕСКИЕ СТРЕЛОЧНЫЕ ПЕРЕВОДЫ ОТКЛЮЧАТЬ ВНЕ ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАСПОЛОЖЕНИЯ НЕИСПРАВНОГО ВАГОНА!**

➤ Следить по камерам и зеркалам за прохождением всего буксира по стрелочному переводу, включая его крестовины. Необходимо исключить толчки (торможение) и рывки (переход в тягу) при проходе крестовин.

➤ По возможности, при буксировке вагона растормаживание производить из кабины нажав педаль безопасности, и кнопку «Растормаживание» при поставленном в положение «Вперёд» реверсе. В случае повреждения (обрыва) сцепных приборов это позволит немедленно остановить вагон (поставив реверс в положение «Стоп» или отпустив педаль безопасности).

➤ Для связи водителей при буксировке вагона толканием возможно использование мобильного телефона.

➤ **КАТЕГОРИЧЕСКИ ЗАПРЕЩАЕТСЯ:** Использовать при сцепке штыри вагонов КТМ, г-образные штыри вагонов «Татра», путевые костыли и т.п. подручные средства, использовать штыри вагонов КТМ меньшего диаметра в головках сцепок, вставлять штыри вагонов КТМ в горизонтальном положении, неошплинтованные штатные сцепные пальцы и т.п.

4.5. Сцепка, буксировка и расцепка трамвайных вагонов

1. Сцепка, буксировка и расцепка трамвайных вагонов. Общие положения.

1.1. Передвижение трамвайных вагонов, не имеющих собственного хода, с неисправной тормозной системой или другими неисправностями, не обеспечивающими безопасность движения, должно производиться буксировкой исправным вагоном или средствами технической помощи.

1.2. Запрещается транспортировка неисправного трамвая без сопровождения бригадой технической помощи если:

- не работает стеклоочиститель во время дождя, снегопада;
- неисправны аккумуляторная батарея, внешние световые приборы (в темное время суток и в условиях недостаточной видимости);
- неисправен звуковой сигнал.

1.3. Перед производством сцепки и буксировки подвижной состав должен быть освобожден от пассажиров.

1.4. Все работники, связанные со сцепкой вагонов, должны быть обучены и проверены в знании правил сцепки, расцепки и буксировки согласно настоящей Инструкции, знать конструкцию имеющихся на подвижном составе сцепных устройств и уметь ими пользоваться (проверка знаний настоящей инструкции должна производиться 1 раз в год).

1.5. Основные правила сцепки вагонов следующие:

- буксируемый вагон должен быть заторможен;
- вагон, который будет буксировать, должен подаваться к буксируемому вагону медленно, толчками (на первой позиции контроллера) по сигналу лица, производящего сцепку. При сцепке водитель должен пользоваться ручным тормозом (кроме вагонов, у которых конструкцией ручной тормоз не предусмотрен);

- сцепку производить в комбинированных рукавицах;

- движение трамвайных вагонов по встречному пути при сцепке запрещается.

1.6. Если водителю при сцепке вагонов необходимо выйти из вагона, он обязан:

- затормозить вагон ручным (стояночным) тормозом и убедиться в эффективности торможения;

- поставить рукоятку реверсора (контроллера) в положение «О» и взять ее с собой (где это предусмотрено конструкцией);

- отключить все высоковольтные цепи;

- надеть сигнальный жилет.

1.7. В темное время суток, в условиях недостаточной видимости, а также в туннелях, под эстакадами, мостами и путепроводами место производства работ 42 по сцепке и расцепке вагонов должно быть освещено переносным фонарем или фарами трамвая.

1.8. Буксировка вагонов сцепными приборами, установленными на вагонах, не допускается и должна производиться запасными (буксировочными) сцепными приборами с головками типа «Рукопожатие».

1.9. Руководство организацией работ по сцепке и буксировке вагонов возлагается:

- на водителей трамвайных вагонов или руководителя бригады машины технической помощи - при технической неисправности на линии;

- на руководителя бригады машины технической помощи - при буксировке в пункт ремонта;

- на диспетчера по организации движения, руководителя бригады машины технической помощи или руководителей трамвая на участках повышенной опасности;

- на мастера или составителя - на территории трамвайного депо.

2. Порядок сцепки, буксировки и расцепки трамвайных вагонов в горизонтальном участке пути.

2.1. Общие требования:

2.1.1. На горизонтальном участке пути трамвайный вагон любого типа может буксировать не более одного вагона.

2.1.2. Сцепка вагонов на линии разрешается только водителю неисправного вагона. В случае необходимости помощь оказывает водитель исправного вагона.

2.1.3. Если неисправный вагон находится впереди исправного, водитель неисправного вагона руководит подачей исправного вагона, находясь около заднего борта неисправного вагона на безопасном расстоянии (не менее 1 м от наружного рельса) с правой стороны по ходу движения.

2.1.4. Если неисправный вагон находится позади исправного, водитель неисправного вагона должен находиться на задней площадке исправного вагона и руководить его подачей к неисправному.

2.2. Подготовка к сцепке:

2.2.1. Водитель неисправного вагона обязан:

- соблюдая осторожность выйти из вагона (см. п.1.6);

- опустить и надежно закрепить токоприемник;

- поставить противооткатный упор (тормозной башмак) со стороны производства сцепки под колесо 2-ой колесной пары 1-ой тележки, если неисправный вагон находится впереди

исправного, и под колесо 1-ой колесной пары 2-ой тележки, если неисправный вагон находится позади исправного (с правой стороны по ходу движения);

- выставить на расстоянии не менее 15 метров позади трамвая знак аварийной остановки или мигающий красный фонарь;

- включить аварийную световую сигнализацию;

- проверить исправность сцепного прибора;

- дать команду водителю исправного вагона «на сцепку».

2.2.2. Водитель исправного вагона обязан:

- подать исправный вагон к неисправному на расстояние 15 м и остановить;

- получив команду «на сцепку» громко объявить: «От вагона, подаю на «сцепку», дать предупредительный сигнал «звонок», убедившись в безопасности движения, подать свой вагон к неисправному на расстояние 1,5 м и медленными толчками «на 1-ой позиции контроллера», а при сцепке жестким сцепным прибором - 1,0 м и остановить;

- переключить реверсор на направление удаления от неисправного вагона, толчком (кратковременно) проверить заданное движение и затормозить;

- из вагона сообщить водителю неисправного вагона: «Готов на сцепку».

2.3. Сцепка запасными сцепными приборами с головкой типа «Рукопожатие»:

2.3.1. Водитель неисправного вагона обязан:

- один сцепной прибор закрепить штырем со струбциной в вилке добавочного сцепления неисправного вагона, другой сцепной прибор - в вилке добавочного сцепления исправного вагона;

- совместить головки сцепных приборов и установить в головки первый штырь «шкворень» со струбциной;

- выйти из межвагонного пространства на внешнюю сторону пути и дать сигнал на удаление исправного вагона для выравнивания сцепных приборов в одну прямую линию;

- после выравнивания вставить в головки сцепных приборов второй штырь «шкворень» со струбциной;

- растормозить неисправный вагон.

2.3.2. Водитель исправного вагона обязан:

- по сигналу водителя неисправного вагона подать свой вагон для выравнивания сцепных приборов путем кратковременного включения контроллера на первую позицию и выключения на нулевую (толчком) и надежно затормозить по сигналу лица, производящего сцепку;

- выйти из вагона (см. п.1.6), убедиться в правильности и надежности сцепки.

2.4. Буксировка вагонов:

2.4.1. Руководство буксировкой возлагается на водителя исправного вагона в случае движения исправного вагона перед неисправным и на водителя неисправного вагона в случае движения неисправного вагона перед исправным.

2.4.2. Перед буксировкой водитель неисправного вагона обязан:

- условиться о способе сигнализации;

- убрать знак аварийной остановки и противооткатный упор (башмак);

- войти в вагон;

- проверить действие рельсового тормоза (должен быть включен рубильник АБ);

- закрыть двери;

- включить ближний свет фар и аварийную сигнализацию;

- в темное время суток и в других условиях недостаточной видимости включить габаритные огни и аварийное освещение;

- убедившись в безопасности движения дать один предупредительный сигнал к началу движения.

2.4.3. Водитель исправного вагона обязан:

- занять свое место в кабине;

- после получения предупредительного сигнала к началу движения закрыть двери, включить ближний свет фар и аварийную сигнализацию;

- в темное время суток и в других условиях недостаточной видимости включить габаритные огни и аварийное освещение;

- начать движение.

2.4.4. Движение поезда по перегонам должно осуществляться по Правилам дорожного движения, ПТЭ трамвая и должностной инструкции водителя трамвая.

2.4.5. Скорость движения при буксировке не должна превышать 15 км/час за исключением затяжных подъемов, где выключение тяговых двигателей недопустимо.

2.4.6. Перед затяжным подъемом необходимо разогнать состав, и по возможности, не включать тяговые двигатели до полного проезда подъема.

2.4.7. В процессе буксировки нельзя допускать сильных толчков и ударов, которые могут вызвать повреждение сцепных приборов.

2.4.8. В случае разрыва сцепных приборов водитель неисправного вагона / проводник/ обязан принять меры к остановке вагона.

2.4.9. Перед автоматическими стрелками поезд необходимо остановить. Водитель неисправного вагона обязан отключить рубильник автоматического перевода стрелок, перевести стрелки вручную, а после проезда стрелок вновь включить рубильник.

2.4.10. Буксировка неисправного вагона разрешается только до ближайшей конечной станции, имеющей запасные пути, и, как исключение, до пункта ремонта.

2.4.11. Для обеспечения безопасности движения водитель обязан производить технические остановки на всех остановочных пунктах, оборудованных остановочными указателями.

2.5. Расцепка вагонов:

2.5.1. Расцепка вагонов должна производиться на горизонтальном участке пути.

2.5.2. Затормозить поезд в установленном месте.

2.5.3. Водитель неисправного вагона обязан:

- надеть сигнальный жддет;
- сообщить диспетчеру конечной станции или трамвайного депо о производстве расцепки вагонов;
- сообщить водителю исправного вагона: «Иду на расцепку»;
- подложить противооткатные упоры под колеса обоих вагонов со стороны расцепки;
- отсоединить головки сцепных приборов друг от друга;
- выйти из междугагонного пространства на внешнюю сторону пути, сообщить водителю исправного вагона: «Вагоны расцеплены» и, убедившись в безопасности движения, дать сигнал «отъехать».

2.5.4. Водитель исправного вагона обязан:

- находиться в кабине;
- после получения сигнала «отъехать» поставить реверсор на направление удаления от неисправного вагона;
- отъехать на расстояние 3 м и затормозить;
- выйти из вагона и помочь водителю неисправного вагона снять запасные сцепные приборы;
- убрать противооткатные упоры.

3. Особенности сцепки и буксировки трамвайных вагонов на уклонах.

3.1. При остановке неисправного вагона на подъеме:

3.1.1. Водитель неисправного вагона обязан:

- затормозить вагон механическим тормозом, а при его неисправности электромагнитным рельсовым тормозом и убедиться в том, что вагон удерживается на месте;
 - выйти из вагона (см. п.1.6) и подложить противооткатный упор под колесо 2-ой колесной пары 1-ой тележки неисправного вагона;
 - войти в вагон и отключить электромагнитный рельсовый тормоз, убедиться, что вагон удерживается на месте;
 - находясь около неисправного вагона (не менее 1 м. от наружного рельса), руководить передвижением исправного вагона;
 - произвести сцепку согласно п.2.3;
 - по команде водителя исправного вагона убрать противооткатный упор;
- 3.1.2. Водитель исправного вагона обязан:
- остановить свой вагон за 25 м. до неисправного;

- получив команду «на сцепку», подать вагон к неисправному с посыпкой рельсов песком и остановиться в 1,5 м от него;
- лично убедившись в наличии противооткатного упора под колесом неисправного вагона, произвести сцепку.

3.2. При остановке неисправного вагона на спуске:

3.2.1. Водитель неисправного вагона обязан:

- затормозить вагон барабанно-колодочным, а при его неисправности электромагнитным рельсовым тормозом, убедиться в том, что вагон удерживается на месте, выйти из вагона (см. п.1.6);
- поставить противооткатный упор под колесо 1-ой колесной пары 2-ой тележки и оставаться в кабине до подхода исправного вагона;
- после подхода исправного вагона выйти из вагона и, находясь около своего вагона (не менее 1 м от наружного рельса) с правой стороны по ходу движения, руководить перемещением исправного вагона;
- произвести сцепку согласно п.2.3;
- по команде водителя исправного вагона убрать противооткатный упор из-под исправного, затем неисправного вагонов и занять свое место в кабине;

3.2.2. Водитель исправного вагона обязан:

- остановить свой вагон за 25 м до неисправного;
- при сцепке вагонов типа TATRA следует вынуть предохранитель (отключить автомат) механического тормоза;
- получив команду «на сцепку», подать свой вагон к неисправному с посыпкой рельсов песком и остановиться в 1,5 м и затормозить;
- убедившись в том, что вагон надежно заторможен, поставить на расстоянии 0,3-0,5 м перед 1-ой колесной парой 2-ой тележки своего вагона противооткатный упор;
- убедившись в том, что под неисправный вагон установлен противооткатный упор, вернуться в кабину своего вагона, по команде водителя неисправного вагона произвести сцепку;
- произвести спуск вагонов с посыпкой рельсов песком.

3.3. Буксировка поезда на уклонах может быть начата только при отсутствии на уклоне других поездов.

Скорость движения на уклонах (спусках) при буксировке не должна превышать 5 км/ч.

4. Особенности сцепки и буксировки вагонов 71-623.

4.1. Дополнительное буксировочное сцепное устройство состоит из трёх частей: двух сцепных устройств и соединительной штанги. Комплект хранится в разобранном виде в средней части салона.

***ПРИМЕЧАНИЕ:** При хранении в салоне, части сцепного прибора должны быть зафиксированы во избежание самопроизвольного перемещения и травмирования пассажиров.*

4.2. Сцепка вагонов основными полуавтоматическими сцепными приборами, установленными на вагоне 71-623 запрещена.

4.3. Сцепка вагонов 71-623 между собой и с вагонами других типов осуществляется дополнительным сцепным прибором конструкции УКВЗ в три этапа.

Сцепка вагонов:

- неисправный вагон должен быть заторможен механическим тормозом, токоприёмник должен быть опущен. При расположении неисправного вагона впереди исправного под первую колёсную пару второй тележки справа должен быть установлен противооткатный упор;
- исправный вагон подается к неисправному на расстояние не более 3м;
- необходимо выкрутить 4 винта и снять торцевой фальшборт освободив доступ к вилкам добавочного сцепления;
- установить первую концевую часть сцепного устройства в вилке добавочного сцепления закрепив её штырем со струбиной. Регулировочный сцепки винт должен быть снизу!
- установить вторую часть сцепного устройства в вилке добавочного сцепления неисправного вагона закрепив её штырем со струбиной, также обратив внимание, чтобы регулировочный винт был снизу.

ПРИМЕЧАНИЕ: Если регулировочный винт одной или обеих концевых частей оказался при установке сверху, устройство установлено неправильно. Запрещается использовать для сцепки Г-образные штыри вагонов «TATRA».

- в концевую часть сцепки исправного вагона закрепить штырём среднюю часть сцепного устройства;
- исправный вагон толчками пододвинуть к неисправному на расстояние между концами сцепного устройства не более 15 см;
- на расстоянии 20-25 см перед первой колесной парой исправного вагона установить противооткатный башмак;
- при помощи регулировочных винтов выровнять направление частей сцепного устройства по отношению друг к другу;
- сдвинуть вагоны, чтобы части сцепных приборов соединились (вошли одна в другую).

ПРИМЕЧАНИЕ: Во время движения вагонов запрещается находиться между вагонами, поддерживать части сцепного устройства и т.п.

- после совпадения отверстий в сцепном устройстве установить штырь;
- во избежание поломки сцепного устройства при буксировке, вывернуть оба регулировочных винта на 4-6 оборотов.

ПРИМЕЧАНИЕ: Если винт не будет перед началом буксировки освобожден сцепное устройство будет повреждено вплоть до его разрыва.

- убрать противооткатные башмаки из-под тележек обоих вагонов.

5. Особенности сцепки вагонов 71-931М «ВИТЯЗЬ – М».

Под съёмными фальшбортами передней и задней части кузова расположены сцепные приборы, предназначенные для буксировки неисправного вагона другим вагоном или машиной скорой технической помощи. Вилок добавочного сцепления вагон не имеет.

Сцепка вагонов:

- снять фальшборт со стороны сцепки;
- вынуть палец-фиксатор стержня сцепки предварительно вытащив шплинт;
- вытащить сцепной стержень одновременно повернув его на 90°;
- совместив отверстия закрепить сцепной стержень в раме одним пальцем со шплинтами (горизонтально);
- на свободный конец стержня одеть сцепку с головкой типа «рукопожатие» из вагонного комплекта, закрепив вторым пальцем со шплинтами (вертикально);
- далее сцепка вагонов производится в соответствии с разделом 2 настоящей инструкции.

ПРИМЕЧАНИЕ: Использовать при сцепке штыри в горизонтальном положении, г-образные штыри вагонов «TATRA» запрещается!

6. Особенности сцепки и буксировки двухвагонных поездов.

В случае неисправности цепей управления на первом вагоне, когда нельзя осуществить движение поезда с помощью выключателя «Аварийное передвижение», водитель обязан немедленно сообщить по телефону о неисправности центральному диспетчеру и вызвать машину технической помощи для буксировки поезда.

7. Сигнализация при буксировке вагонов.

7.1. При буксировке неисправных вагонов между водителями должна применяться следующая сигнализация:

- с помощью громкоговорящей установки, имеющейся на вагоне;
- свистком, звонком, световыми сигналами подвижного состава;
- в ночное время фонарем.

7.2. Свистком и звонком вагона подаются сигналы, обозначающие:

- один длинный – разрешается движение вперед;
- два коротких – «тише»;
- три коротких – «стой».

7.3. Во всех случаях сигнал остановки поезда подается резким движением руки вниз.

7.4. Сигналами подвижного состава подаются следующие команды:

- все сигналы горят – отправление поезда;
- горит сигнал торможения – остановка;
- горит сигнал поворота направо – поворот направо;
- горит сигнал поворота налево – поворот налево;
- три коротких мигания сигналом торможения – экстренная остановка.

8. Контроль выполнения должностной инструкции и ответственность за ее нарушения.

8.1. Ответственность за правильность, надежность, безопасность сцепки (расцепки) и буксировки трамвайных вагонов на линии возлагается на водителя неисправного вагона.

8.2. Контроль за выполнением данной Инструкции возлагается на руководителей трамвайного депо.

8.3. За нарушение требований настоящей Инструкции должностные лица несут дисциплинарную ответственность в соответствии с действующим законодательством.