

Корпоративный университет
Транспортного комплекса

Оборудование подвижного состава

Учебное пособие
для подготовки водителей
транспортных средств категории «Тм»



Московский
транспорт

Оглавление

1.	Краткая история трамвая.....	1
2.	Механическое оборудование	11
2.1.	Кузов вагона	11
2.2.	Сочленение вагона (межвагонный переход)	13
2.3.	Внутривагонное оборудование.....	16
2.4.	Кабина водителя.....	21
2.5.	Прислонно-сдвижные двери вагона	22
2.6.	Тележки вагона.....	29
2.7.	Колесная пара	32
2.8.	Букса.....	34
2.9.	Редукторов Wikov типа AWHD 391R-UK75	34
2.10.	Зубчатая муфта ZK 50-1 (Германия).....	37
2.11.	Первичное поддрессирование.....	38
2.12.	Вторичное поддрессирование.....	39
2.13.	Электромеханическая тормозная система ЭМТС.....	39
2.14.	Тормоз рельсовый	43
2.15.	Песочница (УПП).....	44
2.16.	Стеклоочиститель и стеклоомыватель	46
3.	Основы электротехники	47
3.1.	Введение в электротехнику.....	47
3.2.	Природа электричества.....	48
3.3.	Понятие электрического тока	49
4.	Электрическое оборудование трамвайного вагона 71-931М «Витязь».....	64
4.1.	Комплект тягового электрооборудования ТС	64
4.2.	Комплект бортового электропитания вагона КБП-015	67
4.3.	Вспомогательные электрические цепи вагона	67
4.4.	Электрооборудование кабины управления водителя	69
4.5.	Дверная система ТС	72
4.6.	Система кондиционирования воздуха СКВ	74
4.7.	Комплект линий освещения салона вагона	75
4.8.	Система видеонаблюдения и информационная система	76
4.9.	Противопожарная система ТС	76
4.10.	Электромеханическая тормозная система ЭМТС-1М-01	76
4.11.	Устройство подачи песка УПП.....	77



1. Краткая история трамвая

Трамвай представляет собой один из видов рельсового, преимущественно городского транспорта, предназначенного для перевозки пассажиров по определенным маршрутам. Это старейший вид пассажирского общественного транспорта, появившийся изначально на конной тяге в первой половине XIX столетия. Название произошло от английских слов «tram» и «way», которые переводятся, как «вагон» и «путь».

Когда паровозы давно уже мчались по просторам Европы и Северной Америки, жители городов все еще пользовались услугами омнибусов. Тогда же начали появляться идеи нового вида транспорта на паровой тяге в условиях города с использованием железной дороги.

Балтимор стал первым американским городом, где в 1828 году появилась первая конка. Изначально рельсы для конок выступали над поверхностью на 15 сантиметров, что мешало беспрепятственному продвижению по улицам. В 1852-м году А. Луба сконструировал систему по которой рельсы «утапливались» в полотно дороги. Изобретенные им рельсы имели желоб для реборды колеса. Рельсы, изобретенные А. Луба, используются и сегодня. Конно-железная дорога в Петербурге была построена в 1860 году. Руководил работами инженер Домантович. Скорость нового вида транспорта достигала 8 км в час. Заменить лошадь каким-то механизмом пытались многие изобретатели.



Фото 1. Конка

Практически одновременно, независимо друг от друга, трое ученых в разных уголках земли изобрели электрический трамвай. Ими были: русский ученый Пироцкий Ф.А., американский изобретатель Л. Дафт и немецкий – В. Сименс. Еще в 1838 г. теоретически были разработаны вопросы относительно электрического транспорта такими известными российскими учеными и изобретателями, как Д.А. Лочинов, В.Н. Чикалев, Б.С. Якоби, П.Н. Яблочков. В 1876 г. русский ученый, изобретатель-практик Ф.А. Пироцкий проводил испытания по передаче электроэнергии по рельсам. В августе 1880 г. прошли успешные испытания устройства на электрической тяге. Для опытов был переоборудован коночный вагон, возле линии конки поместили специальный генератор. 22 августа все газеты сообщили о волнующем событии – впервые при помощи электричества был «двинут» по рельсам вагон.



Фото 2. Электрический трамвай



К сожалению, дальше эксперимента дело не пошло. Первым фактическим изобретателем стал немец Вернер фон Сименс. Компания Сименса первой воплотила в жизнь данное изобретение. Первая электрическая трамвайная линия длиной 2,5 км соединила в 1881 г. пригород Лихтерфельд с Берлином. Трамвай был способен развивать скорость до 20 км в час, мощность двигателя равнялась 5 кВт, напряжение – 180 вольт. Ток подавался через оба рельса. Сименс не останавливается на достигнутом и в том же году открывает такую же линию во французской столице.

В Англии первый трамвай начал курсировать в 1885 году. Электрический трамвай в США появился 10.08.1885 г., его изобретатель – Лео Дафт. Его предложение об использовании третьего рельса на линии способствовало частым коротким замыканиям во время снега, дождя и прочей непогоды. Напряжение в 120 вольт было опасно не только для животных, но небезопасно и для людей. В 1886 г. вместо третьего рельса Дафт использовал двухпроводную контактную сеть. Предложенная изобретателем система стала работоспособной.

Электрический трамвай в России, как это ни удивительно, был впервые пущен не в Санкт-Петербурге, а в Киеве 1.06.1892 года. Строителем трамвайных линий была компания Сименс. Начиная с 1896 г. были пущены трамвайные линии в десяти крупных городах России, в том числе в Москве – в 1899-м.

В сентябре 1907 года появилась трамвайная линия в Санкт-Петербурге. Стоит отметить, что здесь уже в 1885 г. курсировал электрический трамвай, только, по замерзшей Неве. Их прозвали «ледовые трамваи».



Рис.1. Первый электрический трамвай в Киеве



Фото 3. Трамваи едут по льду



Фото 4. Первый трамвай в Москве, 1899 г.

С середины 40-х годов 20-го столетия трамваи начали понемногу убирать с центральных улиц, что связано с широким распространением автомобилей. Вместе с автомобилем здесь появились заторы, шум и смог. В 70-х годах 20-го столетия трамваи начали возвращаться на улицы больших городов. Этому в немалой степени способствовало их техническое усовершенствование, а также ряд экологических причин.

Трамвай в Российской Федерации

Несмотря на ренессанс трамваев в Европе, Северной Америке и Северной Африке, в России трамвай зачастую рассматривается как устаревший вид транспорта, и значительная часть систем разрушается или стагнирует. Многие трамвайные хозяйства (шахтинское, архангельское, карпинское, грозненское, ивановское, воронежское, рязанское, тверское) прекратили своё существование. Однако, например, в Волгограде большую роль играет так называемый метротрам или «преметро» (трамвайные линии, проложенные под землей), а в Магнитогорске стабильно развивается традиционный трамвай. Помимо Магнитогорска, новые трамвайные линии за последние 15 лет построены в Ульяновске, Коломне, Казани, Набережных Челнах, Екатеринбурге и некоторых других городах. Лидерами по закупке подвижного состава являются Москва, Пермь и Смоленск, куда в заметных количествах поставляются новейшие вагоны. Крупнейшей трамвайной системой в настоящее время обладает Санкт-Петербург, наименьшей – посёлок Черёмушки.

Интересные факты

- Санкт-Петербург – самый крупный трамвайный город в России. Длина трамвайных путей составляет примерно 220 километров. Это достижение занесено в Книгу рекордов Гиннесса.
- В австралийском Мельбурне расположена самая крупная трамвайная сеть.
- Единственное село, которое использует трамвай для передвижения в России и странах СНГ – Молочное, недалеко от Евпатории.
- Длиннейший трамвайный маршрут проложен в Бельгии – береговой трамвай. Длина ветки 67 километров. Трамвай останавливается около 60-ти раз.
- В Британии на острове Мэн до сих пор используют трамваи 19-го века. Длина ветки составляет около 30-ти километров.

Трамваи Москвы

Столица нашей Родины – Москва, имеет огромную по европейским меркам численность населения. Другие же сравнимые по размерам города мира находятся в совершенно других географических и культурных реалиях, что сказывается и на образе жизни населения и на градостроительных традициях. Таким образом, Москва предъявляет уникальные требования к своей транспортной системе.

Задачи магистральных перевозок в городе успешно решает метро, МЦК и МЦД. Тут главный секрет успеха – это их связность, за счёт множества пересадочных узлов. Причём, очевидно, что задача повышения связности стоит в приоритете и строительство новых узлов идёт полным ходом.

Но всё-таки полностью решить вопрос внутрирайонной связки метро и электричками не удастся. Поэтому в городах должны быть трамваи и автобусы.



Фото 5. Трамвай, автобус, электробус

Судьба московского трамвая очень непростая! Возможно, к 2020 году трамвая в Москве не было бы. Начиная с 90-х началось существенное снижение доли перевозок из-за роста числа автомобилей, пробок, турникетов и сокращения протяжённости линий. Эти проблемы прекратились лишь после прихода команды мэра Сергея Собянина.

Началось восстановление и строительство новых линий, создавались комфортные остановочные платформы, изменилась система оплаты проезда, ну и начал закупаться современный подвижной состав.

Схема маршрутов московского трамвая

На данный момент Москва имеет уже вполне добротную трамвайную систему, если брать последние годы, то трамвайный пассажиропоток медленно, но всё же растёт. Правда есть проблема, что по сути трамвайная сеть разорвана на две части.

Количество вагонов при этом сокращается, но общее количество посадочных мест растёт, за счёт того, что покупаются более вместительные вагоны. Последние годы город исправлял ошибки прежних времен в плане пестрого модельного ряда, а параллельно находился в поиске своего флагманского трамвая. В итоге вроде нашёл, стал покупать, а при этом был вынужден старые, но рабочие вагоны отправлять в другие российские города.

Рис. 2. Схема маршрутов московского трамвая



По состоянию на 2020 год город имеет парк подвижного состава представленный по сути 4 моделями, не считая штучные и специальные. Эти модели разные по своему возрасту, набору функций выполняемым задачам, некоторые же модели являются явно переходным вариантом, до появления другого решения.

Главное же, что на данный момент 4 вида моделей – это уже проще в плане городской экономики, планирования движения, ремонтов, обучения и т.д.



Фото 6. Парк подвижного состава трамвая на 2020 г.

Татра ТЗ (Чехословакия)

Достаточно много в Москве, пожалуй, самых удачных трамвайных моделей в истории, тех самых старых добрых Татр ТЗ в основном 80-х годов выпуска.

Хотя называть их Татрами ТЗ уже и не совсем корректно, ведь они прошли модернизацию на Трамвайном ремонтном заводе «ТРЗ» в Москве и теперь имеют другие обозначения:



Фото 7. Трамвай Татра ТЗ

МТТЧ

МТТЧ (Модернизированная Татра ТРЗ Чехия МТТЧ на сайте ТРЗ). Вариант модернизации вагонов Татра ТЗ с электрооборудованием TV-Progress производства фирмы CEGELEC (Чехия). Годы производства: 2004–2009. Всего выпущено 124 вагона. Эксплуатируются в Краснопресненском трамвайном депо (№ 3) с бортовыми номерами: 1361, 1362, 3463, 30446-30449, 30452-30454, 30458, 30461-30462 и депо им. Апакова (№ 1), в котором эксплуатируются 105 таких вагонов. За исключением вагонов 3368-3389, вагоны могут эксплуатироваться двухвагонными поездами по системе многих единиц. В 06.2018 вагон 1323, пострадавший в ДТП был модернизирован на ТРЗ в МТТЕ 30131 зав. № 8.



Фото 8. Трамвай МТТЧ.

МТТА

МТТА (Модернизированная Татра ТРЗ Асинхронный привод). Вариант модернизации вагонов Татра ТЗ с тяговым приводом переменного тока и асинхронными электродвигателями. Изготовлено десять вагонов с бортовыми номерами 3355 с заводским 1, 3390 с заводским 2, 3465 с заводским 5, 3466 с заводским 6, 3467 с заводским 7, 3468 с заводским 8, 3469 с заводским 9, 3470 с заводским 10 для Краснопресненского трамвайного депо (№ 3). Вагон 3355 выпущен в 2004 году и оборудован тяговым приводом ЭПРОТЭТ-300, производства ЗАО «Фирма ЭПРО» (Санкт-Петербург). Вагон 3390 выпущен в 2006 году и был оборудован тяговым приводом Динас-301А производства завода «Динамо» (Москва). В эксплуатации оборудование Динас-301А показало себя крайне неудачно и в 2009 году силами завода «ТРЗ» было заменено на ЭПРОТЭТ-300, аналогичное используемому на вагоне № 3355. В 2010 году производство вагонов серии МТТА возобновлено. Новые вагоны, в отличие от 3355 и 3390, имеют возможность работы по системе многих единиц (СМЕ).



Фото 9. Трамвай МТТА

МТТЕ

МТТЕ (Модернизированная Татра ТРЗ Екатеринбург). Вариант модернизации вагонов Татра ТЗ с электрооборудованием производства завода ЗАО «Автоматизированные системы и комплексы» (Екатеринбург). В 2008 году на ранее модернизированных вагонах МТТД № 1307 и 1309 была произведена замена электрооборудования Динас-309ТК на ТП-1, производства ЗАО «Автоматизированные системы и комплексы» (г. Екатеринбург), после чего данные вагоны получили обозначение МТТЕ и сцеплены двухвагонным поездом по системе многих единиц (СМЕ). На 2013 год все вагоны МТТД преобразованы в МТТЕ. После долгого перерыва с января 2012 года по июнь 2018 года был снова начат выпуск МТТЕ на ТРЗ.



Фото 10. Трамвай МТТЕ

71-623.02 (УКВЗ)

Эти частично низкопольные трамваи выпускались на знаменитом Усть-Катавском вагоностроительном заводе имени С.М. Кирова в 2011-2016 годах.

Ходовые тележки 631.0.01, узкие первая и последняя дверь, электрическое оборудование компании «Канопус». Вагоны 2016 года выпуска оснащены информационной системой ИР-650 и мониторами ПТВ.



Фото 11. Трамвай 71-623.02

71-414 (Pesa Fokstrot)

Польское предприятие PESA для того чтобы соответствовать нормам российского законодательства, заключило контракт с Уралвагонзаводом о совместном производстве трамваев. Таким образом, хотя вся фактическая работа производилась в Польше, трамвай по документам считается российским, изготавливался в 2014 году.

Низкопольный трамвай Fokstrot FORWARD произведен в АО ПЕСА Быдгощ для города Москвы. Это современный трехсекционный трамвай нового поколения, построенный с использованием новейших технологических решений. Он предназначен для городского транспорта с шириной колеи 1524 мм. FORWARD отличается современным дизайном кузова и интерьера, оснащением, которое значительно повышает комфорт езды пассажиров и комфорт работы водителя. Полностью низкий пол в данном транспортном средстве значительно облегчает вход и выход пассажиров, их перемещение внутри. Выдвижная аппарель и широкие входы позволяют пользоваться трамваем лицам на инвалидных колясках.



Фото 12. Трамвай 71-414 (Pesa Fokstrot)

Система кондиционирования и отопления в пассажирском салоне и кабине водителя, бортовая система мониторинга, аудиовизуальная система пассажирской информации, возможность пользования беспроводным интернетом, освещение LED, эргономичные сидения, возможность самостоятельного открытия дверей пассажирами и большие тонированные окна гарантируют комфорт и безопасность транспортного средства.

Трамвай FORWARD отличается использованием композитных материалов, новым типом поворотных тележек, асинхронным приводом. При питании от аккумуляторов существует возможность перемещения транспортного средства в ситуации отсутствия питания в контактной сети или на участках без сети. Существует возможность применения разработанной АО ПЕСА Быдгощ системы диагностики онлайн, что позволяет осуществлять мониторинг состояния парка трамваев и немедленную реакцию в случае каких-либо аварий.

71-931М «Витязь-М» (ПК ТС)

Наше новое предприятие ПК ТС поставило 350 своих трёхсекционных вагонов «Витязь-М» полностью российской разработки для Москвы, в периоде с 2017 по 2019 год. В 2020 поставки продолжаются, в среднем по 6 штук / месяц.



Фото 13. Трамвай 71-931М («Витязь М»)

Трамвай 71-931М «Витязь М»

71-931 «Витязь» – сочленённый трёхсекционный шестиосный трамвайный вагон с полностью низким уровнем пола, созданный ООО «ПК Транспортные системы» на мощностях Тверского вагоностроительного завода и Невского завода электрического транспорта (Санкт-Петербург). Выпускается в двух вариантах – базовой модели и модификации 71-931М («Витязь-М», «Витязь–Ленинград», отличающейся изменённой передней и задней маской. Эксплуатируются в Санкт-Петербурге, Краснодаре и в Москве (депо имени Баумана, Октябрьское депо и депо имени Русакова), ранее один трамвай также эксплуатировался в Волгограде.



Фото 14. Трамвай 71-931 «Витязь»

История создания

Работы над трамваем с низким полом по всей длине начались на УКВЗ ещё в начале 2000-х годов в рамках проекта вагона 71-625, но были остановлены и возобновились лишь в 2013 году. К октябрю были готовы низкопольные поворотные тележки, но в начале 2014 года УКВЗ разорвал отношения со своим Торговым домом, которому и принадлежали права на тележку. Один из учредителей ТД УКВЗ, вышедших из состава фирмы, организовал компанию ПК «Транспортные системы», пригласил главного конструктора УКВЗ и выкупил конструкторскую документацию на тележку у ТД УКВЗ, создав на мощностях Тверского вагоностроительного завода производство трамваев 71-911 и 71-931. Совокупный объём инвестиций в научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки по созданию двух опытных образцов составил 10 млн евро.

Поставки и производство

Производство трамваев 71-931 «Витязь» всех модификаций осуществляется на трех производственных площадках, принадлежащих или арендуемых «ПК Транспортные системы»: Тверской механический завод электротранспорта (производство тележек), Тверской вагоностроительный завод (сборка кузовов), Невский завод электрического транспорта. Первый опытный трамвай данной модели был собран осенью 2014 года и в конце октября представлен на выставке в Москве, после чего отправлен на испытания на линии города. В начале февраля 2015 года после успешного завершения испытаний модель получила акт о допуске в серийное производство.

В апреле 2015 года «ПК Транспортные системы» выиграло аукцион на поставку 10 вагонов 71-931 в Санкт-Петербург в течение 2015–2017 годов.

В апреле 2016 года трамвайно-троллейбусное управление Краснодара планировало совместно с компанией «Транспортные системы» реализовать проект по крупноузловой сборке новых трёхсекционных трамваев для обновления подвижного состава в городе и в течение двух лет выйти на проектную мощность в 24 трёхсекционных трамвая в год. Предполагалось, что основной моделью в производстве и дальнейшей эксплуатации станет трёхсекционный трамвай «Витязь» 71-931. Однако из-за финансовых затруднений данный проект был приостановлен и отложен на неопределённый срок.



Фото 15. Трамваи 71-931М с двумя вариантами окраски

В июне 2016 года компания ПК «Транспортные системы» на арендованной у Тверского вагоностроительного завода площадке выпустила первый трамвай усовершенствованной модификации 71-931М «Витязь-М», отличающийся от предшественника новой формой лобовой и хвостовой части и некоторыми отличиями в планировке мест в салоне. Трамвай отправился на выставку «Иннопром» в Екатеринбург где был впервые продемонстрирован публике, после чего отправился на испытания в Волгоград. В сентябре «ПК Транспортные системы» в консорциуме с «Метровагонмашем» выиграло тендер на поставку 300 вагонов 71-931М в Москву в течение 2017–2019 годов. Стоимость контракта составила 56 млрд руб.

5 сентября 2017 года заместитель мэра Москвы по вопросам транспорта Максим Ликсутов сообщил: «Мосгортранс получил более 80 трамваев нового поколения «Витязь-М». В настоящее время они находятся на территории трамвайного депо имени Н. Э. Баумана и обслуживают шесть маршрутов, проходящих на северо-востоке и востоке столицы».

В сентябре 2020 на НЗЭТ была презентована модификация «Витязь-Ленинград» в алюминиевом кузове.

Испытания и сертификация

В ноябре 2014 года первый трамвайный вагон поступил на испытания в Московское депо имени Баумана, где получил бортовой номер 0203. В марте 2015 года трамвай получил сертификат соответствия, став первым российским трамвайным вагоном, прошедшим добровольную сертификацию на автомобильном транспорте (ДС АТ).

В июле 2016 года трамвай 71-931М поступил на обкатку в Волгоград на линию скоростного трамвая. В марте 2017 трамвай был передан в Москву.

Общие сведения

Трамваи модели 71-931 «Витязь» и модификации являются представителями новой линейки низкопольных трамваев, разработанных «ПК Транспортные системы» и предназначенных для городских пассажирских перевозок на линиях колен 1524 мм, электрифицированных верхним контактным проводом номинального напряжения 550 В постоянного тока.

Низкопольное исполнение трамваев упрощает процесс посадки и высадки пассажиров, что в особенности важно для лиц с ограниченной подвижностью и лиц с колясками и багажом. В рамках модели «Витязь» создано две модификации – базовая модель 71-931 и более современная модель

71-931М, отличающаяся от базовой изменённой конструкцией лобовой и хвостовой маски и большей длиной, а также увеличенным числом мест в салоне.

Трамваи состоят из трёх сочленённых секций и в стандартном исполнении имеют одну кабину управления и двери только по правому борту, ввиду чего могут эксплуатироваться только на маршрутах с правосторонним движением и разворотными кольцами либо треугольниками на конечных остановках. Для маршрутов с челночным движением без разворота может быть выпущен двухкабинный вариант трамвая с двухсторонним расположением дверей, в этом случае вместо хвостовой секции устанавливается головная с кабиной управления. На базе трёхсекционной модели 71-931М планируется создание конструктивно унифицированного пятисекционного трамвая, у которого головная и хвостовая либо две головных секции аналогичны 71-931М, а вместо одной средней бездверной секции с узлами сочленения в состав включено две, между которыми подвешена бестележечная подвесная секция.

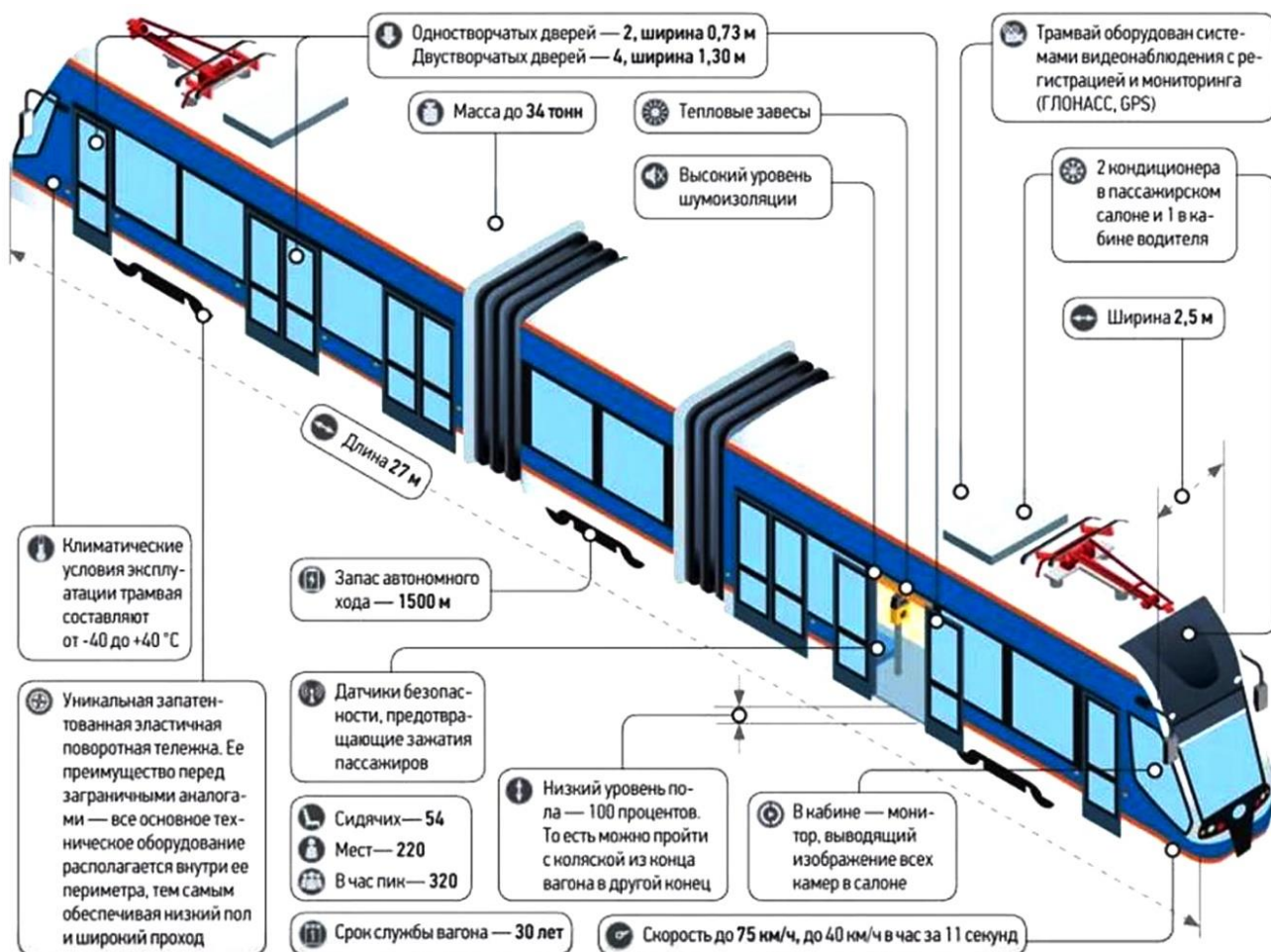


Рис 3. Особенности трамвая «Витязь»

Технические характеристики и параметры вагона 71-931М

Таблица 1

1	Длина вагона, (по кузову), мм, не более	27500
2	Ширина вагона, (по кузову), мм, не более	2500+25
3	Высота вагона, мм, не более	
3.1	- со сложенным токоприемником	3500
3.2	- по верхней точке оборудования на крыше	3250±30
4	Количество секций	3
5	Количество узлов сочленения	2
6	Высота пола от УГР для порожнего вагона, мм, не более	370
7	База вагона между поворотной и неповоротной тележками, мм	8994
8	Базы поворотной и неповоротной тележки, мм	1800
9	База вагона между тележкой и сочленением, мм	6614
10	База между узлами сочленения, мм	4760
11	Ширина колеи, мм	1524
12	Расстояние от УГР до нижней точки оборудования (кроме рельсовых тормозов) при максимальной нагрузке при новых бандажах, мм, не менее	120
13	Диаметр нового колеса, мм:	620
14	Минимальный диаметр колеса по кругу катания, мм, не менее	570
15	Количество мест для сидения, шт., не менее	60
16	Вместимость номинальная (0,2 м ² /чел.), чел., не менее	185
17	Вместимость максимальная (0,125 м ² /чел.), чел, не менее	260
18	Двери раздвижные одностворчатые 730 мм, число, шт.	2
19	Двери раздвижные двустворчатые 1300 мм, число, шт.	4
20	Масса вагона (тары), т, не более	37
21	Масса тележки, т, не более	4,0
22	Ном. напряжение на токоприемнике по ГОСТ 6962-75, В	550
23	Колебания напряжения по ГОСТ 6962-75, В	400...720
24	Ном. напряжение в цепи управления по ГОСТ 9219-88, В	24
25	Колебания напряжения по ГОСТ 9219-88, В	16,8...30
26	Мощность тяговой системы двигателей, шт×кВт.	6×72
27	Передаточное число	6,921
28	Расчётная скорость сообщения вагона (с номинальной нагрузкой на участке с эквивалентным подъёмом 0,3% при расстоянии между пунктами остановок 350 м, длительности стоянки 10 с, км/ч, не менее	25
29	Удельный расход электроэнергии на тягу при расчётной скорости сообщения, Вт×ч/(т×км), не более	65
30	Скорость конструкционная, км/ч	75
31	Скорость установившаяся, при движении с номинальной нагрузкой при номинальном напряжении контактной сети на горизонтальном прямолинейном участке пути с уклоном не более ±0,3%, км/ч, не менее	62
32	Преодолеваемый уклон протяженностью 1000м, не менее	0,09
33	Время разгона вагона при номинальных нагрузке и напряжении в контактной сети при движении на прямолинейном горизонтальном участке пути с уклонами не более ±0,3% по сухим и чистым рельсам до скорости 40 км/ч, с, не более	13
34	Длина тормозного пути при служебном торможении вагона с номинальной нагрузкой при торможении со скорости 40 км/ч, м, не более:	60
35	Длина тормозного пути при экстренном торможении вагона с номинальной нагрузкой при торможении со скорости 40 км/ч, м, не более:	30
36	Скорость изменения ускорения при пуске и замедлении при служебном торможении, м/с, не более	1,5
37	Емкость и количество аккумуляторных батарей, шт×Ач	8×160
38	Назначенный ресурс по предельному состоянию колесной пары с редуктором до текущего ремонта, тыс. км, не менее:	150
39	Назначенный ресурс по предельному состоянию колесной пары с редуктором до капитального ремонта, тыс. км, не менее:	300
40	Установленная безотказная наработка для гарантийного периода эксплуатации вагона, тыс. км, не менее	1,5
41	Назначенный срок службы вагона по предельному состоянию кузова и рамы тележки, лет	30



Достоинства трамвая «Витязь-М»:

- низкое расположение пола;
- широкие двери;
- тихий плавный ход;
- большая емкость аккумуляторов;
- современный токоприемник трамвая «ТрА 01-СЭТ 90»;
- мягкое сочленение секций;
- большие панорамные окна;
- 60 сидячих мест.

Жизненный цикл новых трамваев составляет 30 лет. Сервисное обслуживание и ремонт вагонов, согласно контракту, производитель осуществляет на протяжении всего этого срока. Так компания-перевозчик может сосредоточиться на обеспечении качественных перевозок горожан, а подвижной состав максимально эффективно используется на маршрутах.

2. Механическое оборудование

Устройство вагона показано на рисунке:



Рис 4. 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.

2.1. 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



Фото 16. Кузов вагона



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.



Фото 17. Кузов вагона

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

Рама кузова цельносварной конструкции, собрана из стальных прямых и гнутых профилей различного поперечного сечения. В рамы входит три надтележечные зоны в которые вклеены 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 160x80x5, 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 160x80x5 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.

2.2. 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.

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).



Фото 18. Сочленение вагона

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.

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

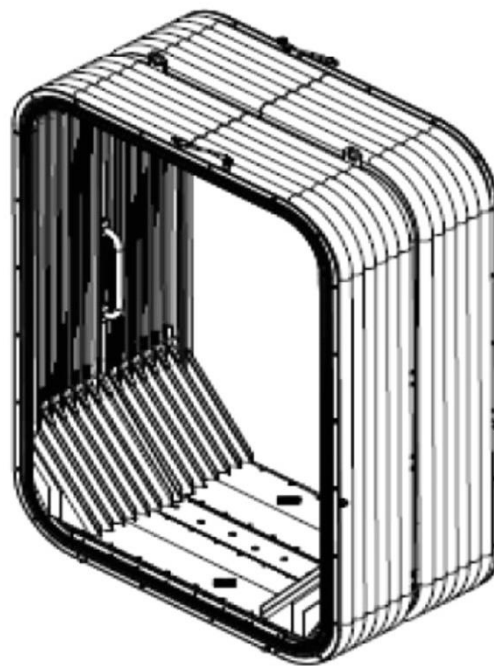


Рис 5. Внешний вид межвагонного перехода



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

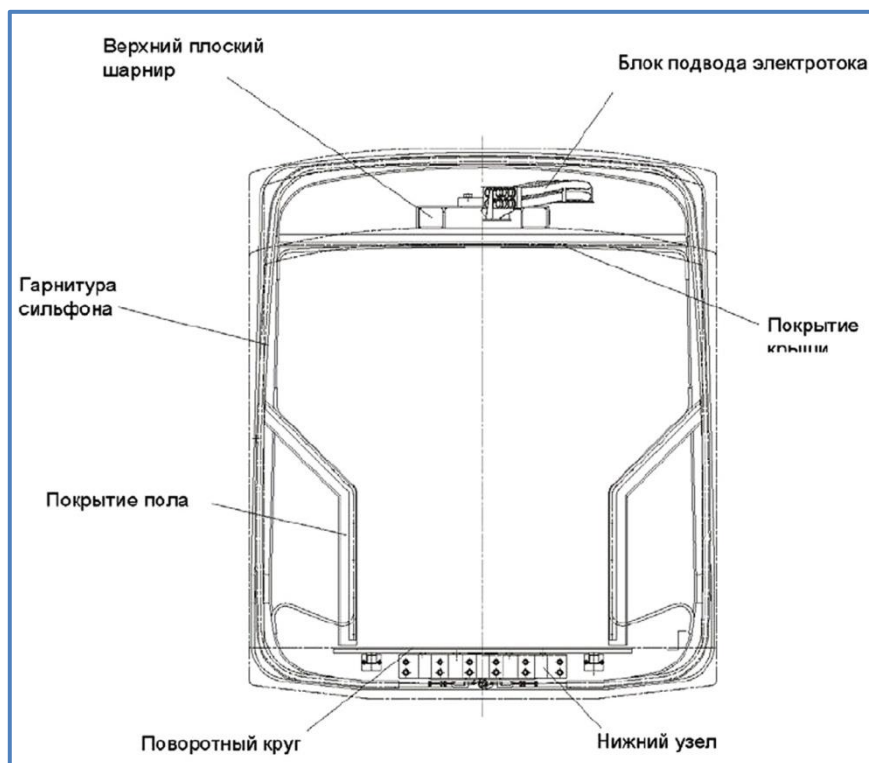


Рис. 6. Сочленение секций с плоским шарниром

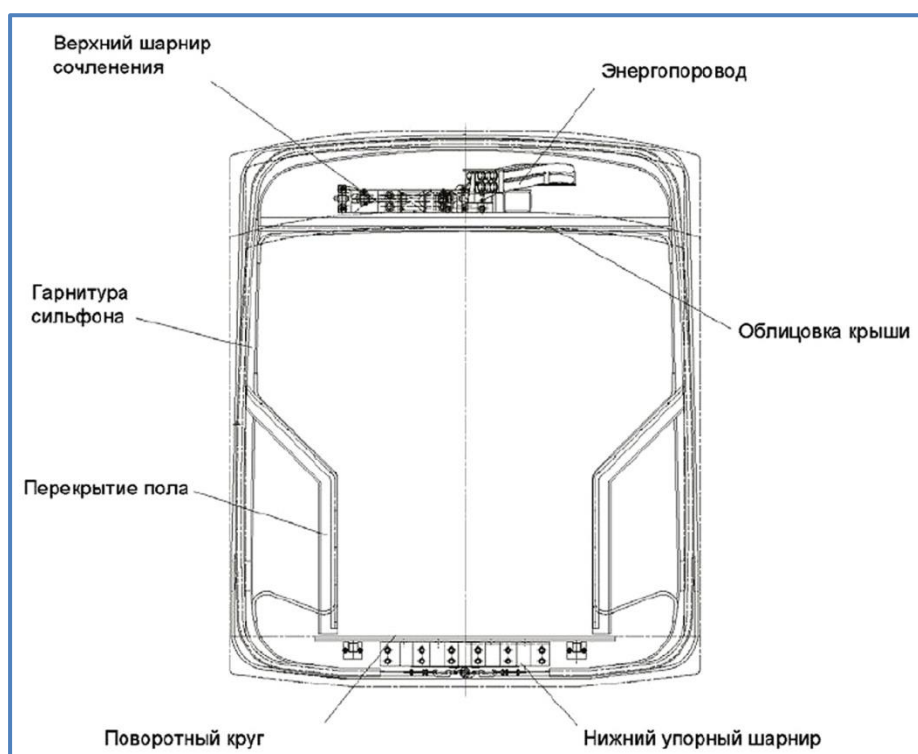


Рис. 7. Сочленение секций, обеспечивающее складывание вокруг поперечной оси

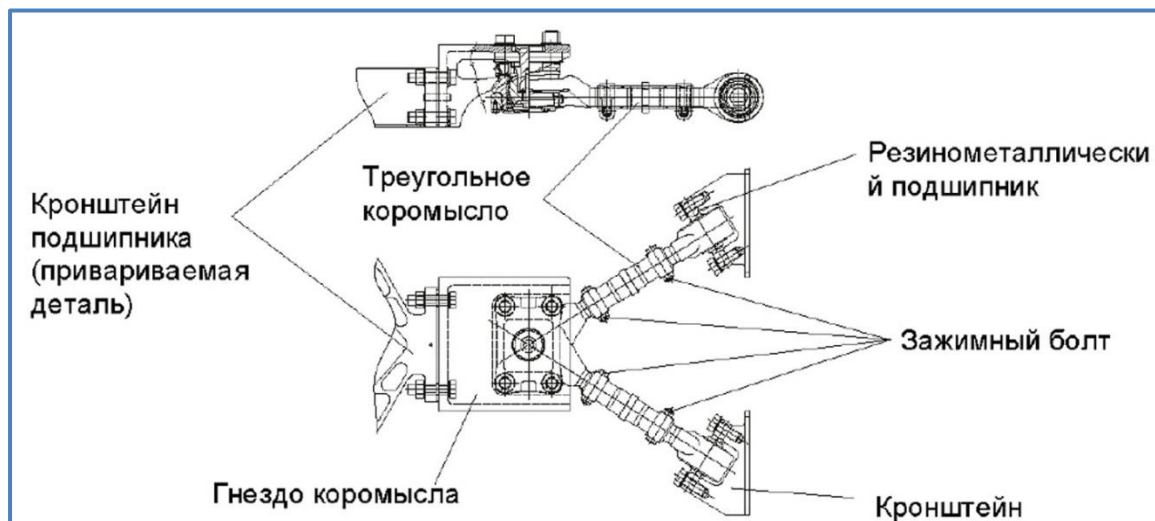


Рис. 8. Верхний плоский шарнир

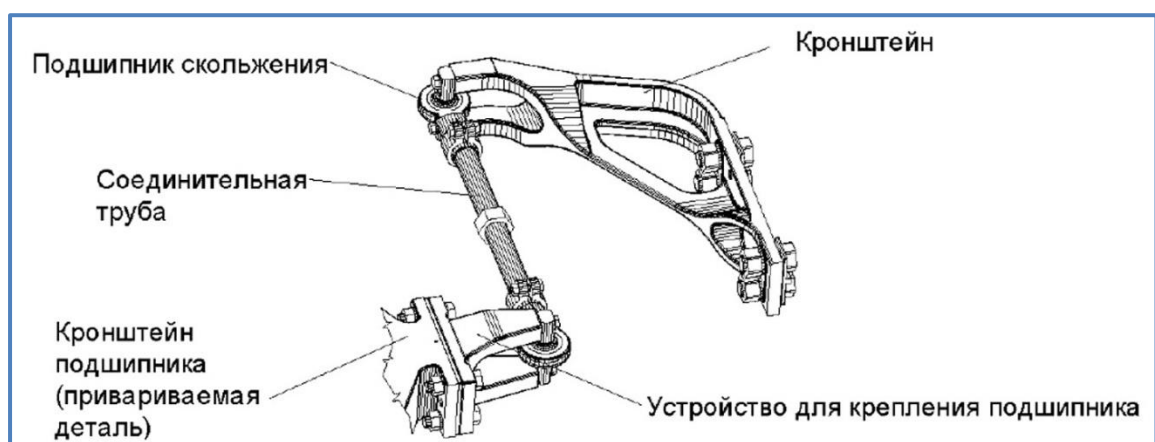


Рис. 9. Верхний шарнир сочленения

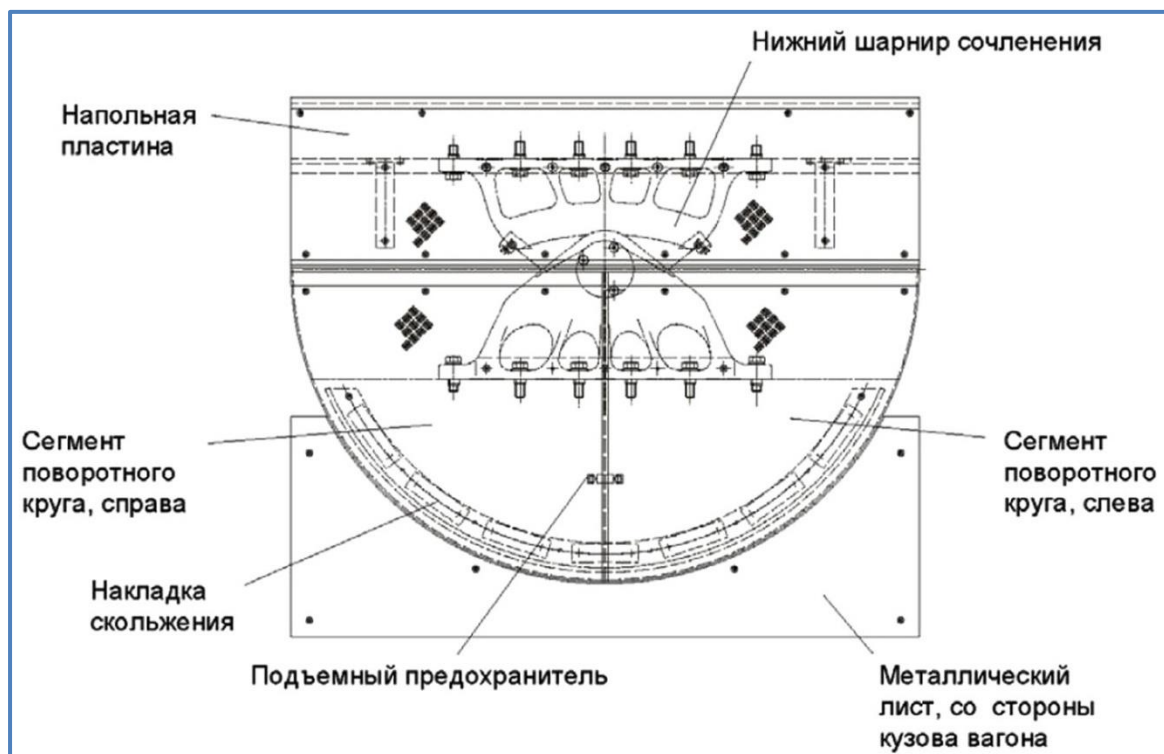


Рис. 10. Нижний упорный шарнир

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 – литьевая 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.

2.3. 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.



Фото 19. Вагон с белыми стенами салона

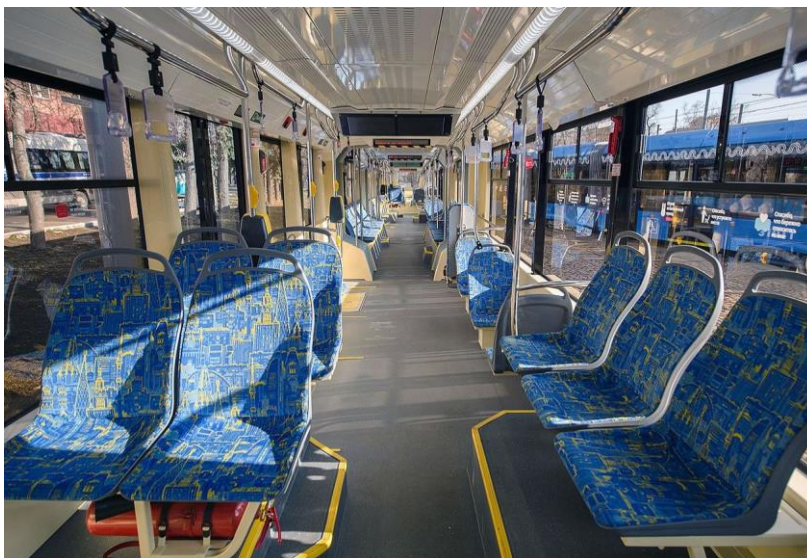


Фото 20. Вагон с бежевыми стенами салона

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.

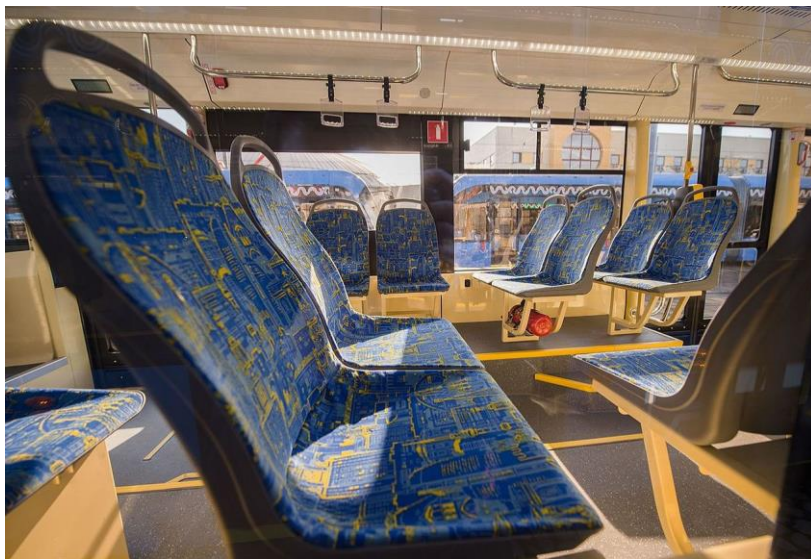


Фото 21. Размещение пассажирских сидений в салоне

Для стоящих пассажиров салон оборудован горизонтальными и вертикальными поручнями.



Фото 22. Поручни

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

Сидения, 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, прикрепленные 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.



Фото 23. 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%.



Фото 24. 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.

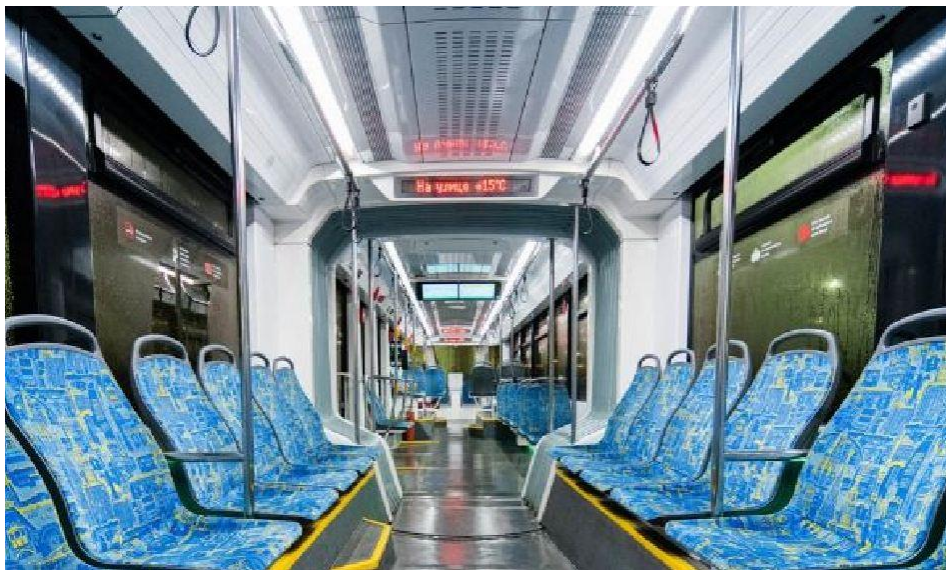


Фото 25. Осветительная линия в салоне

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

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.



Фото 26. 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. А желтая кнопка предназначена для экстренного открытия дверей в случае зажатия пассажира между дверными створками.



Фото 27. Кнопки открытия дверей

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).



Фото 28. Пандус

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



Фото 29. Песочница

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



Фото 30. Огнетушитель в салоне

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.



Фото 31. USB-разъемы

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



Фото 32. Табличка на кузове вагона перехода

2.4. Кабина водителя

В кабине расположены пульт 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.



Фото 33. Кабина водителя вагона «Витязь» (31001-31245)



Фото 34. Кабина водителя вагона «Витязь» (31246-31390)



Московский
транспорт

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

2.5. Прислонно-сдвижные двери вагона

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



Рис. 11. Входные двери вагона

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



Фото 35. 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.



Фото 36. 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 "Открывание 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.



Фото 37. 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 15-30 В постоянного тока.

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



Фото 38. 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



Фото 39. Дверной электропривод

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.

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)

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».

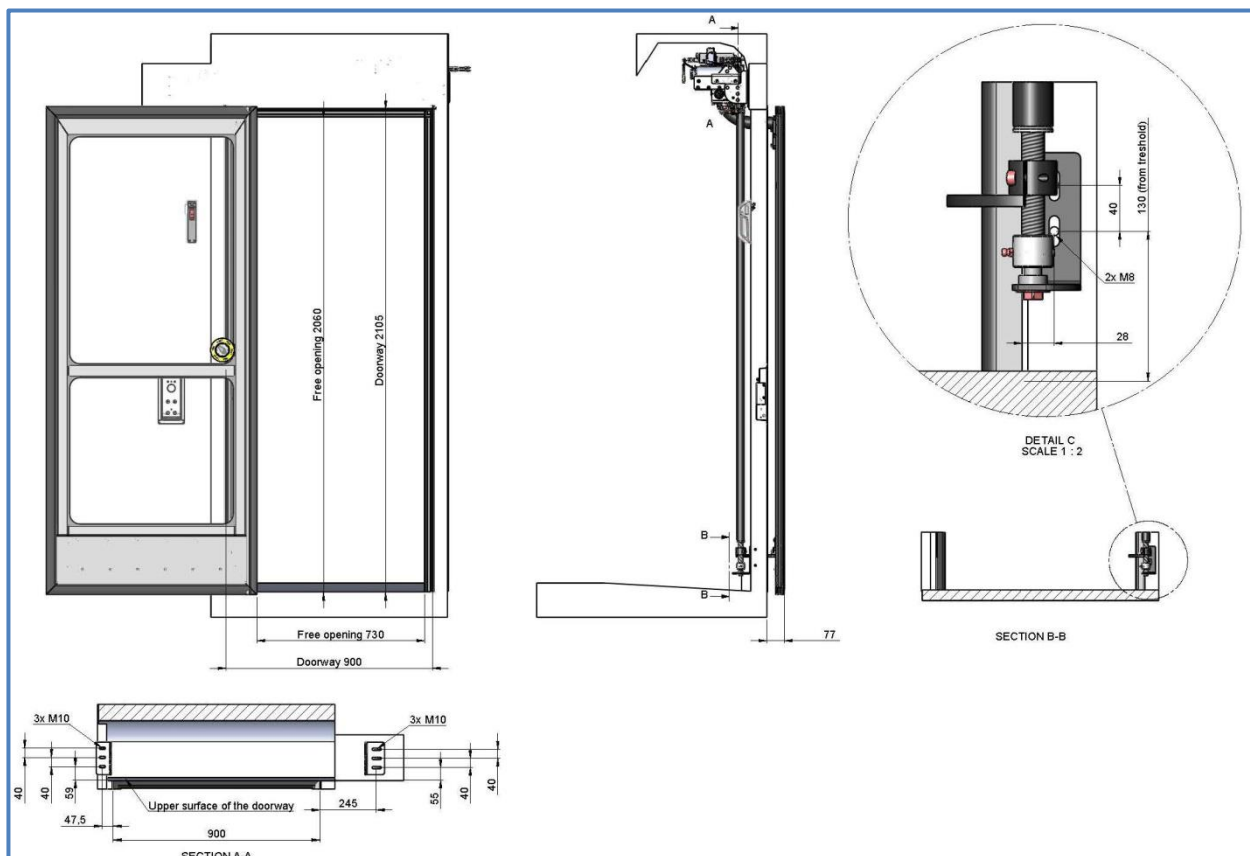


Рис. 12. Одностворчатая дверь Tamware Finslide

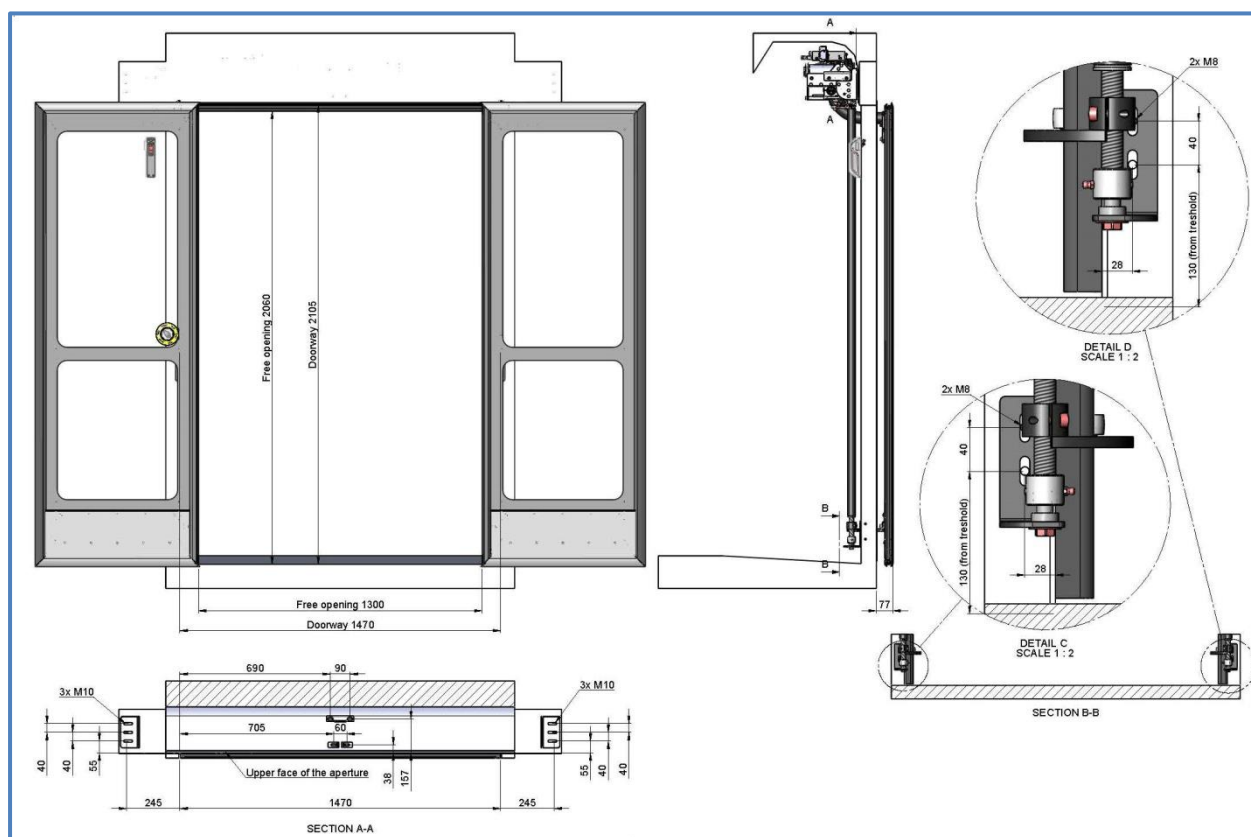


Рис. 13 Двустворчатая дверь Tamware Finslide

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 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.

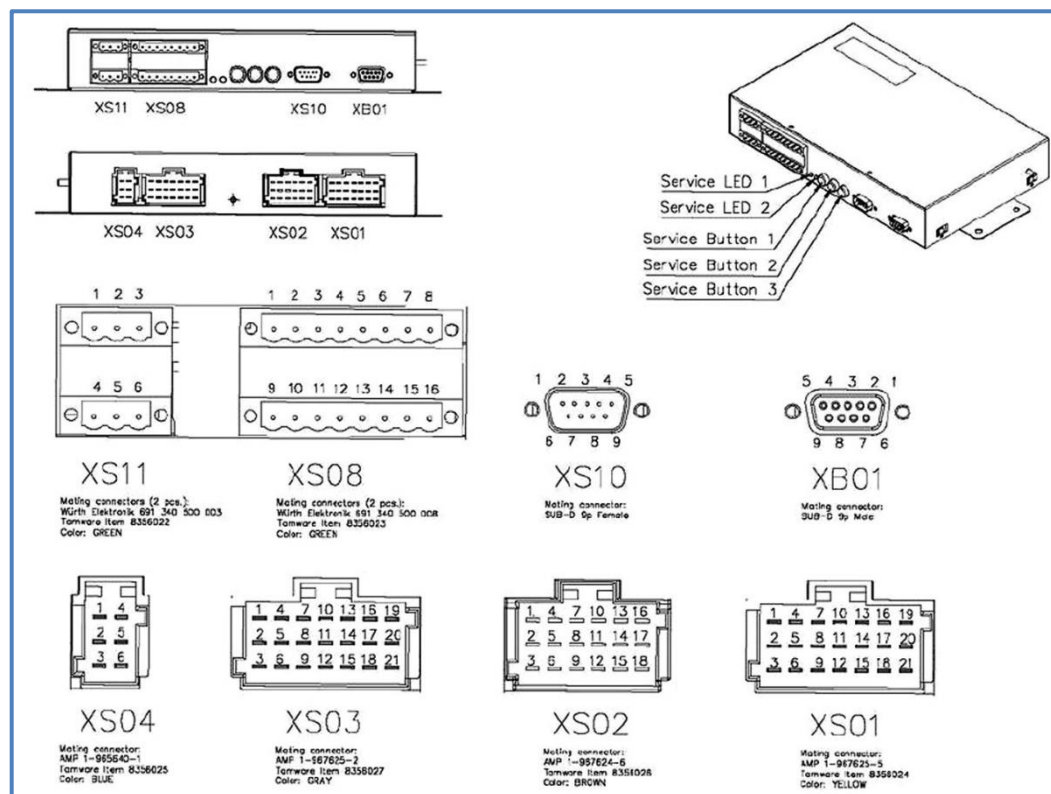


Рис. 14. Блок управления TW-465



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).

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.

2.6. 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.



Фото 40. Тележка вагона

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 подрессориванием 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 15.

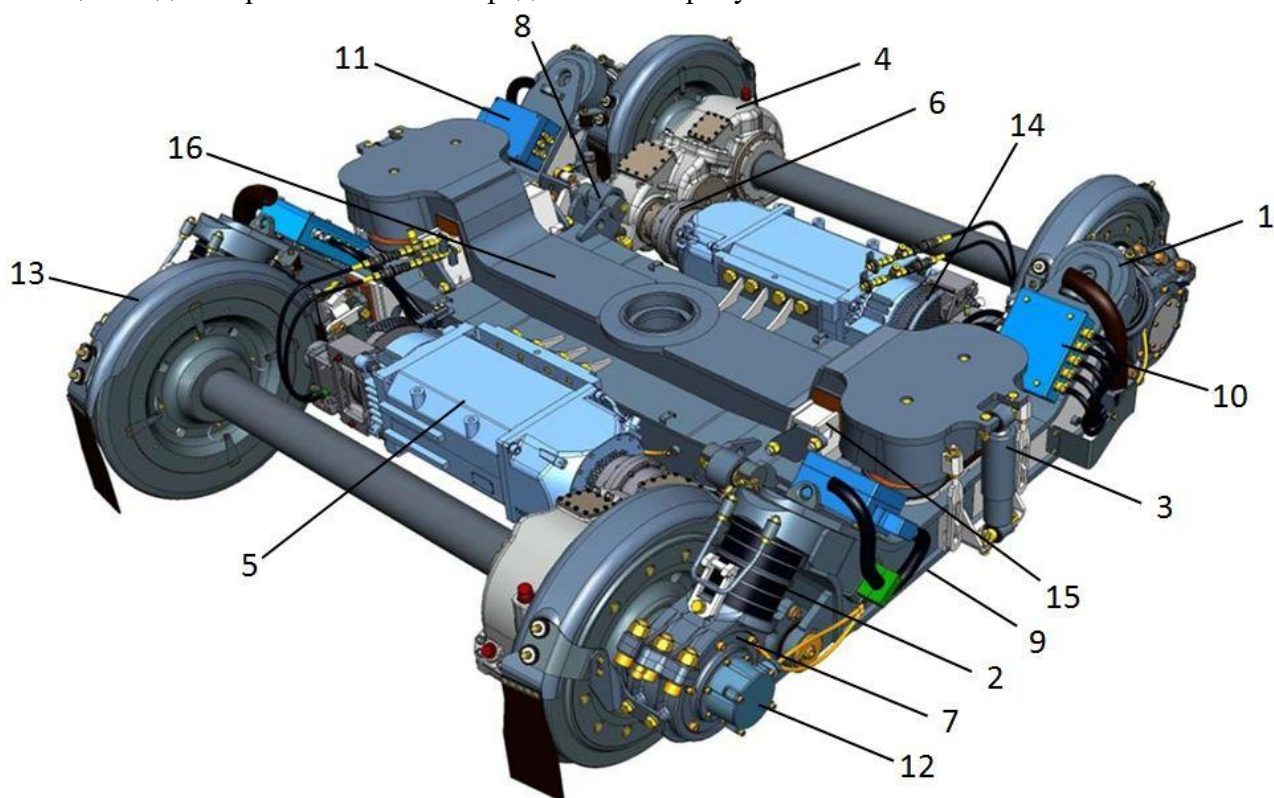


Рис. 15. Тележка трамвайная поворотная:

1-рама тележки; 2-первичное подрессоривание; 3-вторичное подрессоривание и гидрогаситель; 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 Wikon (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).

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.

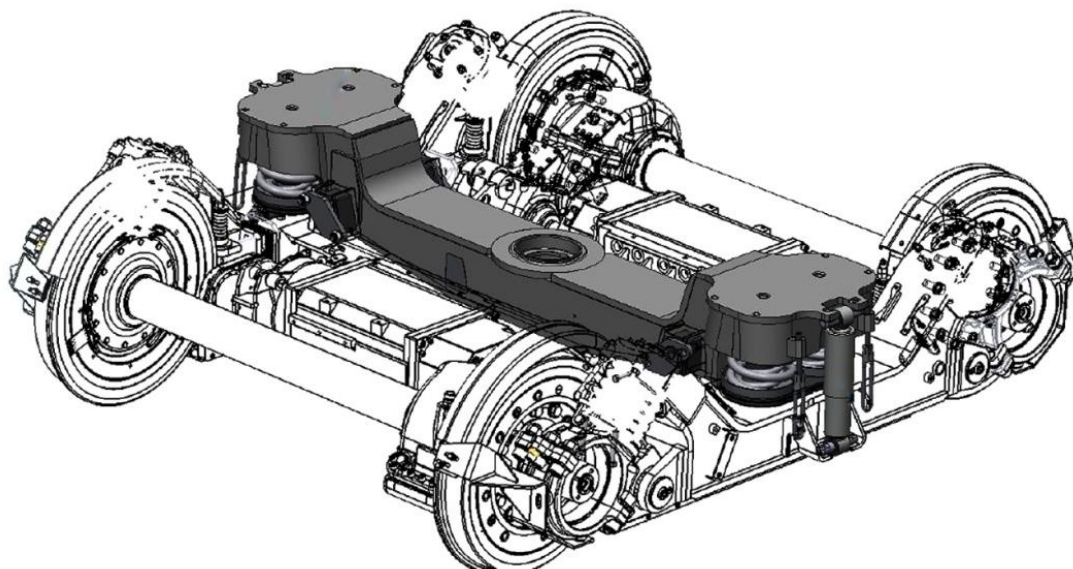


Рис. 16. Поворотная балка на тележке поворотной

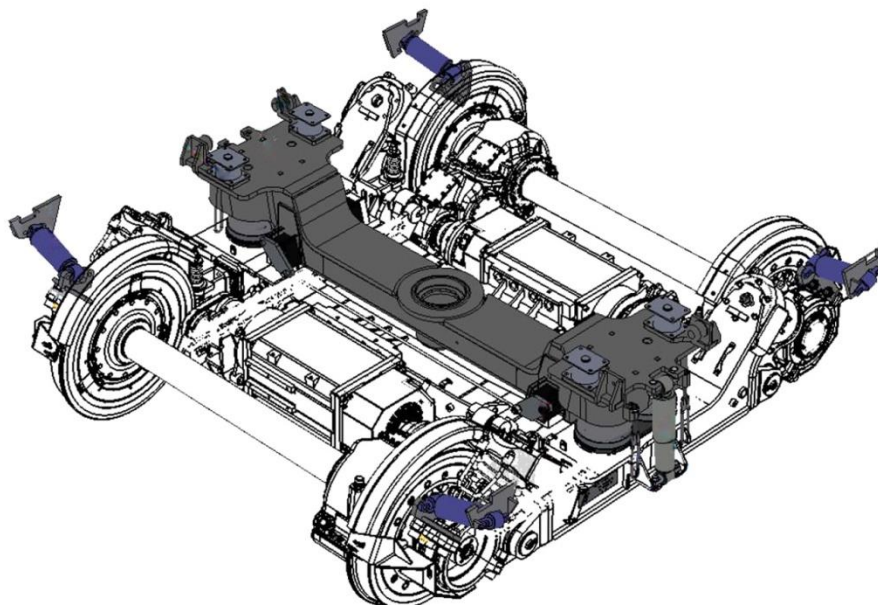


Рис. 17. Неповоротная балка на тележке неповоротной

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

2.7. Колесная пара

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



Фото 41. Колесные пары вагона

Колесная пара состоит из: оси, двух подрессоренных разборных колес, двух букс и редуктора (Рис. 18). Со стороны редуктора на буксе 1-го колеса устанавливают токоотвод УТ-3.

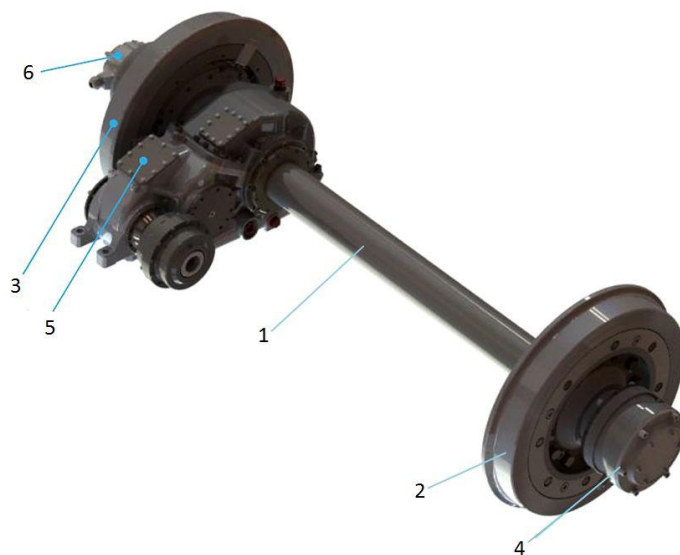
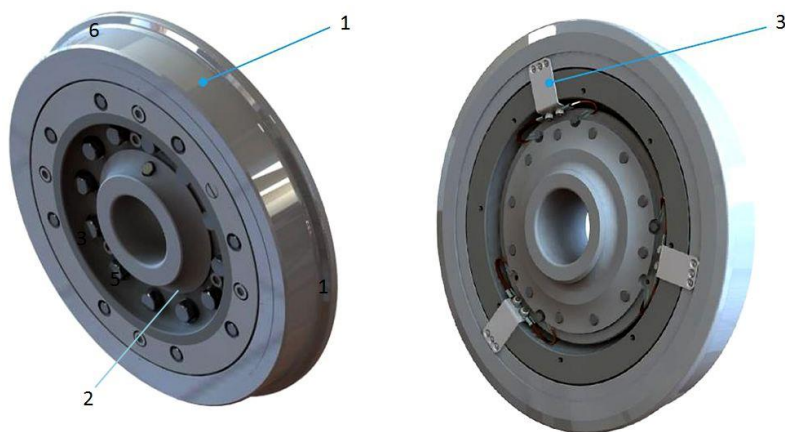


Рис. 18. Устройство колесной пары вагона:

- 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. 19. 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.

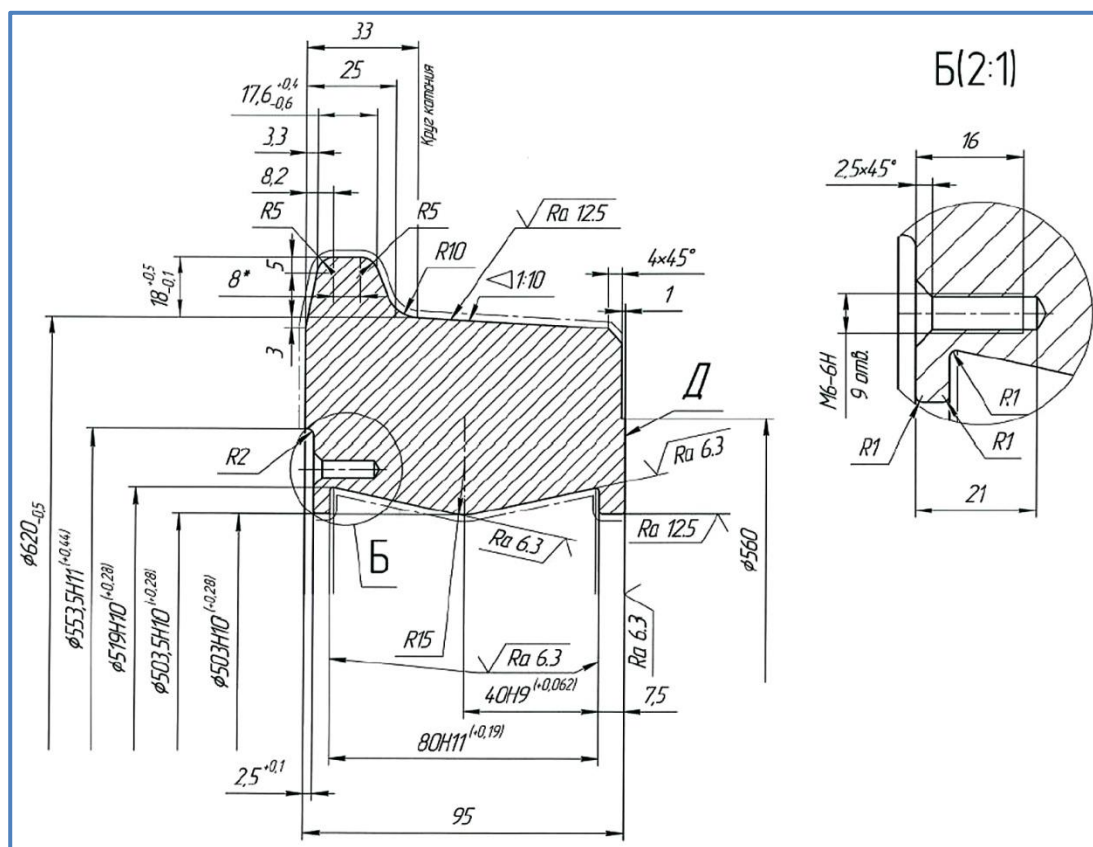


Рис. 20. Профиль катания бандажа колеса

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.

2.8. 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.

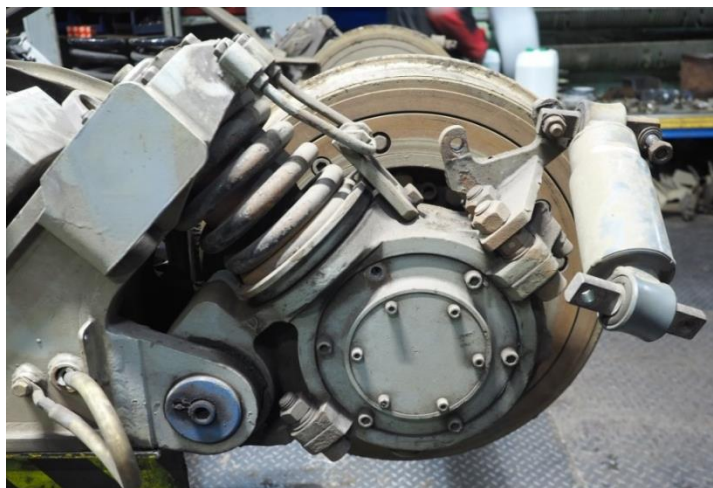


Фото 42. Буксовый узел без токоотвода

Устройство буксового узла представлено на рисунке 21.

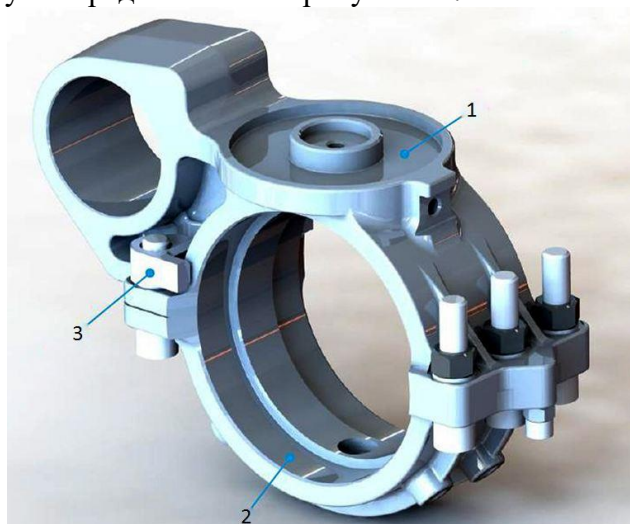


Рис. 21. Корпус буксы:

1 – верхняя часть корпуса; 2 – нижняя часть корпуса; 3 – гайка М24

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

2.9. Редукторов Wikov типа AWHD 391R-UK75 (Чешская Республика)

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

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.



Фото 43. Редуктор Wikov

Основные компоненты редуктора

Корпус

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

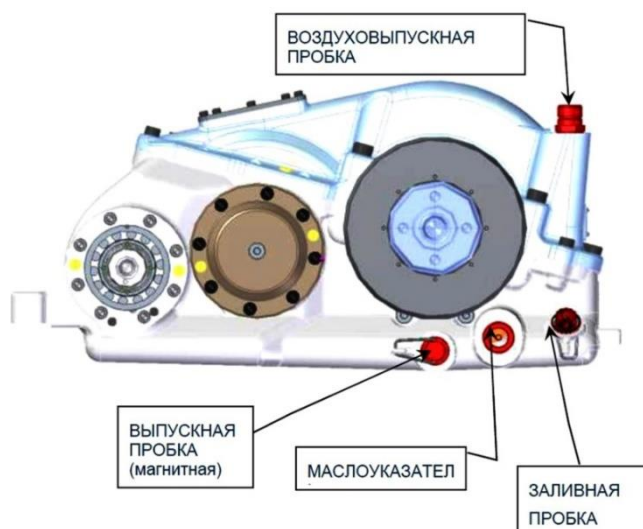


Рис. 22. Корпус редуктора

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.

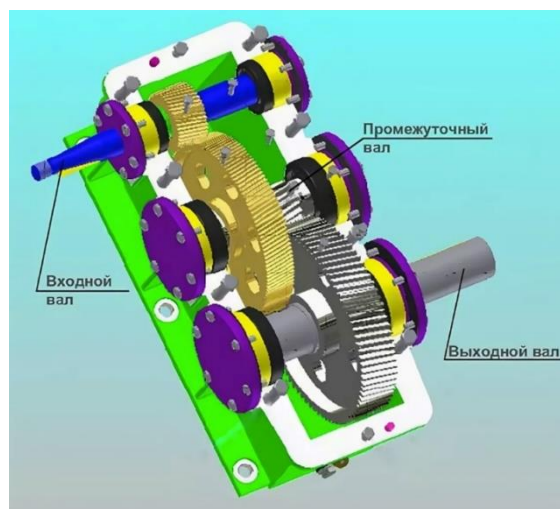


Рис. 23. Двухступенчатая зубчатая передача

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.

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 – $98,1 \text{ кН} \pm 2 \%$.

Высота в свету редуктора от уровня головки рельса мин – $110\text{-}130 \text{ мм}$ (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 $M_{макс}$ – $500 \text{ Н}\cdot\text{м}$ (при $n = 568 \text{ об/мин}$).

Максимальный тормозной момент двигателя $M_{тмакс}$ – $500 \text{ Н}\cdot\text{м}$.

Макс. входная скорость вращения двигателя $n_{макс}$ – 4753 об/мин .

Температура воздуха вне транспортного средства от -40 до $+45 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

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 $2,5 \text{ дм}^3$

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 Synthetic Gear 75W-90 (масло на основе ПАО, API GL 5, тест FZG A/8.3/90 ≥ 14).

Неисправности редуктора:

1. Утечка масла, негерметичность лабиринтного уплотнения, негерметичность по плоскости разъема корпуса, неплотность крышек подшипников.
2. Утечка масла, негерметичность магнитной выпускной пробки.
3. Необычный шум редуктора (уровень шума, исходящего из редуктора, превышает 105 дБ при скорости вращения до 2000 об/мин на входном валу редуктора).
4. Повышенная температура в месте подшипников (на 80°C больше температуры окружающей среды).
5. Повышенный шум в области крепления редуктора.

2.10. Зубчатая муфта ZK 50-1 (Германия)

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

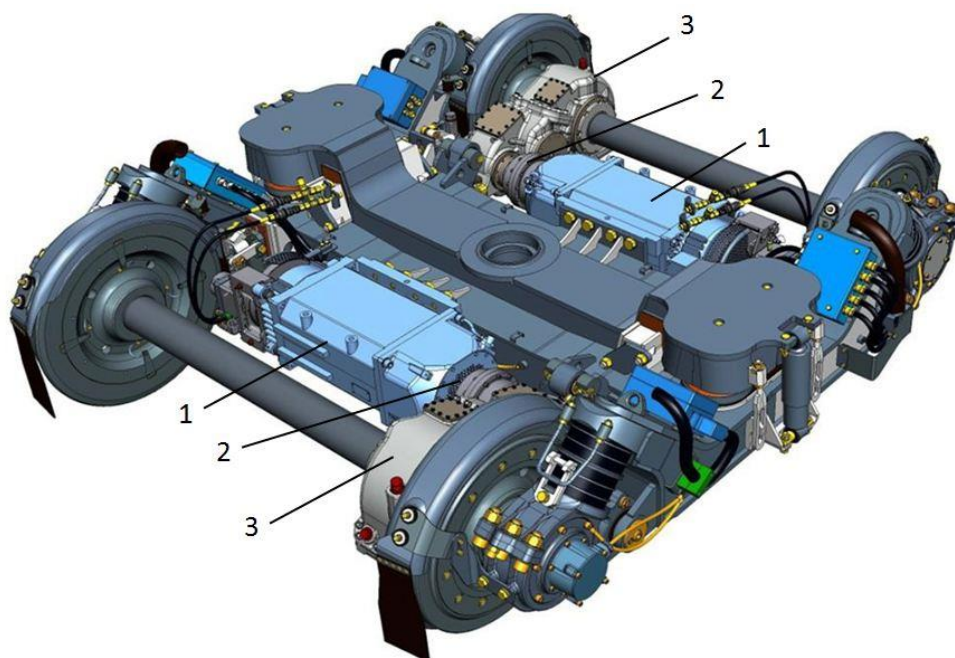


Рис. 24. Тяговый привод:
1 – тяговый электродвигатель;
2 – зубчатая муфта;
3 – редуктор

Зубчатая муфта состоит из двух полумуфт и соответствующих винтовых соединений.

Зубчатая муфта является невключаемой, 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.

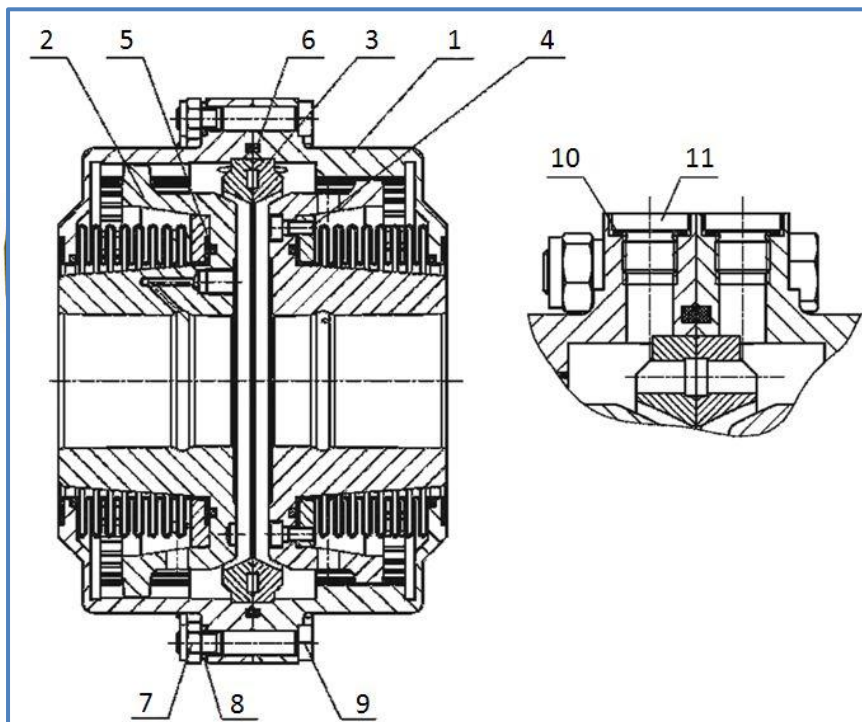


Рис. 25. Устройство зубчатой муфты:

- 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:

1. Износ зубьев ступицы.
2. Ослабление и трещины призонных болтов.
3. Ослабление посадки ступицы.
4. Выброс смазки.

2.11. 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.

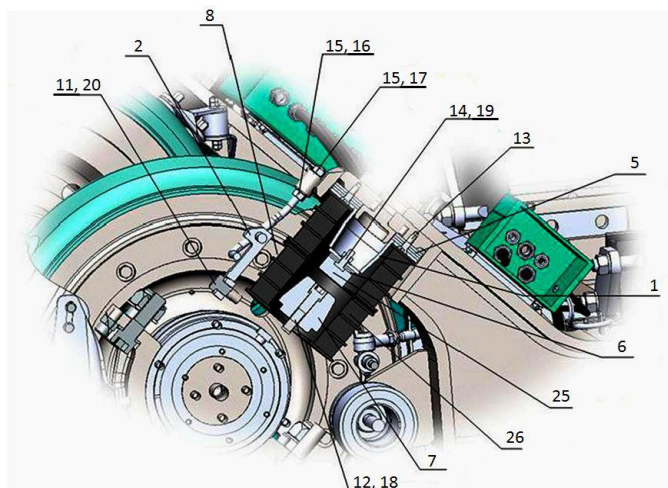


Рис. 26. Устройство первичного подрессоривания:



Фото 44. Первичное подрессоривание

- 1 – направляющая цапфа; 2 – крюк; 5 – шайба 1;
- 6 – шайба 2; 7 – упор; 8 – подвеска;
- 9 – пружина; 10 – упор; 11 – болт М16х35.88.40Х018; 12 – болт М16х70.88.40Х.018;
- 13 – винт М10х30.88.40Х.018; 14 – гайка М10.8.40Х.018; 15 – гайка М12.8.40Х.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.

2.12. Вторичное подрессоривание

Вторичное подрессоривание предназначено для подрессоривания рамы кузова вагона относительно рамы тележки.

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



Фото 45. Вторичное подрессоривание

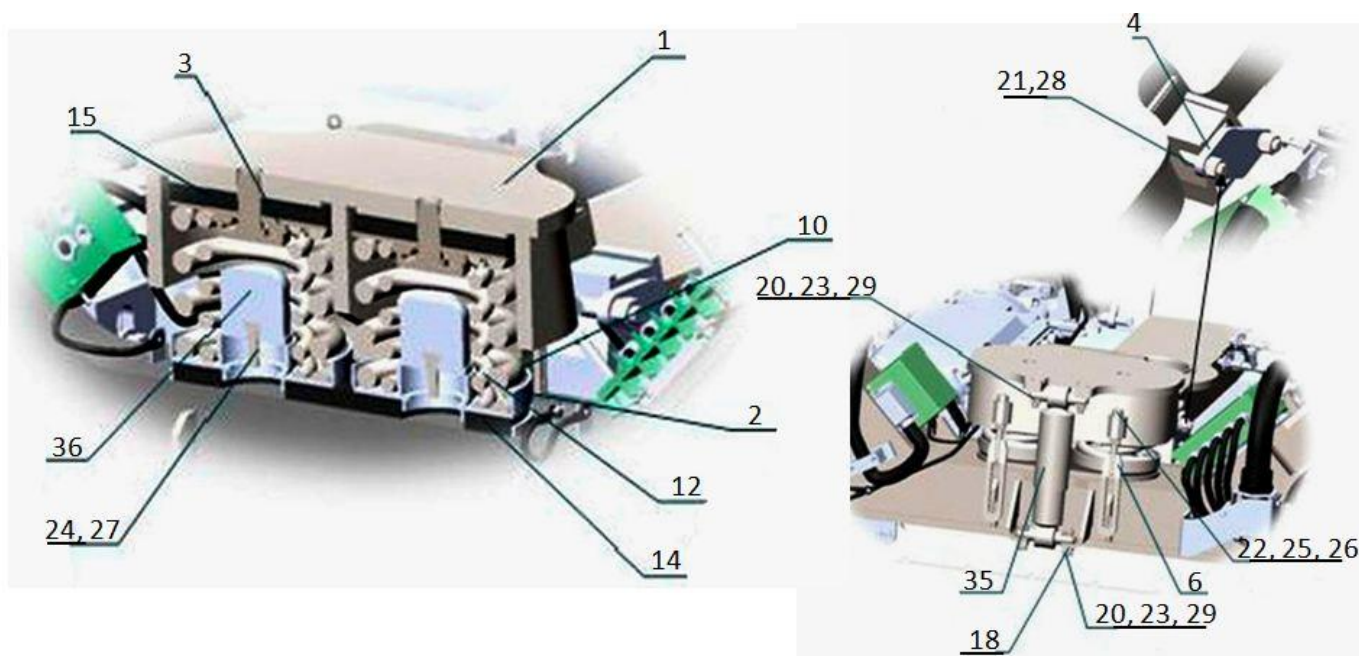


Рис. 27. Устройство вторичного подрессоривания:

- 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 верхняя; 15 – поперечный упор;
16 – подкладка; 17 – шайба; 18 – болт M14x60.88.40X.018; 19 – гайка M20.8.40X.018;
20 – гайка M16.8.40X.018; 21 – гайка M14.8.40X.018; 22 – гайка M12.8.40X.018;
23 – шайба 16.01.08кл.018; 24 – шайба 16.03.018; 25 – шайба 12 65Г.016;
26 – шайба NL20sp; 27 – шайба NL14; 28 – амортизатор ZF; 29 – резиновый упор.

2.13. 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.

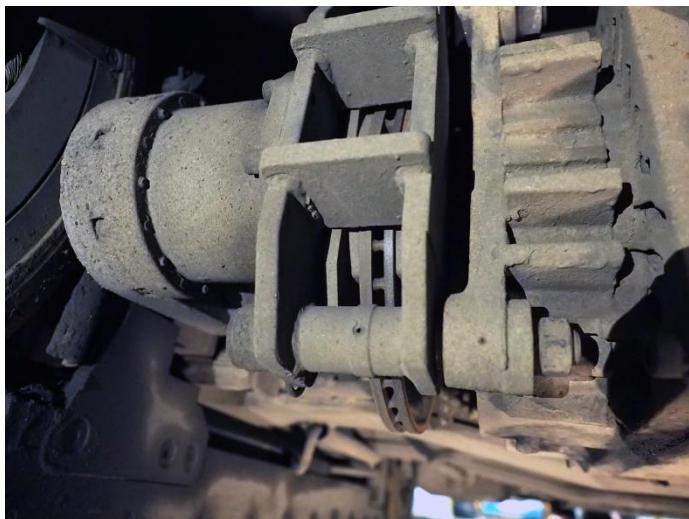


Фото 46. Электромеханическая тормозная система

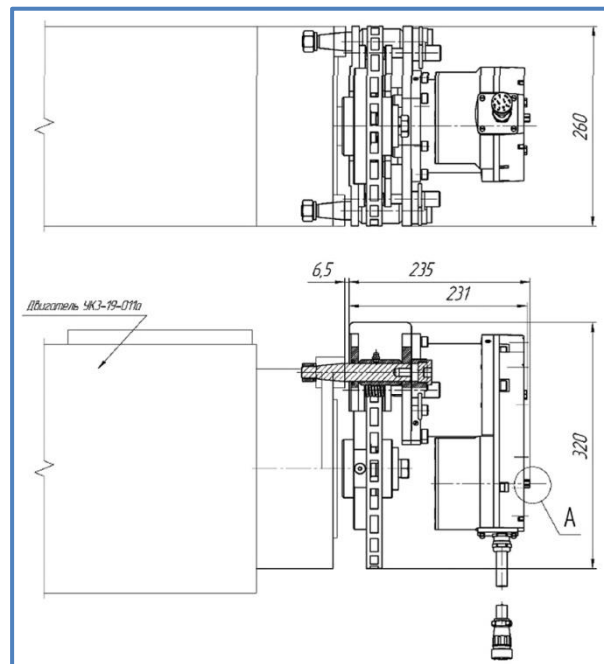


Рис. 28. Основные габаритные размеры ЭМТС

Основные узлы электромеханической тормозной системы ЭМТС-1М-01 приведены на рисунке 29.

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

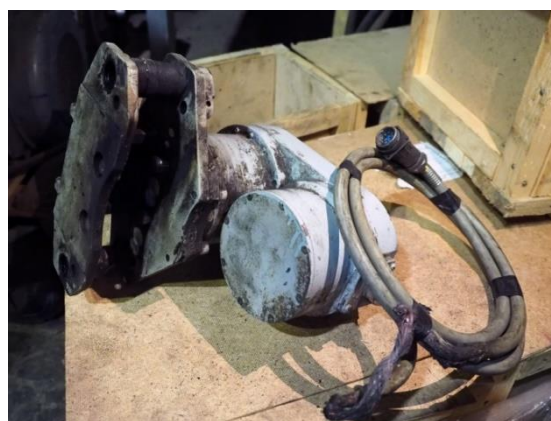


Фото 47. Привод тормозной ИМТ-3-02

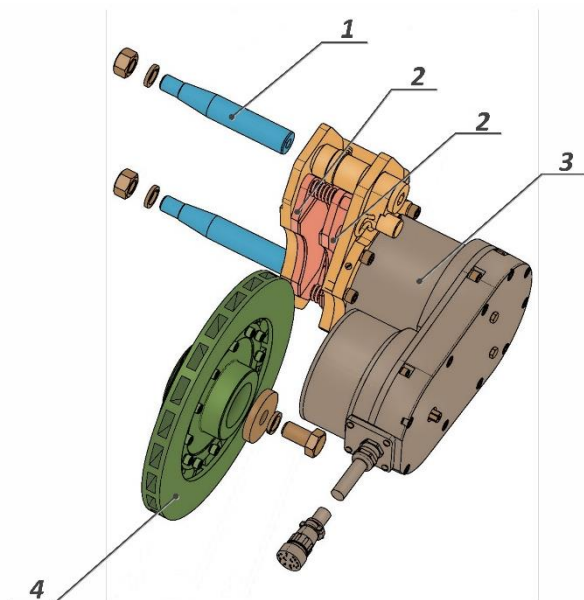


Рис. 29. Основные узлы ЭМТС-1М-01:
1 - привод тормозной ИМТ-3-02;
2 - диск тормозной в сборе;
3 – тормозные колодки;
4 - направляющая привода

Устройство и принцип действия

Электромеханическая тормозная система ЭМТС-1М-01 (Рис. 29) состоит из: тормозного привода ИМТ-3-02 (Рис. 30), который служит для создания сжимающего усилия на выходном звене и предназначен для установки на тележку трамвая. Тормозной привод (Рис. 29) 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.

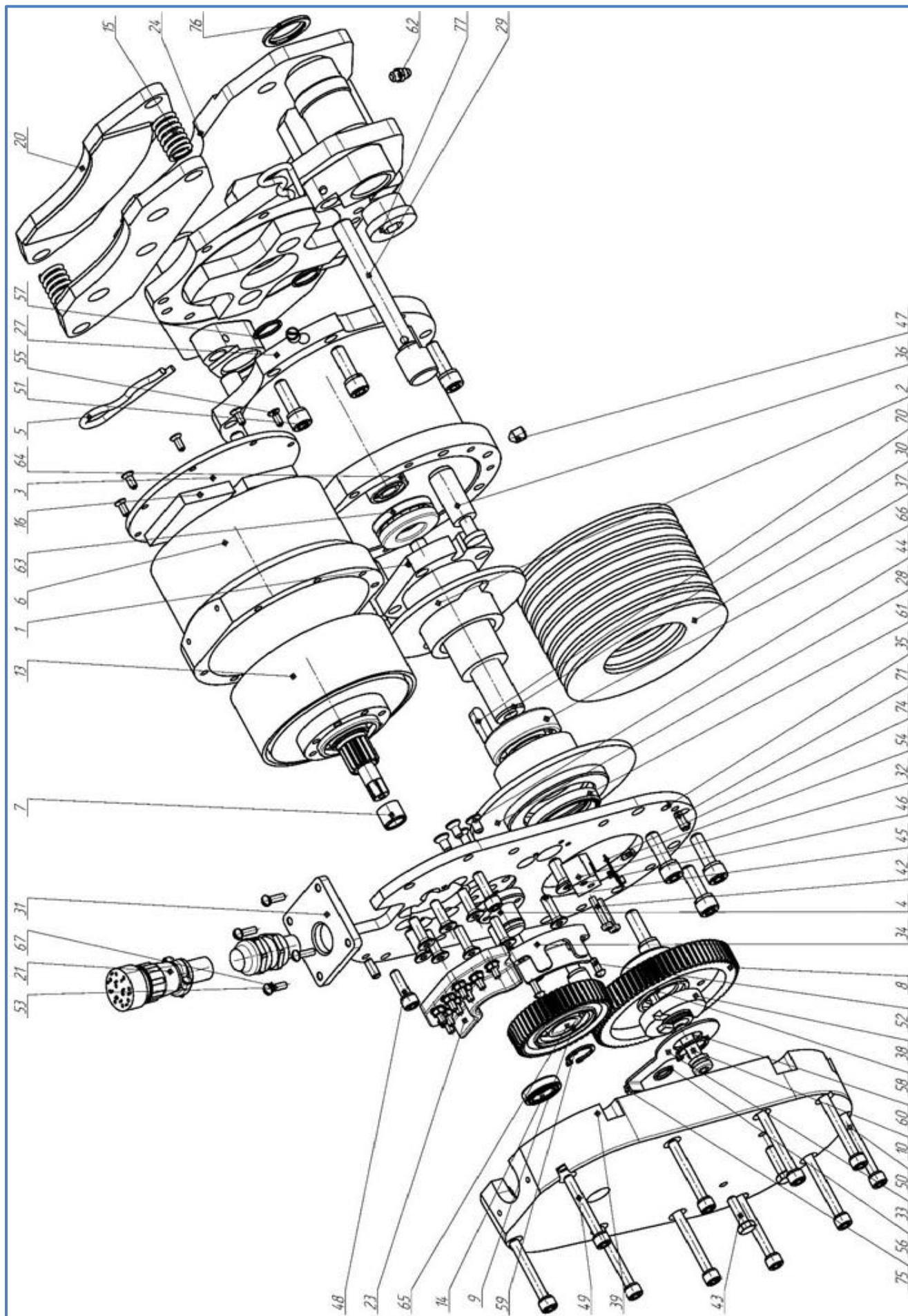


Рис. 30. Состав тормозного привода ИМТ-3-02



Тормозной диск расположен таким образом, что тормозные колодки 20 (Рис. 30), 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. 30), затормаживая тяговый двигатель.

Привод тормозной ИМТ-3-02 (Рис. 30) 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.



Фото 48.

Суппорт 24 тормозного привода посредством направляющих 21 (Рис. 30) устанавливается на тяговый двигатель таким образом, чтобы тормозной диск располагался между тормозными колодками 20 (Рис. 30), 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.

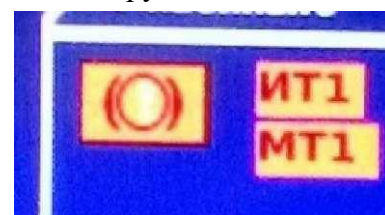


Фото 49.

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.

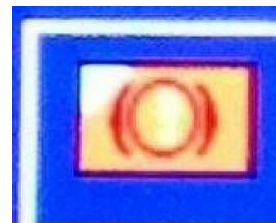


Фото 50.

В случае отсутствия напряжения питания растормаживание возможно произвести в ручном режиме посредством вращения вала двигателя специальным ключом для растормаживания, вращая его по часовой стрелке «до упора», и который по достижению растормаживания должен быть зафиксирован на корпусе внешнего устройства или самого привода (цепочка одевается на крючок).

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.

2.14. Тормоз рельсовый

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

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.

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.

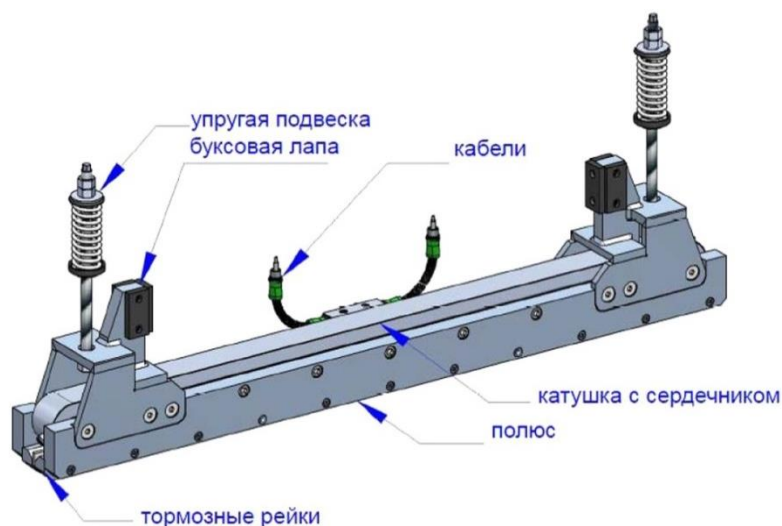


Рис. 31. Составные части рельсового

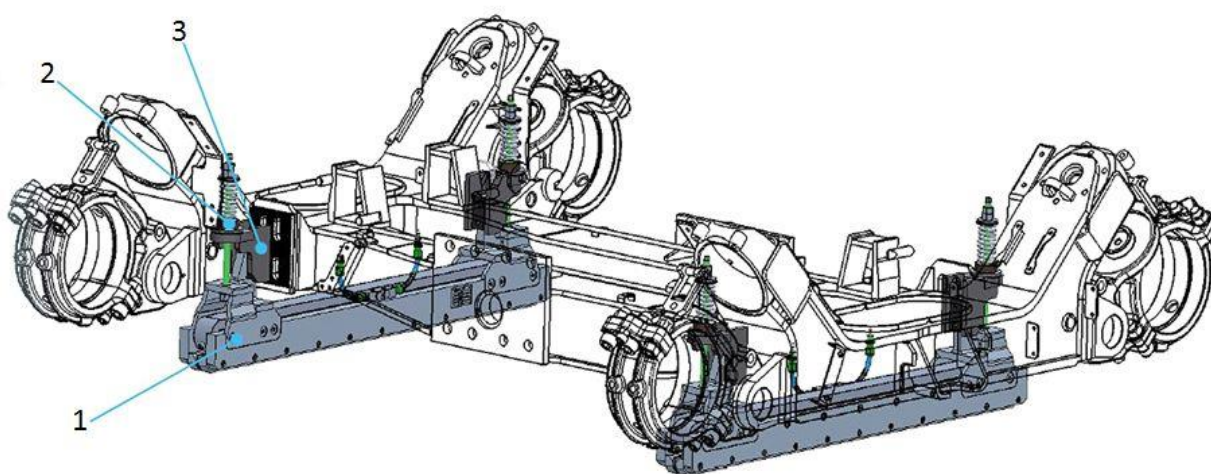


Рис. 32. Установка и крепление рельсового тормоза на тележке:

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 на уровне рельса 18 мм.

2.15. Песочница (УПП)

Устройство пескоподачи (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.

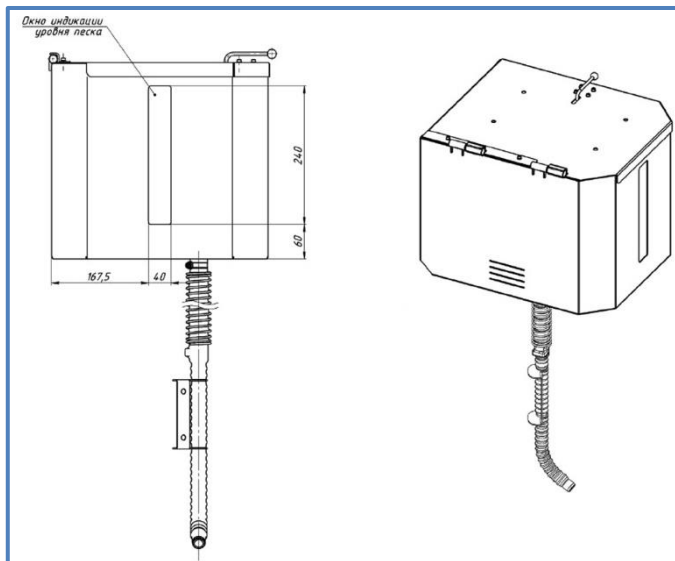
Вагон оборудован шестью песочницами фирмы ООО НПФ «Этна» модели УПП-7, УПП-8, УПП-9, УПП-9-01. Две песочницы установлены на первой оси, еще две на третьей оси, последние две устанавливаются на пятой оси. Песочницы установлены в салоне под пассажирскими сиденьями в специальных корпусах (фото).



Фото 51. Песочница (УПП)

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.



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. 33. 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:

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



2.16. Стеклоочиститель и стеклоомыватель

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



Фото 52. Работать приходится 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.



Фото 53. Стеклоочиститель и стеклоомыватель в работе

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).



Фото 54. Электрический привод стеклоочистителя

3. Основы электротехники

3.1. 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.



Фото 55.

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.

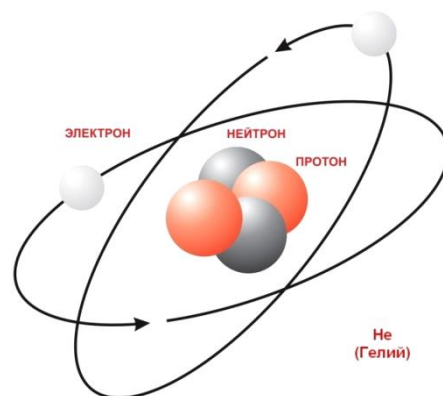
Это было основой всей электроники, включая радио, телевидение и радар, до середины 20-го века. Но затем было в значительной степени вытеснено транзистором, который был разработан в 1947 году Уильямом Шокли, Джоном Бардином и Уолтером Браттеном, за что они получили Нобелевскую премию 1956 года по физике. 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.

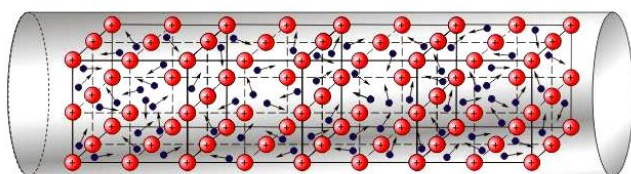
3.2. Природа электричества

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:



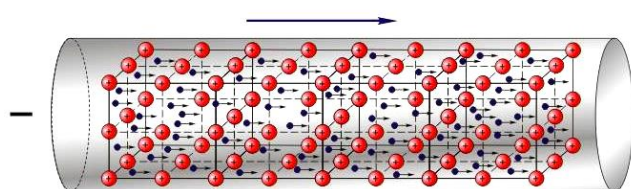
Атом в целом электрически нейтрален, но при воздействии на него (например, при нагревании) он приобретает дополнительную энергию, в результате чего разрывается связь между ядром и наиболее удалённым электроном. Этот электрон уходит со своей орбиты и весь атом становится положительно заряженным ионом. 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.

СВОБОДНОЕ (ХАОТИЧЕСКОЕ) ДВИЖЕНИЕ ЭЛЕКТРОНОВ



● - атомы кристаллической решетки
• - электроны

НАПРАВЛЕННОЕ ДВИЖЕНИЕ ЭЛЕКТРОНОВ



Принятое направление тока

- **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 электронов в проводнике станет упорядоченным, то есть, по проводнику потечёт электрический ток, это **упорядоченное движение электронов называется электрически 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 1Кл.

Рис. 34. Движение электронов

3.3. Понятие электрического тока

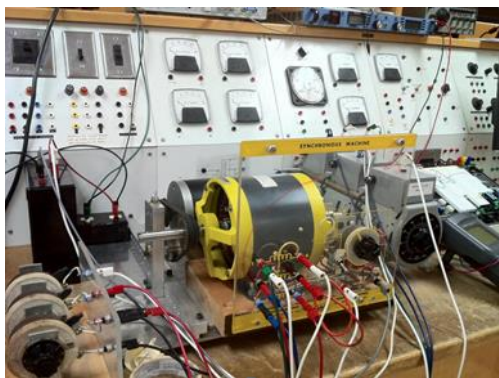


Фото 56.

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, намагнитенные 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:

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

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:

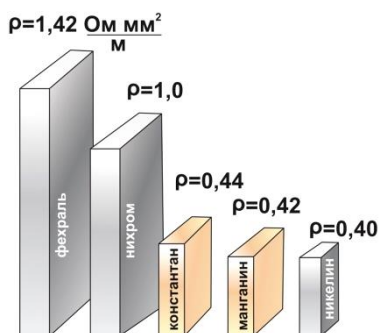
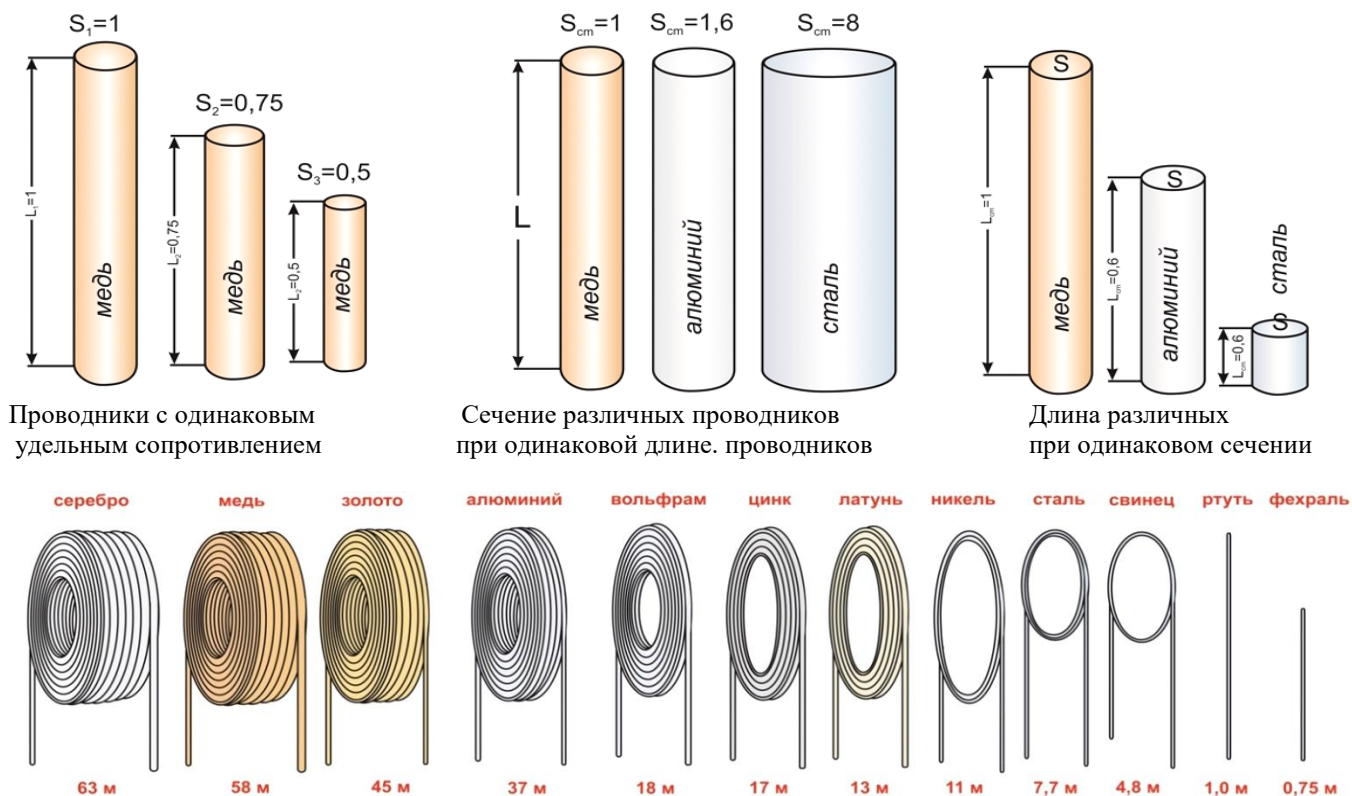
$$I = \frac{q}{t}, \text{ где } q - \text{количество электричества (Кл), } t - \text{время (с). Единица измерения силы тока - Ампер (А).}$$

Сопротивление

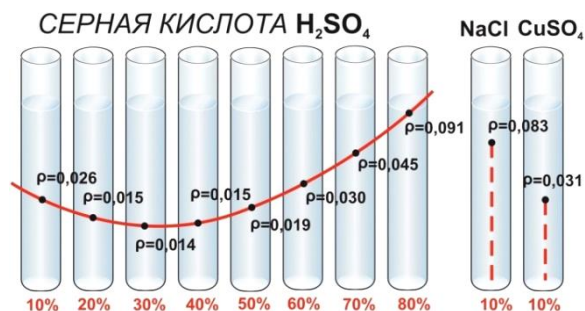
При движении свободных электронов в проводнике они на своём пути сталкиваются с атомами, отдавая при этом часть своей энергии. Эта энергия переходит в тепловую и нагревает проводник, что сопровождается потерей электроэнергии в цепи. Каждый материал имеет свои свойства проводить электричество. Чем хуже 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. 35.



Сплавы высокого сопротивления



Зависимость удельного сопротивления водных растворов кислот и щелочей от их концентрации

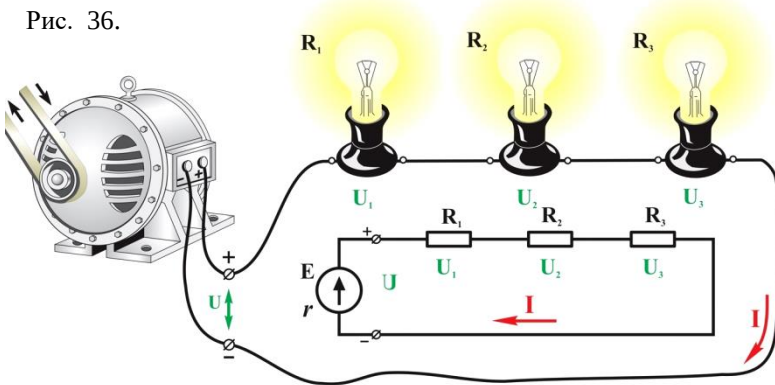
Типы электрических соединений

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.

Рис. 36.



Если в такой гирлянде (с последовательным соединением) перегорит хотя бы одна лампа, то погаснет вся гирлянда. **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: $R_{общ} = R_1 + R_2 + R_3$, а общее напряжение всей цепи будет равно сумме падений напряжения на каждом её участке:

$$U_{общ} = U_1 + U_2 + U_3.$$

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:

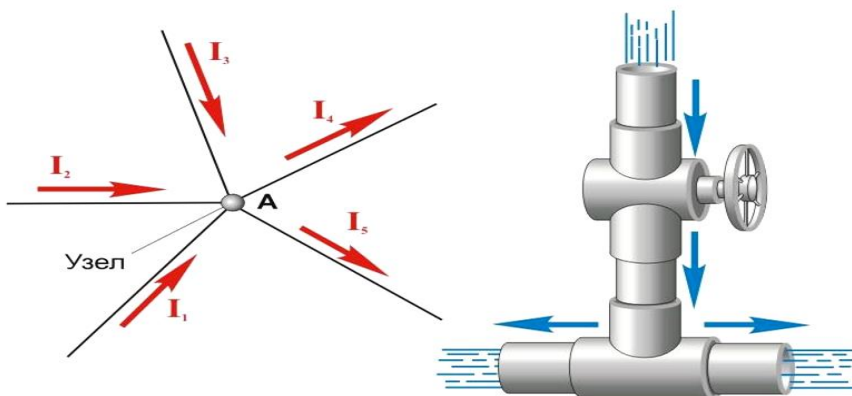


Рис. 37.

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 разделяться поровну.**

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

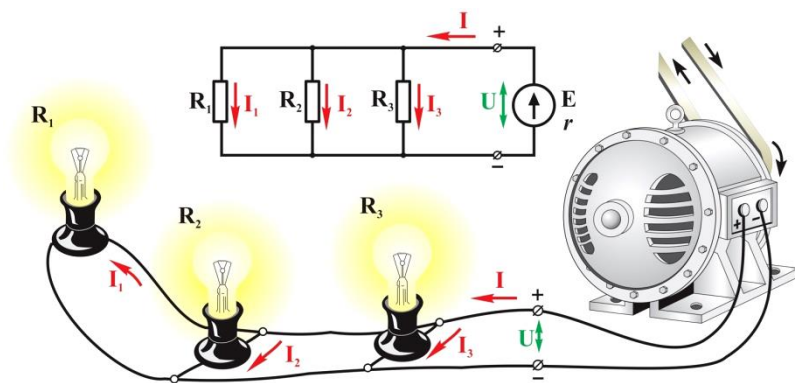


Рис. 38.

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:

$$g = \frac{1}{R} \text{ Единица измерения – Сименс (Сим).}$$

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

Учитывая, что $g = \frac{1}{R}$, $\frac{1}{R_{\text{общ}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ 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 $I_{\text{общ}} = I_1 + I_2 + I_3$ то есть, сила тока во всей цепи равна сумме токов в каждой цепи.

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

$R_{\text{общ}} = \frac{2 \cdot 8}{2 + 8} = \frac{16}{10} = 1,6$ 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:



Рис. 39.

$$R_{\text{общ}} = R_1 + \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} + R_4$$

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



Фото 57.

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. 40.



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.

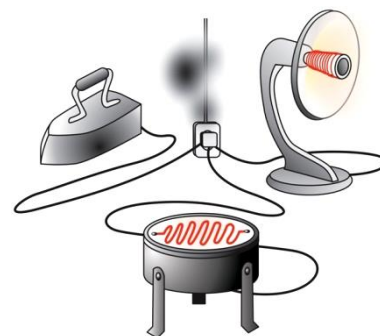


Рис. 41.

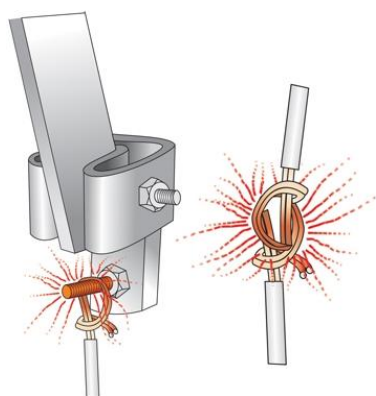
Тепловое действие тока определяется по количеству выделенного тепла за единицу времени. Согласно Закону Джоуля-Ленца **количество выделенного тепла равно произведению квадрата силы тока, сопротивления и времени прохождения тока через проводник (в секундах)**. Единица измерения – Джоуль.

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

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



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.

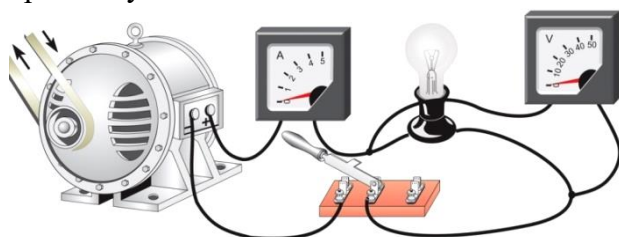
Тепловое действие тока может также привести и к нежелательным последствиям, например, при неплотном соединении проводов между собой (соединение методом скручивания без использования клеммников).

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:



$$I = 0$$

$$E = U$$

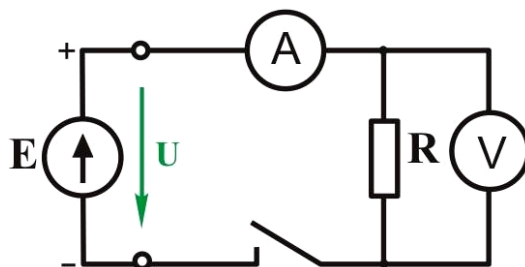
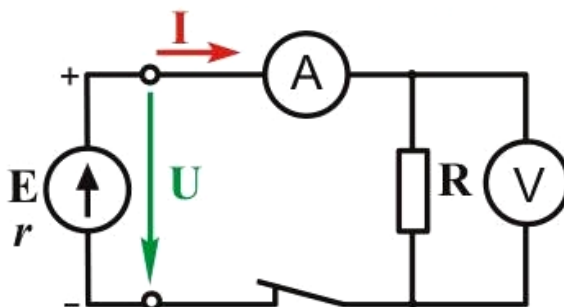
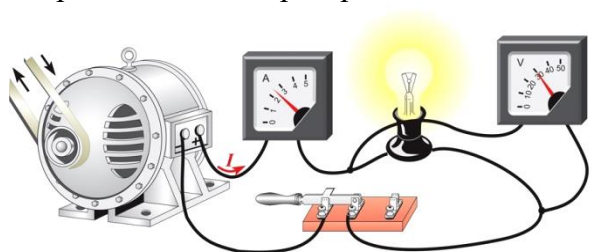


Рис. 42.

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.



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

E – электродвижущая сила

r – внутреннее сопротивление источника

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 $R_{вн} = 0,1$ Ом и $U = 200$ В по цепи пройдёт недопустимо большой ток, что приведёт к выходу генератора из строя: $I = 200 : 0,1 = 2000$ А.

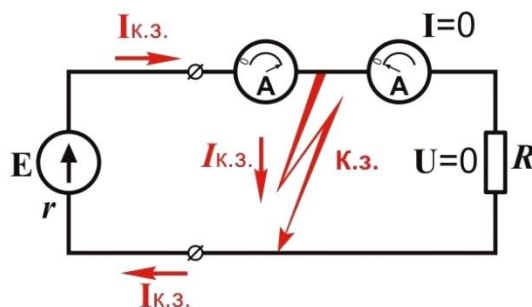
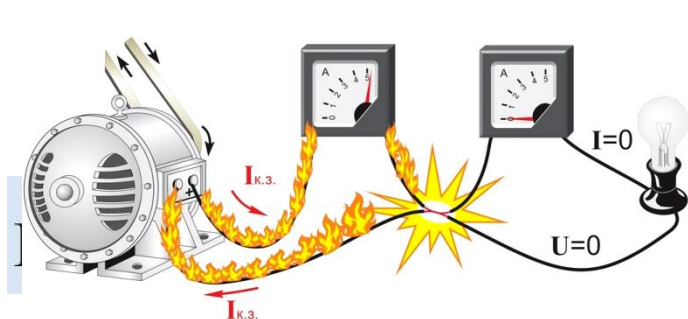
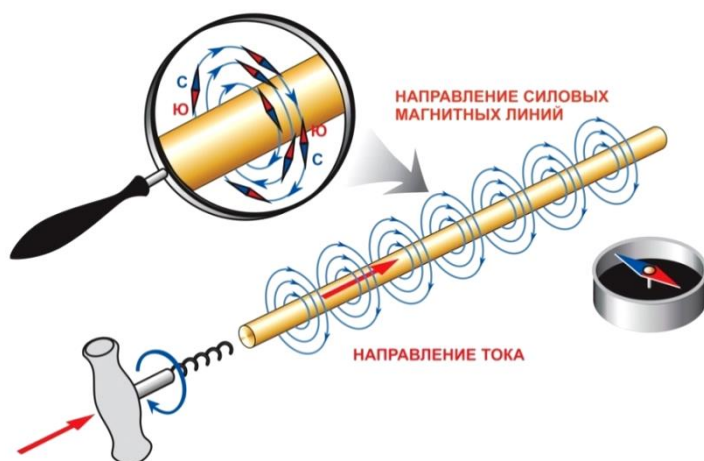


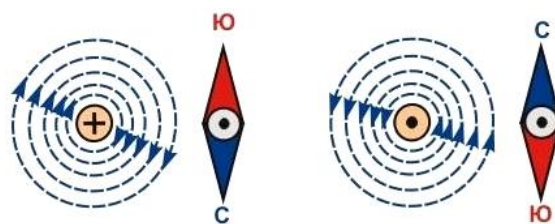
Рис. 44.

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.



Ток идёт от нас

Ток идёт к нам

Для получения более сильного магнитного поля применяют катушки с проволочной 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

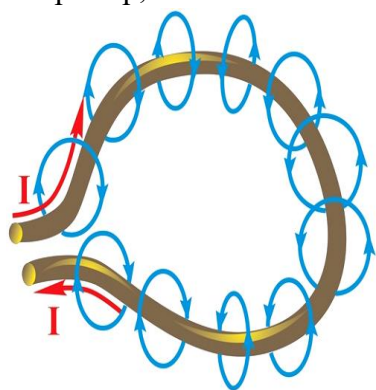
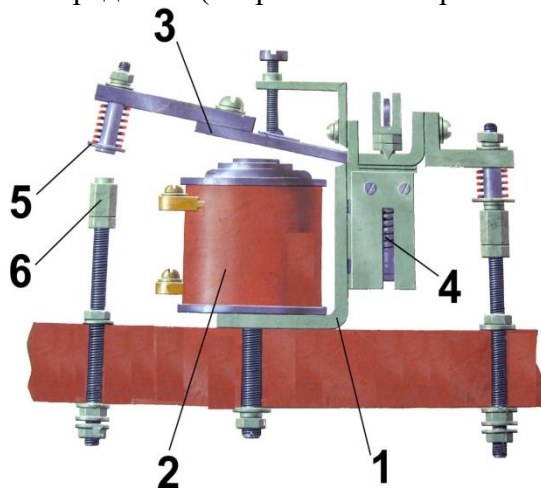


Рис. 45.



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.

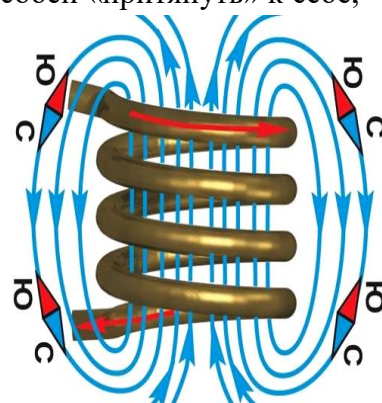


Рис. 46. реле).
явление на примере реле РМ-3100, которое

Рис. 47. Электромагнитное реле РМ-3100

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. 48.

Принцип работы электродвигателя.

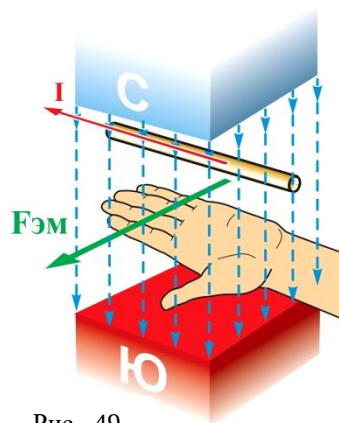


Рис. 49.

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.

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.

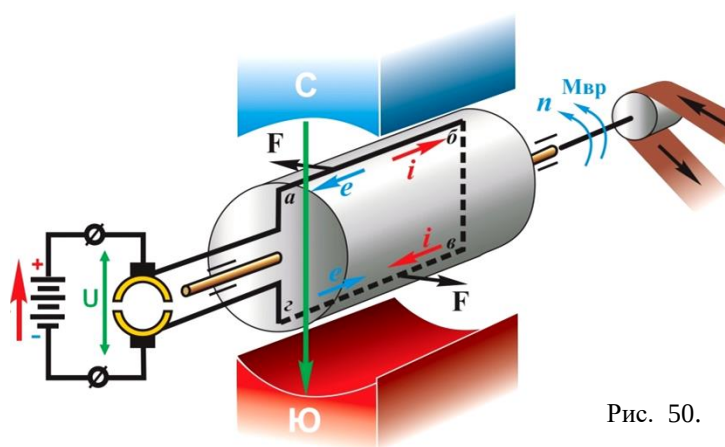


Рис. 50.

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.

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.

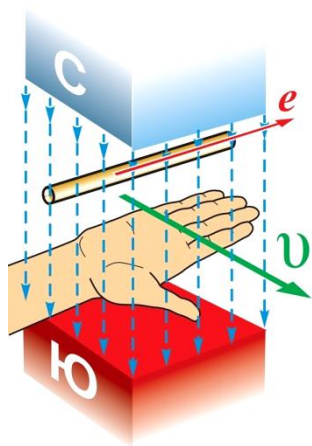


Рис. 51.

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

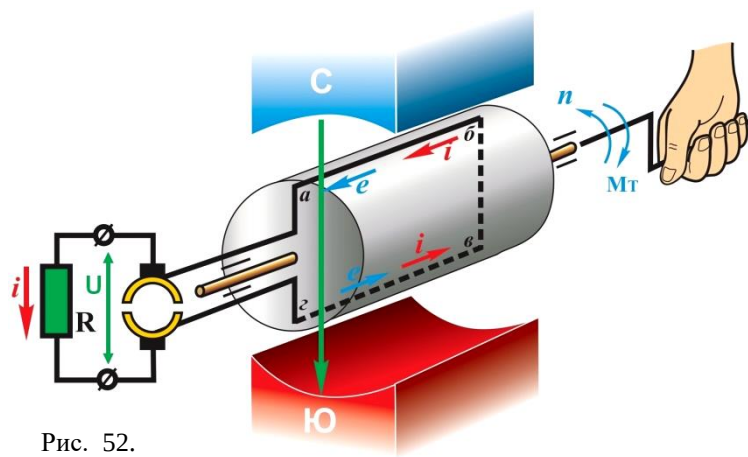


Рис. 52.

Якорь генератора вращается в магнитном поле, созданном главными полюсами (обмотками возбуждения). При этом в обмотках якоря, как и в моторном режиме, наводится ЭДС. Если к якорю подключить нагрузку (сопротивление), то по цепи пойдёт ток, направление которого будет противоположно направлению тока в моторном режиме, так как оно теперь будет определяться по **Правилу Правой руки**. В результате также изменится и направление выталкивающей силы (по Правилу Левого руки). Так как направление вращения якоря

(как и колёсных пар) в генераторном режиме не 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:

$E=c\Phi n$, 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. 53.

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. 54, 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. 54, 2а и 2б).

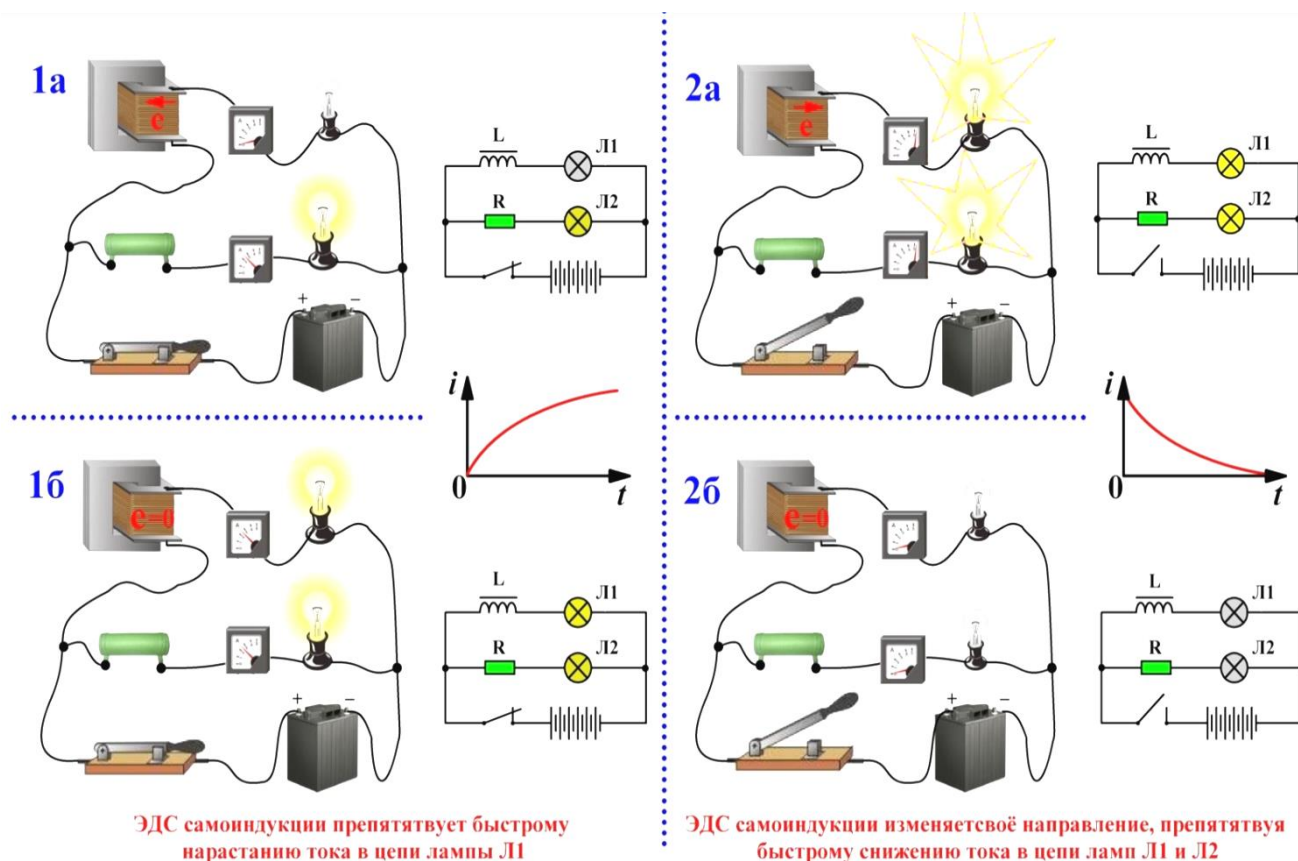


Рис. 54. Явление самоиндукции имеет как положительные, так и отрицательные свойства, причём и те, и другие проявляются при работе аппаратов и электрических цепей подвижного состава метрополитена:

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.

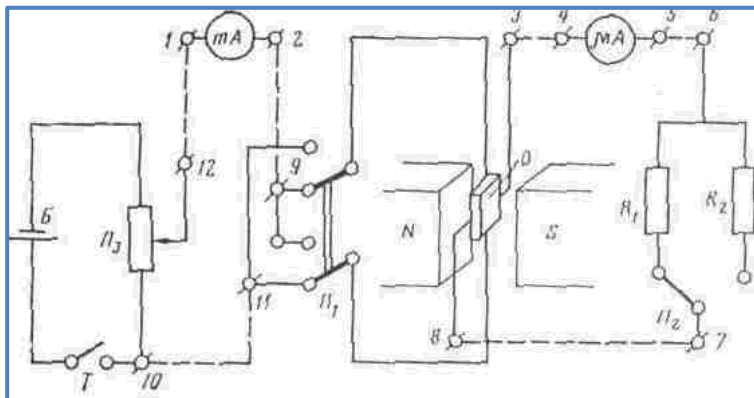


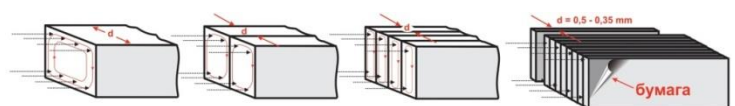
Рис. 55.

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

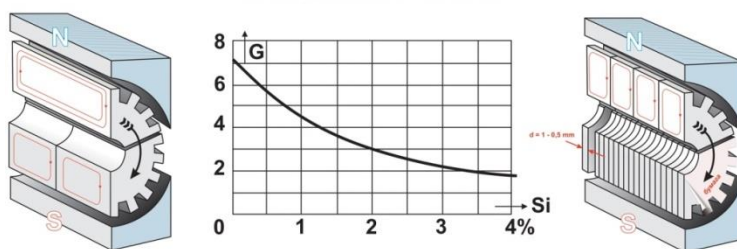
Вихревые токи

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. 56.

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.

Гальваническая развязка.

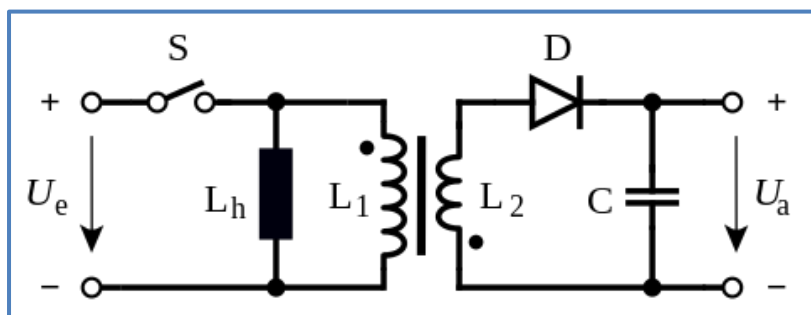


Рис. 57.

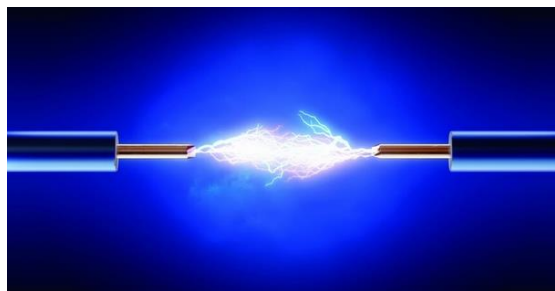
Гальваническая развязка (ГР) – передача энергии или сигнала между электрическими цепями без электрического контакта между ними. Гальванические развязки используются для передачи сигналов, для бесконтактного управления и для защиты оборудования и людей от поражения электрическим током.

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.

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». 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 «ребёнками» камеры, как морские волны волнорезом. После разрыва дуги электрическая цепь обесточивается и фрагменты дуги гаснут.

4. Электрическое оборудование трамвайного вагона 71-931М «Витязь»

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.

4.1. 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;
- выведение 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.

4.1.1. 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.58) 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 полз (6), имеющий накладки (7). Для подъёма и опускания пантографа используется электропривод (8), закреплённый на нижней раме через изоляторы (9).

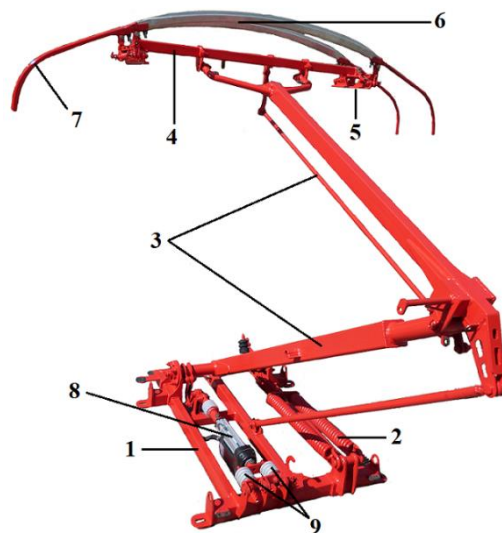


Рис. 58. Токоприёмник

4.1.2. 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.

4.1.3. 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.

4.1.4. 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.59) состоит из сердечника (1), который набирается из отдельных изолированных листов электротехнической стали. В собранном виде сердечник образует углубления для укладки проводников обмотки (2).

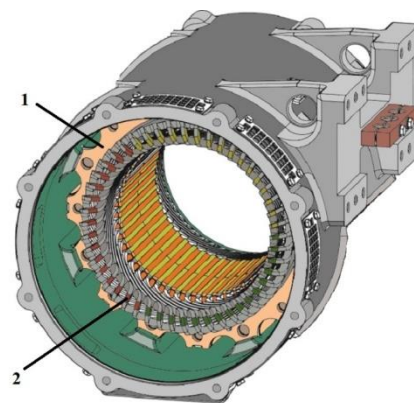


Рис. 59. Устройство двигателя

Ротор (Рис. 60) 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.

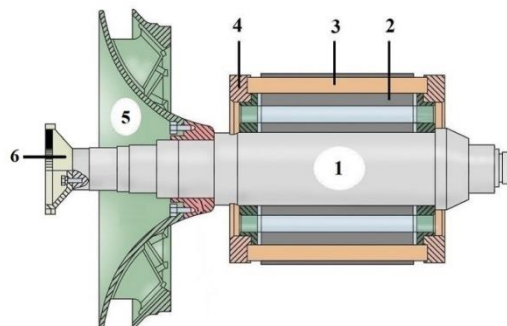


Рис. 60. Ротор

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

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%.

4.1.5. 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.

4.2. 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.

4.2.1. 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.

4.2.2. 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. 61)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. 61. БАДВ

4.2.3. 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.

4.3. Вспомогательные электрические цепи вагона

В состав вспомогательных электрических цепей входят:

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



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

4.3.1. 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.

4.3.2. 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.

4.3.3. 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.

4.3.4. 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.

4.3.5. 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.

4.4. 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.

4.4.1. Пульт управления водителя (ПУВ)



Пульт управления водителя (Рис. 62) состоит из панели контроллера водителя (1), локального коммутатора визуализации (2), панели визуализации информации (3), панели клавиатуры дверных приводов (4) и панели переключателей (5).

Рис.62. ПУВ вагона «Витязь» (31001-31245)



Рис. 63. Кабина водителя вагона «Витязь» (31246-31390)

На рис. 63 обозначены:

- 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. 64) представляет собой устройство отображения с сенсорной панелью управления и входит в состав мультиплексной 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 видеокamer наблюдения;
- для управления информационными табло и звуковым оповещением пассажиров по сигналам ГЛОНАС / GPS;
- для управления низковольтным электрооборудованием.

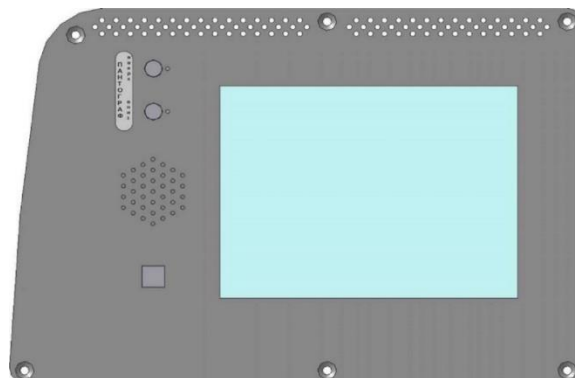


Рис. 64. ЛК ВИЗ-2

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. 65) 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. 65. ПВИ-4

Панель клавиатуры дверных приводов

КДП

На панели клавиатуры дверных приводов (Рис. 66) 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. 66. КДП

Панель переключателей ПП-1

Панель переключателей (Рис. 67)

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. 67. ПП-1

4.4.2. Панель видеомониторов ПВМ-3

Панель видеомониторов (Рис. 68) предназначена для отображения сигналов с четырёх видеокамер наблюдения, а также отображения диагностической информации, представленной в виде мнемосхемы вагона (Рис. 80).

Диагональ панели 19.2".



Рис. 68. ПВМ-3

Состав электрооборудования вагона подключается по мультиплексным каналам обмена информацией CAN1 и CAN2. При нормальном функционировании электрооборудования связи отображаются зелёным цветом (рис. 69), а при наличии неисправности – красным.

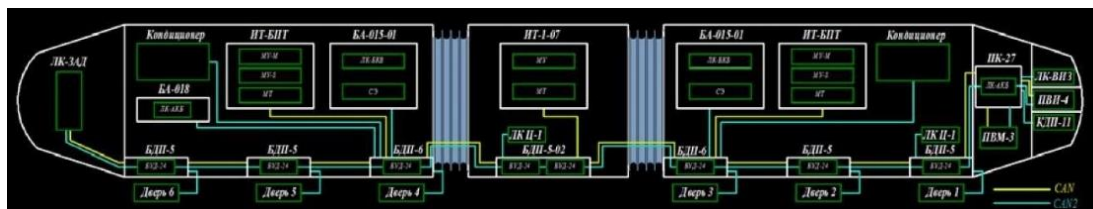


Рис.69. Отображение электрооборудования

4.4.3. Панель автоматических выключателей ПАВ-19

Панель (Рис. 70) 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. 70. ПАВ-19

4.4.4. 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.

4.4.5. 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.

4.5. 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.

4.5.1. 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.

4.5.2. 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.

4.5.3. 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.

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

³ Датчик безопасности активен только при закрывании створки двери.



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.).

4.6. Система кондиционирования воздуха СКВ

4.6.1. Кондиционирование кабины водителя

На крыше кабины водителя установлен кондиционер, предназначенный для создания благоприятного микроклимата и условий работы водителя⁴.

Кондиционер представляет собой фреоновую холодильную машину, установленную в моноблочном корпусе.

Управление работой кондиционером производится 4-х позиционным переключателем, установленным на пульте управления. Позиции переключателя задают скорость потока охлаждённого воздуха.

Отопители кабины ОКВТ и нагнетатель воздуха НСВ

Отопление кабины водителя осуществляется с помощью двух отопителей воздуха и одного нагнетателя воздуха.

Нагнетатель предназначен для забора наружного воздуха и подачи его в систему отопления и вентиляции кабины водителя. Нагнетатель расположен с наружной стороны кабины под лобовым стеклом и имеет патрубковое соединение с отопителями воздуха, расположенными под пультом водителя. По патрубкам нагретый воздух подаётся на обогрев стёкол и обогрев кабины. Регулировка температуры осуществляется с ЛК ВИЗ-2.

Отопители кабины подключаются к блоку БА-015.

Внимание:

- 1. Во избежание перегрева отопителя нельзя перекрывать его передние и задние стенки.*
- 2. При отсутствии поступления потока воздуха в течение двух минут после включения системы, при отсутствии нагрева воздуха в течение двух минут после включения системы, при наличии запаха гари или появлении дыма, необходимо немедленно отключить систему.*

4.6.2. Кондиционирование салона вагона

Система обеспечивает очистку, охлаждение и циркуляцию воздуха в салоне вагона. Приточный воздух, поступающий в салон, является смесью рециркуляционного воздуха (поступающего обратно из салона) и уличного, предварительно очищенного фильтром.

Управляющие сигналы на изменение параметров работы системы поступают от пульта управления кабины водителя.

Параметры воздуха в салоне контролируются датчиками температуры.

Система работает в автоматическом режиме с возможностью ручного управления.

⁴ Кондиционер изготовлен Нижегородской компанией «Элинж».



Номинальное напряжение электропитания 600В.

Система обеспечивает охлаждение воздуха в салоне при температуре наружного воздуха от +15 до +40°C. Охлаждение воздуха осуществляется с помощью испарителей. Охлаждённый воздух из корпуса кондиционера попадает в вентиляционные каналы. Подача воздуха в салон осуществляется вентиляторами. Распределение охлаждённого воздуха по салону осуществляется с помощью решёток.

4.6.3. Описание и работа основных частей системы СКВ

Кондиционер размещён в металлическом корпусе, разделённым перегородками на отсеки. В отсеках размещены:

- компрессор;
- силовой и испарительные блоки;
- конденсаторные блоки с вентиляторами.

Компрессор. Предназначен для сжатия паров хладагента до давления конденсации, поступающих из испарителя.

Силовой блок. Предназначен для защиты и коммутации оборудования системы.

Испарители. Предназначены для охлаждения приточного воздуха. Конструктивно представляют собой теплообменники, в трубках которых кипит хладагент, охлаждая проходящий с наружной стороны воздух.

Конденсаторы. Предназначены для конденсации сжатых паров хладагента. Конструктивно представляют собой теплообменники, в трубках которых происходит конденсация хладагента.

Вентиляторы конденсаторов. Предназначены для создания потока воздуха, необходимого для охлаждения конденсаторов. Конструктивно вентилятор конденсатора представляет собой насаженной на вал электродвигателя колесо (крыльчатку).

Воздушный фильтр. Предназначен для очистки наружного воздуха, поступающего к испарительным блокам.

Воздушные заслонки. Предназначены для регулировки объёма подаваемого воздуха.

Терморегулирующие вентили. Предназначены для автоматического регулирования расхода хладагента, поступающего в испарители.

Реле давления. Предназначены для защиты от повышения давления нагнетания и понижения давления всасывания хладагента.

Соленоидные клапаны. Предназначены для обеспечения переключения работы кондиционера в режим «теплового насоса» и обратно.

Фильтры-осушители. Предназначены для отделения влаги от паров хладагента в трубопроводах нагнетания.

Отопители салона. Предназначены для обогрева салона вагона. Под сиденьями салона расположены 16 отопителей (*рисунок 14*). Отопители подключены к блоку БА-015.



Фото. 57. Отопитель салона

4.7. Комплект линий освещения салона вагона

Комплект предназначен для аварийного и штатного освещения салона вагона. Напряжение электропитания 24В. Салон вагона освещается левой и правой световыми линиями. Светодиодные модули закреплены в профиль потолка и подключаются к локальному коммутатору. Управление освещением салона осуществляется с ПУВ. Штатное управление освещением салона возможно при наличии напряжения в контактной сети. При напряжении в контактном проводе менее 550В и напряжении на аккумуляторных батареях менее 20В, освещение переходит в аварийный режим.

4.8. Система видеонаблюдения и информационная система

4.8.1. Система видеонаблюдения

В вагоне предусмотрена система, состоящая из 12 видеокамер наблюдения. Показания с видеокамер наблюдения передаются в кабину водителя на ЛК ВИЗ и ПВМ. Жёсткий диск, на который осуществляется запись данных с видеокамер наблюдения устанавливается внутри коммутатора ЛК ВИЗ.

4.8.2. Информационная система

В состав информационной системы входят световые табло, предназначенные для отображения текстовой информации для пассажиров. На вагоне установлены следующие табло:

- ТДПЦ (двухстрочное переднее цветное);
- ТДП (двухстрочное переднее);
- ТСБ;
- ТАО;
- ТС.

Табло ТДПЦ. Предназначено для отображения названия остановки и текстовой информации.

Табло ТДП. Предназначено для отображения названия остановки и текстовой информации.

Табло ТСБ. Предназначено для отображения рекламной информации.

Табло ТАО. Предназначено для отображения информации для водителей, движущихся в попутном направлении при посадке / высадке пассажиров.

Табло ТС. Предназначено для звукового подтверждения вызова водителя и отображения предупреждающей информации «СТОП» для пассажиров.

4.9. Противопожарная система ТС

Вагон оборудован автоматической системой обнаружения и тушения пожара АСОТП, предназначенной для обнаружения аварийного повышения температуры в защищаемых отсеках, а также запуска средств пожаротушения в автоматическом режиме.

Система включает в себя следующие элементы:

- блок сигнализации и управления;
- пожарные извещатели;
- средства пожаротушения;
- линии связи и управления.

Представляет собой генератор огнетушащего аэрозоля, предназначенный для тушения и локализации пожара. Размещается в ящиках электрооборудования.

При приёме транспортного средства водитель обязан убедиться в работоспособности системы АСОТП. Для этого необходимо включить бортовое электропитание вагона и проверить включение индикатора «Норма» на блоке БСУ.

При неисправности системы водитель сообщает об этом дежурному диспетчеру. Неисправность системы не является причиной для невыезда на линию.



Фото 58.

4.10. Электромеханическая тормозная система ЭМТС-1М-015

Электромеханическая тормозная система предназначена для затормаживания тормозного

⁵ Рассматривается электрическая составляющая системы. Подробное описание и подвеску ЭМТС на вагоне смотрите в разделе «Механическое оборудование вагона».

диска посредством прижима колодок. Параметры привода контролируются тензометрическим датчиком⁶.

ЭМТС включает в себя тормозной привод, установленный на фланце тягового двигателя. На выходном валу двигателя тормозного привода напрессован диск. При отключенном приводе колодки зажимают диск, затормаживая тяговый двигатель.

При подаче электропитания на двигатель тормозного привода происходит растормаживание системы. При снятии питания – её затормаживание.

Тормозной привод снабжён магнитами и датчиком. Провода от датчика выведены на клеммник. Датчик выдаёт информацию о положении тормоза на ПВИ в кабину водителя. Индикатор белого цвета свидетельствует о расторможенном состоянии привода, красного – о заторможенном.

При отсутствии напряжения растормаживание системы необходимо произвести в ручном режиме посредством вращения вала двигателя тормозного привода специальным ключом для растормаживания, вращая на два оборота («до упора») по часовой стрелке, и надев после этого цепочку на крючок.

Рельсовый тормоз

Рельсовый тормоз используется в качестве аварийного электромагнитного и экстренного тормоза при плохом сцеплении колёс с рельсами, и не предназначен для постоянной эксплуатации.

Рельсовый тормоз (Рис. 71) состоит катушки с сердечником, закрытые кожухом (1). Катушка установлена между двумя полюсами (2), которые вместе с тормозными рейками (3) образуют магнитный контур. Ток к катушке подводится с помощью кабеля (4). Величина напряжения электропитания катушки 24В.

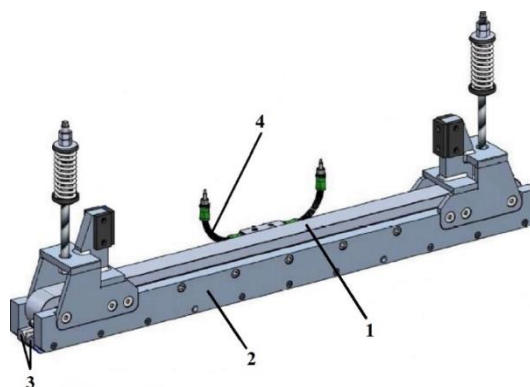


Рис. 71. Рельсовый тормоз

4.11. Устройство подачи песка УПП7

Устройство предназначено для увеличения сцепления колёс с рельсами на трудных участках профиля пути, а также для приведения транспортного средства в движение.

Подвижной состав оборудован шестью песочницами, установленными под пассажирскими сиденьями в салоне вагона. Подача песка осуществляется под колёса первой, третьей и пятой оси.

В состав устройства входят:

- плата управления;
- компрессор;
- электронагреватели.

Плата управления. Формирует в CAN-шину сигналы управления устройством и выводит информацию об уровне заполнения песочницы в кабину водителя на ПВИ.

Компрессор. Предназначен для нагнетания воздуха в камеру смешивания с песком.

Не допускается непрерывная работа компрессора более 10 минут.

Электронагреватели. В составе устройства используются два трубчатых электронагревателя: один нагреватель, мощностью 100Вт, расположен в ёмкости для песка, и предназначен для её подогрева; второй, мощностью 50Вт, – установлен на выводном рукаве, и предназначен для его подогрева.

Величина напряжения электропитания для работы устройства 24В.

⁶ Основу тензодатчика составляет резистор, имеющий чувствительные контакты. При соприкосновении контактов с объектом происходит их деформация, преобразующаяся в электрический сигнал.

⁷ Рассматривается электрическая составляющая устройства. Подробное описание и крепление на вагоне смотрите в разделе «Механическое оборудование вагона».