

Корпоративный университет
Транспортного комплекса

Оборудование ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Учебное пособие
для подготовки водителей
транспортных средств категории «Тм»



Часть 1. Механическое оборудование

Оглавление

1.	Краткая история трамвая.....	1
2.	Механическое оборудование	10
2.1.	Кузов вагона	10
2.2.	Сочленение вагона (межвагонный переход)	11
2.3.	Внутривагонное оборудование.....	14
2.4.	Кабина водителя.....	18
2.5.	Прислонно-сдвижные двери вагона	18
2.6.	Тележки вагона.....	25
2.7.	Колесная пара	27
2.8.	Букса.....	29
2.9.	Редукторов Wikov типа AWHHD 391R-UK75	29
2.10.	Зубчатая муфта ZK 50-1 (Германия).....	31
2.11.	Первичное подрессоривание.....	32
2.12.	Вторичное подрессоривание.....	33
2.13.	Электромеханическая тормозная система ЭМТС.....	33
2.14.	Тормоз рельсовый	37
2.15.	Песочница (УПП).....	38
2.16.	Стеклоочиститель и стеклоомыватель.....	39

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 электротока 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».

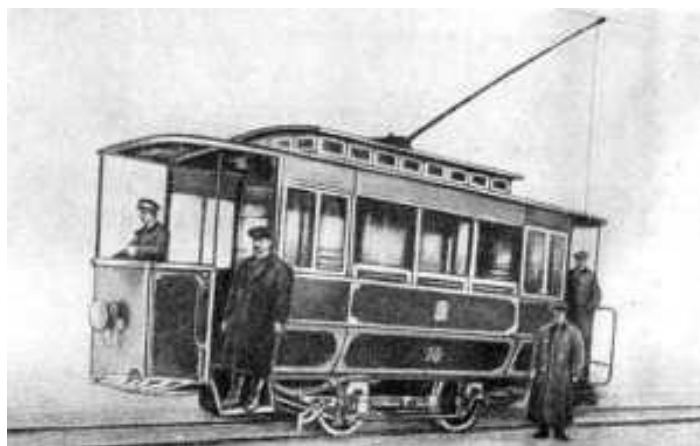


Рис.1. Первый электрический трамвай в Киеве



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 Гиннеса.
- В австралийском Мельбурне расположена самая крупная трамвайная сеть.
- Единственное село, которое использует трамвай для передвижения в России и странах СНГ – Молочное, недалеко от Евпатории.
- Самый длинный 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.



Фото 9. Трамвай МТТА

МТТА

МТТА (Модернизированная Татра ТРЗ Асин-хронный 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).

МТТЕ

МТТЕ (Модернизированная Татра ТРЗ Екатеринбург). Вариант модернизации вагонов Татра Т3 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.

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.

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.

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



Фото 10. Трамвай МТТЕ



Фото 11. Трамвай 71-623.02



Фото 12. Трамвай 71-414 (Pesa Fokstrot)

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.

Трамвай 71-931М «Витязь М»



Фото 13. Трамвай 71-931М («Витязь М»)

71-931 «Витязь» – сочленённый трёхсекционный шестисосный 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 колеи 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 бестележная подвесная секция.

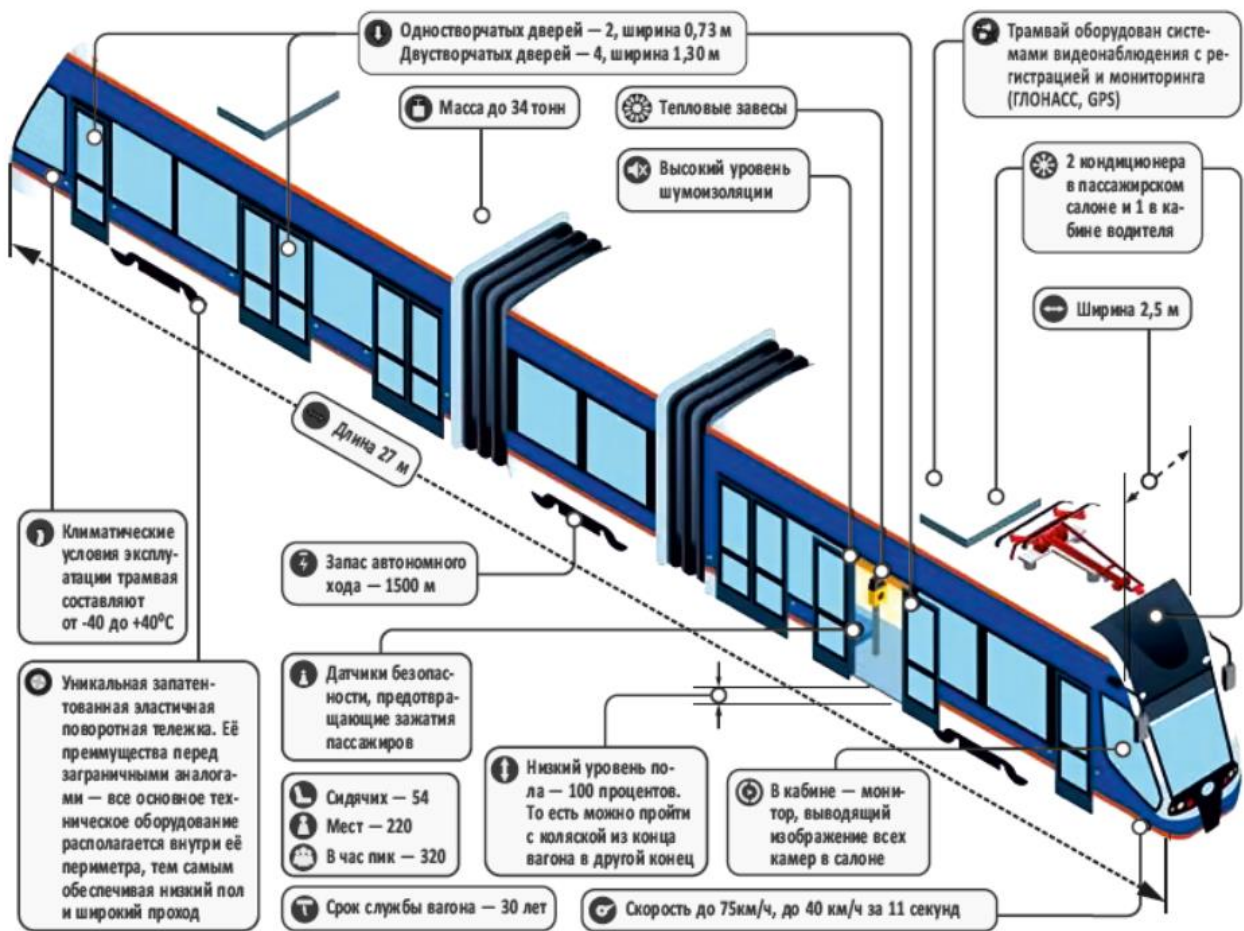


Рис 3. Особенности трамвая «Витязь»

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 потребуются менять узлы кузова трамвая. В отличие от стали, которая быстрее подвергается износу и может менять форму под воздействием природных и физических факторов, он сохраняет форму долгое время.

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

Более легкий транспорт оказывает меньшее воздействие на рельсы, за счет того увеличивается срок службы путей и, соответственно, расходы на их содержание. В компании подсчитали, что суммарная



Фото 16. Кузов вагона

экономия от использования парка в 100 трамваев с алюминиевыми кузовами в течение 30 лет составит около 3,5 млрд рублей.



Фото 17. Кузов вагона

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

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

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

Поворотный круг для нижнего шарнира состоит из правого и левого сегментов, напольной пластины, и металлического листа, укрепленного к полу кузова вагона. Лист вырезан по полукруглой форме поворотного диска. Все монтажные части изготовлены из рифленого листового металла толщиной в 8 мм. Сегменты поворотного диска соединены с напольной пластиной с помощью эластичного резинового профиля, благодаря которому возможно повторение движения секций относительно друг друга.

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

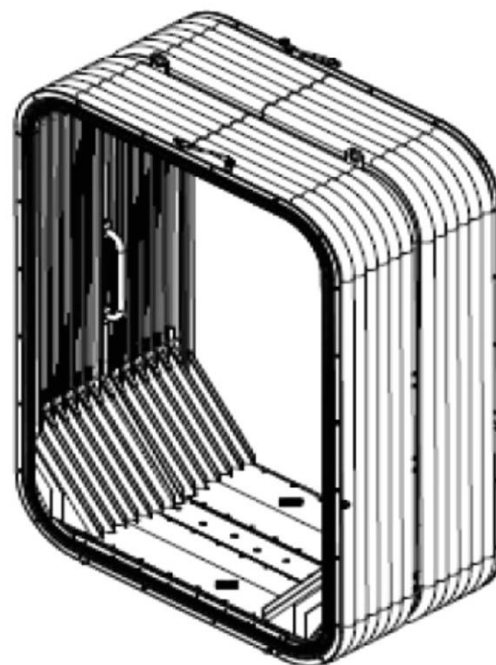


Рис 5. Внешний вид межвагонного перехода

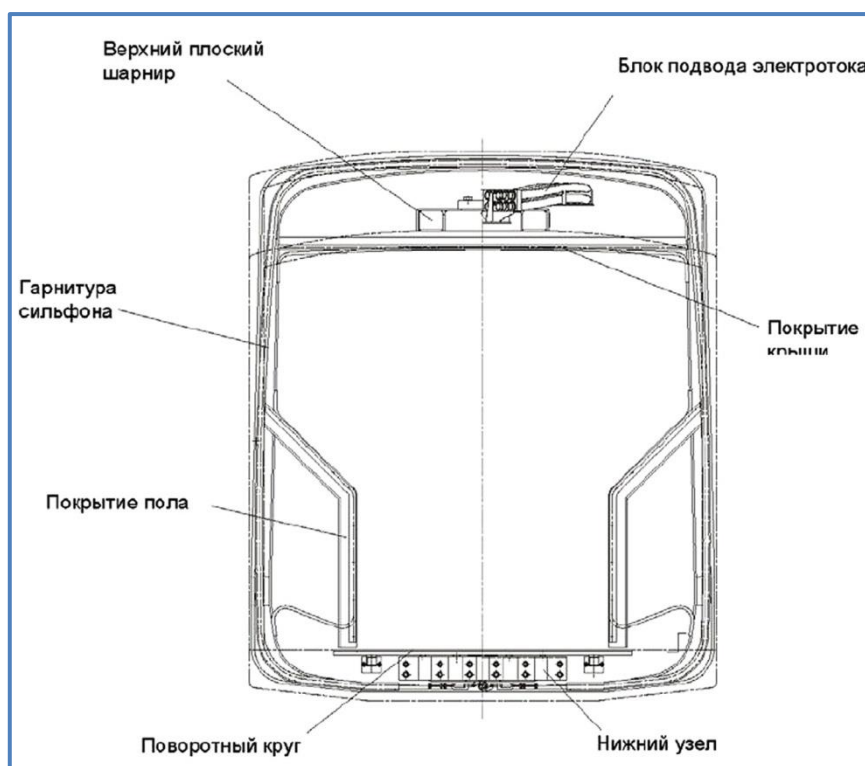


Рис. 6. Сочленение секций с плоским шарниром

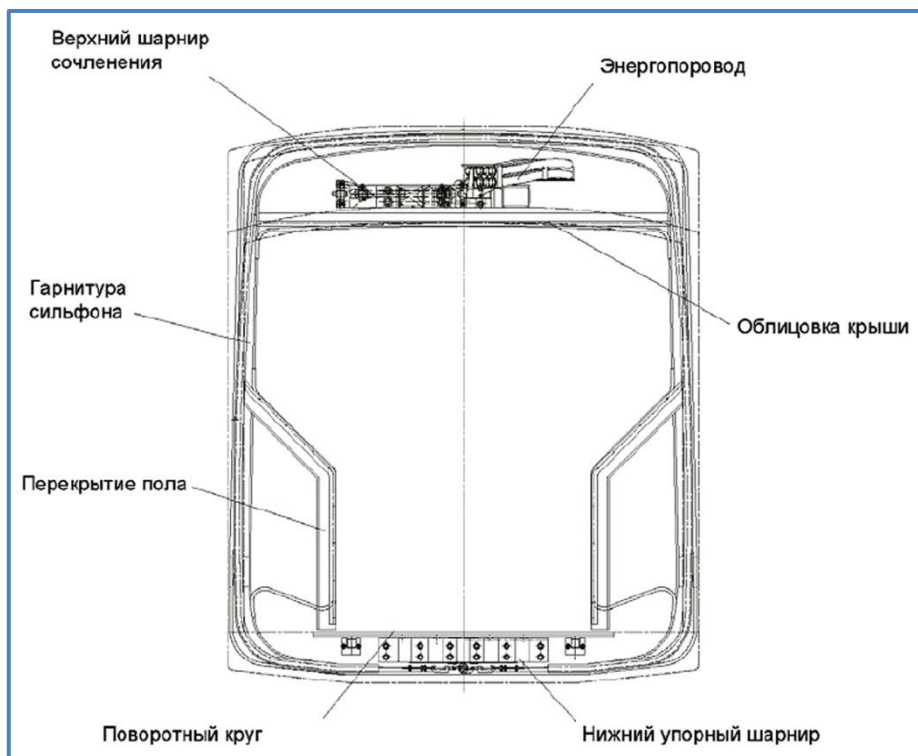


Рис. 7. Сочленение секций, обеспечивающее складывание вокруг поперечной оси

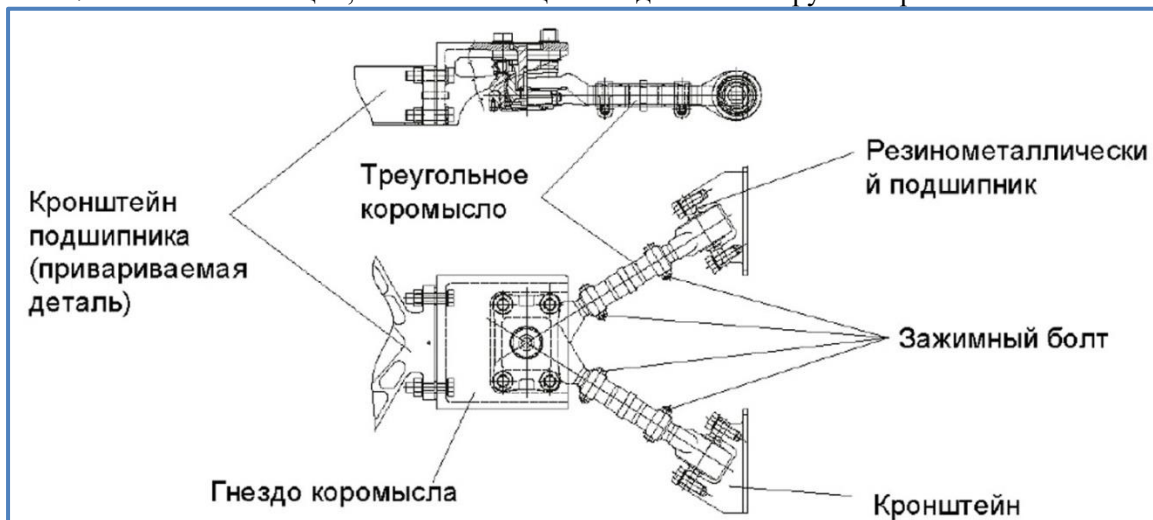


Рис. 8. Верхний плоский шарнир

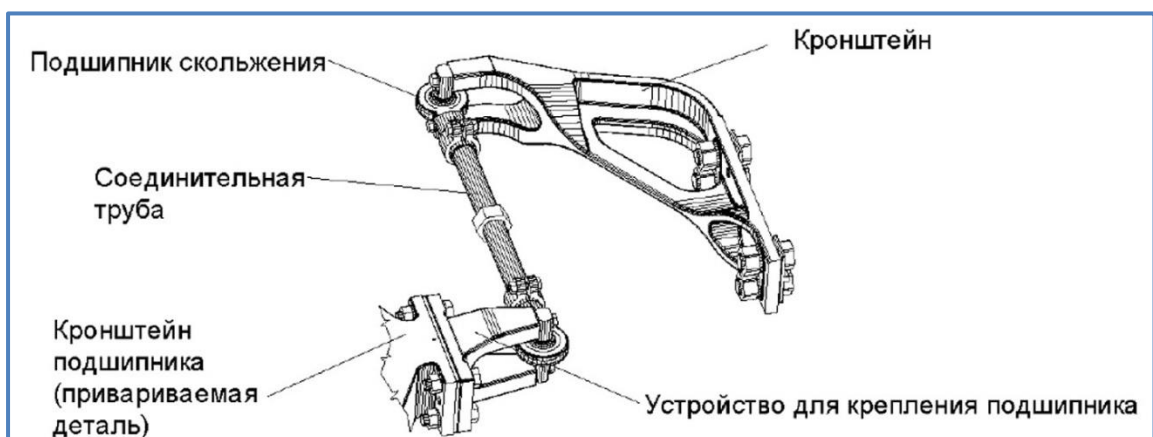


Рис. 9. Верхний шарнир сочленения

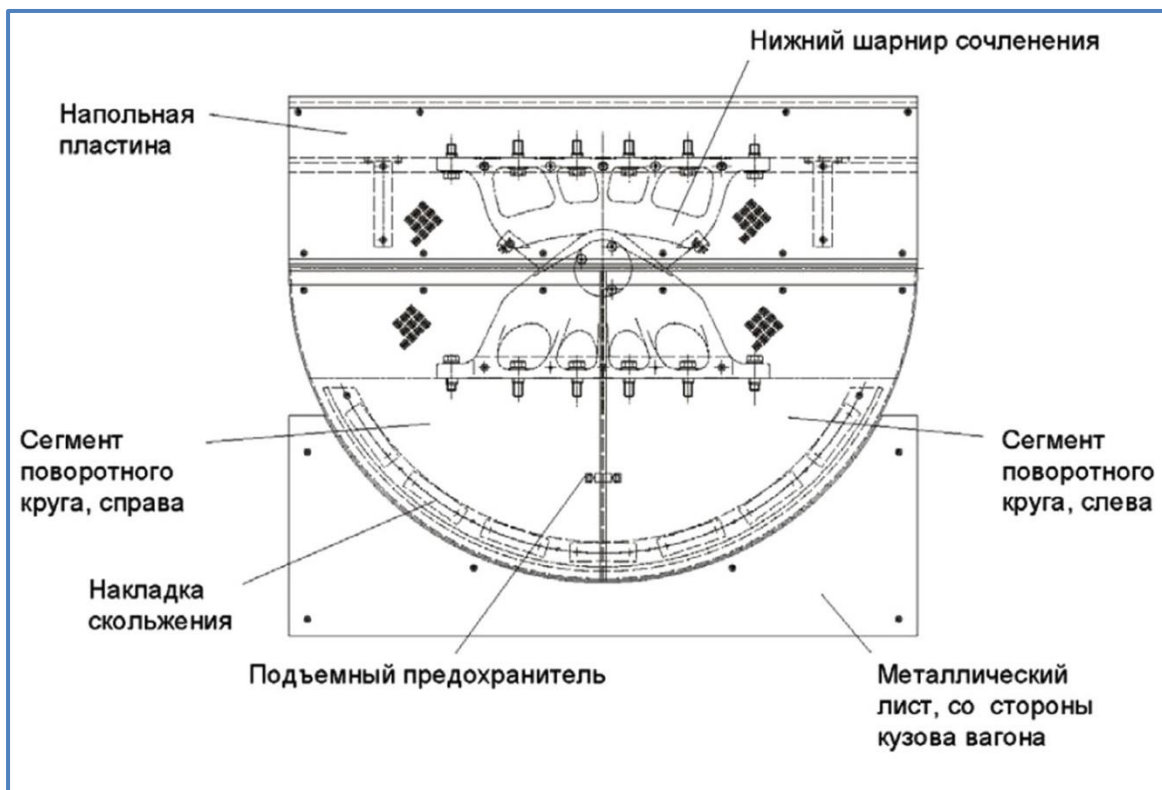


Рис. 10. Нижний упорный шарнир

Технические характеристики

Масса жесткого сочленения – 478,7 кг ± 10%.

Масса сочленения обеспечивает складывание вокруг поперечной оси – 461,3 кг ± 10%.

Максимальный угол поворота – 26°.

Рабочая температура лежит в диапазоне от -30°C до +80°C при нормальных погодных условиях.

Материалы и пожарная безопасность

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

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

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

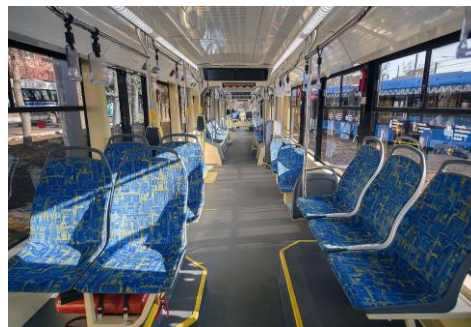


Фото 20. Вагон с бежевыми стенами салона

Пассажи́рские 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.

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

Информационные дисплеи



Фото 23. Информационные экраны

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.

На информационных дисплеях, расположенных в салоне, пассажиры могут посмотреть, какой у трамвая маршрут, узнать название следующей остановки и расстояние до нее. Также транслируются сообщения об изменениях в работе маршрутов, отображается информация о возможных пересадках и важные сообщения городских служб. В салоне установлены информационные табло типа «бегущая строка» с текстом красного цвета, а также медиаэкраны в 1-ой и 3-ей секциях, прикреплённые к потолку. На вагоне 31066

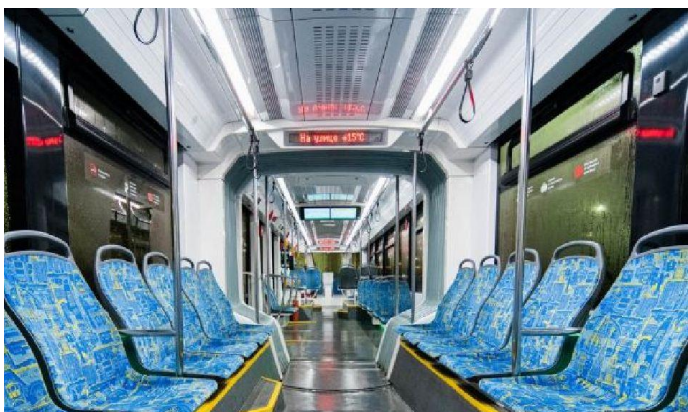
Пол вагона



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.

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

Фото 25. Осветительная линия в салоне

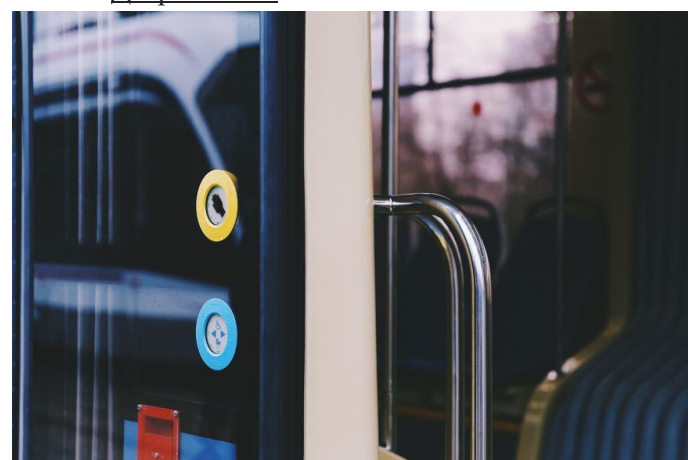
Окна



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

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)

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 «Tamware» (Финляндия) прислонно-сдвижного типа, предназначенные для входа и выхода пассажиров.



Рис. 11. Входные двери вагона

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



Фото 35. Двухстворчатые 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 "Открытие дверей" для открывания дверей на заторможенном вагоне. На поручнях, расположенных около дверей имеются двенадцать кнопок "Запрос остановки" в двух уровнях "Вызов 1"... "Вызов 6". При их нажатии идет звуковой сигнал водителю и мигание соответствующего желтого транспаранта двери на панели визуализации на пульте водителя. Также в салоне установлен возле каждой служебной двери "Стоп-кран" для экстренного торможения вагона.

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

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



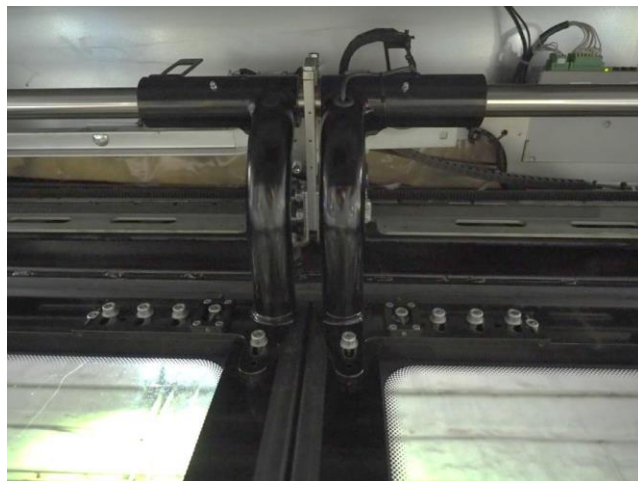
Фото 37. Приводной механизм дверей

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 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.



Фото 39. Дверной электропривод

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 закрытии, то дверь останавливается и сразу же открывается. Во время следующей попытки закрытия 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 закрытия отключается.

Мониторинг состояния датчика противозажата 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 противозажата объекта А или С), либо 2 («ошибка датчика противозажата В», в случае обнаружения ошибки датчика противозажата объекта В).

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

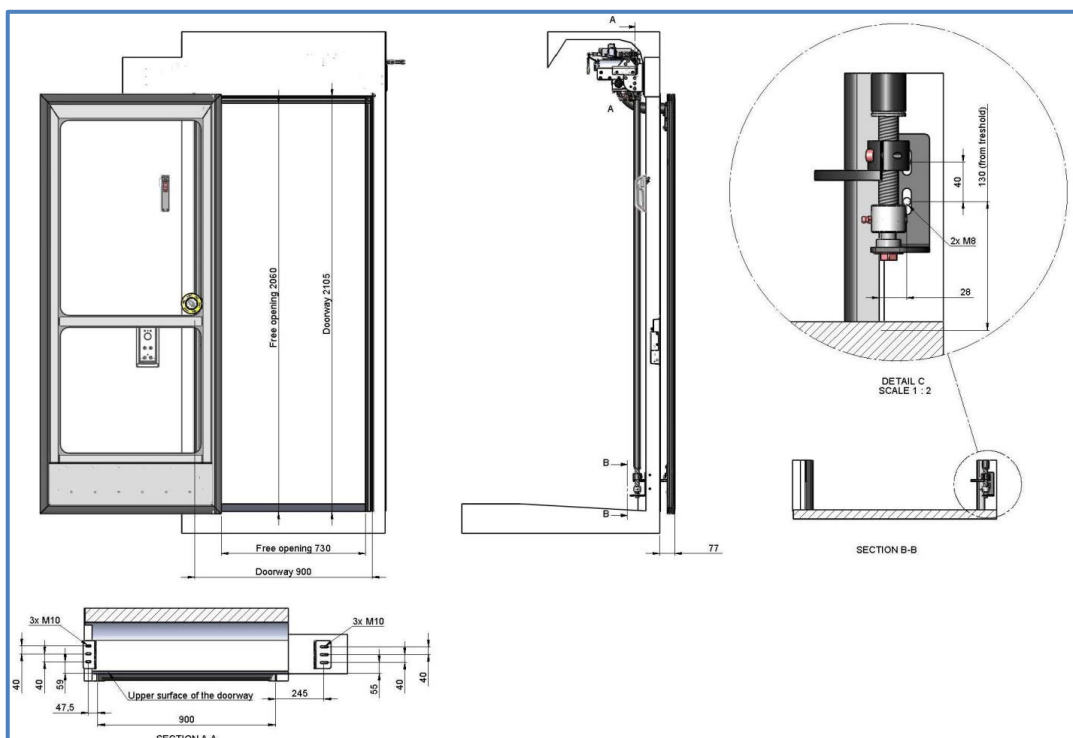


Рис. 12. Одностворчатая дверь Tamware Finslide

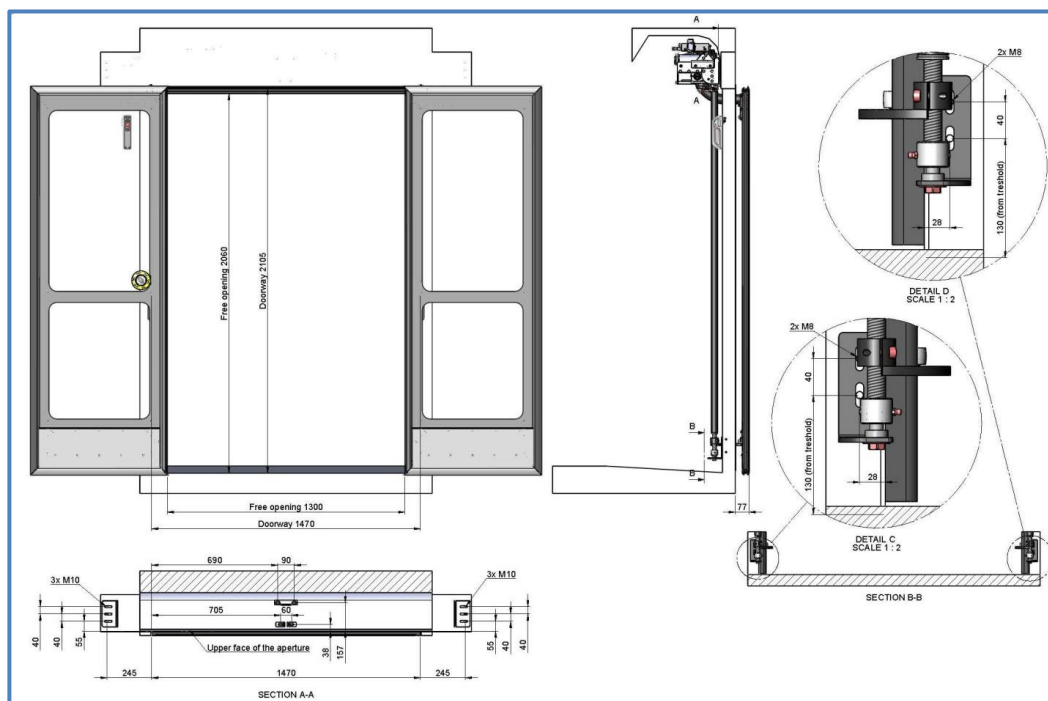


Рис. 13 Двухстворчатая дверь Tamware Finslide

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 ожидания активируется, если объект работал на протяжении заранее заданного временного параметра. Блокировка по временному пределу работы ожидания может конфигурироваться отдельно для каждого объекта. Блокировка по временному пределу работы ожидания конфигурируется в секундах (0-60 секунд).

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

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

Предупреждающие сигналы

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

Каждый предупреждающий сигнал имеет 2 конфигурируемых параметра:

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

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

Служебные кнопки/Светодиоды

Блок управления TW-465 поставляется с тремя кнопками, расположенными на боковой части контроллера. Они называются «служебные кнопки 1-3». Блок управления двери также поставляется с двумя светодиодами, которые называются «служебные светодиоды 1-2». Служебные светодиоды могут загораться либо красным, либо зеленым светом, в зависимости от функции.

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

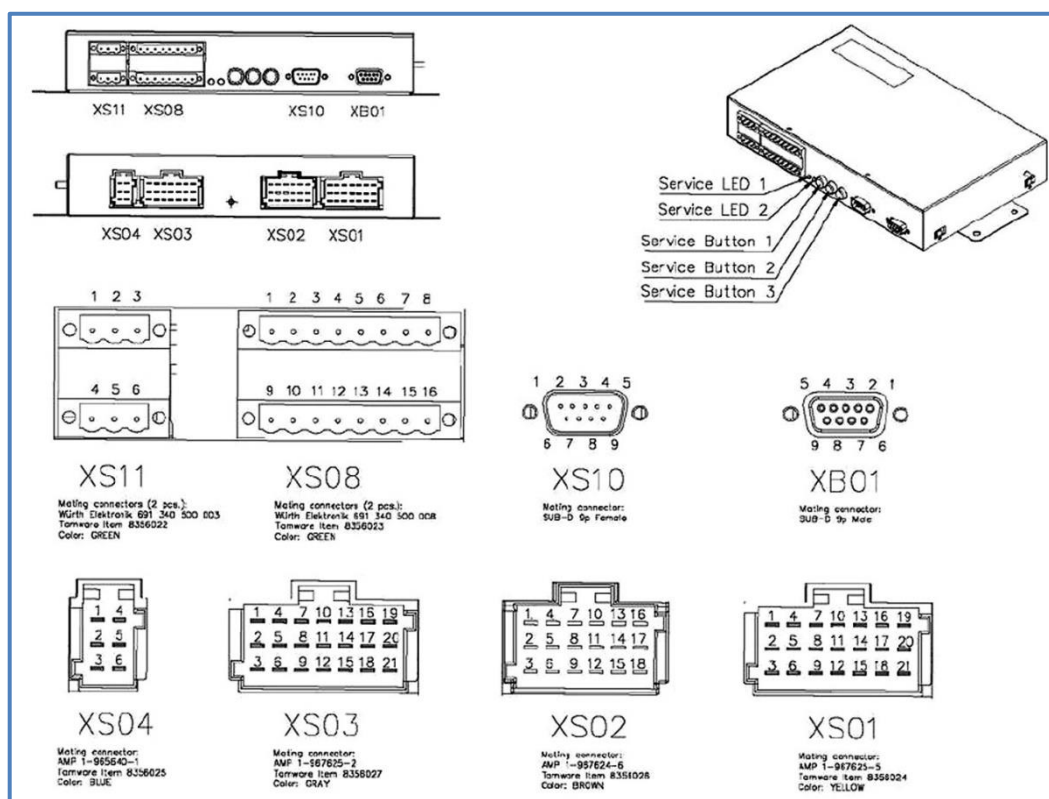


Рис. 14. Блок управления TW-465

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 выходы 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.

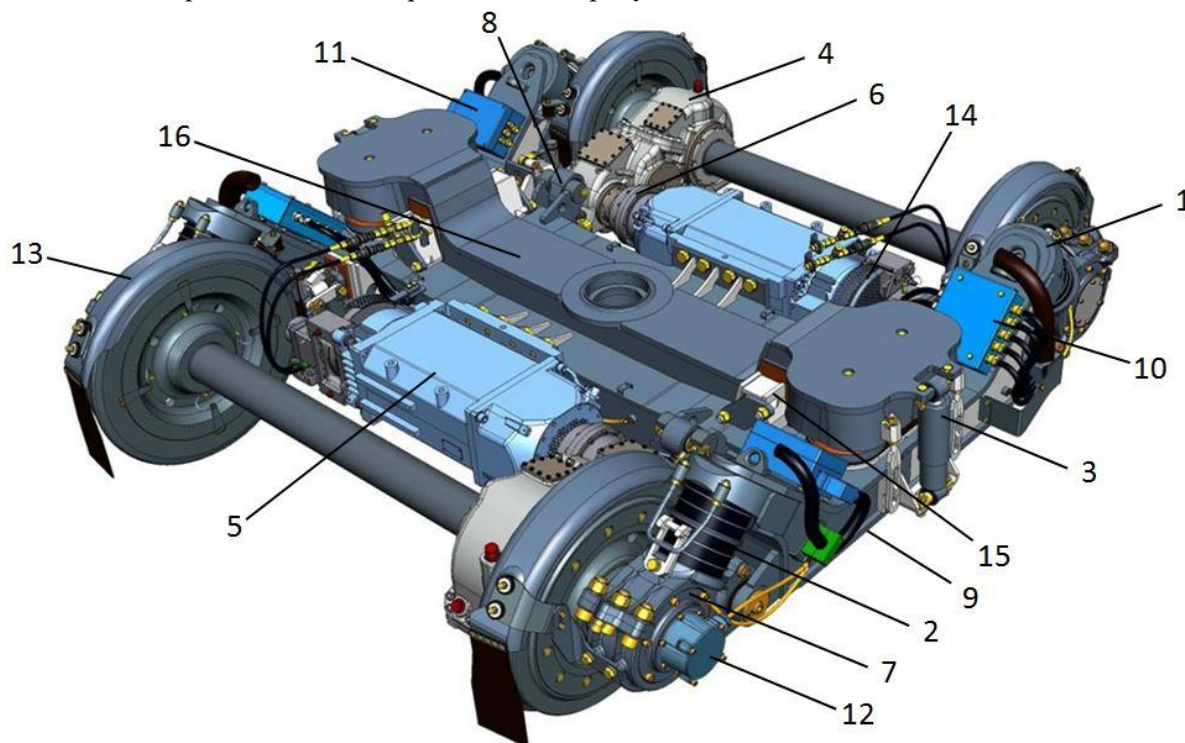


Рис. 15. Тележка трамвайная поворотная:

- 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 Wikov (4) с цилиндрическим зубчатым зацеплением. Тяговые двигатели с воздушным охлаждением (5) расположены параллельно оси колесной пары. Передача крутящего момента между двигателем и редуктором осуществляется с помощью зубчатой муфты KWD (6). На обоих концах оси колесной пары размещены радиально-осевые подшипники, которые являются неделимой составной частью колесной пары (7). Реактивный момент привода колесной пары поглощается подвеской редуктора (8). Рельсовые тормоза (9) с помощью рычажного механизма подвешены на раму тележки. Подвеска, движение и передача тормозных сил выполняется с помощью направляющих, установленных на раму тележки. Тележка оснащена электромеханической тормозной системой (14). Тормозные диски размещены на осях тяговых двигателей. Тележка оснащена электрической кабельной проводкой, составной частью которой являются клеммники высокого напряжения (10) и клеммники низкого напряжения (11). Заземление произведено с помощью токоотвода УТ-03 (12), размещенных на торцах осей колесных пар. Пластиковые брызговики (13) привинчены через резинометаллические подкладки к держателям, закрепленным на раме тележки, которые предоставляют возможность установки по высоте брызговиков и резиновых фартуков в требуемом диапазоне.

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

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.

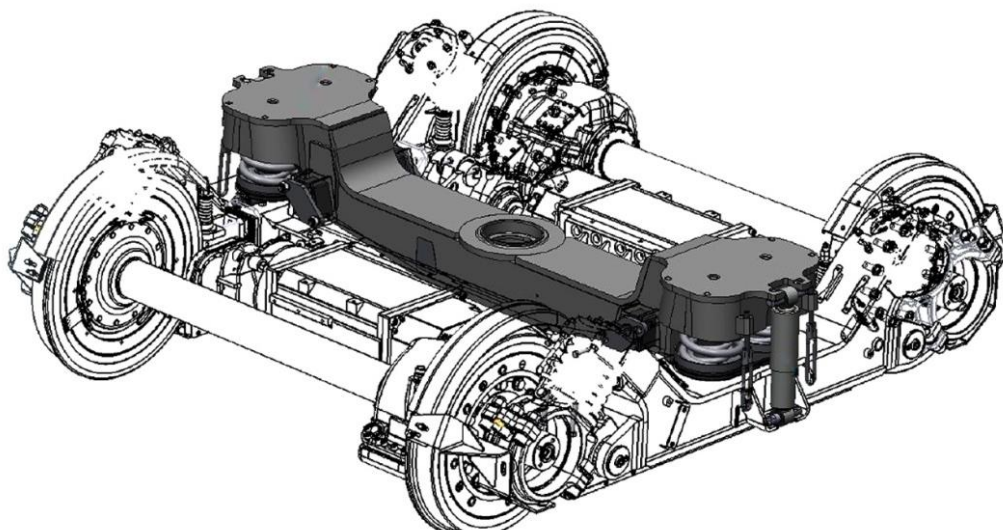


Рис. 16.
Поворотная балка на тележке поворотной

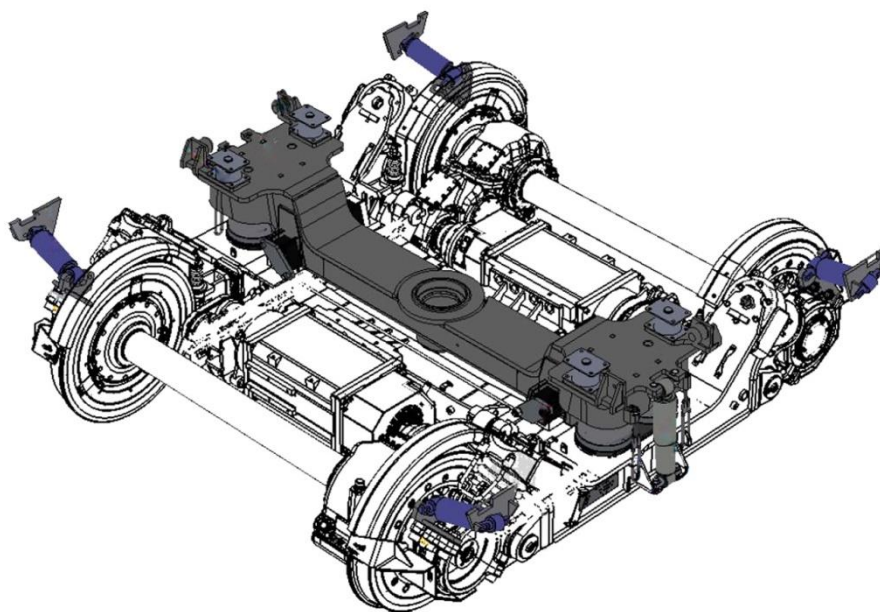


Рис. 17. Неповоротная балка на тележке неповоротной

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.

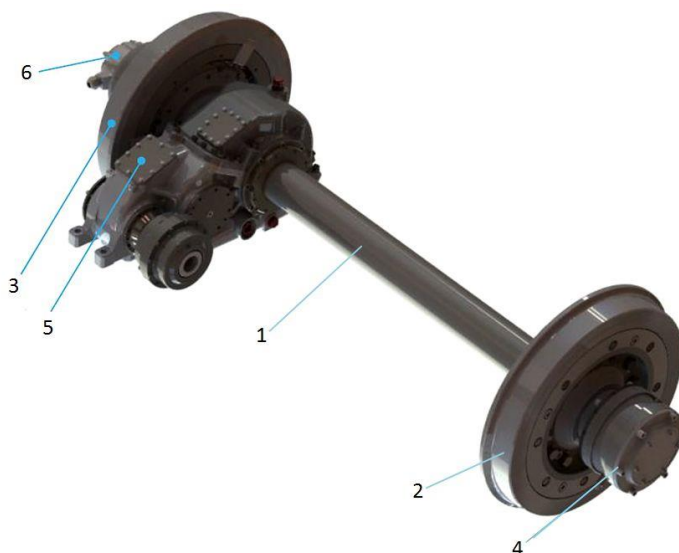


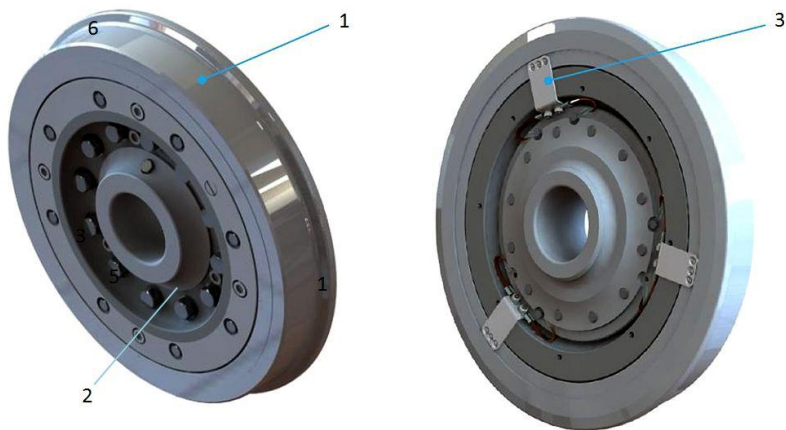
Фото 41. Колесные пары вагона

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 подпрессорное разборное состоит из бандажа, ступицы и шунта.

Рис. 19. Устройство подпрессорного 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.

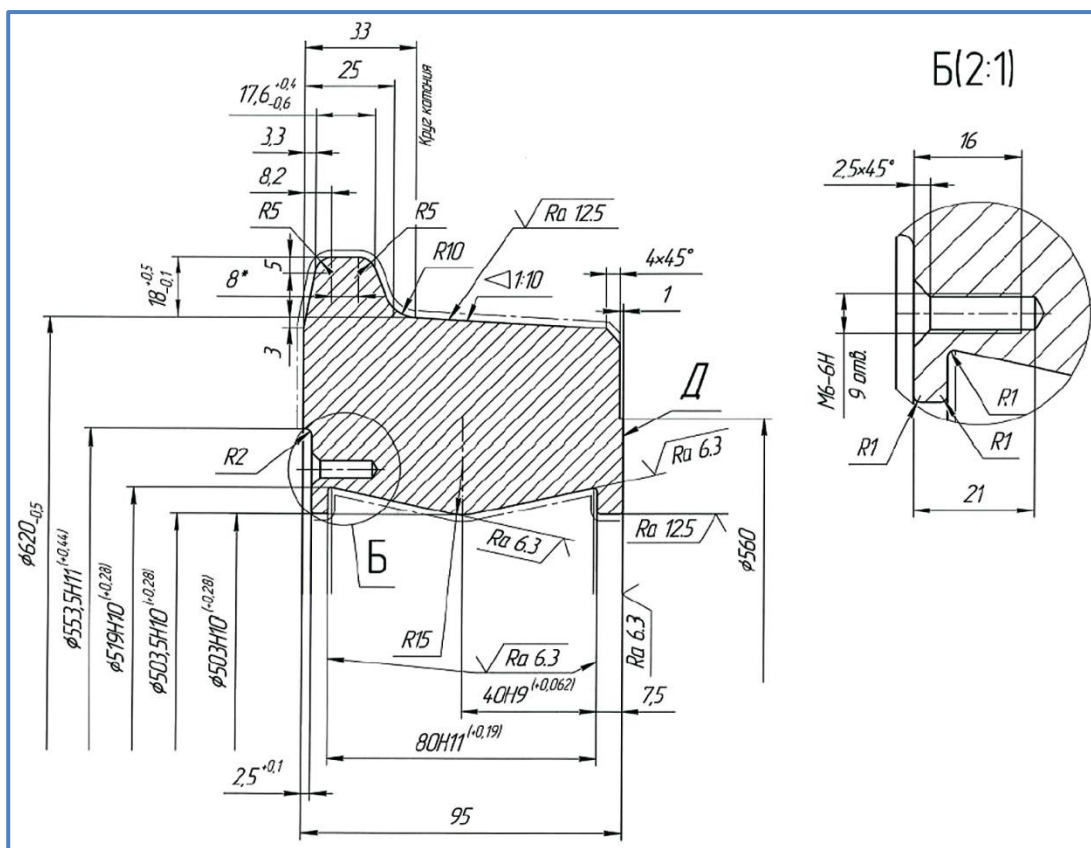


Рис. 20. Профиль катания бандажа колеса

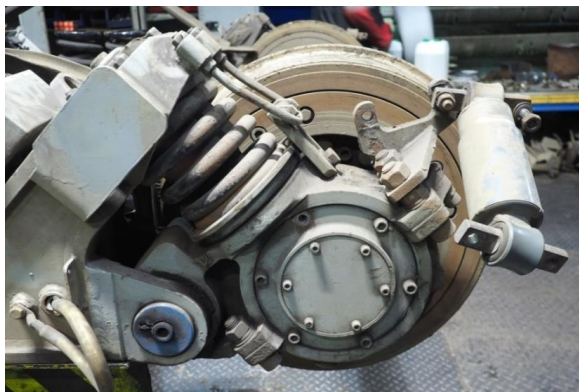
Требования, предъявляемые к колесной паре (данные для колесной пары в эксплуатации):

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.

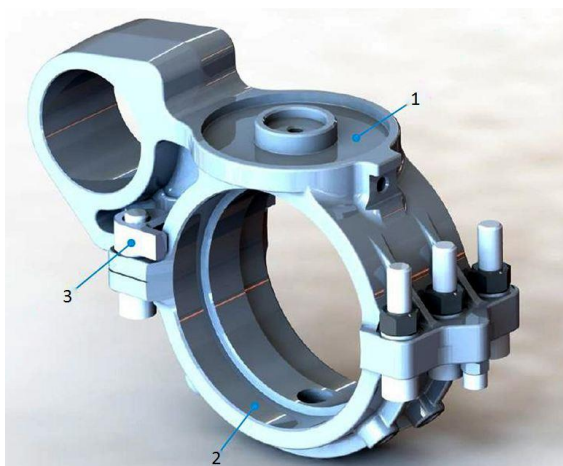
2.8. Букса



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 M24

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 намагнитная пробка, а также маслоуказатель.

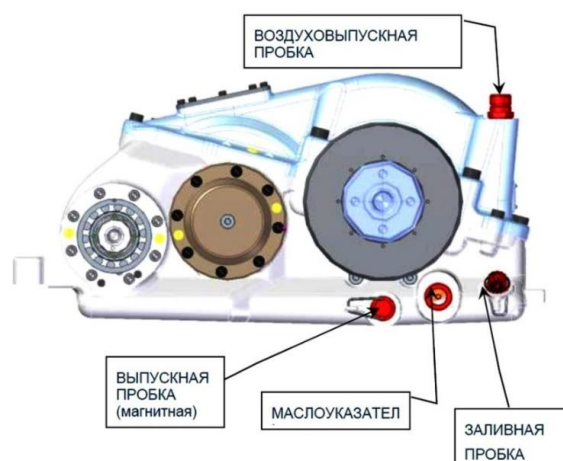


Рис. 22. Корпус редуктора

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.

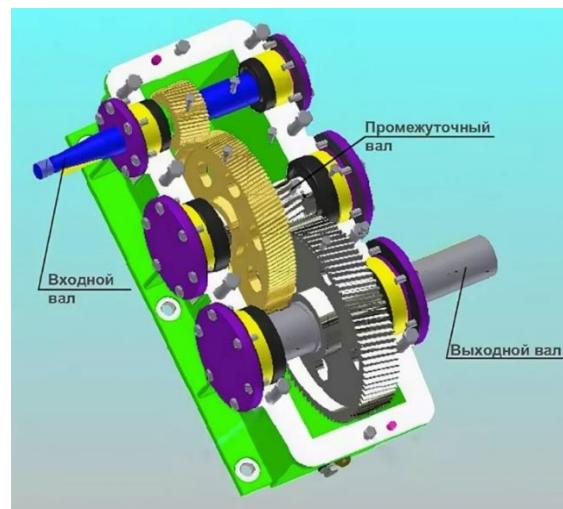


Рис. 23. Двухступенчатая зубчатая передача

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 кг ± 3 %.

Масса оси – 170,4 кг ± 5%.

Масса муфты (вход) – 17 кг ± 5%.

Макс. скорость транспортного средства – 75 км/ч.

Диаметр новых колес – 620 мм.

Диаметр изношенных колес – 580 мм.

Максимальная нагрузка на ось – 98,1 кН + 2 %.

Высота в свету редуктора от уровня головки рельса мин – 110-130 мм (при макс. изношенных колесах диаметром 580 мм).

Количество ступеней передач – 2.

Передаточное отношение – 6,921.

Номинальная передаваемая мощность $P_{ном}$ – 75 кВт.

Максимальный входной момент $M_{макс}$ – 500 Н·м (при $n = 568$ об/мин).

Максимальный тормозной момент двигателя $M_{тмакс}$ – 500 Н·м.

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

Температура воздуха вне транспортного средства от – 40 до +45 °С.

Способ управления редуктором – редуктор обеспечивает постоянную передачу.

Смазка и охлаждение:

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

Охлаждение редуктора – естественное, поверхностью корпуса редуктора.

Количество и вид масла в редукторе:

Расход масла – около 2,5 дм³

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

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

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

Неисправности редуктора:

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°С 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.

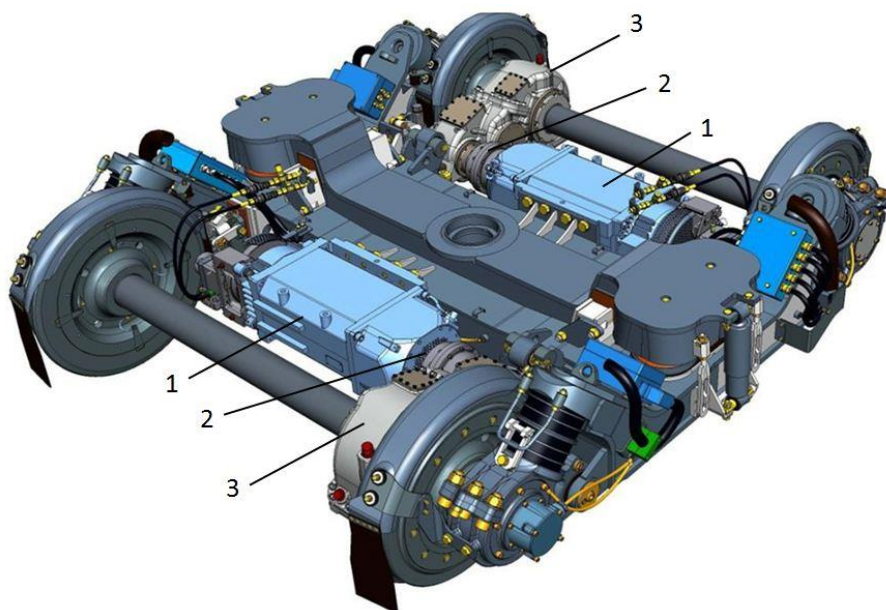


Рис. 24. Тяговый привод:
1 – тяговый электродвигатель; 2 –
зубчатая муфта;
3 – редуктор

Зубчатая муфта состоит из двух полу муфт 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.

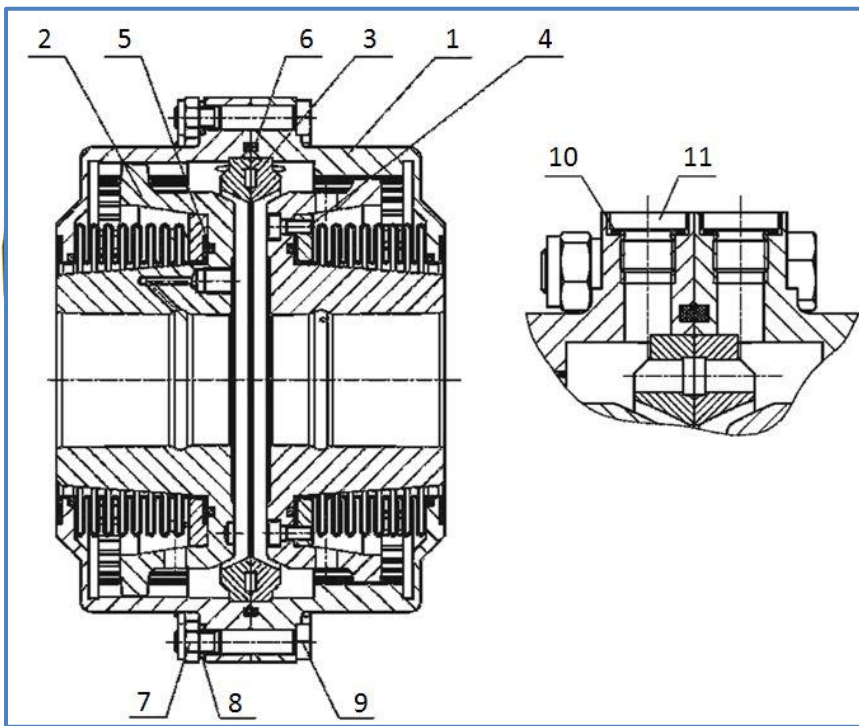


Рис. 25. Устройство зубчатой муфты:

- 1 – гильза;
- 2 – ступица;
- 3 – упорное кольцо;
- 4 – винт с цилиндрической головкой;
- 5 – кольцо круглого сечения 95x36;
- 6 – кольцо круглого сечения 170x31;
- 7 – гайка М8;
- 8 – стопорное кольцо;
- 9 – призонный болт М8x45;
- 10 – уплотнение А10x142;
- 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.

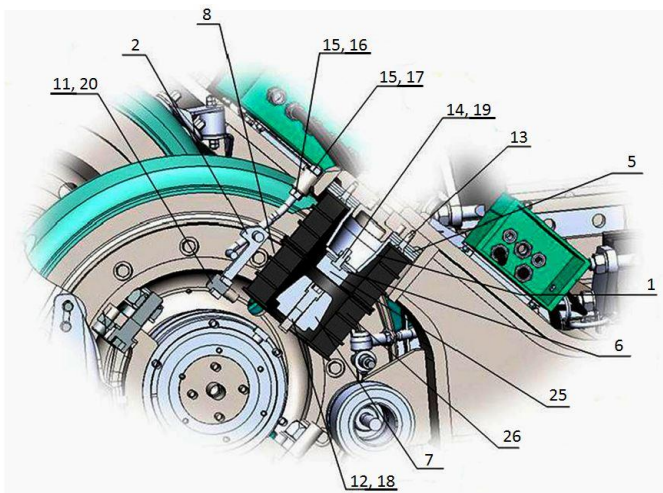


Рис. 26. Устройство первичного подрессоривания:

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 М16x35.88.40X018; 12 – болт М16x70.88.40X018;
- 13 – винт М10x30.88.40X018; 14 – гайка М10.8.40X018; 15 – гайка М12.8.40X018;
- 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 поддрессирование

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

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



Фото 45. Вторичное поддрессирование

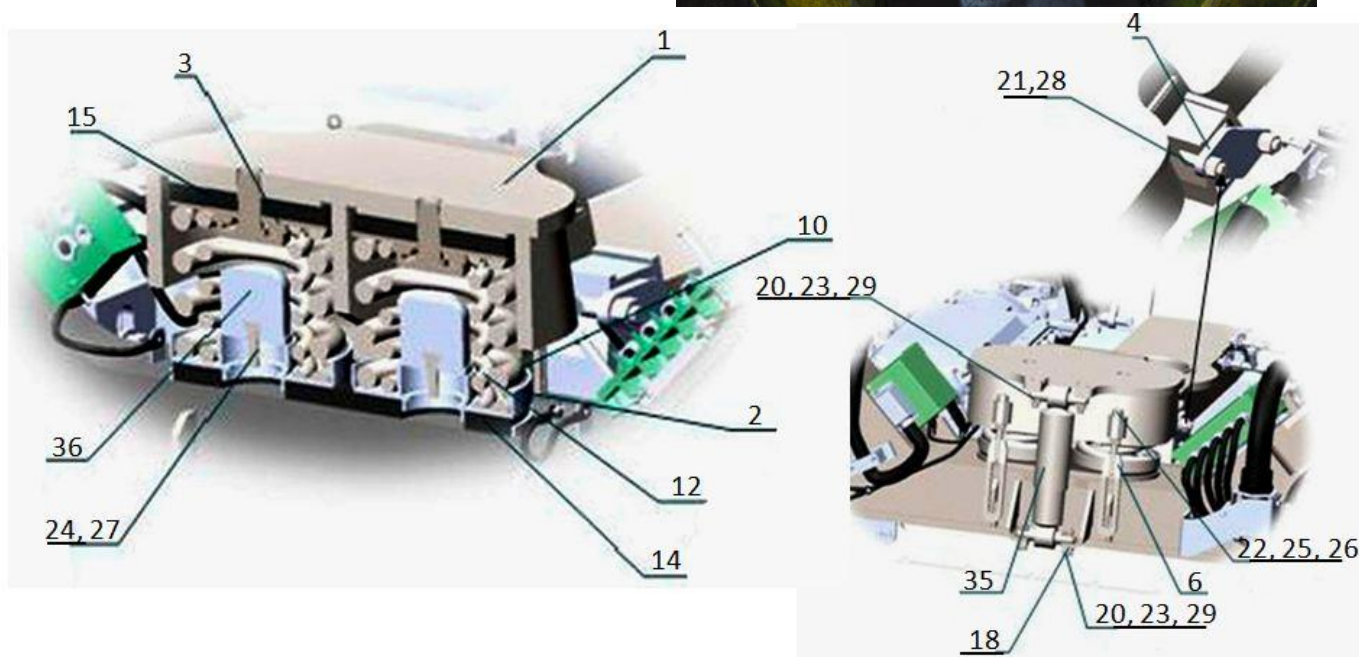


Рис. 27. Устройство вторичного поддрессирования:

- 1 – шкворневая балка; 2 – база нижняя; 3 – база верхняя; 4, 5 – крышка; 6 – подвес;
- 10 – пружина внешняя; 11, 12 – пружина внутренняя; 13 – блок резиновый;
- 14 – резиновая доска нижняя; 15 – резиновая доска верхняя; 16 – поперечный упор;
- 17 – подкладка; 18 – шайба; 20 – болт М14х60.88.40Х.018; 21 – гайка М20.8.40Х.018;
- 22 – гайка М16.8.40Х.018; 23 – гайка М14.8.40Х.018; 24 – гайка М12.8.40Х.018;
- 25 – шайба 16.01.08кп.018; 26 – шайба 16.03.018; 27 – шайба 12 65Г.016;
- 28 – шайба NL20sp; 29 – шайба NL14; 35 – амортизатор ZF; 36 – резиновый упор.

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.

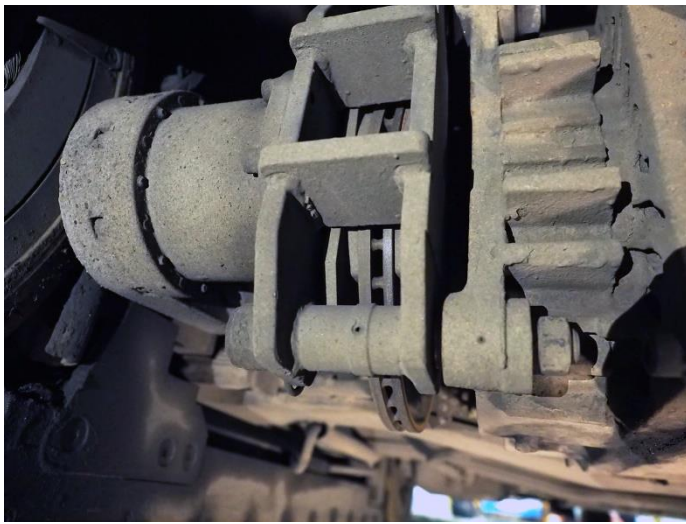


Фото 46. Электромеханическая тормозная система

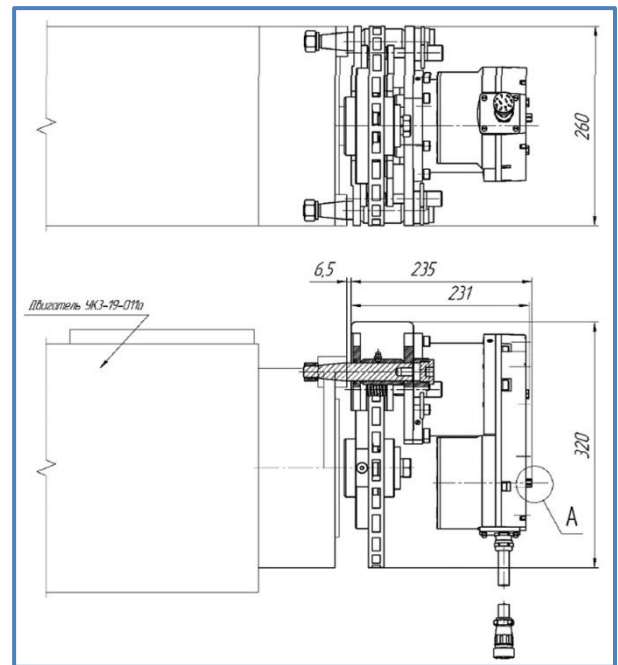


Рис. 28. Основные габаритные размеры ЭМТС

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

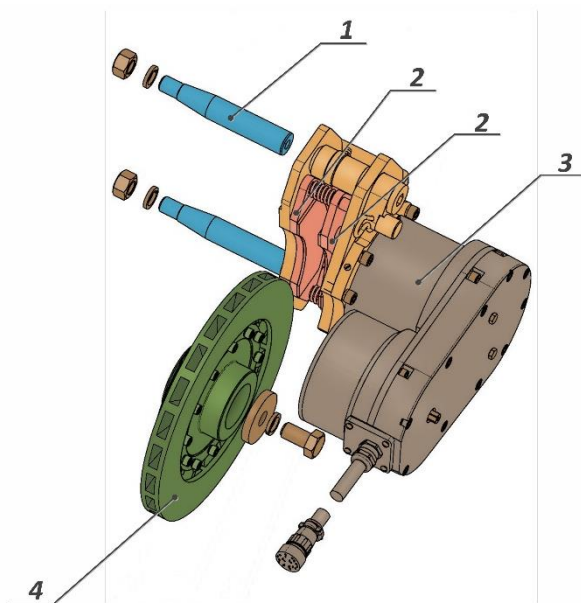


Рис. 29. Основные узлы ЭМТС-1М-01:

1 - привод тормозной ИМТ-3-02;

2 - диск тормозной в сборе;

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.

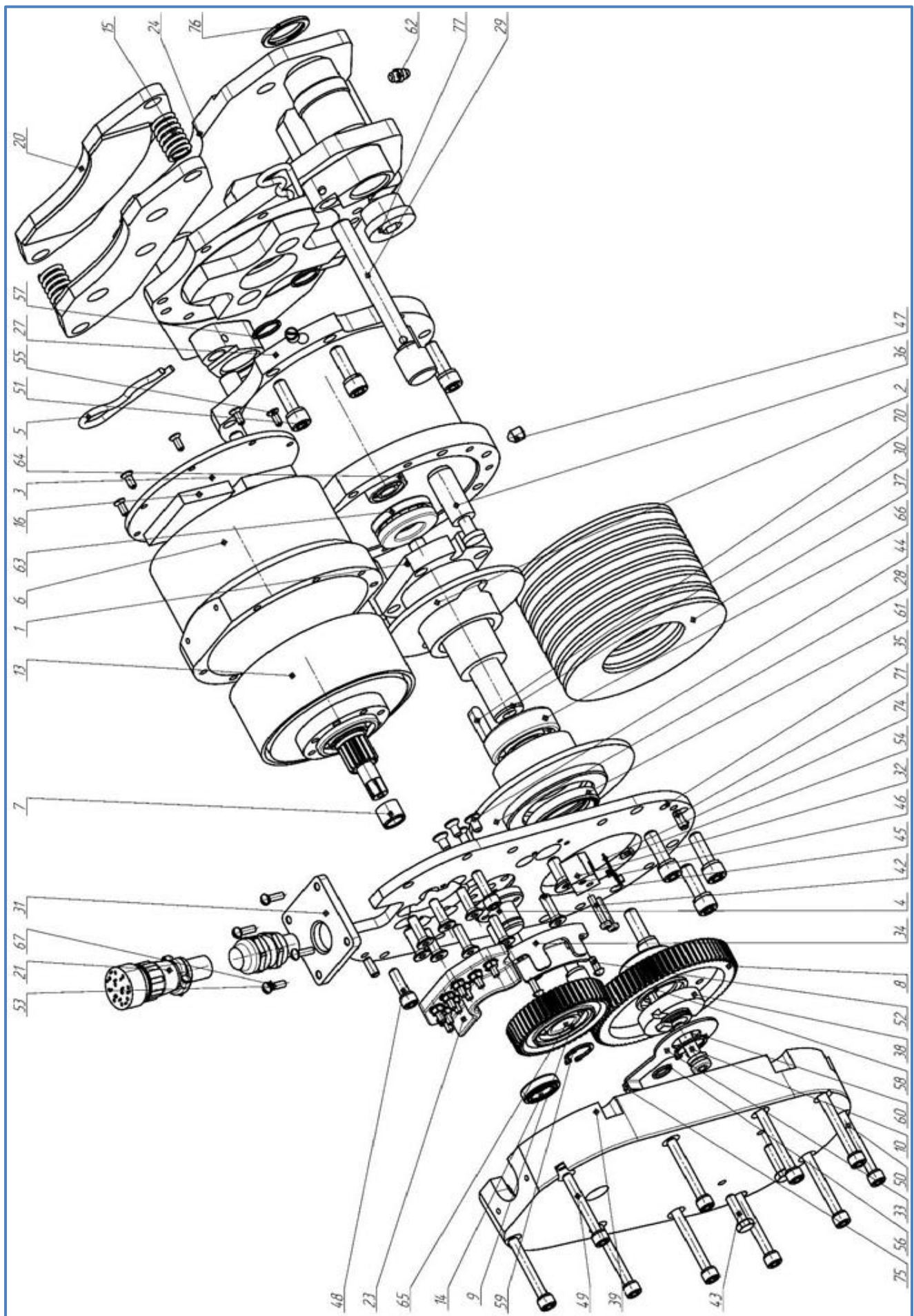


Рис. 30. Состав тормозного привода ИМТ-3-02

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.

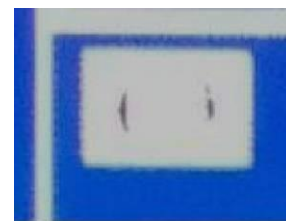


Фото 48.

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.

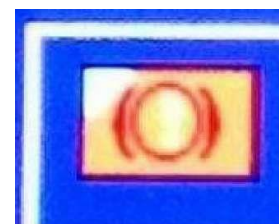


Фото 50.

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.

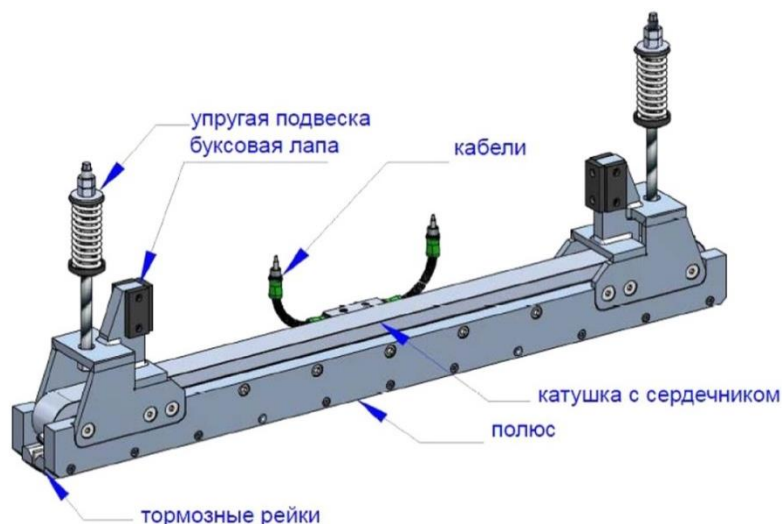


Рис. 31. Составные части рельсового

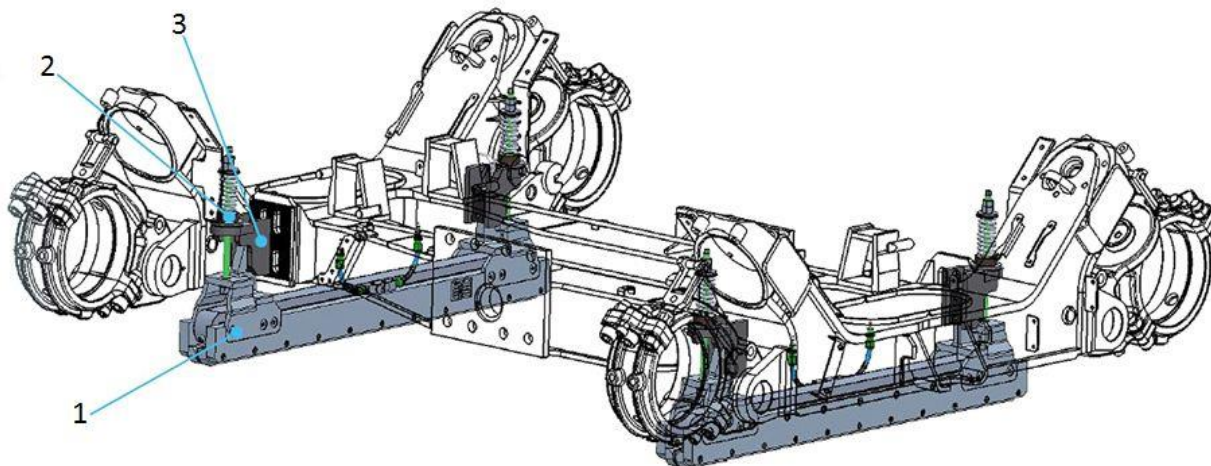


Рис. 32. Установка и крепление рельсового тормоза на тележке:

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.

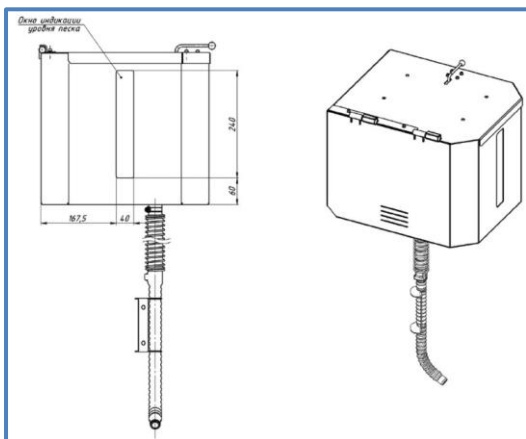


Рис. 33. Габаритный чертеж УПП

УПП включает в себя:

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

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.

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 52. 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 53. Электрический привод стеклоочистителя

Часть 2. Электрическое оборудование

Оглавление

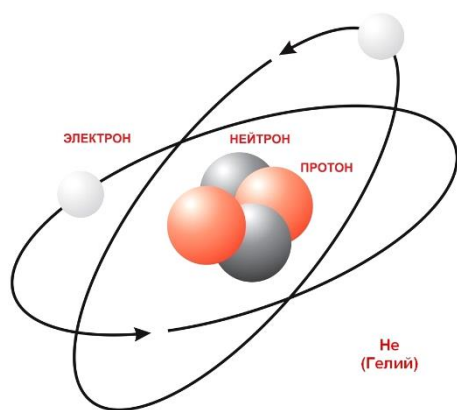
Основы электротехники	
Природа электричества. Электрический потенциал. Напряжение, сила тока, сопротивление, проводимость, мощность. Закон Ома. Типы электрических соединений. Первое правило Кирхгофа. Тепловое действие тока. Плотность тока. Переходное сопротивление. Режимы работы электрических цепей. Вихревые токи. Принцип работы трансформатора. Причины образования электрической дуги и способы дугогашения.	1
Магнетизм. Принцип работы электродвигателя постоянного тока. Самоиндукция. Переменный ток. Трёхфазный переменный ток.	6
Вихревые токи. Принцип работы трансформатора. Причины образования электрической дуги и способы дугогашения.	10
Трёхфазный асинхронный двигатель.	12
Полупроводники. Системы управления тяговыми двигателями.	14
Электрическое оборудование	
Модификации трамвайных вагонов Москвы.	15
Токоприёмники.	16
Рельсовый тормоз.	21
Педаль безопасности. Устройство токоотвода.	22
Вагон 71-931М2	
Оборудование кабины водителя. Панель мониторов ПВМ-4. Панель визуализации информации ПВИ-9.	23
Панель ПК-6-02. Панель автоматических выключателей ПАВ-20. Контроллер водителя КВ-11.	35
Панель управления ПК-7. Зеркала заднего обзора. Блок бесконтактного открывания передней двери.	36
АСОТП «Игла» М.5К-Т.У.	37
Пульт маневровый ПМ-28. Пульт водителя – наставника.	38
Расположение крышевого оборудования. Отличительные особенности модификации М2.	39
Вагон 71-931М1	
Оборудование кабины водителя. Панель визуализации информации ПВИ-8.	42
Вагон 71-931М	
Оборудование кабины водителя. Пульт управления. Управление параметрами ЛК ВИЗ. Панель визуализации информации ПВИ-4. Панель КДП-11. Управление дверями.	45
Управление зеркалами заднего обзора. Панель управления ПП-1. Панель ПАВ-19.	55
Противопожарная система АСОТП. Маневровый пульт.	56
Силовое электрооборудование	
Быстродействующий выключатель. Тормозной резистор.. Статический преобразователь.	57
Аккумуляторная батарея. Тяговый инвертор	58
Работа силового электрооборудования	
Ходовой режим. Электродинамическое торможение. Перевод КВ в «0» положение. Рекуперация. Противоюзовая система. Ионисторы. Режим автономного хода.	60
Вспомогательное электрооборудование	
Устройство подачи песка.	63
Система кондиционирования воздуха кабины и салона.	64
Система обогрева салона и кабины.	66
Стеклоочиститель и стеклоомыватель. Стеклообогрев.	67
Внешнее световое оборудование.	68
Внутреннее световое оборудование кабины и салона.	70
Режимы работы и сигнализации дверей. Система противозащатия. Аварийное открывание двери.	71
Устройства для пассажиров с ограниченными возможностями.	72
Терминал бортовой навигационной связи «Орбита. Навигатор.02» БНСТ.	74
Аппаратно - программный навигационный комплекс «Хитон».	77
Схема работы расходной автоматической стрелки.	78
Виды тормозов тримвайного вагона и принцип их действия.	79
Контрольные вопросы.	80
Глоссарий.	81



Московский
транспорт

Основы электротехники

Природа электричества

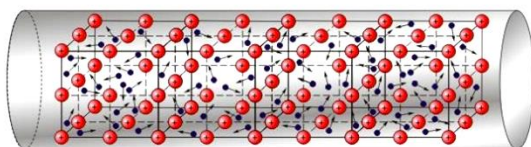


В природе все вещества состоят из молекул. Молекула, в свою очередь, состоит из атомов, атом – из ядра, а ядро - из положительных протонов и не имеющих заряда нейтронов. Вокруг ядра на орбитах вращаются электроны. Ядро имеет положительный заряд, а электроны – отрицательный:

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.

Процесс электрически **ионизацией**. при сообщении энергии: в виде какими-либо внешнего

СВОБОДНОЕ (ХАОТИЧЕСКОЕ) ДВИЖЕНИЕ ЭЛЕКТРОНОВ



● - атомы кристаллической решетки
● - электроны

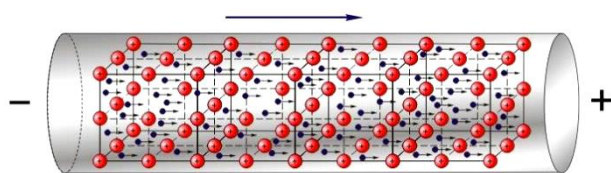
превращения нейтральных атомов в заряженные частицы - ионы - называют Ионизация может возникнуть только атому определенного количества тепла, путем бомбардировки его частицами, например, при воздействии электрического поля.

В природе существуют вещества, имеющие или не имеющие свободных электронов. В зависимости от этого они делятся на проводники, полупроводники и диэлектрики.

- **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.

Следует отметить, что в технике, кроме металлических проводников, используют и неметаллические. К таким проводникам относится, например, уголь, из которого изготавливают щетки электрических машин, электроды для прожекторов и пр. Проводниками электрического тока являются толща земли, живые ткани растений, животных и человека. Проводят электрический ток сырое дерево и многие другие изоляционные материалы во влажном состоянии (из-за содержания в них проводников второго класса).

НАПРАВЛЕННОЕ ДВИЖЕНИЕ ЭЛЕКТРОНОВ



Принятое направление тока

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 $6,25 \cdot 10^{18}$ принято считать, как 1 Кулон (*Кл*). При силе тока 1А за 1с в проводнике проходит количество электричества, равное 1*Кл*.

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 : $U = \varphi_1 - \varphi_2$ Прибор для измерения – вольтметр. Если напряжение отрицательно, значит, ток по цепи проходит в обратном направлении.

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), прибор для измерения силы тока – амперметр.

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. Медь, сталь и алюминий имеют низкое сопротивление току, а нихром и фехраль – высокое. Поэтому в электрических цепях подвижного состава используют медные провода и кабели, а для ограничения силы тока применяют сопротивления из фехраля (сплав железа, хрома и алюминия). Обозначение - R , единица измерения - Ом.

На рисунке ниже указана необходимая длина различных проводников сечением 1 мм^2 для получения сопротивления 1 Ом



✓ **Сопротивление проводника зависит от материала, площади поперечного сечения и длины проводника.**

Проводимость

Электрической проводимостью называется способность тела проводить электрический ток. Очевидно, что проводимость проводника зависит от его сопротивления: чем меньше сопротивление – тем лучше проводимость, и наоборот. Таким образом получается, что проводимость – это величина, обратная сопротивлению. Это можно выразить формулой:

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

Электрическая мощность

Энергия, получаемая приемником или отдаваемая источником тока, называется мощностью. Мощность P при неизменных значениях напряжения и силы тока равна произведению этих величин: $P = UI$. Единица измерения электрической мощности – Ватт (Вт). В промышленности мощность измеряют более крупными единицами: киловатт ($1 \text{ кВт} = 1000 \text{ Вт}$), мегаватт ($1 \text{ МВт} = 1\,000\,000 \text{ Вт}$) и т.д.

Закон Ома для неразветвленной цепи

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

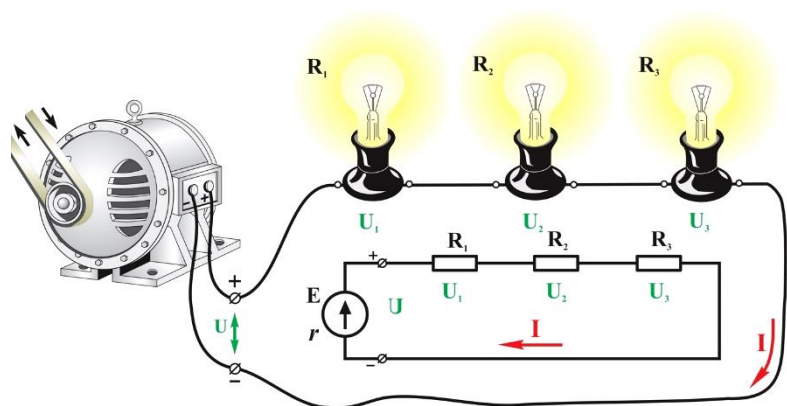
$$I = \frac{U}{R}, \text{ где } U - \text{ напряжение, } R - \text{ сопротивление}$$

Типы электрических соединений

Существуют три основных типа электрических соединений:

1. Последовательное соединение.

При последовательном соединении все элементы соединяются в единую непрерывную цепь.



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:

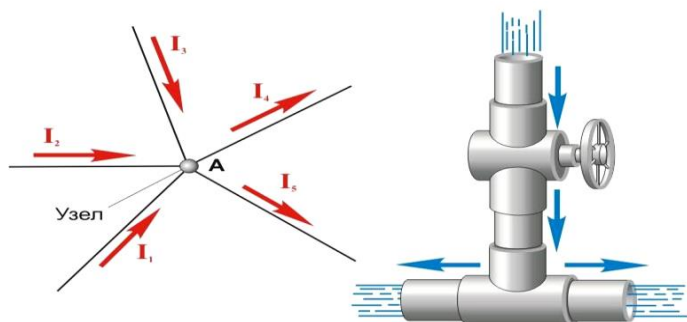
$$R_{общ} = R_1 + R_2 + R_3.$$

Учитывая, что любая электрическая цепь обладает сопротивлением, становится очевидно, что по мере прохождения по цепи электрического тока будет увеличиваться сопротивление, а это, в свою очередь,

вызовет уменьшение (падение) напряжения на каждом участке цепи. Таким образом, общее напряжение всей последовательной цепи будет равно сумме падений напряжения на каждом её участке: $U_{общ} = U_1 + U_2 + U_3$. Падение напряжения можно выразить формулой: $U = IR$.

Первое правило 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:

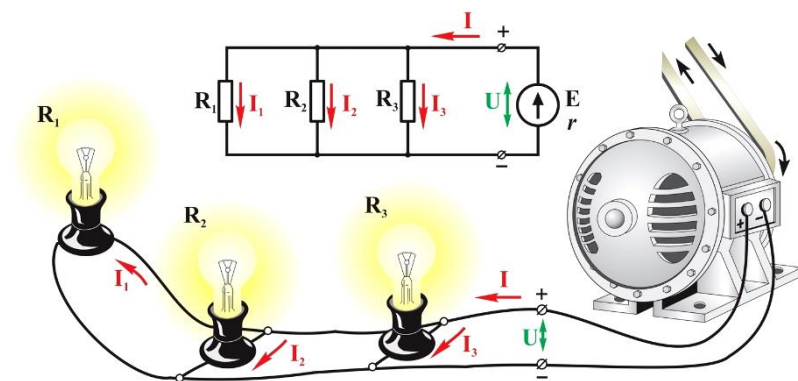


В вертикальную трубу поступает вода. В тройнике она разделяется и далее течёт в обе стороны по горизонтальной трубе. Очевидно, что количество воды, протекающей по вертикальной трубе будет равно сумме количества воды, вытекающей из тройника в обоих направлениях, причём правый и левый потоки будут распределяться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

2. Параллельное соединение.

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



Если мы имеем 3 параллельные цепи, то, применив 1й Закон Кирхгофа, мы получим, что проводимость общего участка будет равна сумме проводимостей каждой цепи:

$$g_{общ} = g_1 + g_2 + g_3.$$

Учитывая, что $g = \frac{1}{R}$, получается, что

$$\frac{1}{R_{общ}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

При этом:

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

Чтобы рассчитать общее сопротивление для двух параллельных цепей можно воспользоваться формулой:

$$R_{\text{общ}} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}, \text{ где } R_1 \text{ и } R_2 - \text{сопротивления каждой цепи.}$$

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

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

Таким образом, общее сопротивление двух параллельных цепей уменьшилось.

Исходя из этого, можно сделать два вывода:

1. **Общее сопротивление параллельных цепей всегда будет меньше меньшего из сопротивлений.**
2. **Если из нескольких параллельных цепей убрать хотя бы одну, то общее сопротивление увеличится (так как уменьшится общая проводимость цепи), что вызовет увеличение силы тока.**

А также:

Если к одному резистору параллельно подключить резистор с таким же сопротивлением, то общее сопротивление всей цепи уменьшится в два раза. При параллельном подключении трёх одинаковых резисторов – в три раза и т.д.

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 неразветвлённых участков, рассчитанных раздельно, например, для цепи, изображённой на рисунке ниже:



Тепловое действие тока

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



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.** 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.

$$P = I^2 R \text{ Вт}$$

Плотность тока

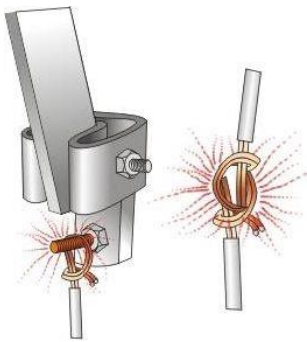
Эта физическая величина, которая показывает силу тока, проходящего через определённую площадь поперечного сечения проводника. Плотность тока можно выразить формулой: $j = \frac{I}{S}$ (ампер на единицу площади мм^2).

Если электрическая цепь имеет ничтожно малое сопротивление, то, согласно Закону Ома, сила тока в этой цепи будет очень велика. Если на каком-то участке цепи уменьшить площадь поперечного сечения проводника в 10 раз, то, учитывая, что сила тока на всех участках неразветвлённой цепи одинакова, окажется что все электроны теперь будут проходить через «узкое горлышко». При этом они будут сталкиваться с атомами кристаллической решётки, отдавая свою энергию и вызывая сильнейший нагрев, способный привести к разрушению изоляции, возникновению короткого замыкания и пожару.

Каждый материал имеет свою предельно допустимую температуру нагрева, каждый проводник - свою температуру плавления, а каждый аппарат – предельно допустимое значение силы тока. Для того чтобы не допустить токов перегрузки или короткого замыкания, в начале каждой электрической цепи устанавливается плавкий предохранитель. Его плавкая вставка имеет намного меньшую площадь сечения, чем провода или кабели защищаемой цепи, поэтому при превышении допустимой силы тока эта вставка сильно нагревается, что вызывает расплавление металла и разрыв проводника, тем самым, обесточивая защищаемую цепь.

В автоматических выключателях низковольтных цепей отключение происходит за счёт нагрева и последующего размыкания биметаллических контактов. После остывания контакты замыкаются вновь – аппарат готов к повторному включению.

Переходное сопротивление



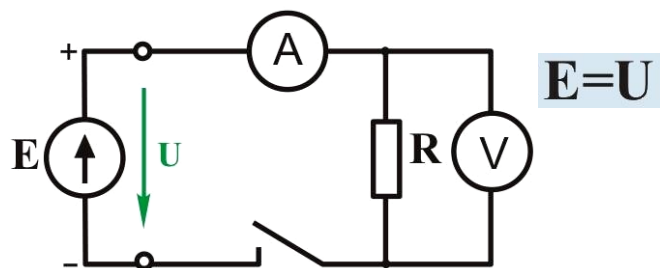
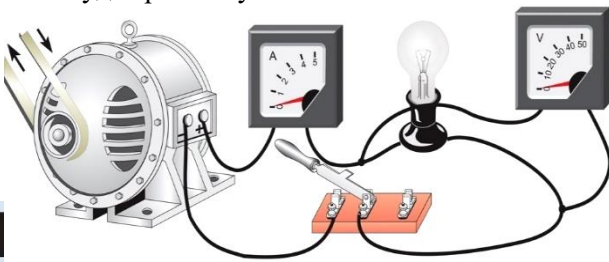
При ненадёжном соединении проводников (соединение скруткой, ослабление резьбового соединения, слабое обжимание) значительно уменьшается площадь соприкосновения соединяемых поверхностей. В месте неплотного соединения увеличивается плотность тока и возникает участок с повышенным сопротивлением движению тока.

В результате происходит сильный нагрев, который может привести к возникновению аварийного режима в цепи. Исходя из вышеизложенного можно сказать, что переходное сопротивление – это вредное явление, возникающее вследствие некачественного технического обслуживания, либо вследствие нарушения правил эксплуатации электрических аппаратов.

Режимы работы электрических цепей

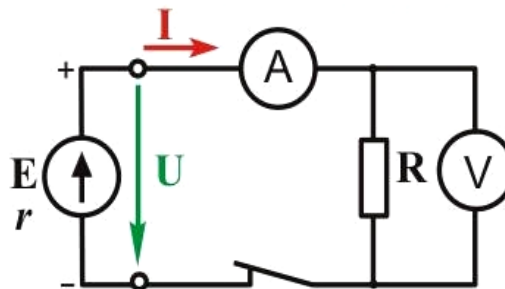
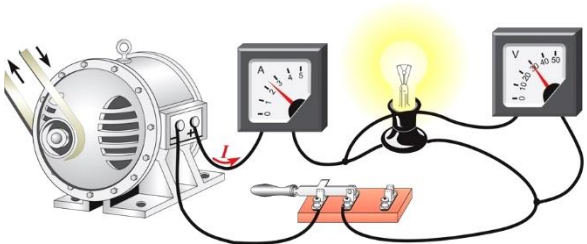
Все электрические цепи могут находиться в трёх режимах:

1. Режим холостого хода. Если цепь с генератором разомкнута, то ток в цепи не проходит, то есть, сила тока будет равна нулю:



2. Режим нагрузки. Если цепь

то по ней проходит ток, зависящий от величины сопротивлений, включённых в данную цепь.



E – электродвижущая сила
 r – внутреннее сопротивление источника

замкнута,

5

3. Режим короткого замыкания, КЗ.

Это режим работы электрической цепи без «нагрузки». При этом сопротивление в цепи стремится к нулю, а сила тока – к бесконечности. В результате выделяется огромное количество тепла, приводящее к возгоранию.

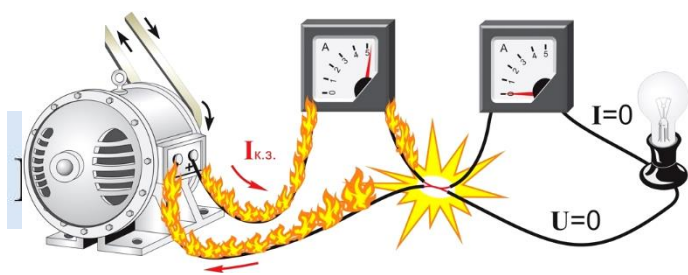
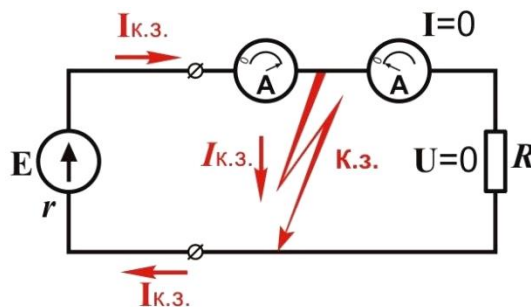
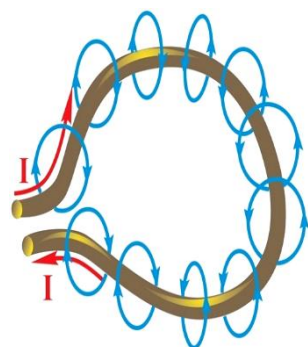
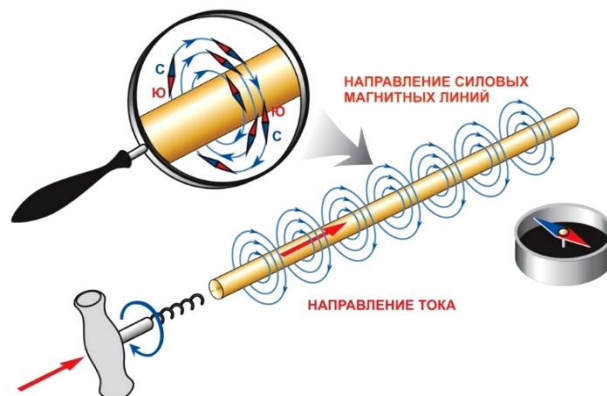


Рис. 14. Режим короткого замыкания

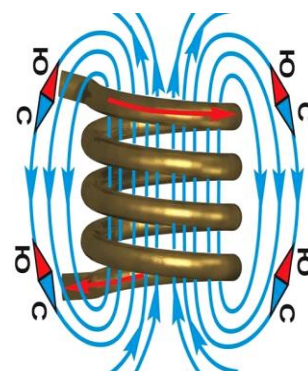


Магнетизм

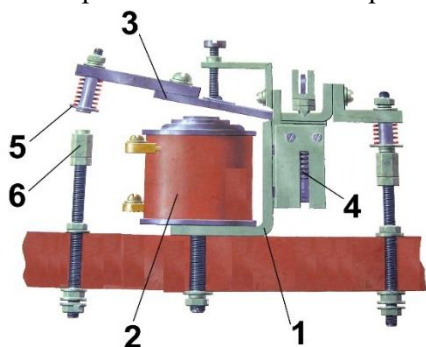
Магнитными свойствами, выраженными в той или иной степени, обладают все вещества. Наиболее сильно они проявляются в **ферромагнетиках** (железо, кобальт, никель и их сплавы), а парамагнетики и диамагнетики (цветные металлы и сплавы) обладают ничтожно слабыми магнитными свойствами. Если по проводнику 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:



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 реле).



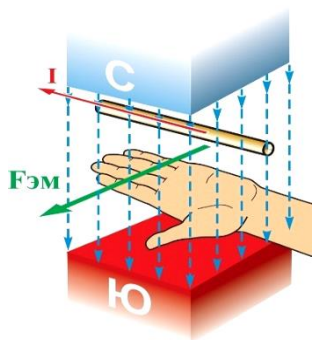
Если на катушку (2) подать питание, то она намагнитит сердечник, установленный внутри катушки. В результате якорь (3) притянется к сердечнику, при этом подвижный (5) и неподвижный (6) контакты замкнутся и по цепи пройдёт ток. Подобные аппараты используются в электрических цепях трамвайного вагона в качестве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



1. Магнитопровод
2. Катушка с сердечником
3. Якорь
4. Возвратная пружина
5. Подвижный клнтакт
6. Неподвижный контакт

При подаче питания на обмотку катушки намагничивается сердечник (2), к нему притягивается якорь (3), при этом подвижный контакт (5) опускается на неподвижный контакт (6). Если к контактам 5 и 6 подсоединены провода, то электрическая цепь замкнётся и по ней потечёт ток. При снятии питания с катушки (2) размагнитится её сердечник, и якорь (3) под действием возвратной пружины (4) разомкнёт контакты (5) и (6), в результате цепь разомкнётся.

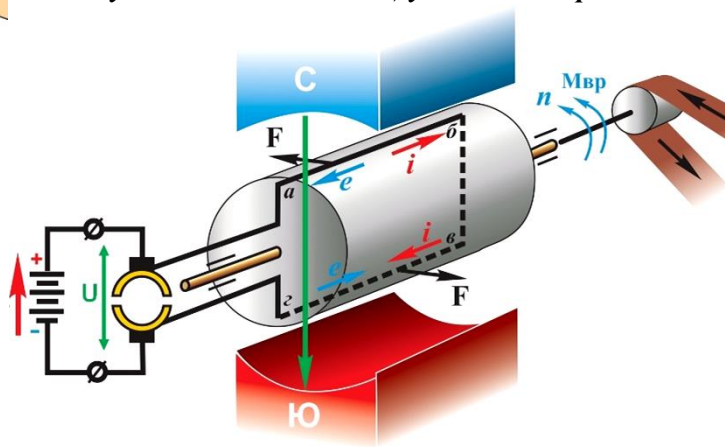
Принцип работы электродвигателя постоянного тока



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

Если ладонь левой руки 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.

Если рамку, проводника, подключить её к проводнику начнёт вокруг него магнитное магнитного поля, магнитным полем приведёт к выталкивающей силы. северным полюсом рамке «от нас», то на 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.



сделанную из закрепить на оси и источнику ЭДС, то по протекать ток, создавая поле. Взаимодействие созданного полюсами, с вокруг проводника возникновению Если, допустим, под направление тока в верхнюю часть рамки

Электромагнитная индукция

По мере приближения стального предмета к магниту будет возрастать сила притяжения. Это вызвано тем, что с уменьшением расстояния до магнита будет увеличиваться напряжённость магнитного поля.

Если в магнитное поле поместить замкнутый проводник и **перемещать** его так, чтобы он **пересекал** силовые линии внешнего магнитного поля, то из-за изменения напряжённости магнитного поля 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. ЭДС индукции измеряется в вольтах и прямо пропорциональна величине магнитного потока, скорости движения проводника (скорости вращения якоря) и длине участка, пересекающего магнитные силовые линии.

Самоиндукция

Изменяющийся по величине ток всегда создаёт изменяющееся магнитное поле, которое, в свою очередь, всегда индуцирует (наводит) ЭДС. При всяком изменении тока в катушке (или вообще в цепи) в ней самой индуцируется ЭДС самоиндукции, она зависит от скорости изменения тока. Чем больше скорость изменения тока, тем больше ЭДС самоиндукции.

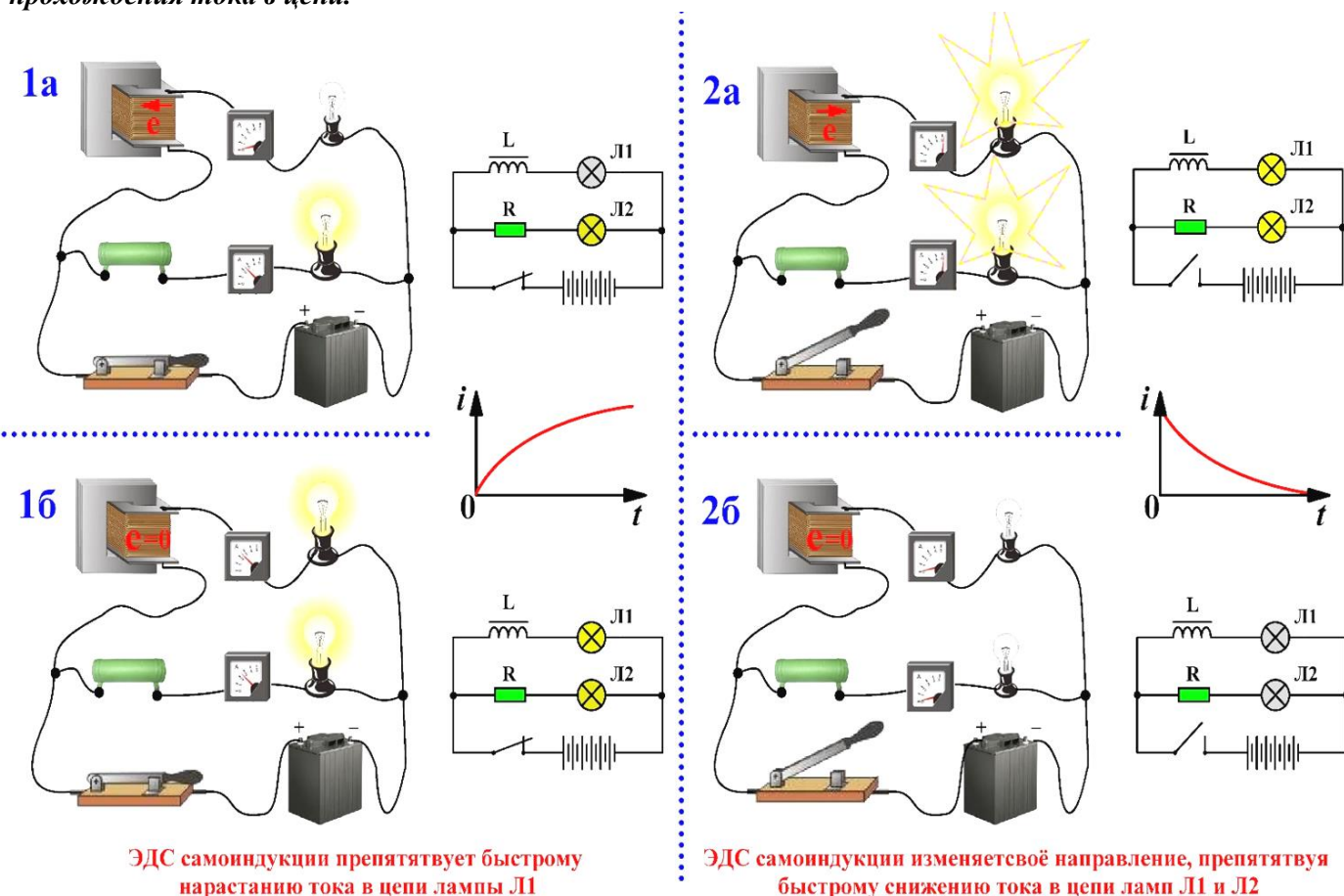
Величина ЭДС самоиндукции зависит также от числа витков катушки и её размеров. Чем больше диаметр катушки и число её витков, тем больше ЭДС самоиндукции. Эта зависимость имеет большое значение в электротехнике. Направление ЭДС самоиндукции определяет **Закон Ленца**, который позволяет сделать вывод, 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.

Продемонстрировать 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.

1а. При включении разъединителя ток проходит по обеим цепям (нижней и верхней), лампа в нижней цепи загорается сразу. При прохождении тока по катушке, образовавшееся вокруг витков магнитное поле постепенно, в течение секунды, намагничивает сердечник. Возрастающий магнитный поток сердечника наводит ЭДС в обмотке катушки. При этом в катушке возникает электрический ток, равный по величине току АКБ, но противоположный по направлению. Поэтому, пока происходит намагничивание сердечника, ЭДС самоиндукции не позволит лампе загореться.

1б. Как только сердечник намагнитится полностью (наступит предел магнитного насыщения), его магнитный поток перестанет изменяться. При этом прекратится наведение ЭДС самоиндукции в катушке, а значит, ток от АКБ пойдёт на лампу и она загорится. **В данном случае ЭДС самоиндукции задержала начало прохождения тока в цепи.**



2а. При отключении разъединителя первоначально прекращается прохождение тока по обеим цепям. Магнитный поток вокруг витков катушки сразу падает до нуля, вызывая постепенное размагничивание сердечника. Снижающийся магнитный поток сердечника наводит ЭДС в обмотке катушки. При этом в катушке возникает электрический ток, вызывающий кратковременную вспышку обеих ламп. Вспышка связана с тем, что ЭДС самоиндукции, несмотря на скоротечность, может в два и даже три раза превышать ЭДС источника (АКБ).

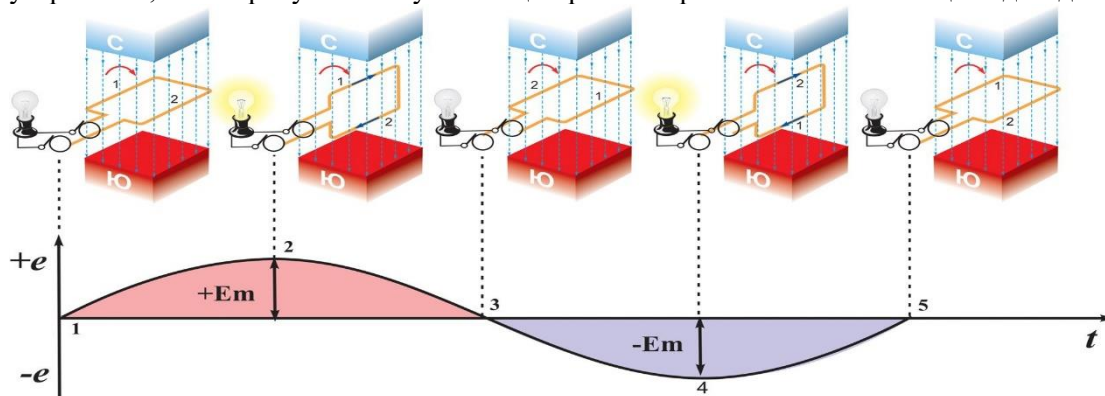
2б. Как только сердечник размагнитится полностью, то его магнитный поток перестанет изменяться. При этом прекратится наведение ЭДС самоиндукции в катушке, а значит, обе лампы погаснут. **В данном случае ЭДС самоиндукции задержала падение тока в цепи.**

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

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 (для высоковольтных цепей) или подключать параллельно контактам конденсатор или резистор (для низковольтных цепей).**

Переменный ток

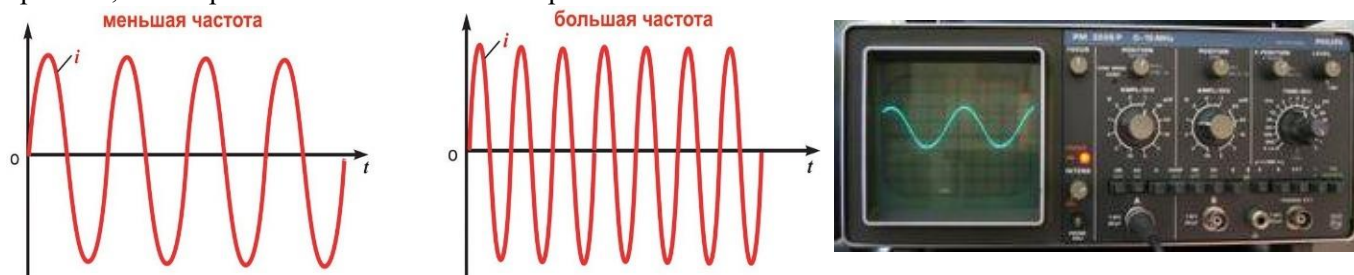
Соберём устройство, как на рисунке снизу. К концам рамки через контактные кольца подсоединим лампу.



Пока рамка неподвижна, ЭДС наводится в ней не будет (1). Начнём вращать рамку, при этом проводники 1 и 2 рамки начнут пересекать магнитные силовые линии полюсов магнита. В результате в рамке начнёт наводиться ЭДС, направление которой определяется по правилу Правой руки. Так как, вращаясь, рамка пересекает магнитные силовые линии с разной скоростью, то и величина ЭДС будет изменяться: в тот момент, когда рамка расположена вертикально (2), величина ЭДС будет максимальной. Если рамка будет расположена горизонтально (3), то величина ЭДС будет равна нулю. При дальнейшем вращении рамки её проводник 2 окажется сверху, а проводник 1 – снизу, то есть, они поменяются местами. В результате изменится и направление ЭДС, которая наводится в рамке. Таким образом, при равномерном вращении рамки в ней будет индуцироваться ЭДС, периодически изменяющаяся как по величине, так и по направлению. При помощи осциллографа можно увидеть синусоидальную кривую, показывающую изменение напряжения. Таким образом, **переменный ток, это ток, который с течением времени изменяется по напряжению и по направлению.**

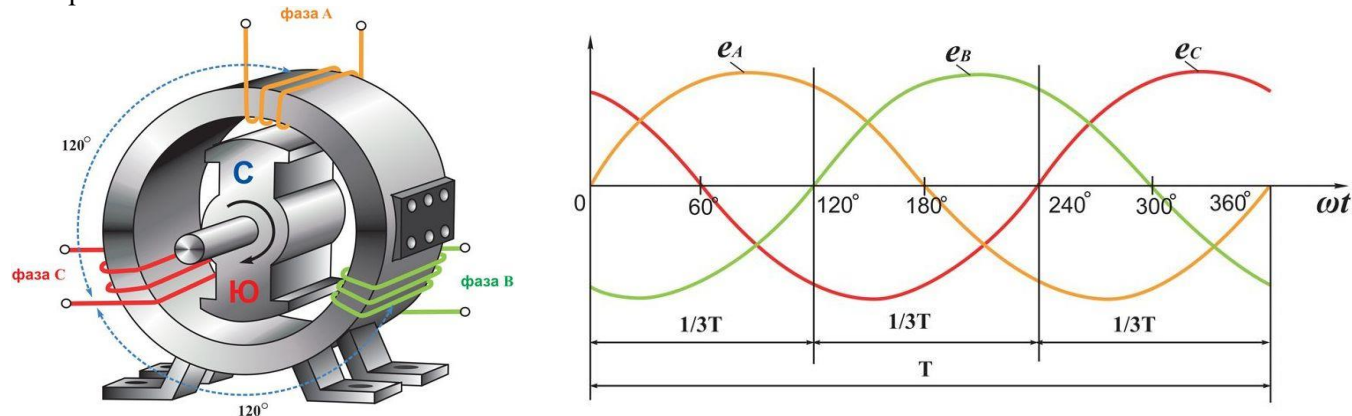
Графическое отображение переменного тока

Графический метод дает возможность наглядно представить процесс изменения той или иной переменной величины в зависимости от времени. На горизонтальной оси в определенном масштабе откладывают отрезки времени, а на вертикальной – значения напряжения или силы тока.



Трёхфазный переменный ток

Соберём генератор переменного тока, в котором обмотки статора будут уложены под углом 120° . Если ротор начнёт вращаться, то в обмотках А, В и С начнёт наводиться переменная ЭДС, но сначала ток появится в обмотке А, затем (через 120°) – в обмотке В, наконец, ещё через 120° , – в обмотке С. Графически это можно отобразить так:



Изобретение трёхфазного переменного тока дало возможность передавать электроэнергию на значительные расстояния с минимальными (по сравнению с постоянным током) потерями.

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 обмоток 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 приводят к размагничиванию обмоток двигателя и способны вызвать электрическую коррозию, то есть, разрушение структуры металла.

В бытовых условиях вихревые токи используются в индукционных кухонных электроплитах для нагрева сковородок и кастрюль, при этом они должны иметь (хотя бы) дно из магнитопроницаемого материала. Такие плиты имеют значительно больший КПД, по сравнению с классическими нагревательными элементами.

Принцип работы трансформатора

Электротрансформатор, в разговорной речи – трансформатор (от латинского «transformare» — «превращать, преобразовывать»), — это статическое электромагнитное устройство, имеющее две или более индуктивно связанные обмотки на общем магнитопроводе. **Трансформатор предназначен для преобразования переменного тока одного напряжения в переменный ток другого напряжения той же частоты.** Рассмотрим его устройство на рисунке ниже.



Простейший трансформатор состоит из стального магнитопровода (сердечника) и двух расположенных на нем обмоток. Обмотки выполнены из изолированного провода и электрически не связаны между собой. На обмотку слева подается напряжение от источника переменного тока. Эту обмотку называют **первичной**. К обмотке справа, называемой **вторичной**, подключается потребитель. Действие трансформатора основано на явлении электромагнитной индукции.

При подключении первичной обмотки трансформатора к источнику переменного тока вокруг неё образуется переменное магнитное поле. Этот поток проходит по сердечнику трансформатора и, пронизывая витки первичной и вторичной обмоток, наводит в них переменные ЭДС. Если к вторичной обмотке подсоединить нагрузку, то по вторичной цепи пойдёт электрический ток. Величина ЭДС обмоток будет зависеть от величины магнитного потока (количества витков в обмотке) и скорости его изменения (частоты тока).

В повышающих трансформаторах число витков во вторичной обмотке больше, чем в первичной. То есть, напряжение на выходе будет больше, чем на входе. **В понижающих трансформаторах** число витков вторичной обмотки меньше, чем в первичной. То есть, напряжение на выходе будет меньше, чем на входе. Отношение числа витков первичной к числу витков вторичной обмотки примерно равно отношению напряжений первичной и вторичной обмоток называется **коэффициентом трансформации**.

$$\frac{u_1}{u_2} \approx \frac{w_1}{w_2} = k \quad \frac{e_1}{e_2} = \frac{w_1}{w_2}$$

Трансформатор не может преобразовывать напряжение постоянного тока!

Причины образования электрической дуги и способы дугогашения.

На примере контактора ПК-163.

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 блокировочные контакты, а значит, к попаданию высокого напряжения в цепи управления вагона.

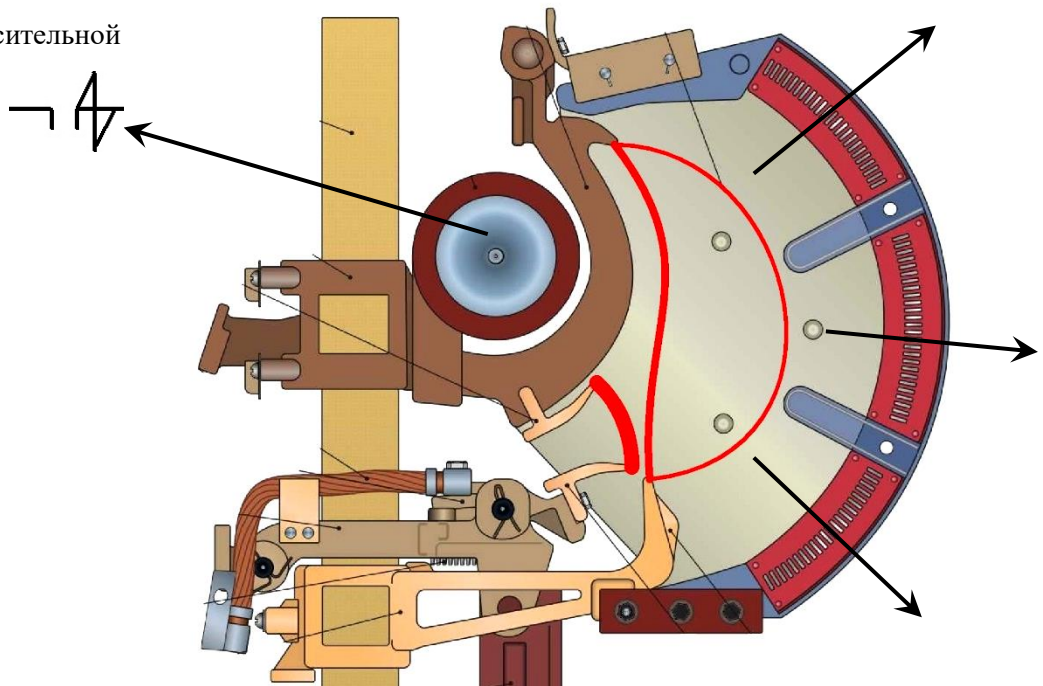
ЭДС самоиндукции, возникающая при разрыве цепи с большой индуктивностью*, также вызывает образование электрической дуги.

Существуют несколько способов погасить возникшую дугу:

- Размыкание контактов в масле (для плавких предохранителей – в песке).
- Растягивание дуги с одновременным её охлаждением (деионизация дуги).
- Выдувание дуги сжатым воздухом или газом (деионизация дуги).
- Так называемое, «*магнитное дутьё*», - этот способ используется для дугогашения в контакторах трамвайных вагонов и в секционных изоляторах контактной сети.

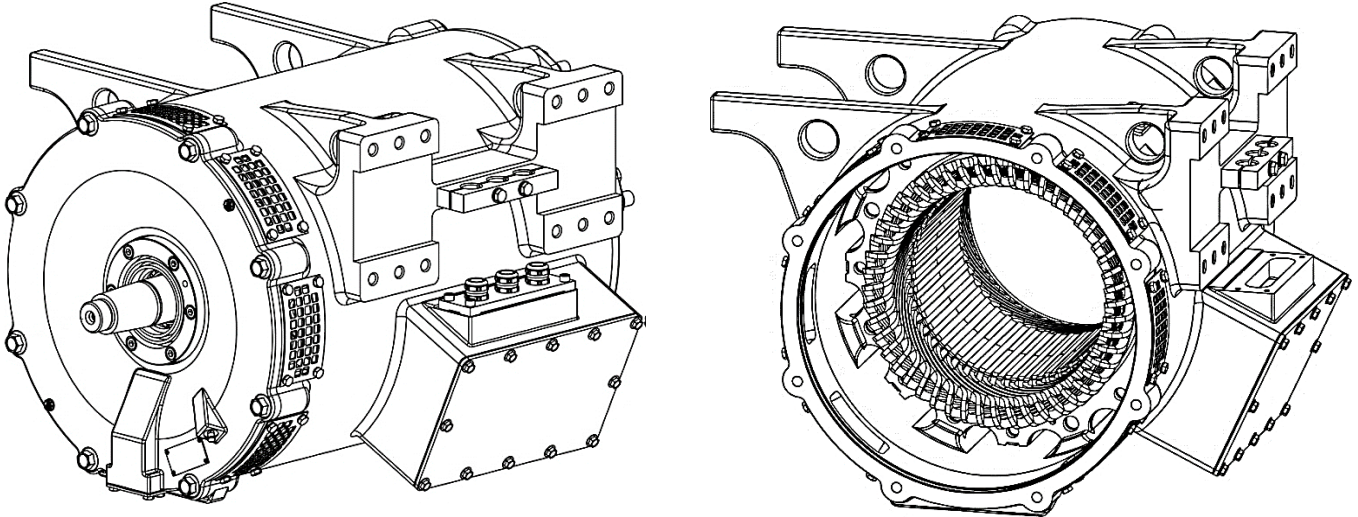
При этом способе дугогашения возникшая между контактами дуга перекидывается на верхний и нижний дугогасительные рога, тем самым удлиняется, становится тоньше и попадает в магнитное поле дугогасительной катушки. Так как дуга - это проводник с током, то вокруг неё также образуется магнитное поле. В результате взаимодействия магнитных полей дуги и катушки возникает выталкивающая сила, направление которой определяется по Правилу левой руки. При этом дуга выталкивается в дугогасительную камеру, дополнительно растягиваясь, и затем разрывается «гребёнками» камеры. После разрыва дуги электрическая цепь обесточивается и фрагменты дуги гаснут.

Обозначение дугогасительной катушки в схемах



Трёхфазный асинхронный двигатель

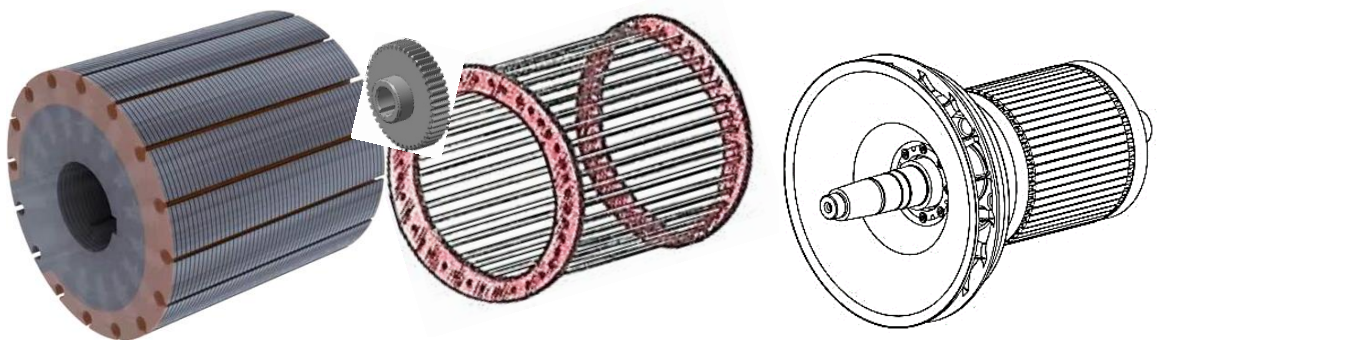
Тяговый двигатель в моторном режиме преобразует электрическую энергию в механическую, а в генераторном режиме – механическую энергию в электрическую для создания тяговых и тормозных усилий. Тяговый двигатель состоит из трёх основных узлов: статор, ротор и два подшипниковых щита



Статор. Корпус статора изготовлен из чугуна методом литья. Внутри статора установлен наборный стальной сердечник, в пазы которого пофазно забивается обмотка из медных шин. Концы обмоток выводятся в клеммную коробку снаружи статора и соединяются по схеме «звезда».



Ротор состоит из вала, на который насаживается вентилятор центробежного типа, затем наборный стальной сердечник. Листы сердечника штампуются из электротехнической стали и покрываются изоляционным лаком.



Сердечник ротора

Обмотка ротора «беличья клетка»

Ротор в сборе

Зубчатое колесо

В пазы сердечника укладываются без изоляции медные стержни, выполняющие роль обмотки ротора. К торцам стержней аргоновой сваркой привариваются медные кольца. Таким образом, обмотка ротора является короткозамкнутой и называется «беличья клетка». На вал с неприводной стороны насаживается зубчатое колесо для датчика частоты вращения. Ротор помещается внутрь статора и с обеих сторон фиксируется двумя подшипниковыми щитами. К щиту с неприводной стороны крепится датчик частоты вращения ротора.

Для работы двигателя в **моторном режиме** необходимо подать питание на обмотку статора. Так как обмотки уложены пофазно, то вокруг них образуется **вращающееся магнитное поле**. При этом магнитные силовые линии пересекают стержни обмотки ротора. В обмотке ротора наводится ЭДС и возникает электрический ток, образующий вокруг стержней **второе магнитное поле**, и в результате взаимодействия двух магнитных полей возникает выталкивающая сила, которая заставляет ротор вращаться.

Для работы двигателя в **генераторном режиме** необходимы три условия:

1. Вращение ротора
2. Наличие магнитного потока в статоре
3. Замкнутая электрическая цепь.

После отключения ходового режима ротор продолжает вращаться по инерции. Для создания магнитного поля силовой инвертор кратковременно запитывает обмотку статора постоянным током. После перевода контроллера водителя в положение «Тормоз» создаётся замкнутая электрическая цепь.

Ротор, вращаясь, пересекает своими обмотками магнитные силовые линии статора, при этом в обмотке ротора наводится ЭДС, возникает электрический ток и вокруг ротора образуется вращающееся магнитное поле. При этом магнитные силовые линии ротора пересекают обмотки статора и в них возникает электрический ток, а вокруг обмоток статора образуется своё вращающееся магнитное поле. Так как частота вращения ротора теперь выше частоты вращения магнитного поля статора, то изменяется направление действия выталкивающей силы, которая создаёт тормозной момент на валу ротора.

Асинхронный тяговый двигатель АТД-10У1 вагонов 71-931М и 71-911 ЕМ

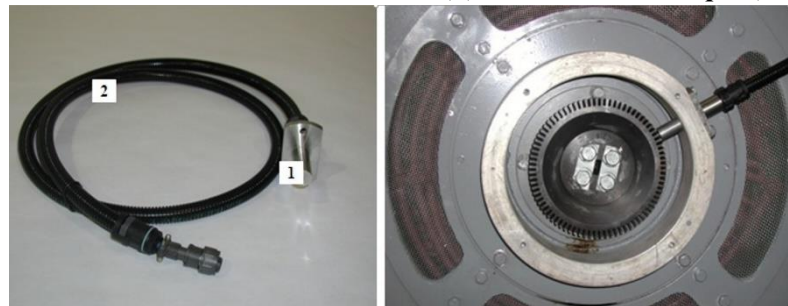
На каждой из трёх тележек расположены по два тяговых двигателя производства Псковского электромеханического завода, либо производства Австрии или Чехии.

Часовая мощность	72 кВт
Номинальное число оборотов	2400 об/мин
Максимальное число оборотов	4800 об/мин
Номинальная частота переменного тока	80 Гц
Номинальное линейное напряжение	500 В
Номинальный ток	130 А
Номинальное скольжение двигателя	1,2%
Коэффициент полезного действия	92%
Вид защиты	IP 54*
Масса, не более	310 кг



* 5 - полная защита от посторонних предметов, не зависимо от размера, частичная защита от пыли (возможно попадание некоторого количества пыли внутрь корпуса, не влияющее на работу оборудования, которое находится внутри статора); 4 - защита корпуса от брызг воды произвольного направления.

Датчик частоты вращения ротора



Датчик устанавливается на каждый тяговый двигатель. Данные о частоте вращения ротора поступают в блок управления тяговыми инверторами, что позволяет получить информацию о фактической скорости движения вагона, о наличии боксования в режиме тяги? а также о состоянии юза или проскальзывания колёсных пар в режиме торможения.

Характерные неисправности тягового двигателя

- Разрушение подшипников.
- Разрушение «беличьей клетки».
- Пробой обмотки статора

Полупроводники



Все вещества в природе можно классифицировать по способности проводить электрический ток. Полупроводниками называются те вещества, которые проводят ток только в одном направлении. Классическим примером полупроводника является диод, изобретённый в начале 20 века. Но диод выполнял только одну функцию – пропускал ток от анода (+) к катоду (-) и не пропускал ток в обратном направлении. Дальнейшее развитие электроники привело к созданию управляемых диодов, например, транзисторов и тиристоров.



Тиристор – это управляемый диод. Он имеет три электрода: анод (+), катод (-) и управляющий электрод. В нормальном состоянии тиристор закрыт, то есть, не пропускает ток в направлении «анод - катод». При подаче напряжения на управляющий электрод, тиристор открывается и пропускает ток в направлении «анод - катод». Для того, чтобы закрыть тиристор существуют два способа:

- Изменить полярность, то есть, подать двойное напряжение на катод.
- Снять питание с анода.



Транзистор – это также управляемый диод с тремя электродами: коллектор, база и эмиттер. В нормальном состоянии транзистор закрыт, то есть, не пропускает ток в направлении «коллектор - эмиттер». При подаче напряжения на базу транзистор открывается пропускает ток в направлении «коллектор - эмиттер». Для закрытия транзистора достаточно снять питание с базы. Таким образом, транзистор имеет более простой по сравнению с тиристором способ

управления, не требующий применения дополнительного оборудования. Современная компьютерная техника позволяет управлять транзисторами с огромной частотой, причём, для этого достаточно небольшого напряжения. Однако, промышленное производство силовых транзисторов было освоено только в 90-е годы прошлого века, когда появились биполярные транзисторы с изолирующим затвором – IGBT.

Системы управления тяговыми электродвигателями

На транспорте существуют две основные системы управления тяговыми двигателями:

- РКСУ – реостатно – контактная.
- ТИСУ – транзисторно – импульсная (или тиристорно – импульсная).

Если на тяговые двигатели при пуске сразу подать напряжение контактной сети, то сначала произойдёт сильный рывок, который приведёт к повреждению механического оборудования (зубчатая муфта и редуктор), а также самих электродвигателей. Поэтому при пуске необходимо постепенно увеличивать напряжение на двигателях, чтобы обеспечить ускорение, комфортное для пассажиров. Для этой цели на трамвайных вагонах предыдущего поколения применялась РКСУ. При этом увеличение напряжения на тяговых двигателях происходило за счёт ступенчатого уменьшения сопротивления, которое происходило при работе ускорителей (вагоны Татра) и реостатных контроллеров (вагоны КТМ). РКСУ имеет два существенных недостатка:

1. Повышенный расход электроэнергии, так как часть электроэнергии при пуске расходуется на нагрев пуско-тормозных резисторов.
2. Ступенчатое изменение ускорения и тормозного замедления, что снижает уровень культуры обслуживания пассажиров и усиливает нагрузку на механическое оборудование вагона. Эта проблема частично решается увеличением количества ступеней пуско-тормозного реостата. Однако, это усложняет схему цепей управления и силовой цепи и увеличивает стоимость эксплуатации.

ТИСУ лишена этих недостатков. Процесс импульсного регулирования сводится к бесступенчатому изменению напряжения и частоты переменного тока, подаваемого на тяговые двигатели, с помощью силовых IGBT транзисторов. При этом отпадает необходимость в применении пускового реостата, что существенно экономит электроэнергию, повышает плавность хода, а также появляется возможность рекуперировать часть электроэнергии, затраченной на пуск. Более подробно о рекуперации будет рассказано в разделе «Электрическое оборудование».

Электрическое оборудование Модификации трамвайных вагонов Москвы

Вагоны 71-931М (Витязь-М): с 31001 по 31244
 Вагоны 71-931М1 (Витязь-М): с 31245 по 31390
 Вагоны 71-931М2 (Витязь-М): с 31391
 Вагоны 71-911ЕМ (Львёнок): с 30601

71-931М1
«Витязь-М»



71-911ЕМ
«Львёнок»



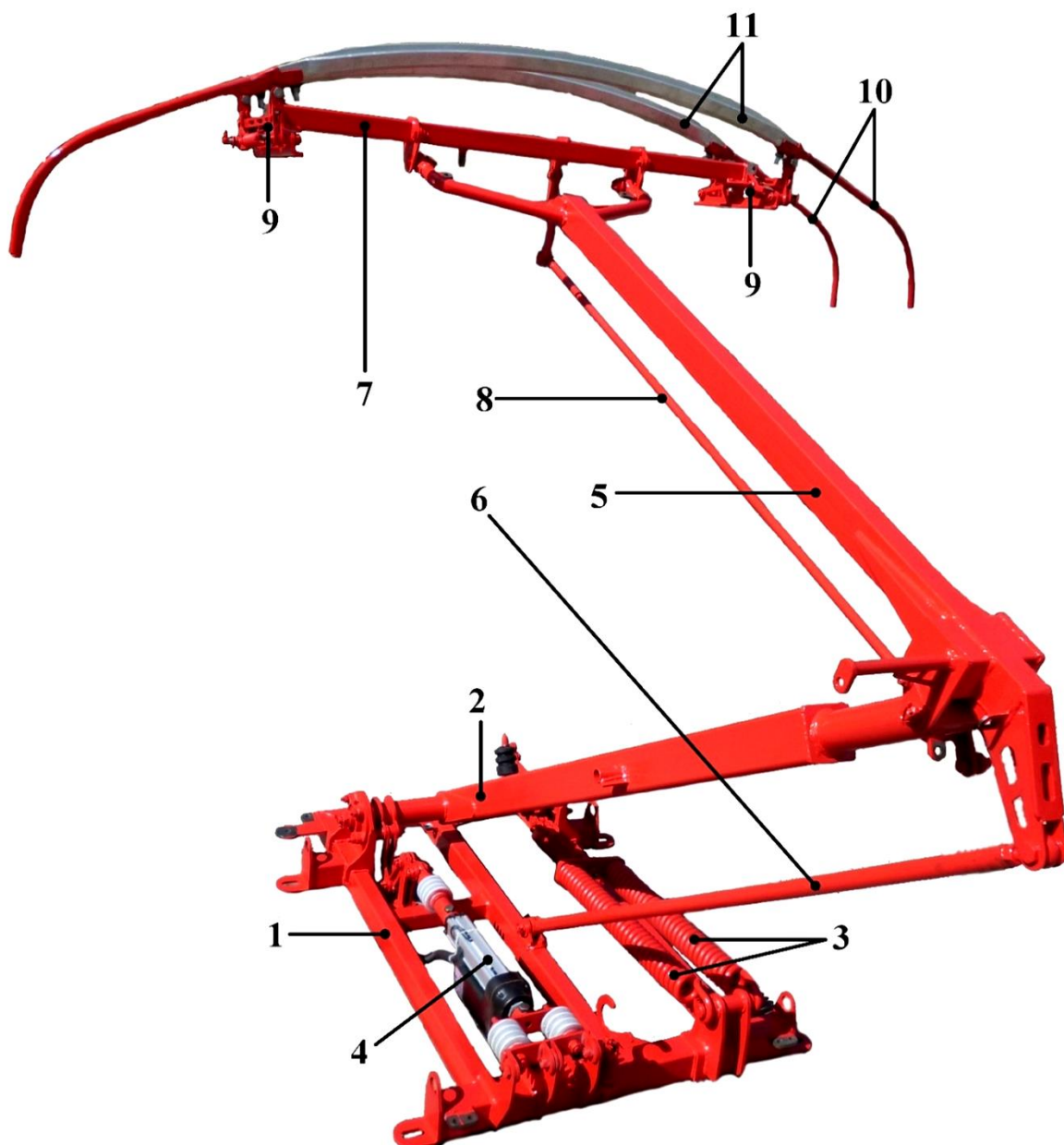
Распределение вагонов по депо на август 2021 г.

Депо	Бортовые номера вагонов	Начало эксплуатации
им. Баумана 71-931М	с 31001 по 31130 31133 - стажёрская кабина	март 2017
Октябрьское 71-931М 71-931М1	с 31131 по 31241 с 31245 по 31250 с 31361 по 31370 с 31381 по 31390 31198, 31215, 31238 - стажёрская кабина	февраль 2018
им. Русакова 71-931М1	с 31251 по 31360 с 31371 по 31380 31243, 31244 - стажёрская кабина	апрель 2019
Краснопресненское 71-931М2 71-911ЕМ	с 31391 с 30601 30618, 30620, 30622, 30624, 30626 – стажёрская кабина	март 2021 апрель 2021

Токоприёмники

Токоприёмник предназначен для надёжного токосъёма с контактного провода при допустимых скоростях. На вагонах 71-931 и 71-911 применяются три вида токоприёмников типа «Полупантограф».

Токоприёмник SOLO производства Челябинского НПО



1. Нижняя рама	6. Нижняя тяга	Технические характеристики	
2. Нижний рычаг с поворотным валом	7. Верхняя рама	Минимальная рабочая высота	3640 мм.
3. Подъемные пружины	8. Верхняя тяга	Максимальная рабочая высота	6000 мм.
4. Электропривод на изоляторах	9. Каретки	Сила нажатия вставки на контактный провод на рабочей высоте	5,5 – 6,5 Кгс.
5. Верхний рычаг	10. Полозья		
	11. Контактные вставки		

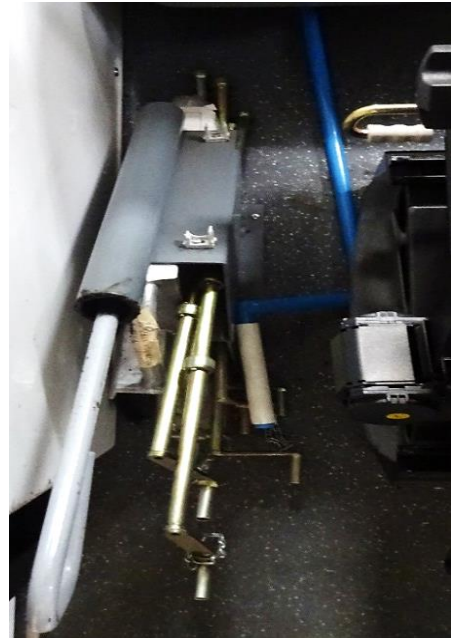


Нижняя рама крепится к крыше вагона через изоляторы. При прохождении тока через подвижные соединения возникает большое переходное сопротивление. Это приводит к нагреву, подгоранию и, как следствие, к заклиниванию подвижных элементов конструкции. Для исключения этих явлений все подвижные соединения должны дополнительно шунтироваться. При визуальном осмотре токоприёмника необходимо обращать внимание на состояние шунтов (отсутствие видимых повреждений). **Допустимый износ шунта – не более 10%.**

Управление токоприёмником

Все применяемые токоприёмники имеют дистанционный электропривод для штатного подъёма и опускания.

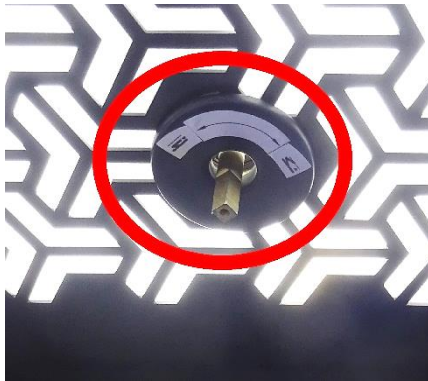
В случае отказа электропривода возможно опускание токоприёмника вручную при помощи курбеля, который вставляется в хвостовик механизма ручного опускания в потолочной части кабины справа. Курбель находится за креслом водителя в защитном кожухе.



Ручное управление

Для опускания токоприёмника необходимо вставить курбель в хвостовик ручного привода и вращать его ПРОТИВ часовой стрелки.

Поднятие токоприёмника при помощи курбеля категорически запрещено, так как это приведёт к выходу из строя дистанционного привода!



✓ На всех вагонах Краснопресненского трамвайного депо (кроме Pesa) усовершенствовано управление токоприёмником, которое допускает его ручное поднятие.



Дистанционное управление

Для дистанционного управления токоприёмником применяется линейный актуатор LA36CB. Так как рабочее напряжение электропривода составляет 24 В, а рама токоприёмника находится под напряжением контактной сети, то актуатор закреплён на нижней раме токоприёмника через изоляторы.

Для штатного поднятия токоприёмника (при включенной бортовой сети) необходимо нажать кнопку «Пантограф Вверх» на пульте водителя и удерживать её до устойчивого свечения индикатора. При этом подъём токоприёмника происходит за счёт силы подъёмных пружин, а электропривод сопровождает процесс поднятия, не допуская повреждения вставки от удара.

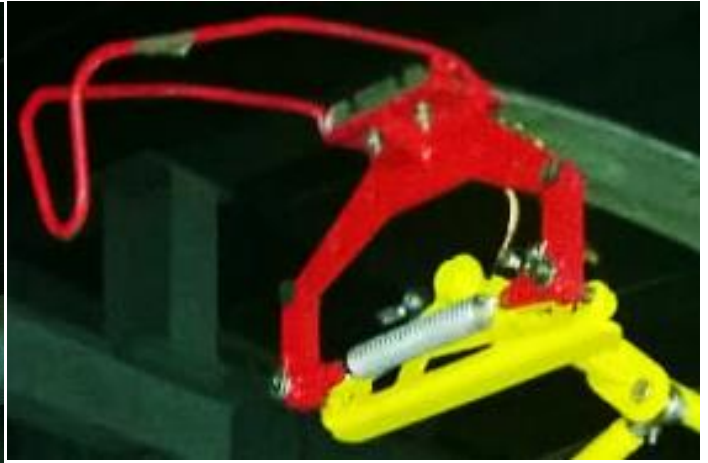
Для штатного опускания токоприёмника необходимо нажать кнопку «Пантограф Вниз» на пульте водителя и удерживать её до устойчивого свечения индикатора.

Время подъёма токоприёмника составляет не более 5 секунд, а полного складывания – не более 8 секунд.

Цепь управления токоприёмником защищается двумя автоматами «Пантограф» на ПАВ в кабине водителя.



Токоприёмник SOLO-Москва производства Челябинского НПО

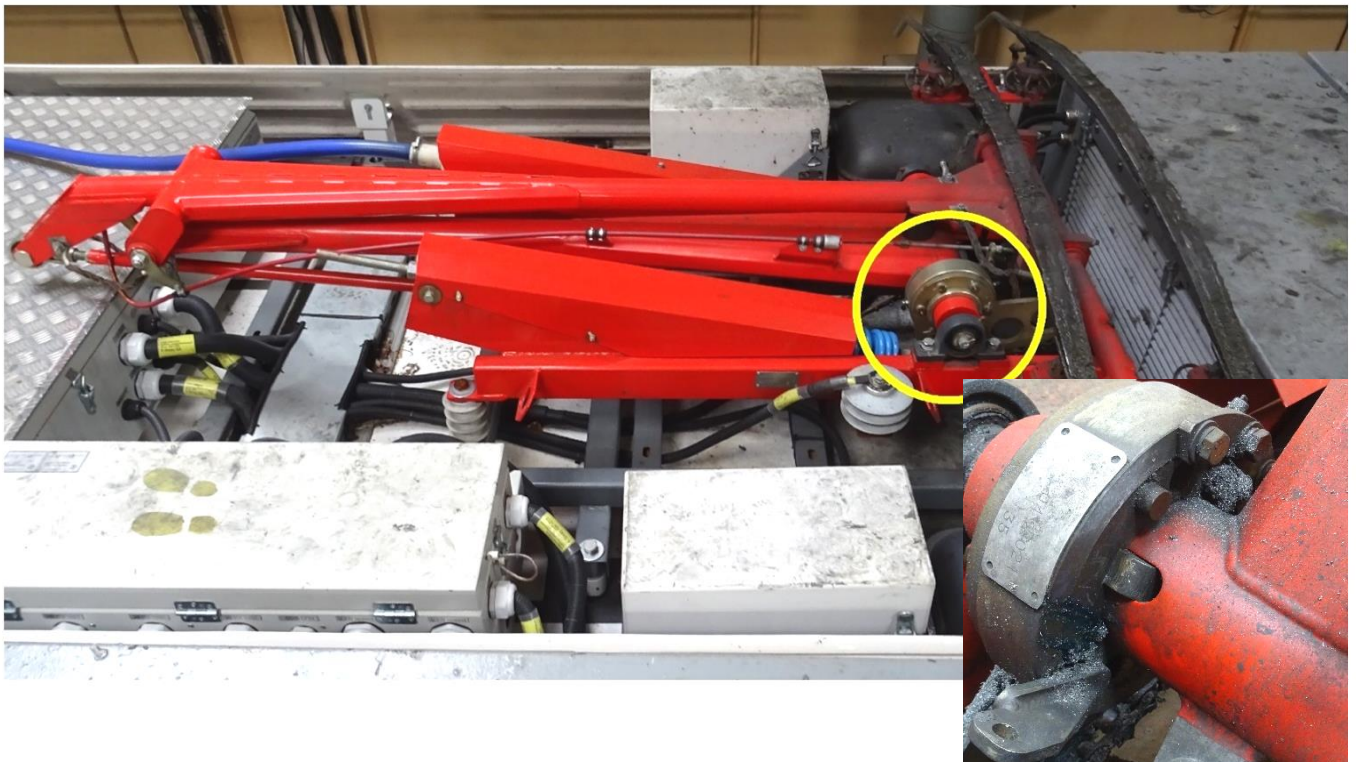


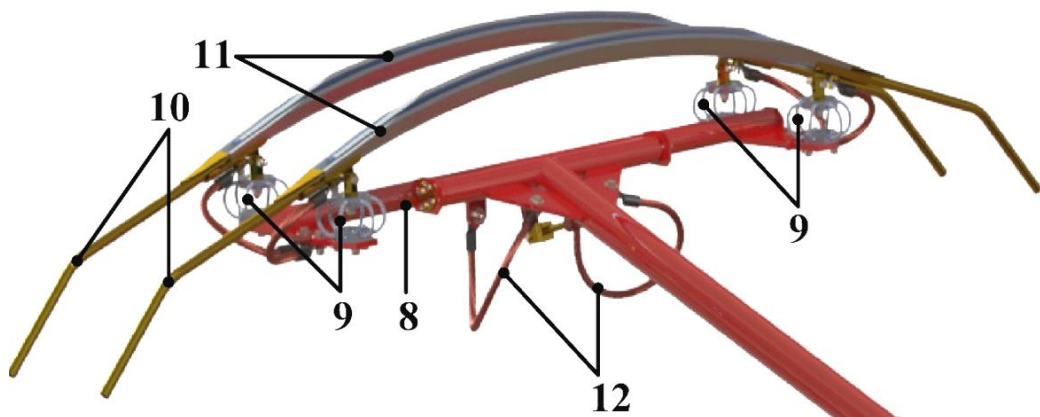
Данный токоприёмник имеет каретки изменённой конструкции. Каретка крепится к верхней раме, а её вертикальное положение поддерживается при помощи пружин, которые обеспечивают поддрессирование вставки относительно верхней рамы.

Нижний рычаг приводится в движение при помощи «звёздочки», напесованной на поворотный вал. На звёздочку надета приводная цепь, один конец которой закреплён на нижнем рычаге, а второй крепится к держателю подъёмных пружин.

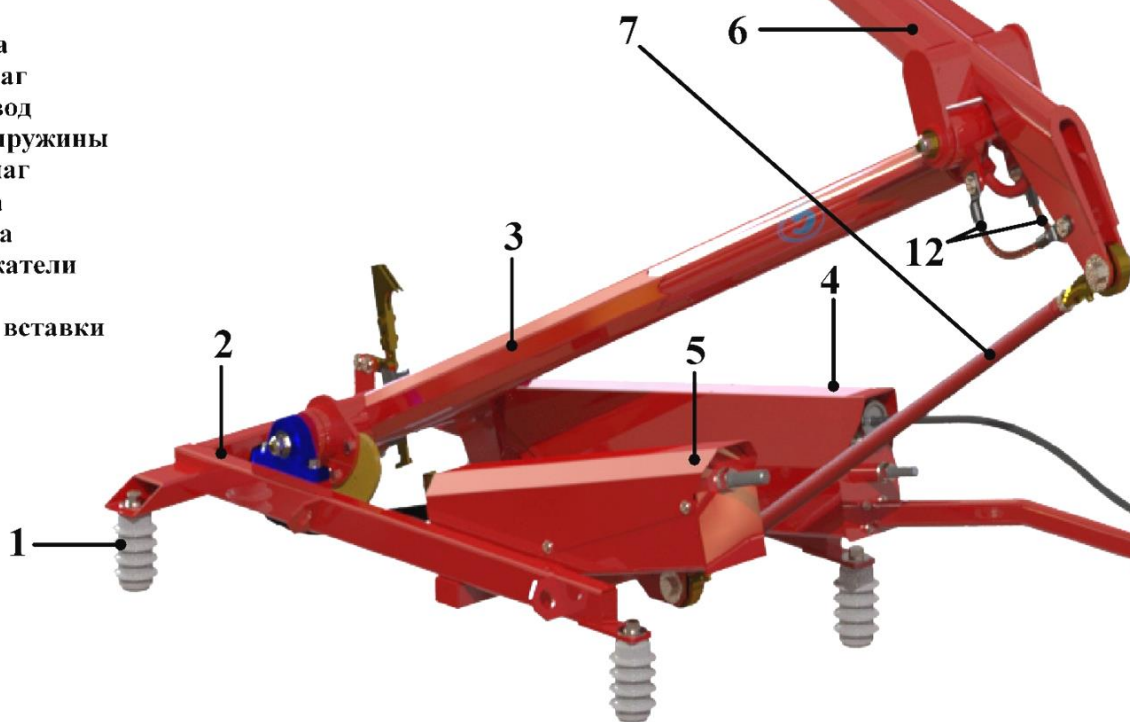


Токоприёмник ТрА-02 производства Софрино Электротранспорт





1. Изоляторы
2. Нижняя рама
3. Нижний рычаг
4. Электропривод
5. Подъемные пружины
6. Верхний рычаг
7. Нижняя тяга
8. Верхняя рама
9. Шунты-держатели
10. Полозья
11. Контактные вставки
12. Шунты



Алюминиевая вставка имеет два продольных паза, в которые закладывается графитовая смазка, которая обеспечивает надёжный контакт (снижает переходное сопротивление) и снижает трение между вставкой и контактным проводом. Минимально допустимая для эксплуатации высота вставки – 16 мм.



Токоприёмник ТрА-02 имеет механизм аварийного складывания (ADD). Передача усилия происходит при помощи тросика, который одним концом крепится к рычагу каретки, проходит внутри верхней тяги, затем вдоль нижнего рычага и крепится к рычагу механизма аварийного складывания. При зацепе вставкой элементов контактной сети произойдёт резкое изменение угла наклона каретки, что вызывает продольное движение тросика, который отклоняет рычаг механизма аварийного складывания. При этом два стопора переместятся к центру механизма и разорвут механическую связь нижнего рычага с эвольвентой и подъёмной пружиной, в результате токоприёмник сложится под собственным весом, предотвращая повреждение контактного провода и арматуры контактной сети.

- ✓ *В случае срабатывания системы аварийного складывания, водитель должен доложить об этом диспетчеру и затребовать буксирование вагона (в депо или на запасной путь). Затем нажать и удерживать до устойчивого свечения кнопку «Пантограф вниз», осмотреть контактную сеть в месте срабатывания системы и доложить диспетчеру о режиме проезда повреждённого участка контактной сети. Восстановление механизма аварийного складывания производится ремонтным персоналом в депо. После трёхкратного срабатывания механизм ADD подлежит замене.*

Характерные неисправности токоприёмника

- Неравномерный износ вставки
- Высота вставки менее 16 мм.
- Видимые повреждения конструкции
- Перекос токоприёмника
- Отсутствие шунта, его крепления, износ шунта более 25%
- Следы электроподжога
- Неисправность электропривода
- Излом подъёмной пружины
- Излом изолятора.

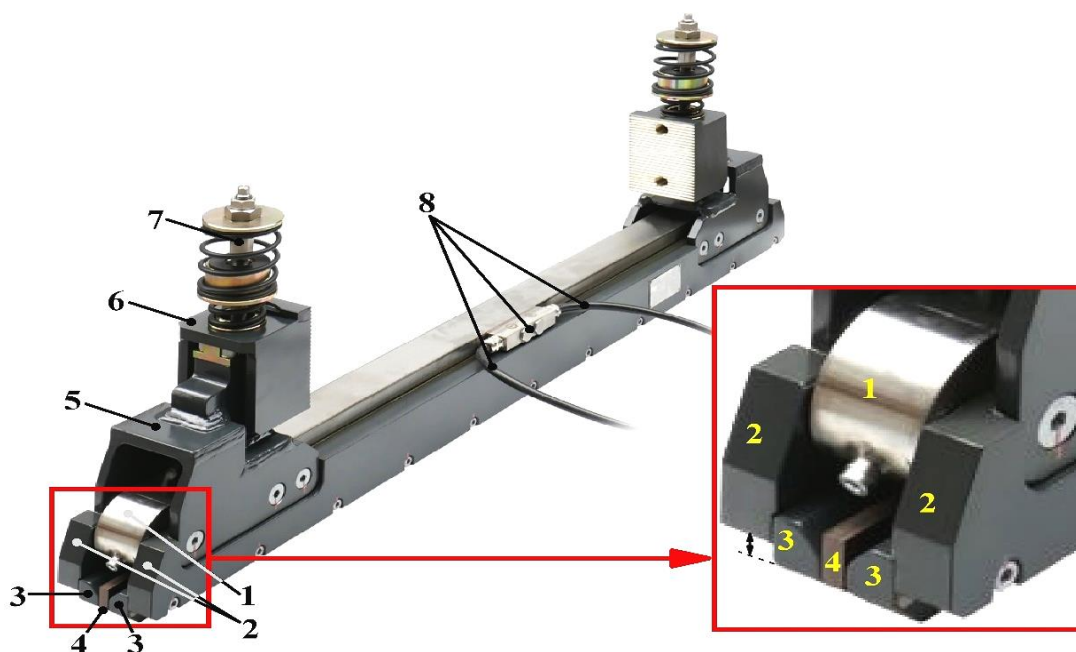
Рельсовый тормоз

Рельсовый тормоз предназначен для сокращения тормозного пути при угрозе безопасности движения.

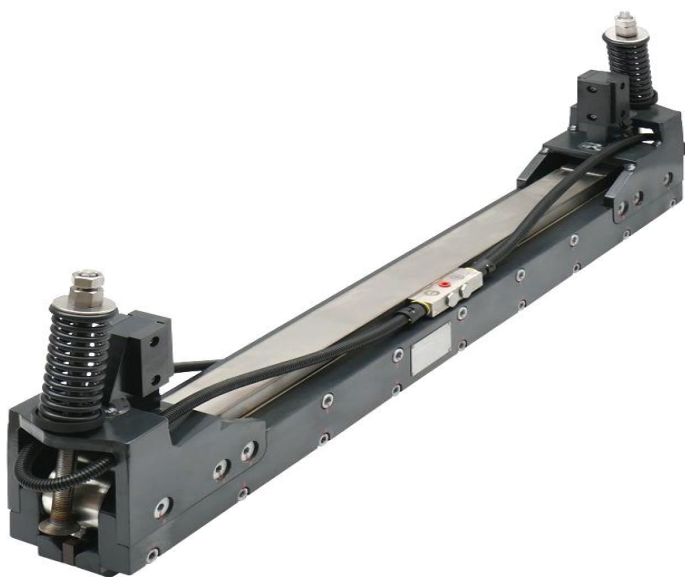
Рельсовый башмак состоит из катушки с сердечником (1), к которой по бокам болтами прикреплены стальные полюса (2), а к нижней части полюсов – две тормозные рейки (3), между которыми установлена немагнитная прокладка (4). На концевых частях полюсов башмака болтами закреплены П-образные кронштейны (5) с буксовыми лапами (6) и элементами упругой подвески (7). На верхней части полюса расположен клеммник (8) для подключения кабелей питания. **Минимально допустимое расстояние между нижними краями тормозных реек и полюсов 2 мм., что соответствует предельному износу тормозных реек.**

Работа рельсового тормоза

При включении рельсового тормоза подаётся питание на катушку. При этом вокруг катушки создаётся магнитный поток, который намагничивает сердечник, полюса и тормозные рейки. В результате башмак примагничивается к головке рельса с усилием 7 тонн-сила. При снятии питания с катушки размагничиваются сердечник, полюса и тормозные рейки. В результате под действием возвратных пружин башмак поднимается на высоту от 8 до 12 мм. над уровнем головки рельса.



Рельсовый тормоз
FC-63RU6B



Внимание!

✓ Во избежание выгорания катушек и разрядки АКБ запрещается держать рельсовый тормоз во включенном состоянии более 30 секунд!

✓ При включенном рельсовом тормозе и питании только от АКБ напряжение бортовой сети не должно опуститься ниже 21В!

✓ При включенных статических преобразователях напряжение бортовой сети не должно опуститься ниже 24В!

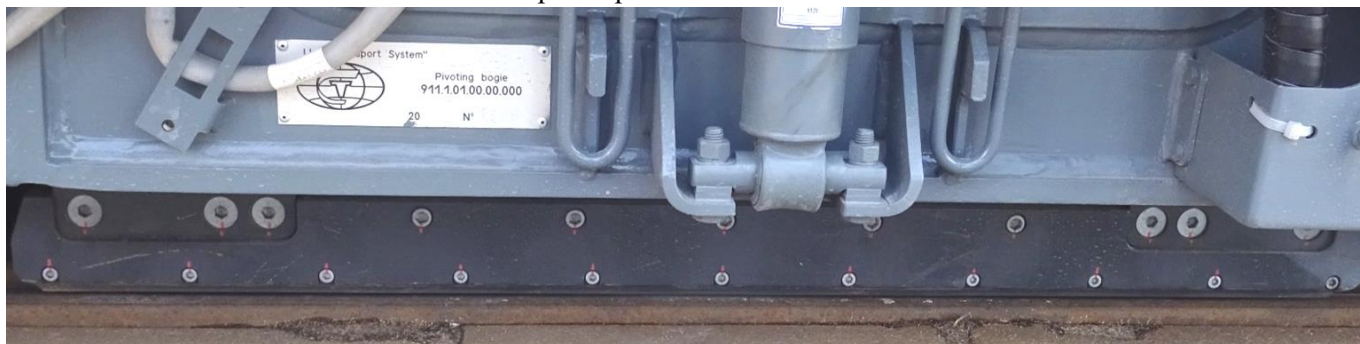
Рельсовый тормоз FC-63RU6A

Характерные неисправности

- Выгорание катушки, которое может произойти при включении рельсового тормоза более 30 с.
- Обрыв проводов.
- Излом или просадка пружины, что приводит к перекосу башмака.



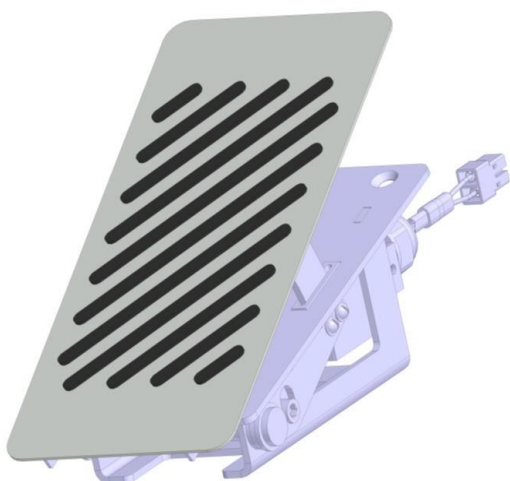
Перекоз рельсового башмака



Норма

Педаля безопасности

Педаля безопасности предназначена для непрерывного контроля за способностью водителя к управлению транспортным средством.



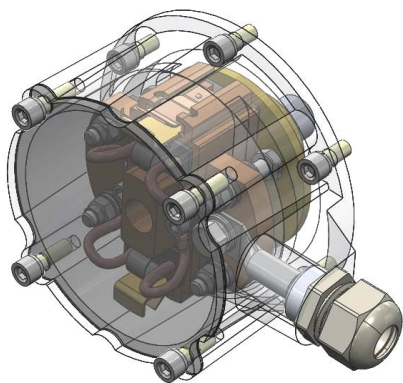
Педаля безопасности (ПБ) имеет два состояния: нажатое и отпущенное. При нажатии педали происходит механическое замыкание контактов в цепи питания реле ПБ. При отпуске педали контакты размыкаются, снимая питание с реле ПБ, при этом отключается ходовой режим и срабатывают звонок, рельсовый и колодочный тормоза (если переключатель реверса находится не в «0»).

Движение вагона возможно только при нажатом состоянии педали безопасности.

- ✓ *При работе на линии не допускается закладывать педаля безопасности какими – либо предметами для удержания её в нажатом состоянии!*
- ✓ *Запрещается отпускать педаля для включения экстренного торможения!*

Устройство токоотвода

Устройство токоотвода предназначено для токоотвода через ось колёсной пары на ходовые рельсы.



Токоотвод состоит из корпуса и крышки. В корпусе размещается рычаг, который при помощи пружины обеспечивает прижатие графитовых щеток к диску, установленному на торцевую часть оси каждой колесной пары (со стороны редуктора).

Надежное прилегание щеток к диску обеспечивается прижимным устройством, имеющим в своем составе фиксатор и рулонную пружину, работающую на скручивание. К каждой щётке крепится медный шунт. Другим концом все шунты крепятся к общей стальной шине. К этой же шине крепится силовой кабель, обеспечивающий электрическую связь с «минусом» силового оборудования. Таким образом, «минус» от оборудования передаётся через устройство токоотвода, через ось колёсной пары на ходовые рельсы. А ходовые

рельсы соединяются силовым кабелем с «минусом» на данной тяговой подстанции, что обеспечивает замкнутую электрическую цепь. Устройство токоотвода установлено на каждой колёсной паре.

Вагон 71-931М2 Оборудование кабины водителя



1. Верхняя панель ПВМ-4	8. Панель с кнопками ПК-6-02
2. Левый экран ПВИ-9	9. Джойстик управления зеркалами
3. Оборудование «Антисон»	10. Кнопка аварийного отключения
4. Центральный экран ПВИ-9	11. Оборудование «Антисон»
5. Правый экран ПВИ-9	12. Педаль безопасности
6. Навигационное оборудование	13. Педаль управления подачей песка
7. Джойстик управления зеркалами	14. Контроллер водителя КВ-11

Кнопка аварийного отключения

На пульте водителя установлена кнопка аварийного отключения (10), которая закрыта колпачком и опломбирована. При нажатии на эту кнопку:

- отключается тяговый режим,
- срабатывает экстренный тормоз в штатном режиме с подачей песка и включением звонка,
- опускается токоприёмник,
- отключаются вспомогательные цепи (кроме аварийного освещения и звонка),
- после остановки вагона открываются все двери.

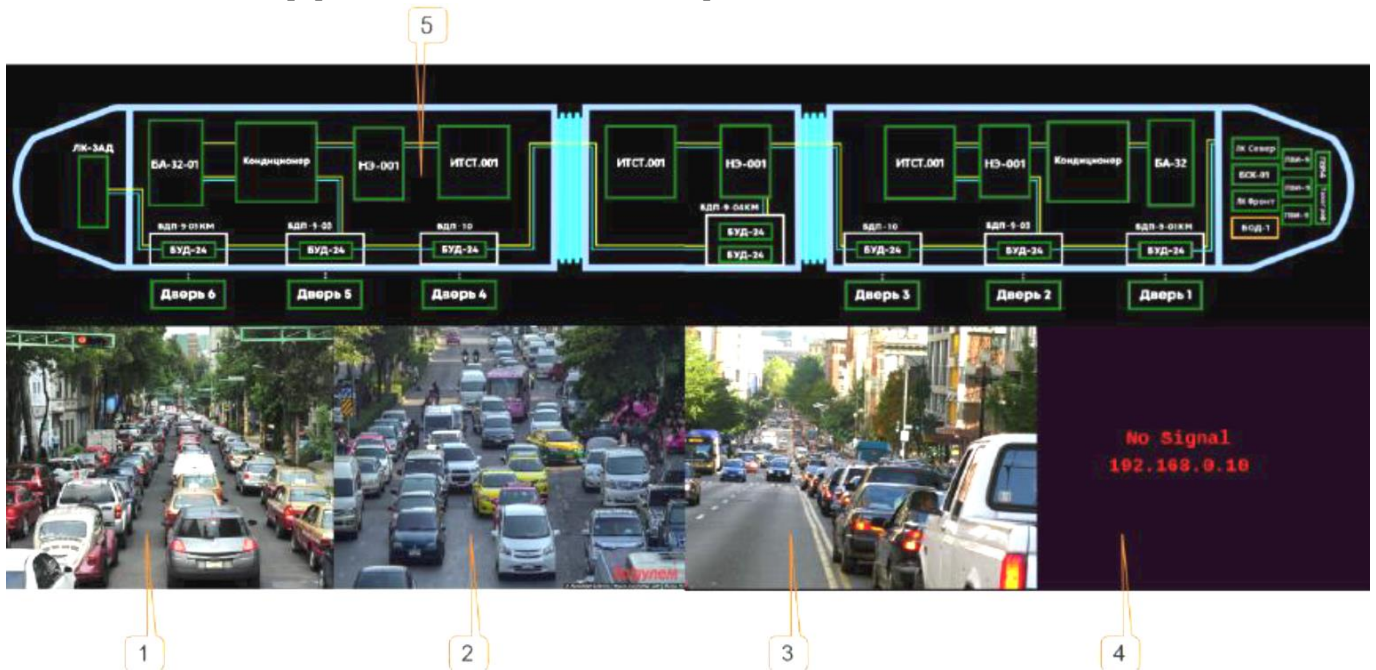
Расположение оборудования в левой части кабины



1. Центральный блок системы пожаротушения АСОП «ИГЛА».
2. Навигационное оборудование «Хитон».

Панель видеомониторов ПВМ-4

Панель видеомониторов предназначена для отображения видеосигналов с четырех (по выбору) видеокамер и диагностической информации. Расположена над центральным лобовым стеклом кабины водителя.



- 1, 2, 3. Видеокамеры (рабочий режим).
4. Видеокамера №4 (индикация отсутствия сигнала с указанием адреса видеокамеры).
5. Схема с индикацией работы оборудования вагона, а также целостности компьютерных линий связи.

В верхней части экранов ПВМ выводится диагностическая информация о состоянии электрооборудования вагона. Информация представлена в виде мнемосхемы вагона с отображением путей прохождения управляющих сигналов. При нормальном функционировании оборудования вагона все связи отображаются зеленым (CAN-1) и желтым (CAN-2) цветами, а при неисправном или отключенном электрооборудовании - отображаются красным цветом.

В нижнюю область ПВМ можно выводить изображение с четырех видеокамер, выбор которых производится с левого монитора ПВИ.

Панель визуализации информации ПВИ-9

Панель ПВИ функционально состоит из трех независимых монитора:

- Левый
- Центральный
- Правый

ПВИ входит в состав единого аппаратно – программного комплекса управления вагоном. Включение ПВИ происходит автоматически при включении бортовой сети.

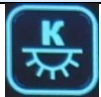
















- При включении бортовой сети вагона ПВИ запускается в рабочем режиме.
- При отключении бортовой сети вагона ПВИ отключится автоматически через 2 минуты.
- При отсутствии связи по CAN шине программа автоматически производит перезапуск.

Левый монитор ПВИ




Все иконки на данном мониторе являются активными. На экран монитора выводятся четыре изображения с видеокamer. Для увеличения конкретного изображения на весь экран, слегка нажмите на него пальцем. При повторном нажатии экран вернется в исходное состояние.

Перечень иконок на левом экране ПВИ-9 и их назначение

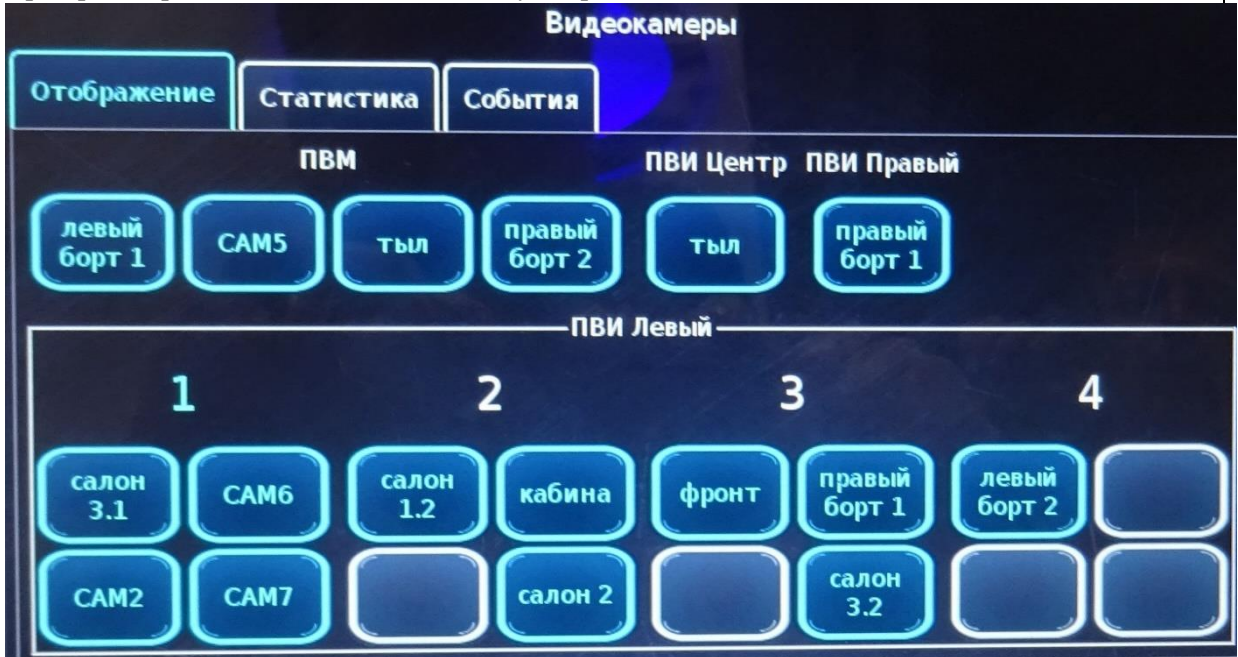
Иконка	Назначение
<i>Верхний ряд (слева – направо)</i>	
	Управление освещением кабины
	Управление выводом видеокамер
	Включение системы кругового обзора
	Информация о состоянии жёсткого диска (производится специалистами)
	Информация о местоположении
	Информация о состоянии связи по CAN – шине
	Настройки левого экрана ПВИ (требуется введение пароля и производится специалистами)
	Управление яркостью экрана в ручном или автоматическом режимах
	Меню настроек левого экрана ПВИ (требуется введение пароля и производится специалистами)
<i>Вертикальный ряд (сверху – вниз)</i>	
	Управление освещением салона
	Управление габаритными огнями и противотуманными фарами
	Управление обогревом салона, кабины, кресла водителя, зеркал, стёкол
	Управление информатором
	Управление блокировкой дверей, блокировкой хода и АСКП
	Управление высоковольтными автоматическими выключателями
	Управление БВ тележек, а также переход в режим автономного хода
	При наличии высокого напряжения отображается голубым цветом, а при отсутствии – белым

Управление параметрами ПВИ

Некоторые иконки могут быть деактивированы сервисным центром и не отображаться на дисплее!

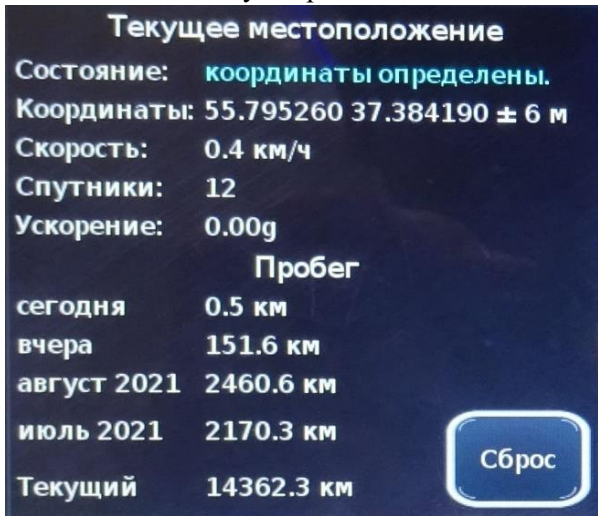
Иконка	Назначение
<i>Верхний ряд (слева – направо)</i>	
	Для включения /отключения освещения кабины кратковременно нажмите на иконку. Голубой цвет указывает включенное состояние.

При кратковременном нажатии на иконку откроется вкладка:



Нажмите на иконку необходимой камеры (она станет голубой), а затем на прямоугольник, на каком месте хотите видеть изображение с выбранной камеры. Аналогично можно вывести изображение на Центральный и Левый экраны ПВИ.

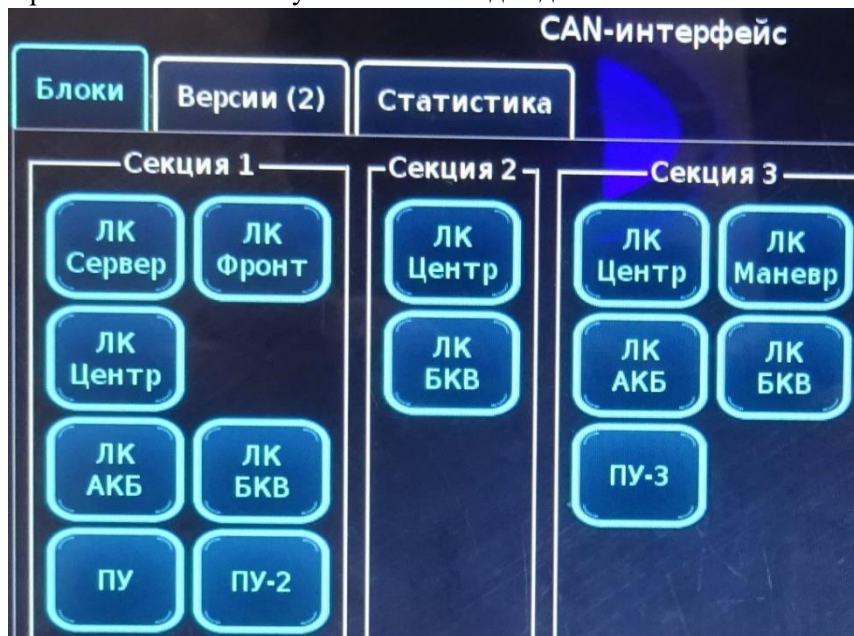
При кратковременном нажатии на иконку откроется вкладка:



Внимание! Нажатие кнопки «Сброс» приведёт к обнулению всех данных о пробеге вагона!



При нажатии на иконку появится вкладка диагностики состояния CAN-интерфейса:



При кратковременном нажатии на иконку откроется вкладка со значками. Нажатием на значок выберете необходимый режим яркости экрана:



Высокая яркость.



Средняя яркость.



Низкая яркость.



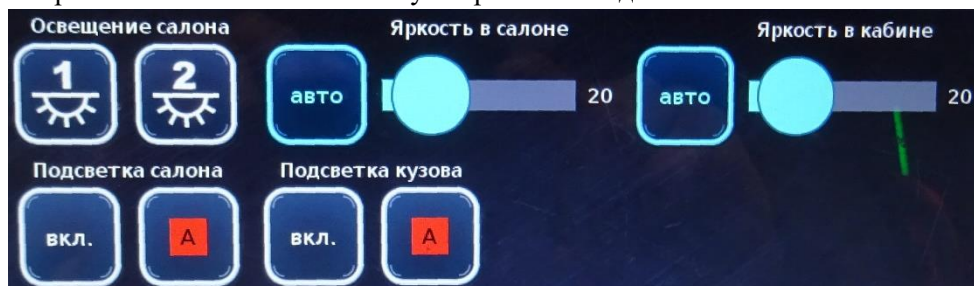
Автоматический режим в зависимости от уровня освещённости в кабине.

Параметры переключения задаются в настройках специалистом.

Вертикальный ряд (сверху – вниз)



При кратковременном нажатии на иконку откроется вкладка:

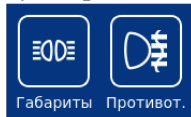


- Нажатием на кнопки «1» или «2» можно включить или отключить освещение салона слева или справа.
- Режим «авто» управляет освещением в зависимости от уровня уличного освещения. Порог срабатывания устанавливается в настройках.
- При нажатии на кнопку с цветным квадратом откроется вкладка выбора цвета RGB подсветки салона, кузова и периодичности смены цветов в режиме «Авто».





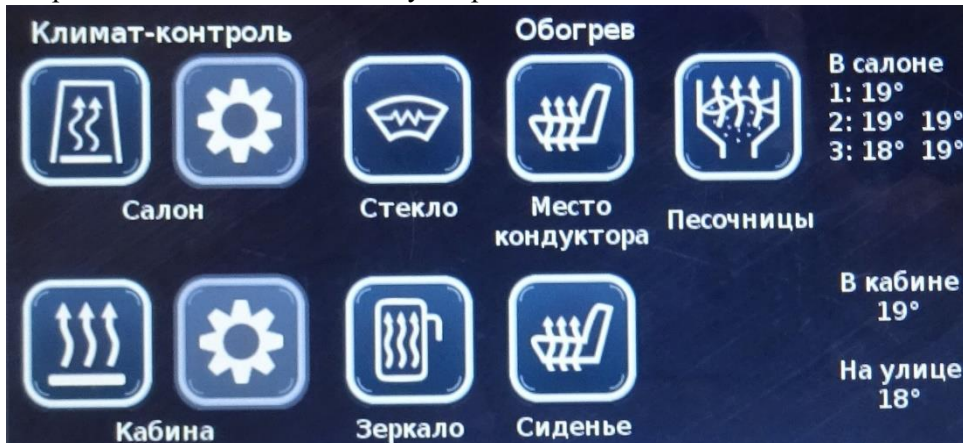
При кратковременном нажатии на иконку откроется вкладка:



Для включения габаритных огней или противотуманных фар нажмите на соответствующую иконку. Голубой цвет указывает на включенное состояние.



При кратковременном нажатии на иконку откроется вкладка:



Для включения или отключения нужной функции кратковременно нажмите соответствующую иконку. Голубой цвет указывает включенное состояние.

При кратковременном нажатии на иконку «Температура» дополнительно откроется вкладка:



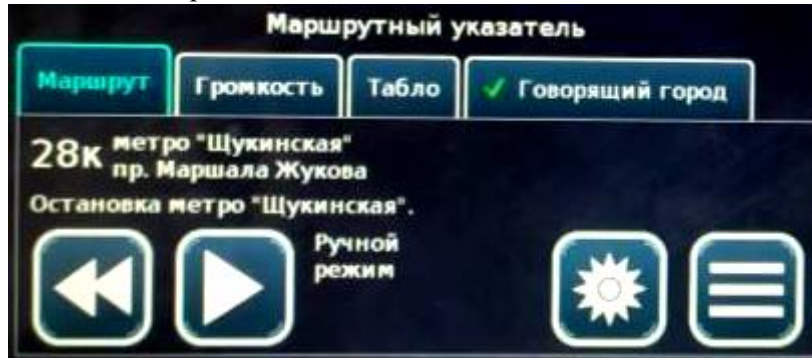
Кнопками «+» и «-» выставляется значение температуры обогрева в салоне и кабине водителя. Увеличивая температуру выше 24 °C отопление включается в принудительный максимальный режим. И в правой части вкладки отображается текущая температура кабины, салона по секциям и наружная температура.



При кратковременном нажатии на иконку появится иконка:



При нажатии на «Вкл» откроется вкладка:

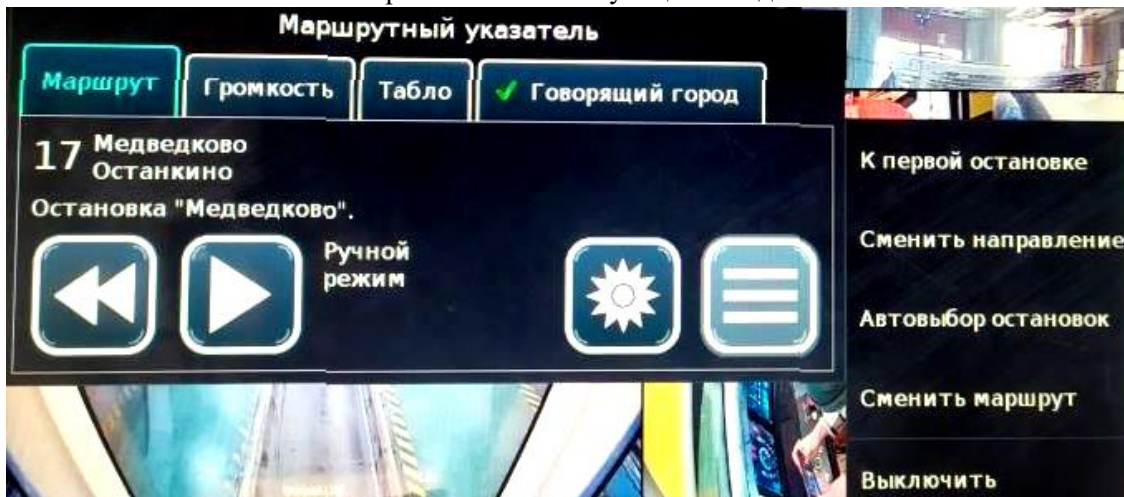


Для изменения параметров вкладки нажмите



и выберите нужную команду.

Откроется соответствующая вкладка

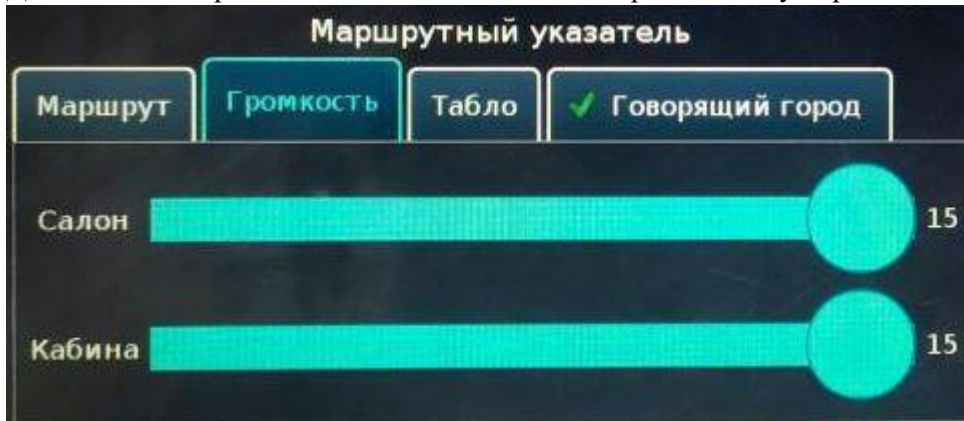


Стрелками «влево», «вправо» выбрать нужный параметр и нажать «Воспроизведение».

При выборе «Ручной выбор» привязка к координатам отключается.

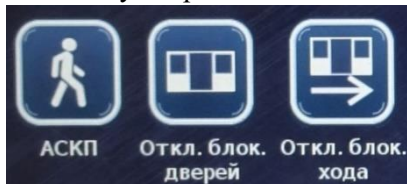
При выборе «Автовыбор остановки» привязка к координатам включается.

Для изменения громкости в кабине и салоне выберите вкладку «Громкость».





При кратковременном нажатии на иконку откроется вкладка:



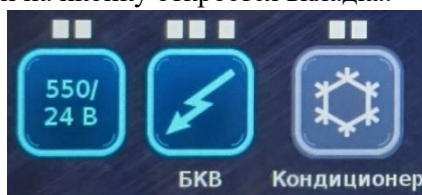
Голубой цвет указывает включенное состояние. «АСКП» по умолчанию включено.

Для изменения режима работы нажмите на соответствующую иконку:

- «АСКП» - отключает или включает режим АСКП
- «Откл. блок. дверей» - Если кнопка неактивна, то открыть или закрыть двери будет невозможно на расторможенном вагоне или при отсутствии индикации заторможенного состояния всех стояночных тормозов. Отключение блокировки сопровождается звуковым сигналом.
- «Откл. блок. хода» - Если кнопка неактивна, то растормаживание и ходовой режим будут невозможны при открытых дверях, при открытой аппарели и при отсутствии напряжения в контактной сети.



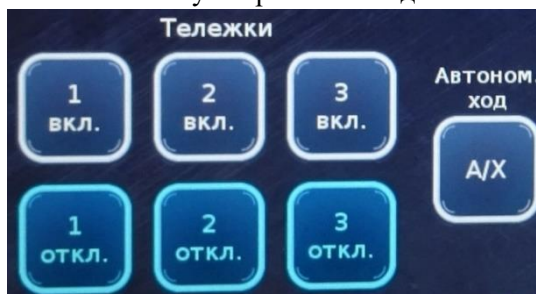
При кратковременном нажатии на иконку откроется вкладка:



Голубой цвет указывает включенное состояние. По умолчанию АВДУ статических преобразователей и отопления включены. Для отключения нажмите соответствующую иконку. Необходимым условием для включения кондиционера является включенное состояние всех высоковольтных автоматов.



При кратковременном нажатии на иконку откроется вкладка:



Голубой цвет указывает **активное** состояние. При неактивном режиме автономного хода, нажатием на иконки «Вкл» можно включить БВ приводов первой, второй или третьей тележек. При нажатии иконки «Откл» можно отключить соответствующий БВ.

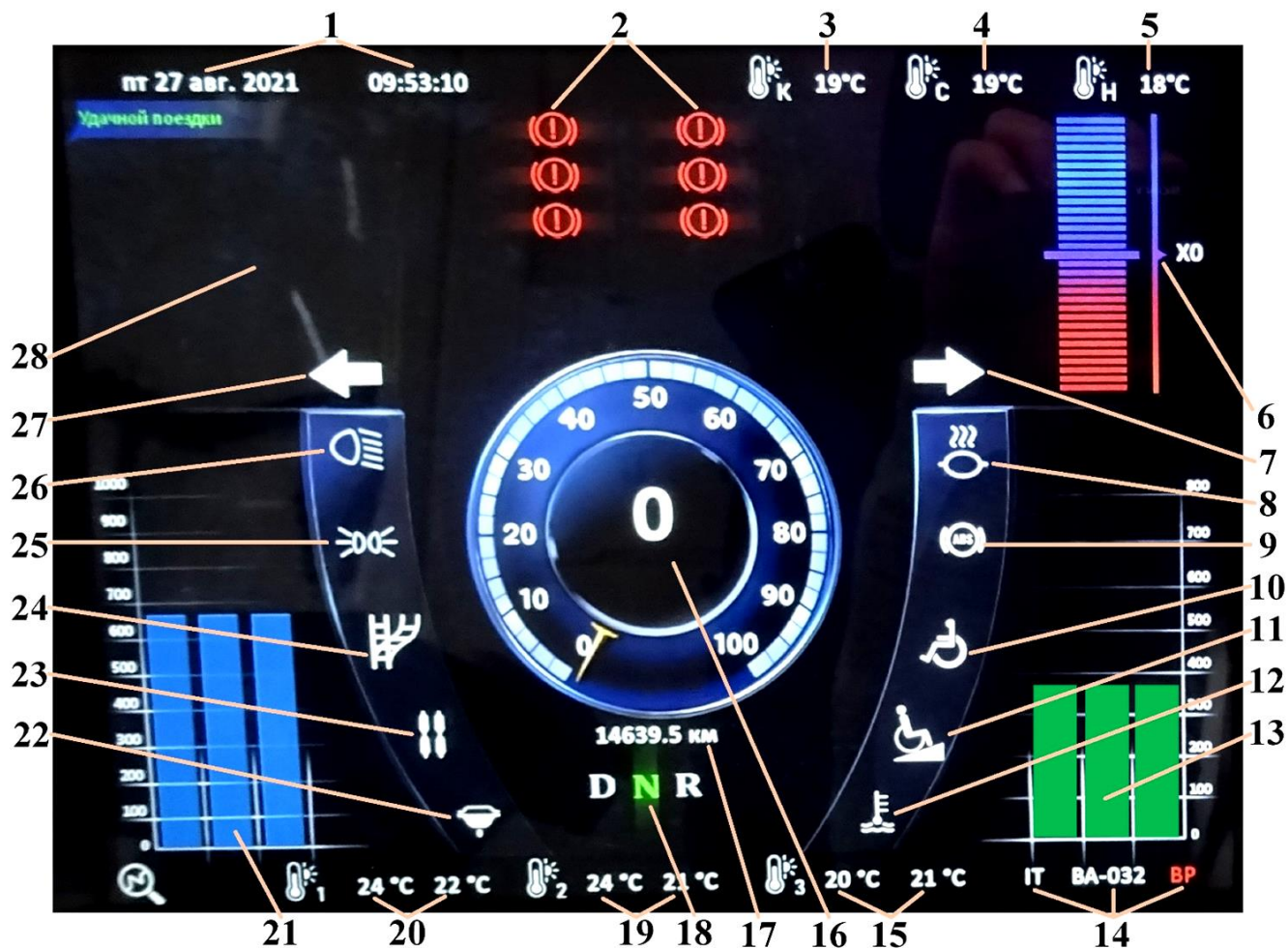
Для включения «Автономного хода»:

- Опустить пантограф (убедиться по свечению индикатора)
- Последовательно нажать иконки «откл.» 1, 2 и 3 тележек и удерживать до активного состояния
- Нажать иконку «Автономный ход» - она должна стать зелёной.
- Последовательно нажать иконки «вкл.» 1, 2 и 3 тележек и удерживать до активного состояния.
- Для отключения режима «Автономный ход» - поочередно нажимать, удерживая до активного состояния соответствующие иконки отключения БВ.
- **Транспарант автономного хода «A/X»:**
 - **ГОЛУБОГО** цвета указывает состояние АВДУ автономного хода!
 - **СЕРОГО** цвета указывает состояние силовых БВ!



При наличии высокого напряжения отображается голубым цветом, а при отсутствии – белым. Отсутствие высокого напряжения сопровождается прерывистым сигналом «пик». Звуковой сигнал можно отключить нажатием на этот транспарант.

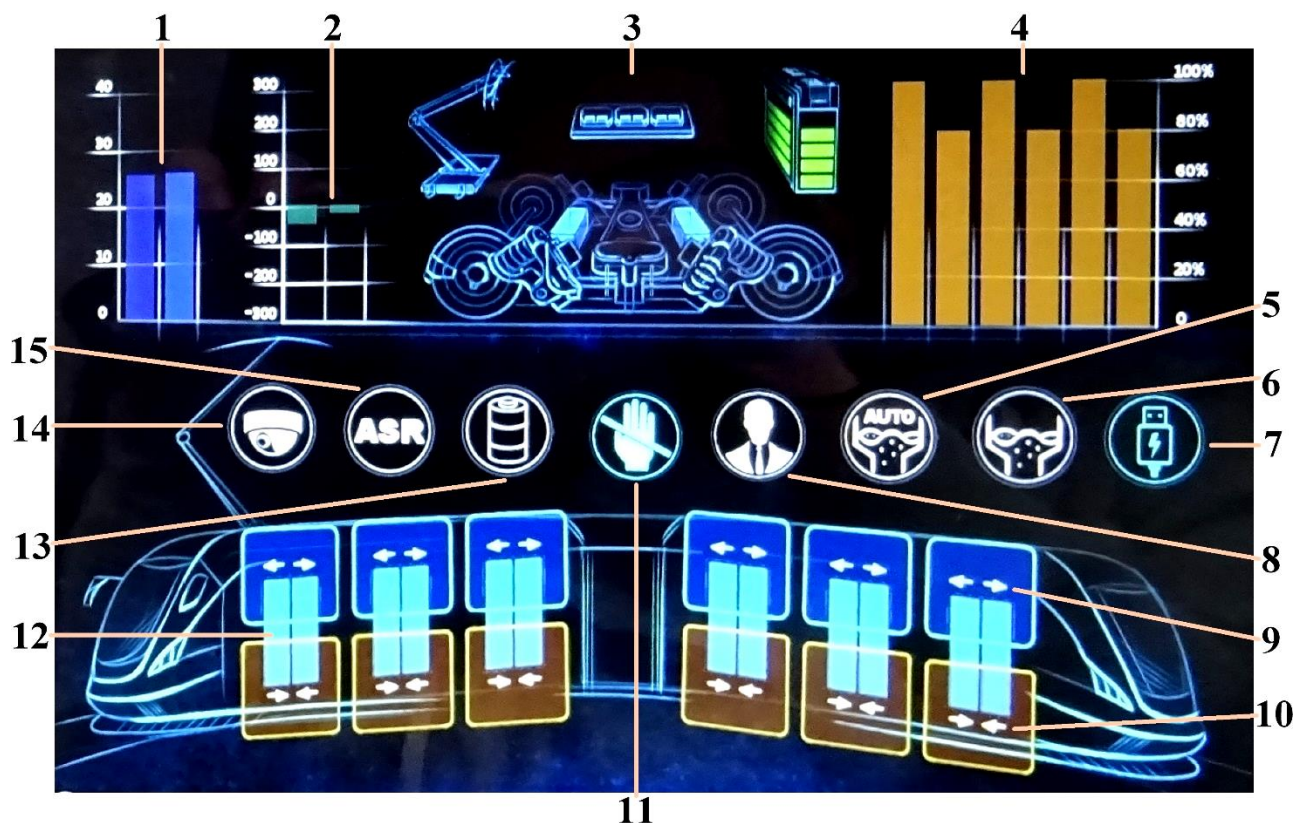
Центральный монитор ПВИ



1	Текущие дата и время	15	Температура инвертора 3 (вход – выход)
2	Индикатор состояния стояночных тормозов: Заторможено – красный, Расторможено – серый, Отсутствие связи – жёлтый	16	Спидометр
3	Температура в кабине	17	Одометр (счётчик пройденного пути)
4	Температура в салоне	18	Индикатор положения реверса зелёный – активный режим
5	Температура снаружи	19	Температура инвертора 2 (вход – выход)
6	Положение рукоятки контроллера водителя	20	Температура инвертора 1 (вход – выход)
7	Указатель правого поворота (белый /зелёный)	21	График рабочего напряжения на тележках
8	Индикатор состояния тормозного реостата (белый /красный)	22	Индикатор уровня охлаждающей жидкости инвертора (белый /жёлтый /красный)
9	Индикатор работы АБС (белый /синий)	23	Проезд стрелки (белый /жёлтый)
10	Индикатор вызова водителя пассажиром напротив 3 или 4 дверей (белый /жёлтый)	24	Перевод стрелки (белый /жёлтый)
11	Индикатор аппарелей 3 и 4 дверей (белый /красный)	25	Индикатор работы габаритных огней (белый /зелёный)
12	Индикатор перегрева охлаждающей жидкости инвертора (белый /красный)	26	Индикатор работы фар
13	График рабочего тока на тележках	27	Указатель левого поворота (белый /зелёный)
14	Индикатор состояния тяговых инверторов, блоков автономного хода и статических преобразователей	28	Журнал оповещений

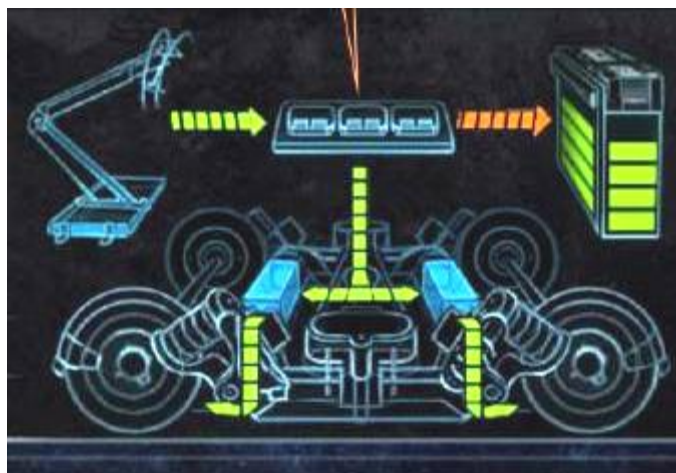
Все отображаемые на данном мониторе элементы, носят чисто информативный характер и являются неактивными.

Правый монитор ПВИ



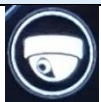
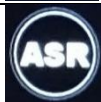







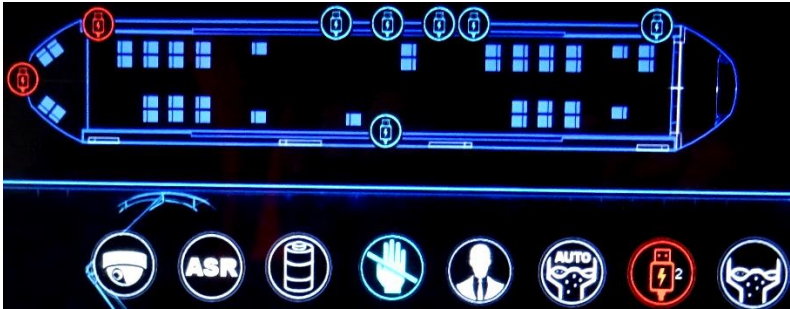

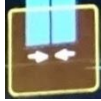

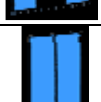


Неактивные символы		7	Состояние USB зарядных устройств
1	График напряжения АКБ	8	Вход в режим сервиса (требуется ввод пароля)
2	График тока заряда / разряда АКБ	9	Кнопка открытия дверей
3	Анимация режима работы силовой цепи	10	Кнопка закрытия дверей
4	График уровня наполнения песочниц	11	Запрет пассажирам открытия дверей
12	Анимация состояния дверей	13	Вход в режим энергопотребления
Активные кнопки		14	Вывод изображения с видекамеры (настраивается на левом мониторе ПВИ)
5	Включение режима «автоматическая песочница»	15	Активация режима АБС
6	Включение подачи песка		

При работе двигателей в моторном режиме на анимированной схеме силовой цепи 3 крупными зелёными стрелками отображается прохождение тока от токоприёмника на тяговые инверторы и на тяговые двигатели. При этом «вращаются» колёсные пары.



При работе двигателей в генераторном режиме крупные оранжевые стрелки показывают прохождение тока от тяговых двигателей на тяговые инверторы, далее – на ионистор, а при рекуперации – дополнительно от тяговых инверторов к токоприёмнику.

Перечень иконок на правом мониторе ПВИ и их назначение

Активные иконки (кнопки управления)	
	Кнопка вывода изображения видекамеры. Выборное на левом мониторе ПВИ изображение выводится на правый экран, заменяя штатное отображение
	Кнопка активации режима ASR. При активации режима, кнопка подсвечивается
	Кнопка входа в режим энергопотребления. При нажатии отображается информация об энергопотреблении и рекуперации
	Кнопка изменения яркости экрана или Кнопка запрета открытия дверей пассажирами
	Изменение яркости экрана. Последовательные нажатия увеличивают яркость
	Кнопка входа в режим сервиса (требуется ввод пароля)
	Кнопка включения режима «автоматическая песочница»
	Кнопка включения подачи песка
	Кнопка входа в режим контроля USB – зарядных устройств. При нажатии в верхней части экрана открывается вкладка расположения USB – зарядных устройств и их исправности 
	-- Кнопка открытия одного дверного проёма
	-- Кнопка закрытия одного дверного проёма
Анимированные иконки состояния дверей	
	Двери данного проёма открыты. Во время открытия двери иконка постоянно меняется с закрытого на открытое положение
	Двери данного проёма закрыты. Во время закрытия двери иконка постоянно меняется с открытого на закрытое положение
	Помеха для закрытия дверей. Сработала система противозажатия
	Ошибка или отсутствие связи по CAN-шине

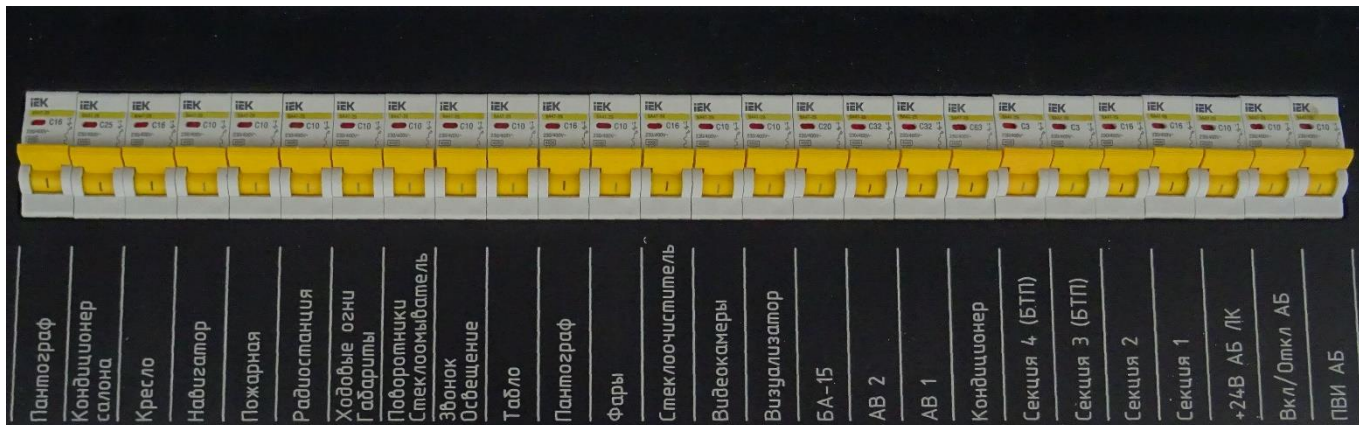
В зависимости от версии программного обеспечения набор иконок может меняться.

Панель управления ПК-6-02



Все кнопки имеют светодиодную подсветку, которая включается на активной кнопке.

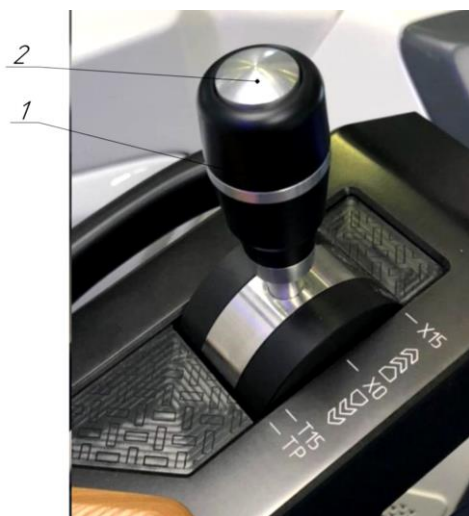
Панель автоматических выключателей ПАВ-20



Панель расположена над дверью кабины водителя и закрыта крышкой из тонированного стеклопластика.

- При работе на линии все автоматические выключатели должны быть включены!
- При срабатывании защиты рычажок управления будет находиться в нижнем положении. Для включения необходимо поднять рычажок вверх. Если при этом произойдет повторное срабатывание «в руке», то в защищаемой цепи произошло глухое короткое замыкание, при этом дальнейшее восстановление данного автомата не допускается.
- Если срабатывание произошло вследствие длительного тока перегрузки, то восстановить защиту будет возможно только после остывания элементов независимого расцепителя, примерно через 30 – 60 секунд.

Контроллер водителя КВ-11



1. Рукоятка контроллера.
2. Кнопка звонка.

КВ-11 расположен на левой консоли кресла водителя.

Имеет 32 позиции, из них фиксированные – 31:

«X0» - выбег (накат)

«X1 – X15» - ход

«T1 – T15» - тормоз.

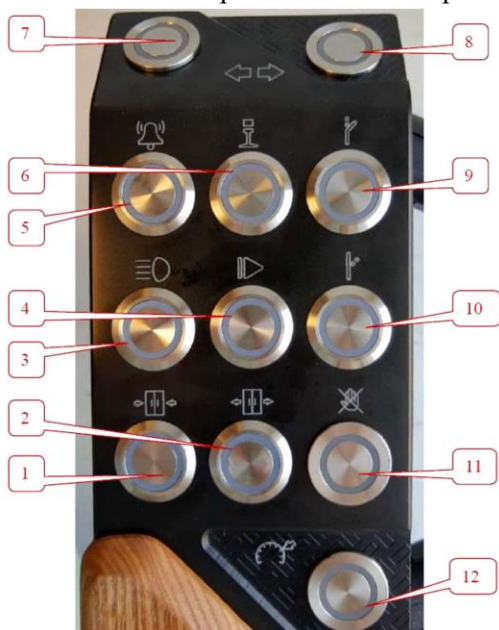
«TR» - тормоз рельсовый, нефиксированная позиция. При отпускании рукоятки КВ из положения «TR» она возвращается в положение «T15».

Точное положение рукоятки отображается на центральном мониторе ПВИ. Перевод рукоятки на одну позицию соответствует изменению ускорения или замедления примерно на $0,1 \text{ м/с}^2$. Усилие на рукоятке в ходовых или тормозных позициях – 2 кгс, в положении «TR» - 3 кгс.

- ✓ Если перевести рукоятку КВ в положение «TR», то рельсовый тормоз работает, даже если не включена бортовая сеть!

Панель управления ПК-7

Панель ПК-7 расположена на правой консоли кресла водителя. Все кнопки имеют подсветку.



1. Закрытие всех дверей вагона.
 2. Открытие всех дверей вагона.
 3. Включение дальнего света. Кнопка без фиксации («пофарить»).
 4. Управление информатором.
 5. Включение звукового сигнала «звонок».
 6. Включение рельсового тормоза (без подачи песка).
 7. Включение левого указателя поворота.
 8. Включение правого указателя поворота. При одновременном нажатии кнопок 7 и 8 включается сигнал аварийной остановки.
 9. Перевод стрелки («под током»), «удержание» стрелки налево.
 10. Проезд спецчасти контактной сети «без тока», «удержание» стрелки направо.
 11. Кнопка с фиксацией! Запрет/разрешение адресного открывания дверей пассажирами («Ладонь»)
 12. Включение автоведения (не задействована).
- ✓ При нажатии на кнопку (6) рельсовый тормоз работает, даже если не включена бортовая сеть!

Зеркала заднего обзора



На вагонах 71-931М2 и 71-911ЕМ установлены полноприводные зеркала, управление которыми осуществляется при помощи двух джойстиков, установленных слева и справа от панели ПК-6. На основаниях джойстиков по окружности нанесены символы в виде треугольных стрелок и рисок, а на самом джойстике – треугольная стрелка.

На вагонах 71-931М2 с бортовыми номерами до 31399 – левый джойстик управляет правым зеркалом, а правый джойстик управляет левым зеркалом. **На вагонах 71-931М2 с бортовыми номерами с 31400** – левый и правый джойстики управляют регулировкой угла обзора, соответственно, левого и правого зеркал.

Управление зеркалами заднего обзора

Для раскладывания обоих кронштейнов в рабочее положение необходимо повернуть **левый джойстик** так, чтобы стрелка на джойстике оказалась напротив правой нижней риски на основании (см. рисунок).

Для складывания обоих кронштейнов в нерабочее положение (заезд в депо, на канаву) необходимо повернуть **левый джойстик** так, чтобы стрелка на джойстике оказалась напротив левой нижней риски на основании.

Для изменения угла обзора левого или правого зеркала необходимо отклонить соответствующий джойстик в направлении треугольных стрелок:

- Вверх или вниз для регулировки наклона зеркала по вертикали
- Вправо или влево для регулировки поворота зеркала по горизонтали.

Блок бесконтактного открывания передней двери

Блок БОД-2 предназначен для:

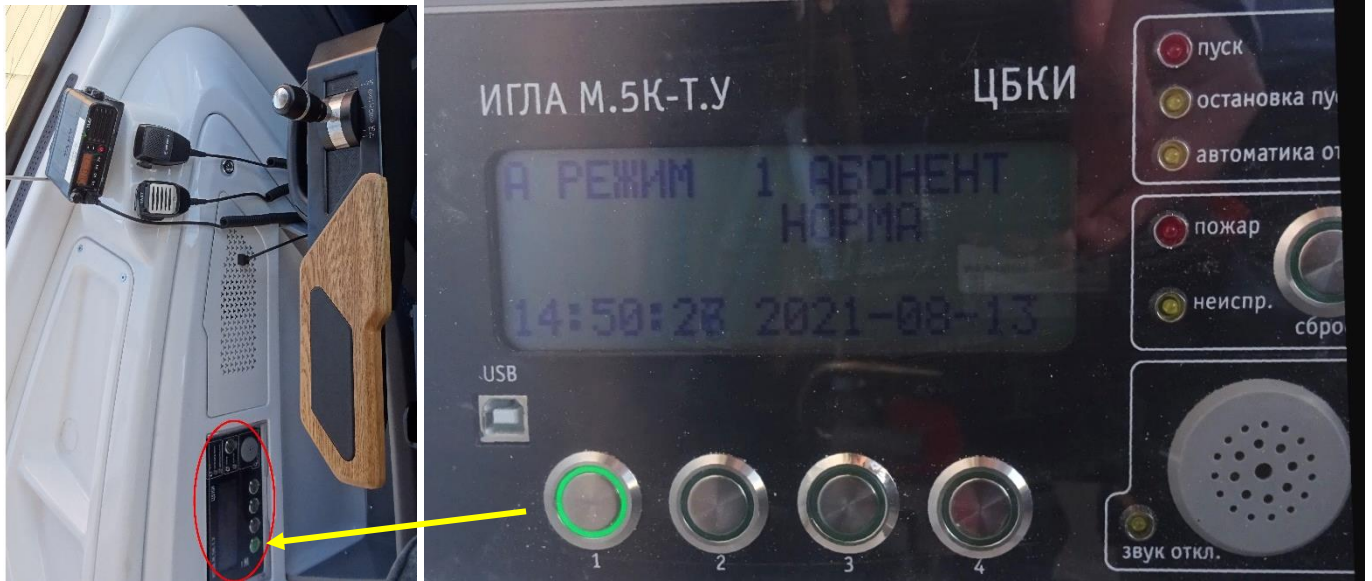
- открытия и закрытия двери вагона с помощью бесконтактной карты;
- записи в память и чтения из нее времени и даты осуществления открывания или закрывания двери;
- записи в память и чтения из нее типа и номера карты, по которой был осуществлен доступ к двери;
- записи на бесконтактную RFID-карту типа и номера карты для доступа к двери вагона.



Для открытия двери необходимо приложить бесконтактную карту к месту расположения сенсора (справа от первой двери) на расстояние не более 11 см. и ожидать открытия двери. Открытие двери происходит даже при отключенной бортовой сети вагона. На вагонах более поздних выпусков БОД-2 располагается правее, на боковой фигурной панели.

АСОТП «Игла» М.5К-Т.У

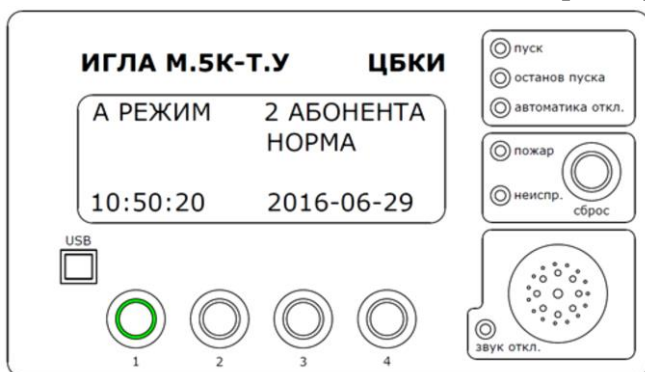
Вагон 71-931М2 оборудован автоматической системой обнаружения и тушения пожара АСОТП «Игла», которая *предназначена для обнаружения аварийного повышения температуры в защищаемых отсеках, а также для ручного или автоматического запуска средств пожаротушения из кабины водителя.* ЦБКИ (центральный блок контроля и индикации) установлен слева от кресла водителя под прозрачной крышкой.



При включении аккумуляторных батарей на составе, происходит тестирование всех компонентов системы. На экране ЦБКИ последовательно отображается информация о результатах проверки компонентов системы. Результаты самодиагностики кратковременно отображаются на экране ЦБКИ.

При полностью исправных компонентах ЦБКИ переходит в режим «НОРМА» - загорается светодиод на кнопке «1» и ЖК-индикатор отображает «А РЕЖИМ» - автоматический режим (по умолчанию) и информацию о количестве вагонов.

Алгоритм работы АСОТП



Так как из-за особенности расположения ЦБКИ водитель не имеет возможности визуального контроля, то ниже будут описаны только сами события.

Если в защищаемом отсеке находятся несколько датчиков, то при срабатывании первого включится зуммер на ЦБКИ. При срабатывании второго датчика включится обратный отсчёт запуска СП (средств пожаротушения), затем этим произойдёт автоматическое отключение режима тяги с последующим запуском СП. После окончания работы

СП и тушения пожара, для продолжения движения необходимо нажать кнопку 4. При этом перестанет звучать зуммер и ЦБКИ вернётся в состояние «Норма».

АСОТП защищается автоматическим выключателем «Пожарная», который расположен на ПАВ в кабине водителя.

Защищаемые объёмы

- Блоки автономного хода и АКБ
- Тяговые инверторы и статические преобразователи
- Кондиционеры салона

Пульт маневровый ПМ-28

Маневровый пульт предназначен для движения назад при производстве маневровых работ на территории депо.

Крышка пульта закрывается на замок большим трёхгранным ключом. При открытии крышки (если реверсор в кабине водителя находится не в «0» положении) в кабине раздаётся прерывистый звуковой сигнал, а на центральном мониторе ПВИ символ «ПМ» (над индикаторами состояния тормозов) изменит цвет с белого на красный. Пульт расположен в хвостовой части вагона.



Все кнопки пульта имеют светодиодную подсветку. Для управления реверсором необходимо вставить индивидуальный ключ и повернуть его против часовой стрелки для движения вперёд задней «кабиной».

Под «капотом» расположены провода и CAN-шины, а также локальный коммутатор ЛК-Тыл.

При постороннем вмешательстве включится рельсовый тормоз, который невозможно отменить из кабины водителя.

Пульт водителя – инструктора

Вагоны для учебной езды дополнительно оснащаются мобильным пультом для контроля со стороны водителя – инструктора.



Провода пульта уложены в гибкий шланг, длиной около 1 метра. Пульт установлен на держателях в кабине справа от поворотного кресла инструктора. Все кнопки дублируют соответствующие кнопки основного пульта водителя. Кнопка «Тормоз» приводит в действие электродинамический тормоз.

Отличительные особенности электрооборудования модификации М2



1. В силовой схеме вагонов применены *ионисторы*. Данное устройство совмещает в себе функции конденсатора (накопителя энергии) и аккумуляторной батареи (химического источника энергии). Применение ионисторов обусловлено необходимостью исключить рывки при кратковременном отрыве токоприёмника в режиме тяги, что может привести к повреждению силового электрооборудования. Кроме того, ионисторы увеличивают запас автономного хода.

При поднятом токоприёмнике ионисторы накапливают энергию, а в момент кратковременного отрыва токоприёмника от контактного провода – отдают накопленную энергию в силовую цепь. При этом отключение потребителей не происходит. Ионисторы расположены в отдельных блоках на крыше каждой секции. На вагонах с бортовыми номерами 314xx установлены два ионистора на крыше первой и третьей секций.

2. Тяговые инверторы имеют жидкостное охлаждение.

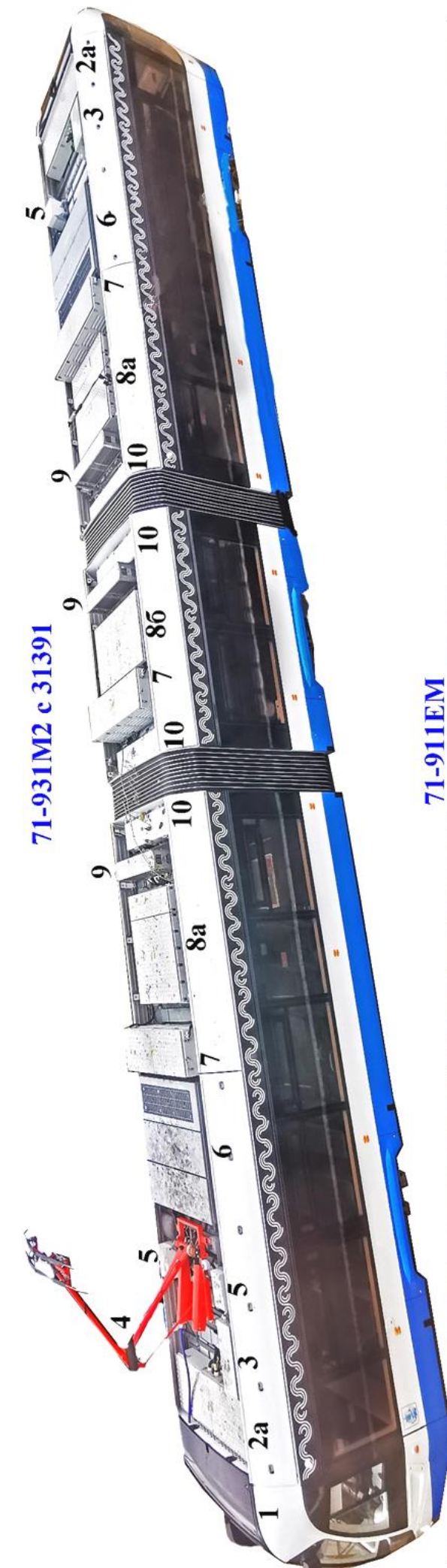
3. При открытых дверях и отсутствии прохода пассажиров в течение 10 с. двери автоматически закрываются. Данную функцию невозможно отключить или изменить время до закрытия дверей (будет доступно только после изменения программного обеспечения).

4. Датчики прохода расположены на высоте 40 см., что исключает зажатие дверями домашних животных.

5. Так как вагоны М2 оборудованы двумя местами для маломобильных пассажиров, то значки  и  отображают положение аппарелей и вызов «Пассажир – Водитель» третьего и четвёртого дверных проёмов.

6. На пульте водителя установлена кнопка аварийного отключения, которая закрыта колпачком и опломбирована.

7. На пульте водителя установлен дополнительный джойстик для управления зеркалами заднего обзора.



71-931M2 с 31391

71-911EM



- 1. Кондиционер кабины
- 2а. Блок автономного хода с АКБ
- 2б. Блок автономного хода
- 2в. Блок с АКБ
- 3. Комплект бортового питания
- 4. Токосъёмник
- 5. Быстродействующий выключатель

- 6. Кондиционер салона
- 7. Ионистор
- 8а. Тяговый инвертор со статическим преобразователем
- 8б. Тяговый инвертор
- 9. Тормозной резистор
- 10. Соединительная коробка
- 11. Антенный блок

Вагон 71-931М1 (с бортовыми номерами с 31246 по 31390)

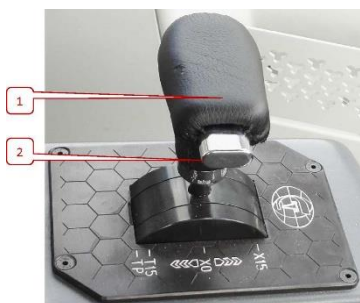
Оборудование кабины водителя

Кабина вагона 71-931М1 имеет незначительные отличия от кабины вагона 71-931М2:

- Все три монитора расположены в одной плоскости. На части вагонов над ПВИ установлен козырёк для защиты от бликования мониторов.
- На панели ПК-5 вместо кнопки «Рельсовый тормоз» установлена кнопка «Приоритет», которая предназначена для защиты от несанкционированного вмешательства с маневрового пульта.
- Для регулировки зеркал заднего обзора используется только один джойстик (под БНСТ).
- На пульте водителя отсутствует кнопка «Аварийное отключение».
- На правой консоли отсутствует кнопка «Круиз – контроля».



Контроллер водителя



В отличие от вагонов прежней модификации, контроллер расположен на левой консоли кресла водителя, а рукоятка контроллера (1) предполагает горизонтальное наложение ладони левой руки и имеет мягкое покрытие из искусственной кожи. А кнопка «Звонок» расположена на торце рукоятки справа (2).

Управление производится аналогично управлению КВ других модификации.

Панель визуализации информации ПВИ-8

Панель устроена аналогично ПВИ вагонов 71-931М2. В зависимости от версии программного обеспечения может меняться внешний вид иконок и их функционал, который, в основном, совпадает с функционалом ПВИ-9 вагонов 71-931М2. Голубой цвет указывает на активное состояние данной функции.

Левый монитор ПВИ



Центральный монитор ПВИ



На центральном мониторе ПВИ состояние колодочных тормозов отображается цветами:

- Голубой – заторможен.
- Белый – расторможен.
- Красный – отсутствие связи ИМТ с бортовым компьютером.

Правый монитор ПВИ



Панель ПК-6

Данная панель отличается от панели ПК6-02 вагонов 931М2 только наличием дополнительной кнопки (9).



Кнопка 9 «Приоритет M/S» (Master/Slave) *предназначена для исключения постороннего воздействия с маневрового пульта во время управления вагоном из кабины водителя.*

При нажатии на кнопку происходит её фиксация в нажатом положении и загорается подсветка, при этом управление с маневрового пульта невозможно. При ненажатой кнопке (подсветка не горит) можно производить управление вагоном с маневрового пульта.

Вагон 71-931М (бортовые номера до 31245)
Оборудование кабины водителя



- | | |
|-----------------------------|--------------------------------------|
| 1. Верхняя панель ПВМ-3 | 7. Педаль подачи песка |
| 2. Левая панель ЛК ВИЗ-2 | 8. Педаль безопасности |
| 3. Центральная панель ПВИ-4 | 9. Блок БСУ-01 системы пожаротушения |
| 4. Правая панель КДП-11 | 10. Радиостанция «Фотон» |
| 5. Панель с кнопками ПП-1 | 11. Панель ПАВ-12 |
| 6. Панель КВ | |

Пульт управления Контроллер водителя



Контроллер водителя предназначен для формирования команд о режимах движения вагона.

На горизонтальной панели пульта расположены:

1. Рукоятка контроллера водителя.
2. Кнопка звонка.

Имеет 31 фиксированных позиции (рукоятка остаётся на данной позиции):

«X0» - выбег

«X1 – X15» - ход

«Т1 – Т15» - тормоз

«ТР» - тормоз рельсовый, 32-я (нефиксированная позиция).

При отпускании рукоятки КВ из положения «ТР», она возвращается в положение «Т15». Индикация точного положения рукоятки отображается на центральном мониторе ПВИ. Перевод рукоятки на одну позицию соответствует изменению ускорения или замедления примерно на $0,1 \text{ м/с}^2$.

Панель ЛК ВИЗ-2



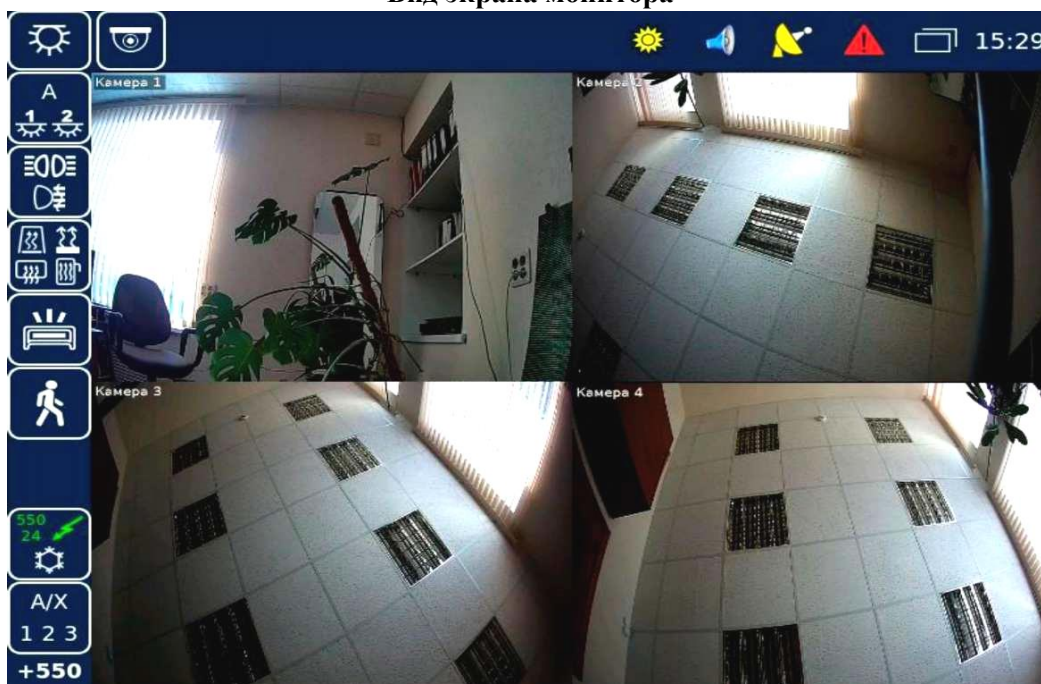
На панели расположены:

1. Экран монитора управления
2. Разъём переговорного устройства «Водитель – Пассажир»
3. Кнопка «Пантограф Вниз» с индикацией
4. Кнопка «Пантограф Вверх» с индикацией

Для подъёма пантографа необходимо нажать кнопку «Вверх» и удерживать её до устойчивого свечения индикатора справа от кнопки.

Для опускания пантографа необходимо нажать кнопку «Вниз» и удерживать её до устойчивого свечения индикатора справа от кнопки.

Вид экрана монитора




При одинарном касании по изображению с любой из четырёх видеокамер можно увеличить выбранное изображение во весь экран.

Перечень иконок на экране монитора ЛК-ВИЗ и их назначение.






Иконка	Назначение
<i>Верхний ряд (слева – направо)</i>	
	Управление освещением кабины
	Управление выводом видеокамер
	Управление яркостью экрана монитора в ручном или автоматическом режимах
	Управление громкостью динамиков от автоинформатора, от микрофона, динамиков в кабине и переговорного устройства
	Информация о местоположении
	Диагностика
	Управление настройками (требуется введение пароля и производится специалистом)
<i>Вертикальный ряд (сверху – вниз)</i>	
	Управление освещением салона
	Управление габаритными огнями и противотуманными фарами
	Управление обогревом салона, кабины, кресла водителя, зеркал, стёкол
	Управление информатором
	Управление АСКП
	Управление высоковольтными автоматическими выключателями
	Управление БВ тележек, а также переход в режим автономного хода
	Индикатор наличия напряжения в контактной сети. При наличии высокого напряжения отображается зелёным цветом, а при отсутствии – белым



Управление параметрами ЛК ВИЗ

Некоторые иконки могут быть деактивированы сервисным центром и не отображаться на дисплее!

Иконка	Назначение
<i>Верхний ряд (слева – направо)</i>	
	При кратковременном нажатии на иконку освещение кабины включается, при повторном нажатии – отключается.

	<p>При кратковременном нажатии на иконку откроется вкладка:</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Нажмите на иконку необходимой камеры (она станет зелёной), а затем на прямоугольник, на каком месте ПВМ-3 хотите видеть изображение с выбранной камеры.</p>
---	--

	<p>При кратковременном нажатии на иконку откроется вкладка со значками. Нажатием на значок выберете необходимый режим яркости экрана монитора:</p> <ul style="list-style-type: none">  Высокая яркость.  Средняя яркость.  Низкая яркость.  Автоматический режим в зависимости от уровня освещённости в кабине. <p>Параметры переключения задаются в настройках специалистом.</p>
---	--

	<p>При кратковременном нажатии на иконку откроется вкладка:</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Передвигая вверх или вниз нужный движок, отрегулируйте громкость динамиков.</p>
---	---



При кратковременном нажатии на иконку откроется вкладка:

Текущее местоположение

Координаты: -
Скорость: -
Спутники: 0
Пробег: 0.0 км

Сброс

При нажатии на кнопку «Сброс» произойдет обнуление пробега вагона, поэтому данная функция предназначена только для специалистов.

Значение символов в строке «Координаты»:



Положение не определено



Положение определено



Неисправность



При кратковременном нажатии на иконку откроется вкладка диагностики:

Диагностика

Трамвай
Не подключены блоки: КДП, ЛК БКВ 0, ЛК БКВ 1, ЛК АКБ 0, ЛК АКБ 1, ЛК Центр 1, ЛК Центр 2, ЛК Центр 3, ЛК Маневр

Маршрутный указатель
SD-карта в порядке.
Не подключено переговорное устройство.

Видеонаблюдение
Все камеры подключены.
Жесткий диск прогревается...



Некритическая неисправность.



Критическая неисправность

Вертикальный ряд (сверху – вниз)



При кратковременном нажатии на иконку откроется вкладка:



- Нажатием на иконки «1» или «2» можно включить или отключить освещение салона слева или справа.
- Режим «авто» управляет освещением в зависимости от уровня уличного освещения порог срабатывания устанавливается в настройках. Зеленый цвет иконки указывает включенное состояние.
- Для управления цветной светодиодной подсветкой пола необходимо нажать на иконку RGB-ленты «ВКЛ» и выбрать цвет подсветки. Крестик указывает выбранный цвет.



При кратковременном нажатии на иконку откроется вкладка:



Для включения габаритных огней или противотуманных фар нажмите на соответствующую иконку. Зеленый цвет указывает включенное состояние.



При кратковременном нажатии на иконку откроется вкладка:



Для включения или отключения нужной функции кратковременно нажмите соответствующую иконку. Зеленый цвет указывает включенное состояние.

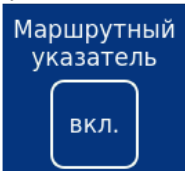
При кратковременном нажатии на иконку «Температура» откроется вкладка:



Кнопками «+» и «-» выставляется значение температуры обогрева в салоне и кабине водителя. Увеличивая температуру выше 24 °C отопление включается в принудительный максимальный режим. В правой части вкладки отображается текущая температура кабины, салонов по секциям и наружная температура.

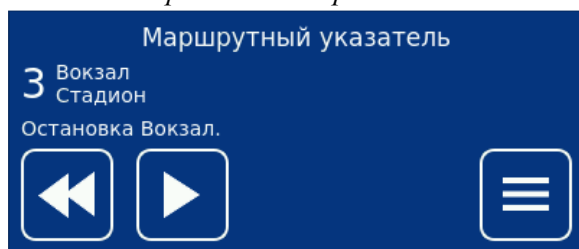


При кратковременном нажатии на иконку появится иконка:

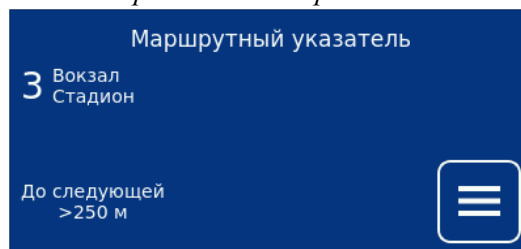


При нажатии на «Вкл» откроется одна из двух вкладок:

Без привязки к координатам



С привязкой к координатам

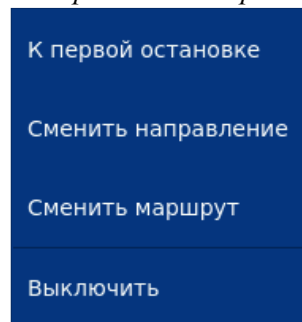


Для изменения параметров нажмите

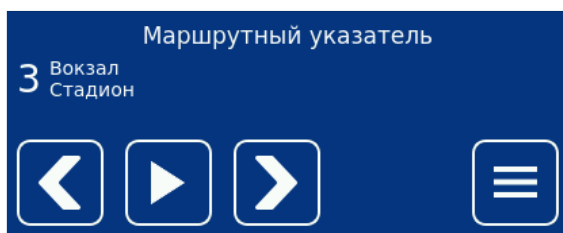


Откроются две вкладки:

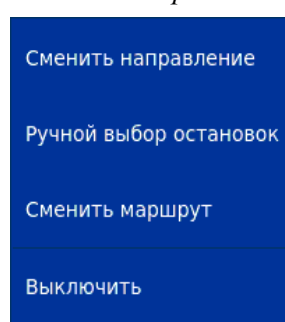
Без привязки к координатам



или



С привязкой к координатам



Стрелками «влево», «вправо» выбрать нужный параметр и нажать «Воспроизведение».

При выборе «Ручной выбор» привязка к координатам отключается.



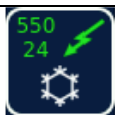
При кратковременном нажатии на иконку откроется вкладка:



Зеленый цвет указывает включенное состояние. «АСКП» по умолчанию включено.

Для изменения режима работы нажмите на соответствующую иконку:

- «АСКП» - отключает или включает режим АСКП
- «Откл. блок. двер» - позволяет открывать двери на расторможенном вагоне (сопровождается звуковым сигналом).
- «Откл. блок. хода» - позволяет ехать с открытыми дверями
- «Откл. наружного откр. дверей» - отключает возможность пассажирам самостоятельно открывать двери на остановках.



При кратковременном нажатии на иконку откроется вкладка:



Зеленый цвет указывает включенное состояние. По умолчанию АДУ статических преобразователей, кондиционеров и отопления включены. Для отключения нажмите соответствующую иконку. Необходимым условием для включения кондиционера является включенное состояние всех высоковольтных тяговых автоматов



При кратковременном нажатии на иконку откроется вкладка:



Зеленый цвет указывает **активное** состояние. **При отключенном** режиме автономного хода, нажатием на иконки «Вкл» можно включить БВ приводов первой, второй или третьей тележек. При нажатии иконки «Откл» можно отключить соответствующий БВ.

Для включения «Автономного хода»:

- Опустить пантограф (убедиться по свечению индикатора)
- Последовательно нажать иконки «откл.» 1, 2 и 3 тележек и удерживать до активного состояния
- Нажать иконку «Автономный ход» - она должна стать зелёной.
- Последовательно нажать иконки «вкл.» 1, 2 и 3 тележек и удерживать до активного состояния

Для отключения режима «Автономный ход» - поочередно нажимать, удерживая до активного состояния соответствующие иконки отключения БВ.

- **Иконка автономного хода «A/X»:**
 - **ЗЕЛЁНОГО** цвета указывает состояние контакторов автономного хода!
 - **СЕРОГО** цвета указывает состояние силовых быстродействующих выключателей!



При наличии высокого напряжения отображается зелёным цветом, а при отсутствии – белым. Отсутствие высокого напряжения сопровождается прерывистым сигналом «пик».

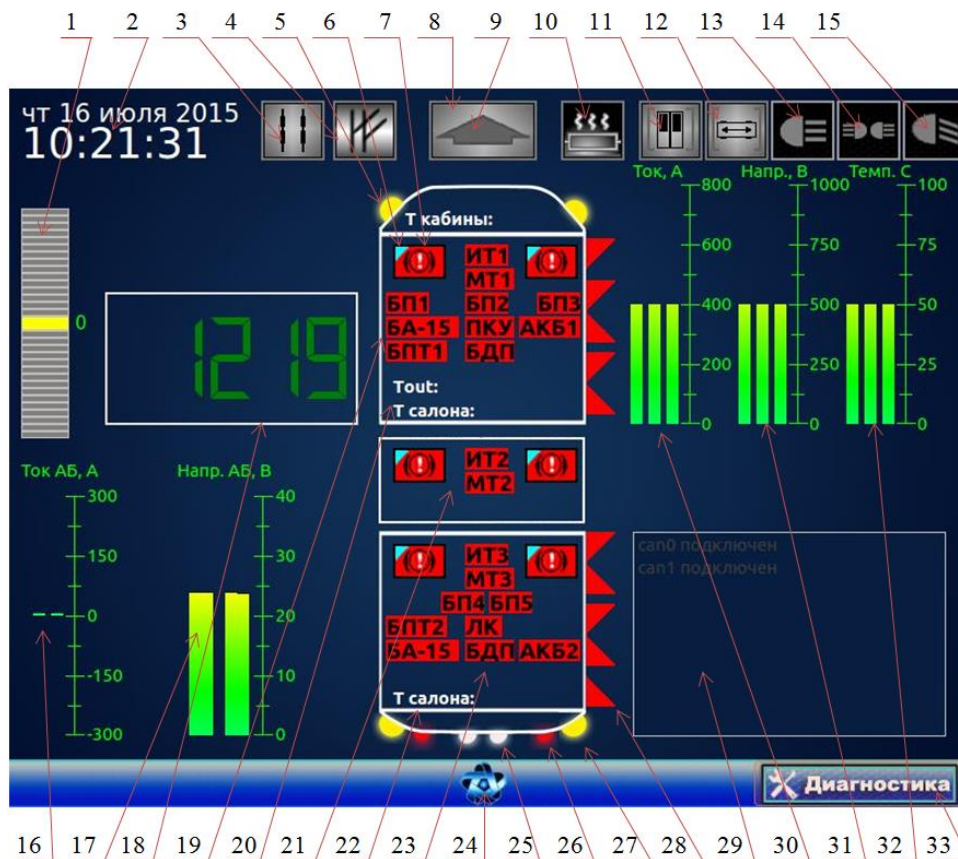
Звуковой сигнал можно отключить кратковременным нажатием на этот транспарант.

Панель визуализации информации ПВИ-4 (Центральная)



На панели расположены:

1. Кнопка аварийной остановки.
2. Спидометр.
3. Переключатель стеклоочистителя.
4. Кнопка стеклоомывателя
5. Переключатель света фар.
6. Переключатель сигналов поворота.
7. Дисплей.



1	Индикатор позиций КВ	18	Спидометр
2	Текущие дата и время	19	Связь с блоками 1 секции
3	Проезд стрелки	20	Температура в салоне 1 секции и снаружи
4	Перевод стрелки	21	Связь с блоками 2 секции
5	Индикация поворота	22	Температура в салоне 3 секции
6	Состояние связи со стояночными тормозами	23	Связь с блоками 3 секции
7	Состояние стояночных тормозов	24	Вход в режим диагностики
8	Положение реверса	25	Индикатор огней заднего хода
9	Индикатор вызова водителя	26	Индикатор тормозных огней
10	Перегрев тормозного реостата	27	Индикатор поворота
11	Блокировка дверей	28	Индикатор состояния двери
12	Блокировка хода	29	Информационное окно
13	Дальний свет	30	Токи тяговых преобразователей
14	Габаритные огни	31	Напряжение тяговых преобразователей
15	Ближний свет	32	Температура тяговых преобразователей
16	Ток заряда/разряда АКБ	33	Кнопка режима диагностики
17	Напряжение АКБ		

Панель КДП-11 (Правая панель)



На панели расположены:

1. Блок навигации
2. Клавиатура управления дверями
3. Переключатель реверса
4. Переключатель кондиционера кабины
5. Джойстик управления зеркалами заднего обзора.


Управление дверями

Обязательным условием для открытия дверей является нахождение вагона в заторможенном состоянии.



Нажатие на кнопку отменяет разрешение пассажирам открывать двери кнопкой из салона или снаружи.

Нажатие на кнопку разрешает пассажирам открывать двери кнопкой из салона или снаружи. Для открытия первой двери без разрешения

пассажирам открывать двери из салона и снаружи нажать кнопку  и удерживать её до открытия первой двери.

Для открытия или закрытия дверей по отдельности нажать соответствующую номеру двери кнопку. При закрытом состоянии двери на «КДП» загорается светодиод, а на «ПВИ-4» сигнал дублируется.

Для открытия или закрытия сразу всех дверей – нажать кнопку «Все».

Управление реверсом

Переключатель реверса предназначен для изменения направления движения вагона.

Имеет 3 положения:

- «0» - управление вагоном отключено
- «Вперёд» - движение вперёд
- «Назад» - движение назад.

Переключение в рабочие положения производится при помощи индивидуального ключа, который необходимо вставить в личинку замка и повернуть:

- Против часовой стрелки – для движения вперёд
- По часовой стрелке – для движения назад.

Управление зеркалами заднего обзора



Складывание и раскладывание зеркал выполняется вручную, а управление углами наклона и поворота зеркал осуществляется при помощи джойстика. На основании джойстика по окружности нанесены четыре треугольные стрелки и две риски снизу, на самом джойстике – одна треугольная стрелка.

Для изменения угла обзора левого или правого зеркала необходимо отклонить соответствующий (левый или правый) джойстик в направлении треугольных стрелок:

- Вверх или вниз для регулировки наклона зеркала по вертикали.
- Вправо или влево для регулировки поворота зеркала по горизонтали (вокруг своей оси).

Панель ПП-1

На панели расположены кнопки:

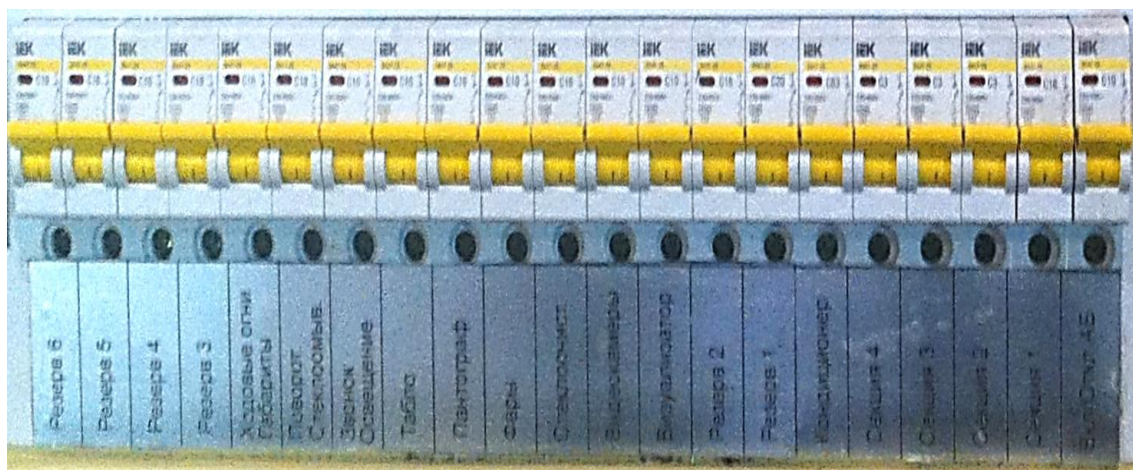


1. Звонок.
2. Песок.
3. Рельсовый тормоз.
4. Аварийный тормоз.*
5. Стрелка.
6. Проезд стрелки.
7. Расторможено.

* Кнопка с фиксацией. При нажатии – кнопка остаётся в нажатом состоянии. Для отключения режима аварийного торможения необходимо сначала нажать на кнопку, затем повернуть её по часовой стрелке.

Панель с автоматическими выключателями ПАВ-19

Автоматический выключатель предназначен для ручного включения и отключения низковольтных цепей, а также для защиты от токов перегрузки и короткого замыкания.



Каждый автоматический выключатель имеет две уставки: номинальный ток и ток отсечки, при котором происходит его отключение. При срабатывании защиты рычажок управления будет находиться в нижнем положении. Для включения необходимо поднять рычажок вверх. Если при этом произойдёт повторное срабатывание «в руке», то в защищаемой цепи произошло глухое короткое замыкание и дальнейшее восстановление автоматика недопустимо.

Если срабатывание произошло вследствие длительного тока перегрузки, близкого к току отсечки, то восстановить защиту будет возможно только после остывания элементов независимого расцепителя, примерно через 30 – 60 секунд.

✓ **При работе на линии все автоматические выключатели должны быть включены!**

Противопожарная система АСОТП

Вагон 71-931М оборудован автоматической системой обнаружения и тушения пожара АСОТП, предназначенной для обнаружения аварийного повышения температуры в защищаемых отсеках, а



также для ручного или автоматического запуска средств пожаротушения из кабины водителя.

Система включает в себя следующие элементы:

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

При включении питания бортовой сети АСОТП производит поканальную самодиагностику. При этом последовательно должны загораться и гаснуть светодиоды 4, 3, 2 и 1-го каналов. Затем раздаётся звуковой сигнал и загорается зелёный светодиод «Норма».

При выявлении неисправности индикатор «Норма» не загорается, при этом мигает индикатор неисправного канала и звучит прерывистый звуковой сигнал с длинными интервалами. При неисправности системы водитель сообщает об этом дежурному диспетчеру. Неисправность системы не является причиной для невыезда на линию.

- Для аварийного включения средств пожаротушения (при неисправности АСОТП) необходимо сорвать пломбу, сдвинуть предохранительную крышку и нажать кнопку «Аварийный пуск СП» при этом сработают сразу все имеющиеся на вагоне СП.

Маневровый пульт



Маневровый пульт предназначен для выполнения маневровых работ при движении задним ходом на территории депо. Расположен в хвостовой части вагона между пассажирскими сиденьями. Крышка закрывается трёхгранным ключом и не имеет концевого выключателя, поэтому **при открытии крышки пульта, сигнала в кабине водителя не будет!**

На пульте расположены кнопки (сверху вниз):

- Переключатель реверса
- Ход
- Тормоз
- Звонок
- Педаль безопасности

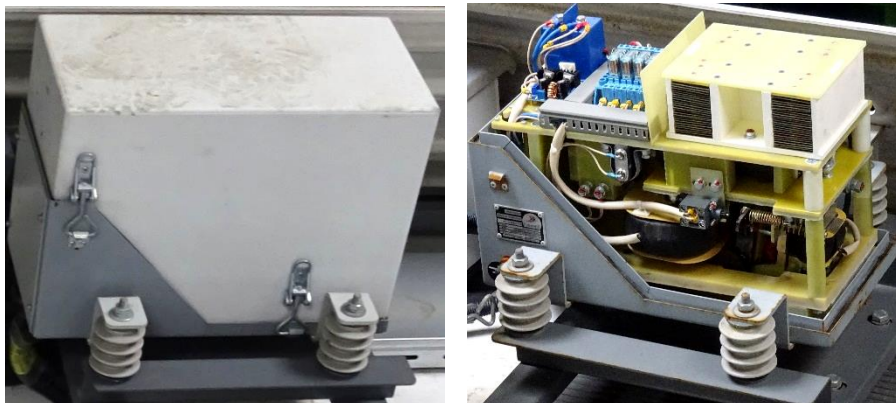
- При приёмке вагона в депо, а также при работе на линии необходимо обращать внимание на закрытое состояние крышки пульта!



Силовое электрооборудование

Высоковольтный быстродействующий выключатель

Быстродействующие выключатели предназначены для защиты силовой цепи вагона от токов перегрузки и короткого замыкания. БВ имеют дистанционное управление.



Каждый БВ защищает силовую цепь своей тележки. Время размыкания контактов и эффективного гашения дуги – не более 0,03 секунды. Два БВ расположены на крыше первой секции по обе стороны от токоприёмника, а третий – на крыше третьей секции. Дистанционное управление БВ производится с левого монитора ПВИ (ЛК-ВИЗ) при неактивной кнопке «А/Х». Сработавший БВ определяется на центральном мониторе ПВИ по отсутствию высокого напряжения на данной тележке. Допускается двухкратное восстановление БВ.

Запрещается восстанавливать БВ:

- При срабатывании в момент перевода КВ из положения «0» в положение «Ход» или «Тормоз».
- При срабатывании БВ с одновременным снятием напряжения с контактной сети.
- После двухкратного срабатывания.

Тормозной резистор

Тормозной резистор предназначен для гашения энергии генераторов при электродинамическом торможении и невозможности рекуперации.



Три блока тормозных резисторов (БТР) расположены на крыше каждой секции. Каждый блок электрически связан с тяговым инвертором только своей тележки.

Внутри корпуса блока находятся фехралевые ленточные резистивные элементы и два датчика температуры (вход / выход) на 200°C.



На вагонах 931М и 931М1 на крыше каждой секции установлены по два тормозных резистора (стр. 41).

БТР имеет естественное воздушное охлаждение. Информация о состоянии тормозных резисторов отображается на правом мониторе ПВИ. При перегреве тормозного резистора цвет символа на ПВИ изменится с белого на красный и включится мелодия «Чижик – пыжик».

Определить перегретый тормозной резистор можно по величине тормозного тока тележек: наибольшее значение силы тока указывает на перегретый тормозной резистор. При одинаковых токах всех трёх тележек необходимо выполнить перезапуск бортовой сети. При включении реверса установить КВ в «0» положение.

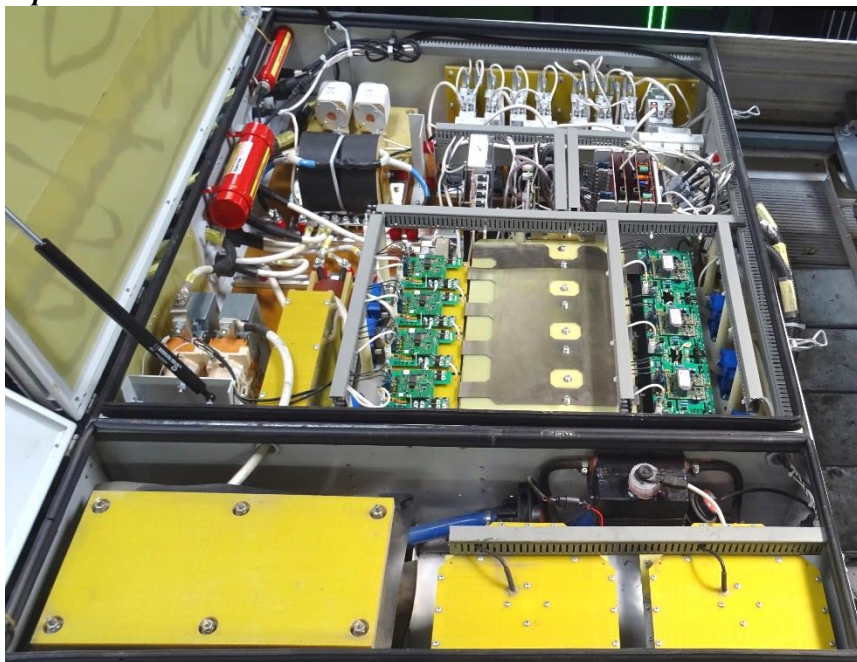
Статический преобразователь

Статический преобразователь преобразует напряжение контактной сети в напряжение 28 вольт для работы всех низковольтных цепей, а также для подзаряда аккумуляторной батареи вагона.

На вагонах 71-931М всех модификаций установлены два статических преобразователя: один – на крыше первой секции, другой – на крыше третьей секции и находятся в одном корпусе вместе с тяговыми инверторами. Каждый преобразователь обеспечивает подзаряд четырёх блоков АКБ своей секции. Контролировать состояние статического преобразователя можно по величине напряжения АКБ (28 вольт) на ПВИ.

Тяговый инвертор

Тяговый инвертор в моторном режиме преобразует постоянный ток контактной сети в трёхфазный переменный ток для работы тяговых двигателей, а в генераторном режиме – преобразует трёхфазный переменный ток от тяговых двигателей в постоянный.



Три независимых тяговых инвертора расположены на крыше каждой секции. При помощи трёх групп силовых IGBT транзисторов постоянный ток контактной сети преобразуется в трёхфазный переменный ток. Для изменения силы тяги при разгоне и торможении IGBT транзисторы плавно изменяют напряжение и частоту тока, подаваемые на тяговые двигатели, что обеспечивает высокую плавность хода при разгоне и торможении. Управление открытием и закрытием транзисторов производится при помощи бортового компьютера, который изменяет режим их работы в зависимости от положения КВ. Охлаждение инвертора:

- воздушное, при помощи вентиляторов;
- вагоны 71-931М2 – жидкостное

- вагоны 71-931М и 71-931М1 –

Внутри ящика установлены по одному модулю порошкового пожаротушения «Буран-03» и «Буран-05».

Температура инверторов отображается на центральном мониторе ПВИ в нижней части (по два датчика для каждого инвертора). **Максимально допустимая температура инверторов не должна превышать 65°С!**

Температура и уровень охлаждающей жидкости инвертора вагонов 71-931М2 отображаются на центральном мониторе ПВИ. При перегреве тягового инвертора необходимо отключить нужный БВ.

Аккумуляторная батарея

Аккумуляторная батарея предназначена для питания бортовой сети вагона при отсутствии высокого напряжения, а также для движения в режиме автономного хода.

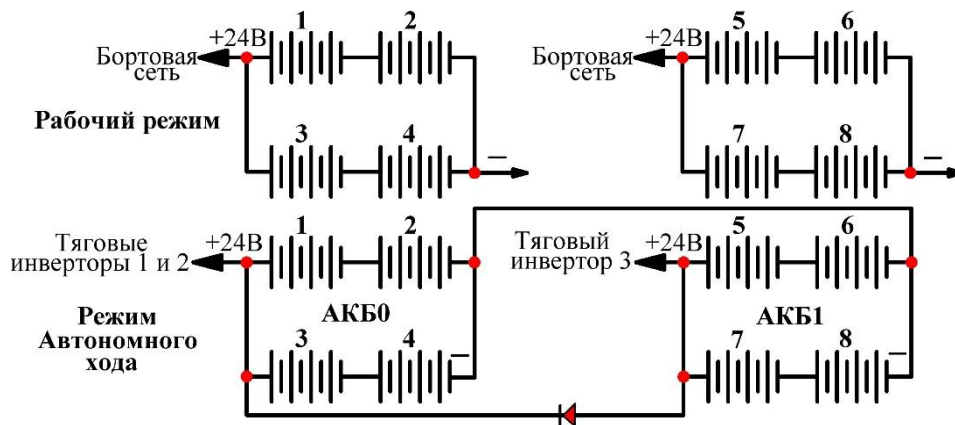


Используются свинцово-кислотные аккумуляторы GF 12 160 V фирмы «Sonnenschein».

Аккумуляторы находятся в герметизированном пластиковом корпусе. Электролит загущен до состояния геля, что обеспечивает повышенную устойчивость к глубоким разрядам. Напряжение одного блока 12 Вольт, электрическая ёмкость – 160 Ампер-часов.

Две аккумуляторные батареи вагона (по 4 блока) работают в буферном режиме: при наличии высокого напряжения они подзаряжаются от статических преобразователей, а при отсутствии высокого напряжения – разряжаются, обеспечивая питание всех низковольтных цепей вагона, а также работу тяговых двигателей в режиме автономного хода. Подзаряд АКБ происходит только в том случае, если напряжение на выходе статического преобразователя больше напряжения на «+» батареи. Для обеспечения напряжения 24 В используется последовательное соединение двух блоков, а для увеличения электрической ёмкости используется смешанное (последовательно – параллельное) соединение четырёх боков.

- ✓ **Подключение АКБ к бортовой сети (и отключение) производится нажатием кнопки «Бортовая сеть».**
- ✓ **Цепь АКБ защищается автоматиком «Вкл / Откл АБ» на ПАВ.**
- ✓ **Во избежание полного разряда АКБ при следовании в режиме автономного хода, необходимо перейти на основной режим сразу после проезда обесточенного участка!**



Расположение АКБ

Вагоны 71-931М и 71-931М1:

- 4 блока – на крыше в хвостовой части третьей секции в ящике БА
- 2 блока в двух правых отсеках под кабиной (закрыты фальшбортом)
- 2 блока в двух левых отсеках под кабиной (закрыты фальшбортом).



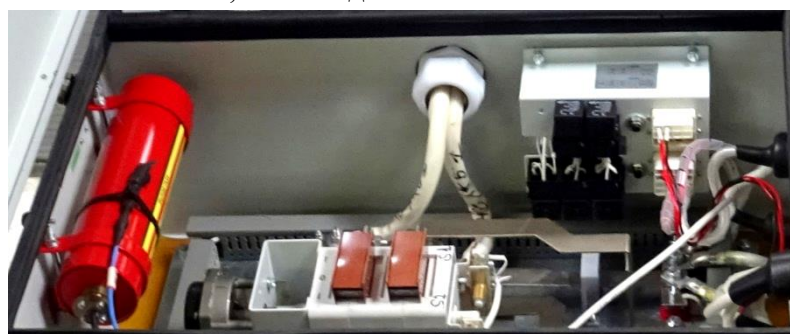
Вагоны 71-931М2:

- 4 блока – на крыше в хвостовой части третьей секции в ящике БА
- 4 блока – на крыше первой секции в ящике БА или в отдельном ящике АКБ (с 31400).

Вагоны 71-911ЕМ: 4 блока – на крыше в хвостовой части, в ящике БА.

Блок Автономного хода – БА

На крыше вагонов 71-931М всех модификаций установлены два блока автономного хода. Эти блоки расположены либо совместно с АКБ, либо отдельно.



В хвостовой части третьей секции вагонов 71-931М всех модификаций расположен один совместный блок БА, в котором установлены 4 блока АКБ и посередине – сам блок автономного хода. При переходе в режим АХ аппараты центрального отсека соединяют последовательно все 4 блока АКБ. В головной части первой секции имеется отдельный или совместный БА в зависимости от модификации. В каждом блоке БА и блоке АКБ установлен модуль порошкового пожаротушения «Буран» АСОТП. Ящик БА имеет резиновое уплотнение для герметизации и равномерности тушения при возгорании. При работе в режиме автономного хода АКБ первой секции работают с тяговыми инверторами 1 и 2, а АКБ третьей секции – с тяговыми инверторами 1 и 3.

Работа силового электрооборудования

Ходовой режим

При включении бортовой сети происходит запуск бортовых компьютеров, затем поочерёдно включаются ПВМ, правый, центральный и левый мониторы ПВИ. Так как токоприёмник не поднят, то звучит прерывистый звуковой сигнал отсутствия высокого напряжения. После нажатия на транспарант «+550» сигнал прекратится. Далее необходимо с левого монитора ПВИ включить БВ всех тележек, поднять токоприёмник и проконтролировать на ПВИ наличие высокого напряжения. После нажатия на ПБ и установки переключателя реверса в положение «Вперёд» схема готова к началу движения.

При переводе КВ в ходовые положения сигнал о положении рукоятки передаётся на бортовой компьютер. В зависимости от полученного сигнала компьютер даёт команду тяговым инверторам на открытие и закрытие силовых IGBT транзисторов по алгоритму, зависящему от положения КВ. Таким образом, водитель, переводя КВ в положения «по возрастанию», увеличивает силу тяги двигателей. При переводе КВ в положения «по убыванию» сила тяги двигателей уменьшается.

Электродинамическое торможение

Для получения электродинамического торможения необходимо перевести рукоятку КВ в одно из тормозных положений. При этом от АКБ через модули возбуждения тяговых инверторов кратковременно подаётся питание на обмотки статоров тяговых двигателей, создавая первичный магнитный поток.

Далее происходит самовозбуждение двигателей и переход их в генераторный режим. При этом генераторы вырабатывают трёхфазный переменный ток, он поступает в тяговые инверторы, которые теперь работают, как выпрямители, преобразуя трёхфазный переменный ток в постоянный. Постоянный ток от инверторов поступает в контактную сеть или в тормозные резисторы, где преобразуется в тепловую энергию.

Переводя КВ в тормозные положения «по возрастанию», водитель изменяет алгоритм работы инверторов, что приводит к плавному (бесступенчатому) увеличению тормозного момента на валу генераторов. При переводе КВ в тормозные положения «по убыванию» тормозной момент плавно уменьшается.

Перевод КВ в «0» положение

Если при переводе КВ из ходового положения в «0» тяговые двигатели отключить сразу, то сила тяги резко упадёт до нуля и пассажиры ощутят сильный рывок. Для исключения этого явления при переводе КВ в «0», тяговые инверторы интенсивно, но плавно снижают напряжение на двигателях, что приводит к плавному снижению силы тяги до нуля. Аналогично схема работает при переводе КВ из тормозных положений в «0».

Рекуперация

Рекуперация – это процесс возврата электроэнергии в контактную сеть при электродинамическом торможении.

При электродинамическом торможении тяговые двигатели работают в генераторном режиме, вырабатывая электроэнергию. При отсутствии потребителей на данной секции контактной сети, эта электроэнергия будет направлена в тормозные резисторы и превратится в тепло. Однако, современное электрооборудование способно вернуть электроэнергию обратно в контактную сеть для потребления другим вагоном. Применение рекуперации позволяет сэкономить до 35% электроэнергии, затраченной на разгон. Рекуперация возможна при следующих условиях:

- Наличие на данной секции контактной сети не менее двух вагонов.
- Один вагон должен находиться в режиме разгона, а другой – в режиме электродинамического торможения.
- ЭДС генераторов тормозящего вагона должна быть больше напряжения в контактной сети.

Противоюзовая система

Противоюзовая система предназначена для вывода колёсных пар из состояния боксования при пуске и из состояния проскальзывания или юза при электродинамическом торможении.

- *Боксование** – это вращение колёс без прямолинейного движения.
- *Юз* – это прямолинейное движение без вращения колёсных пар.
- *Проскальзывание при разгоне происходит в случае, если скорость вращения колёсных пар выше, чем фактическая скорость движения вагона.*
- *Проскальзывание при торможении происходит в случае, если скорость вращения колёсных пар меньше, чем фактическая скорость движения вагона.*

Датчики частоты вращения роторов тяговых двигателей передают информацию в систему ABS/ASR, которая определяет следующие характеристики:

- угловое ускорение колесных пар;
- скорость движения трамвая;
- величину проскальзывания колесных пар.

При обнаружении боксования, проскальзывания или юза колёсных пар система ABS/ASR даёт команду соответствующему тяговому инвертору снизить силу тяги (при разгоне) или тормозную силу (при электродинамическом торможении). Управление тормозным и крутящим моментом осуществляется циклически: удержание момента и сброс момента.

При выявлении рассогласования показаний датчиков скорости, тяговый или тормозной момент на время снижается для восстановления сцепления (около 0,5 с), с последующим плавным их восстановлением до величины, соответствующей установленной тормозной или ходовой позиции КВ.

При срабатывании системы ABS/ASR загорается красным цветом значок «ABS» на центральном мониторе ПВИ. Отключить систему ABS/ASR можно нажатием соответствующей виртуальной кнопки на правом мониторе ПВИ.

При работе систем ABS/ASR, система пескоподачи работает в автоматическом режиме, для увеличения сцепления колес с рельсами. Интенсивность подачи песка зависит от скорости вагона: с увеличением скорости пропорционально возрастает интенсивность подачи песка.

Борьба с юзом

В случае, когда при юзе колодочный тормоз уже сработал (показания скорости близки к нулю), водитель может его отменить, нажав кнопку «Растормозить» или кратковременно установить КВ в ходовое положение с последующим переводом в «0». Дополнительно для уменьшения тормозного пути при юзе, можно кратковременно включить подачу песка, нажав на соответствующую кнопку или педаль.

Борьба с боксованием

Для уменьшения эффекта боксования необходимо перевести КВ на меньшие позиции и дополнительно можно короткими импульсами выполнить подсыпку песка для увеличения сцепления колес с рельсами.

**Термин «Боксование» произошёл от английского слова *Boxing*, боксирование. Движения, напоминающие боксирование, совершали паровозные дышла в момент трогания с места при повороте колёс. Слово «Букса» (нем. *Vüchse*) к этому термину никакого отношения не имеет!*

Ионисторы

В силовой схеме вагонов 71-931М2 применены **ионисторы**. Данное устройство совмещает в себе функции конденсатора (накопителя энергии) и аккумуляторной батареи (химического источника энергии).

Применение ионисторов обусловлено необходимостью исключить рывки при кратковременном отрыве токоприёмника в режиме тяги, что может привести к повреждению силового электрооборудования. Кроме того, ионисторы увеличивают запас автономного хода примерно на 600 метров.

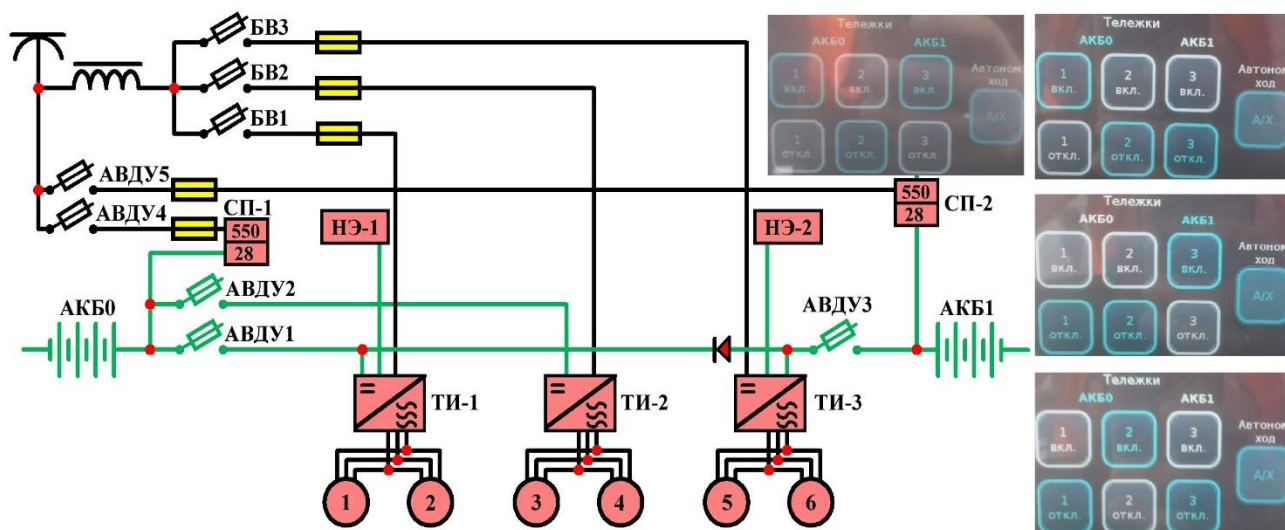
При электродинамическом торможении ионисторы накапливают энергию, а в момент кратковременного отрыва токоприёмника от контактного провода – отдают накопленную энергию тяговому инвертору. При этом отключение тяговых двигателей не происходит. Ионисторы расположены в отдельных блоках на крыше первой и третьей секций и имеют встроенную вентиляцию.

✓ **При постановке КВ в ходовые положения вагон придёт в движение за счёт ионисторов, даже при опущенном токоприёмнике, отключённых БВ и неактивном режиме «А/Х»!**



Режим автономного хода

При работе в режиме автономного хода силовые БВ отключают тяговые инверторы от токоприёмника, а АВДУ подключают тяговые инверторы к АКБ вагона. При этом АКБ0 первой секции запитывают тяговые инверторы 1 и 2 тележек, а АКБ1 третьей секции запитывает тяговые инверторы 1 и 3 тележек.



Порядок перехода с основного режима в режим автономного хода*

1. Остановиться, убедиться, что вагон удерживается на месте ЭМТ.
2. Включить аварийную сигнализацию.
3. Убедиться по ПВИ, что двери закрыты и включить режим «Ладонь перечёркнута».
4. Перевести КВ в «0».
5. Установить переключатель реверса в нейтральное положение.
6. Отпустить ПБ.
7. Отключить на ПВИ климатическое оборудование (кондиционер, отопление).
8. На вкладке автономного хода последовательно нажимать и удерживать до активного состояния кнопки «1 откл.», «2 откл.», «3 откл.». При этом отключатся силовые БВ.
9. Опустить токоприёмник, удерживая кнопку до устойчивого свечения индикатора.
10. На ПВИ (ЛК-ВИЗ), на вкладке автономного хода нажать и удерживать до активного состояния кнопку «А/Х».
11. Последовательно нажимать и удерживать до активного состояния кнопки «1 вкл.», «2 вкл.», «3 вкл.». При этом включатся АВДУ АКБ (на вагонах 71-931М2 дополнительно подсвечиваются «АКБ0» и «АКБ1»).
12. Нажать ПБ.
13. Установить переключатель реверса в положение «Вперёд».
14. Убедиться, что включён режим «Ладонь перечёркнута».
15. Привести вагон в движение при помощи КВ.

Порядок перехода с режима автономного хода в основной режим

1. Остановиться, убедиться, что вагон удерживается на месте ЭМТ.
2. Перевести КВ в «0».
3. Установить переключатель реверса в нейтральное положение.
4. Отпустить ПБ.
5. На ПВИ (ЛК-ВИЗ), на вкладке автономного хода, последовательно нажимать и удерживать до активного состояния кнопки «1 откл.», «2 откл.», «3 откл.». При этом отключатся АВДУ АКБ.
6. Нажать и удерживать до неактивного состояния кнопку «А/Х».
7. Последовательно нажимать и удерживать до активного состояния кнопки «3 вкл.», «2 вкл.», «1 вкл.». При этом включатся силовые БВ.
8. Поднять токоприёмник, удерживая кнопку до устойчивого свечения индикатора.
9. Включить на ПВИ климатическое оборудование (кондиционер, отопление).
10. Отключить режим «Ладонь перечёркнута».
11. Нажать ПБ.
12. Установить переключатель реверса в положение «Вперёд».
13. Выключить аварийную сигнализацию.
14. Привести вагон в движение при помощи КВ.

✓ При поднятом токоприёмнике и/или включённых БВ команда «режим АХ» игнорируется!

* На вагонах 911ЕМ движение в режиме автономного хода производится только на первой тележке!

Вспомогательное электрооборудование

Устройство подачи песка

Устройство подачи песка предназначено для подачи песка под нечётные колёсные пары с целью улучшения сцепления колёс с рельсами.

Трамвайный вагон оборудован шестью песочницами, установленными под пассажирскими сиденьями в салоне вагона. В состав устройства входят:

- Металлический короб с крышкой и двумя откидными замками
- Внутренняя светодиодная подсветка
- Электронная плата управления
- Мотор-компрессор
- Два трубчатых электронагревателя (ТЭН)



Конструкция песочниц допускает их пополнение через верхнюю решётку (до 25л.) и «пистолетом» через горловину в борту (до 10л.), которая закрывается лючком и запирается замком с трёхгранным ключом. Для визуального контроля уровня песка, в торцевой части ящика имеется прозрачная пластиковая вставка, а также внутренняя светодиодная подсветка. Допускается использование песка фракцией от 0,1 мм. до 1 мм. с примесью глины не более 3%. Перед заполнением песок обязательно прогревают и просушивают не менее двух часов.

Информация об уровне заполнения каждой песочницы отображается в на правом мониторе ПВИ. При нажатии на педаль управления подачей песка, по CAN-шине (компьютерной шине) подаётся сигнал на включение мотор-компрессора и открытие клапана подачи песка. Компрессор нагнетает воздух в камеру смешивания с песком и песок под давлением воздуха подаётся через патрубок под колёсные бандажи.

Подача песка также происходит при:

- отпуске педали безопасности во время движения,
- срыве Стоп-крана в салоне,
- нажатии кнопки аварийного тормоза,
- работе системы ABS/ASR (при этом интенсивность подачи песка будет зависеть от фактической скорости движения вагона: 0–20км/ч, 20–40 км/ч, более 40 км/ч или при экстренном торможении).

Для обеспечения надёжной работы песочниц при температуре ниже +5⁰С, автоматически включаются два ТЭНа (трубчатых электронагревателя). Первый, мощностью 100 Вт, расположен в ёмкости для песка. Второй, мощностью 50 Вт, – установлен на выводном рукаве. Нагревательные элементы работают от бортовой сети 24 В. В процессе эксплуатации допускается образование инея на патрубке песочницы.

- **При неисправности более двух песочниц разрешается доехать до конечной станции. Дальнейшая эксплуатация вагона с пассажирами запрещена.**
- **Максимальная температура корпуса не должна превышать +40⁰С. При появлении запаха гари в салоне необходимо отключить подогрев песочниц на ПВИ!**
- **Наполняемость песочниц должна быть не ниже 75% в летний период, и 100% в осенне – зимний период. При снижении уровня песка ниже допустимых значений, водитель обязан на конечной станции произвести дозаправку песочниц (п. 4.4.32 ДИ).**

Климатическое оборудование

Система кондиционирования воздуха (СКВ)

Кондиционер кабины водителя

Система кондиционирования воздуха предназначен для создания комфортных климатических условий в кабине водителя.

Рабочий диапазон температуры окружающей среды от +5⁰С до +50⁰С. Режим работы – автоматический. Кондиционер расположен на крыше первой секции, а его лицевая панель – в потолочной части кабины.



Возможны два варианта лицевых панелей кондиционера:

1. Без управления на лицевой панели.
2. С управлением на лицевой панели.

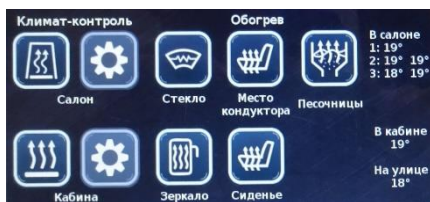


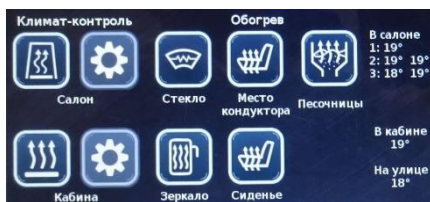

Управление кондиционером

- Для включения кондиционера кабины необходимо повернуть рукоятку управления по часовой стрелке.
- Переводом рукоятки в положения «1», «2» или «3» выберите скорость воздушного потока. Расположение рукоятки зависит от модификации:
 - 71-931М – на панели КДП.
 - 71-931М1 – на потолке. Горящий индикатор (рядом с рукояткой) указывает на включённое состояние кондиционера.
 - 71-931М2 и 71-911ЕМ – управление осуществляется только через левый монитор ПВИ.



- Для изменения температуры нажмите иконку  на левом экране ПВИ.



- На появившейся вкладке  нажмите иконку 



- На появившейся вкладке  установите необходимое значение температуры. Максимальное значение +24⁰С.

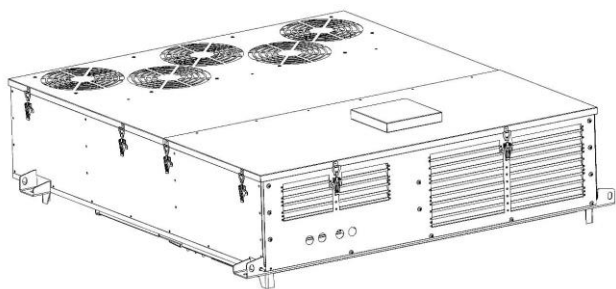
При выставлении необходимой температуры на левом экране ПВИ на кондиционер подается сигнал о текущей температуре в кабине водителя и, в зависимости от разницы температур, кондиционер начинает работу по охлаждению и дальнейшему поддержанию выбранной температуры.

Направление воздушного потока регулируется вручную, изменением угла поворота и наклона заслонок. СКВ защищается автоматиком «Кондиционер кабины» на ПАВ.

- **Во время работы кондиционера запрещается держать двери и окна кабины открытыми!**

Кондиционер салона

Система кондиционирования и вентиляции салона трамвая предназначена для создания комфортных климатических условий в салоне.





СКВ состоит из двух одинаковых блоков, расположенных на крыше первой и третьей секций вагона. Питание компрессоров осуществляется напряжением контактной сети через трёхфазный преобразователь, а цепей управления – от бортовой сети вагона. СКВ защищается автоматиком «Кондиционер».

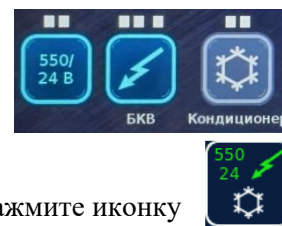
Система может находиться в четырёх состояниях:

- Отключение (питание со всех компонентов системы снято).
- Ожидание (бортовая сеть включена, но команды на включение СКВ с ПВИ нет).
- Вентиляция (подача наружного воздуха в салон).
- Кондиционирование (охлаждение наружного воздуха).

Управление СКВ



- При нажатии на левом мониторе ПВИ иконки  отобразится вкладка
- Кратковременно нажмите иконки «550/24В» и «БКВ», если они неактивны.
- Нажмите иконку «Кондиционер», она подсветится. Для выхода повторно нажмите иконку 



Алгоритм работы

- При включении системы с ПВИ производится анализ полученных значений фактической температуры и температуры уставки салона и окружающей среды.
- Если фактическая температура в салоне ниже температуры уставки, то СКВ переходит в режим вентиляции.
- Если температура в салоне выше температуры уставки, то СКВ переходит к охлаждению салона, повышая мощность на 15% с каждым градусом.

Далее проверяется температура окружающей среды.

- Если она ниже +16⁰С, то компрессор не включается и СКВ находится в режиме вентиляции.
- Если температура снаружи +16⁰С или выше, то СКВ переходит в режим кондиционирования, запускается компрессор и выдается команда на пуск трёхфазного преобразователя.
- Если СКВ находится в режиме кондиционирования, то при нажатии кнопки «Проезд стрелки» отключается трёхфазный преобразователь двигателя компрессора и СКВ переходит в режим вентиляции.
- Если при работе компрессора температура теплообменника становится выше +60⁰С (нештатный режим работы), то СКВ переходит в режим вентиляции.

При всех переходах из режима вентиляции в режим кондиционирования и обратно, вентиляторы продолжают работать, меняя обороты в зависимости от разницы температур.

При поступлении команды от ПВИ на отключение СКВ, отключаются вентиляторы, трёхфазный преобразователь и компрессор.

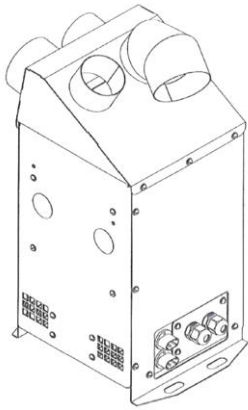
Отображение состояние СКВ и трёхфазного преобразователя на ПВИ

- При отключенном состоянии СКВ иконки отображаются оранжевым цветом.
- При включении СКВ иконки отображаются серым цветом.
- При поступлении команды на запуск трёхфазного преобразователя, иконки меняют цвет на зелёный.
- Если температура окружающей среды не ниже +16⁰С, а температура в салоне выше температуры уставки, то при включении СКВ установится режим кондиционирования. При этом иконки меняют цвет с оранжевого на серый, а затем на зелёный.
- При работе СКВ могут происходить штатные отключения компрессора (по достижении граничных температур, при проезде стрелки), при этом цвет иконок меняется на серый, что говорит о переходе в режим вентиляции.

Система обогрева

Обогрев кабины

Система СОКТ предназначена для нагнетания свежего воздуха и нагрева воздуха в кабине водителя.



В кабине установлены два блока отопителей. Внутри каждого блока расположены нагревательные спирали, которые при помощи вентилятора обдуваются потоком воздуха. Нагретый воздух равномерно распределяется в кабине по нескольким каналам. При работе в автоматическом режиме включается один отопитель из двух возможных, а при включении на левой панели ПВИ функции «Дополнительный отопитель» подключается и второй отопитель.

Работа в автоматическом режиме

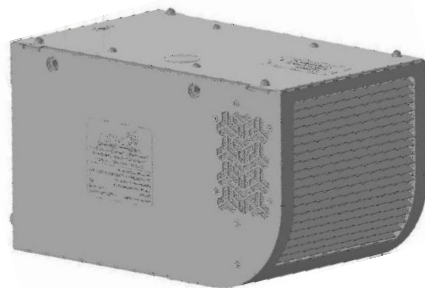
- Если температура в кабине водителя на 1°C ниже температуры уставки, то система автоматически включается.
- Если температура в кабине водителя на 1°C выше температуры уставки, то система автоматически отключается.

Температура потока воздуха задаётся на левом мониторе ПВИ, на вкладке «Отопление»

- ✓ При появлении запаха гари или при отсутствии воздушного потока необходимо немедленно отключить отопитель кабины!
- ✓ Категорически запрещается закрывать отверстия воздуховодов при работе СОКТ!

Обогрев салона

Обогрев салона трамвая осуществляется с помощью 14 автономных отопителей, расположенных под пассажирскими сиденьями. Управление отопителями разделено на три независимые группы:



- 3 группы по 2 отопителя – в первой секции
- 2 группы по 1 отопителю – во второй секции
- 3 группы по 2 отопителя – в третьей секции.

Отопители салона подключаются к блоку БА-032, расположенному на крыше первой секции вагона.

Обогрев салона может работать в двух режимах: ручном и автоматическом.

Для работы в ручном режиме необходимо на левом экране ПВИ задать параметры температуры.

Алгоритм работы системы отопления в салоне

- Если температура в салоне ниже температуры уставки на 1°C , то включается 1 группа отопителей и выключается при достижении температуры уставки
 - Если температура в салоне ниже температуры уставки на 3°C , то дополнительно включается 2 группа отопителей и выключается при температуре на 2 градуса ниже температуры уставки.
 - Если температура в салоне ниже температуры уставки на 5°C , то дополнительно включается 3 группа отопителей и выключается при температуре на 3 градуса ниже температуры уставки.
- ✓ При выключении отопителей салона отключение обдува происходит с 30 секундной задержкой для охлаждения нагревательных элементов!

Технические характеристики

Параметр	Кабина	Салон
Напряжение цепи блока обогрева	600 В	600 В
Напряжение цепи вентилятора	24 В	24 В
Номинальная мощность блока обогрева	3000 Вт	3500 Вт
Производительность вентилятора, не менее	6 м ³ /мин	6 м ³ /мин

Стеклоочиститель и стеклоомыватель



Стеклоочиститель смонтирован в подоконном поясе на передней стенке вагона и имеет две скорости движения.

Если произошло примерзание щетки к стеклу, то перед включением привода необходимо устранить примерзание (механическим способом вручную, либо включением отопителя кабины).

Бачок стеклоомывателя установлен под лицевой декоративной панелью с наружной стороны кабины. Для заправки бачка необходимо открутить крышку, установленную за лицевой панелью слева, и при помощи воронки залить очищающую жидкость. При отрицательных температурах воздуха должна применяться только незамерзающая жидкость.



В случае окончания жидкости при работе на линии, водитель обязан произвести заправку на конечной станции (п. 4.4.32 ДИ). При самостоятельной заправке следует учитывать, что из-за большого количества изгибов трубки, данный процесс занимает значительное время.

Стеклоочиститель защищается автоматиком «Стеклоочиститель» на ПАВ, омыватель защищается автоматиком «Поворотники. Стеклоомыватель».

Стеклообогрев

Боковые стёкла кабины водителя оборудованы электрическим стеклообогревом, который представляет из себя проволочный низковольтный нагревательный элемент, встроенный в стёкла кабины. Управление стеклообогревом производится с левого монитора ПВИ на вкладке «Отопление». Рабочее напряжение нагревательного элемента - 100 Вольт.

Стоп – кран

Стоп – кран предназначен для приведения в действие аварийного тормоза вагона в нештатной ситуации. В салоне расположены 6 стоп – кранов. В зависимости от даты выпуска вагона применяются устройства двух видов.



Для приведения в действие необходимо потянуть рукоятку вниз. После применения необходимо вернуть рукоятку в исходное положение и зафиксировать её при помощи четырёхгранного ключа.



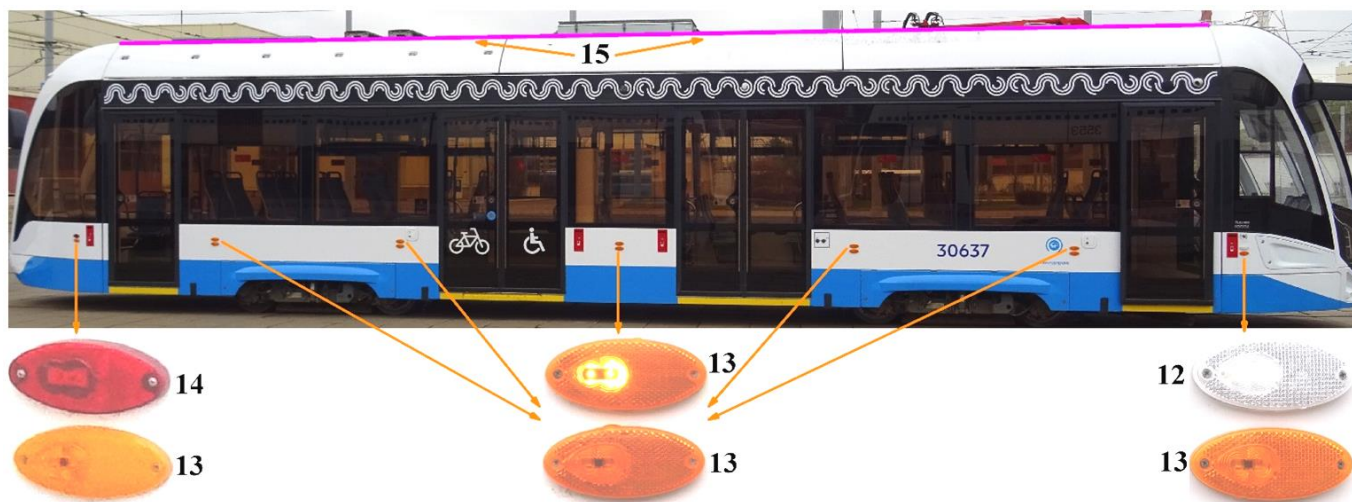
Для приведения в действие необходимо повернуть рукоятку по часовой стрелке.

Исходное положение рукоятки – горизонтальное.

Все Стоп – краны опломбированы. При приёмке в депо необходимо проверить целостность пломб.

Внешнее световое оборудование

Световое оборудование несет как эстетический функционал так и прямое свое предназначение – освещение пути и предупреждение других участников дорожного движения о маневрах вагона.



Внешнее световое оборудование защищается автоматическими выключателями «Ходовые огни. Габариты», «Поворотники. Стеклоочиститель» и «Фары», которые расположены на ПАВ в кабине водителя.

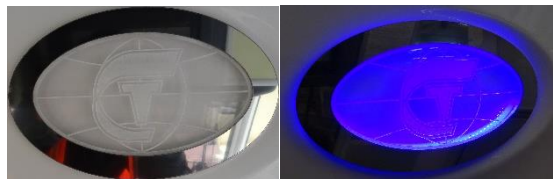
Перечень внешнего светового оборудования

№	Наименование	К-во	Функция	Режим / цвет
1	Лента светодиодная передняя, 10 метров	1	Передний габаритный огонь Ходовой огонь	Тускло – белый Ярко – белый
2	Фара головного света комбинированная	2	2. Указатель поворота, Сигнал аварийной остановки	2. Жёлтый
3			3. Габаритный огонь	3. Белый
4			4. Ближний /дальний свет	4. Белый
5	Фара противотуманная	2	Противотуманные фары	Белый
6	Транспарант «СТОП»	1	Стоп – сигнал	Вагон заторможен
7	Анимация	1	Сигнализация открытых дверей	Двери открыты
8	Лента светодиодная задняя	1	1. Задний габаритный огонь 2. Стоп-сигнал	1. Тускло – красный 2. Ярко – красный
9	Сигнал красный дополнительный с дымчатым стеклом	1	Дополнительный стоп-сигнал	Горит при тормозном положении КВ
10	Фонарь задний комбинированный	2	1. Указатель поворота 2. Обозначение габаритов 3. Стоп-сигнал. При торможении фара переключается из режима габаритного огня на стоп-сигнал	1. Жёлтый верх 2. Красный низ 3. Ярко-красный низ
11	Фонарь задний комбинированный	2	1. Задний ход 2. Противотуманный фонарь	1. Белый 2. Красный
12	Маркер передний белый	2	Обозначение габаритов	Постоянно горят при работе
13	Маркер боковой жёлтый	44	Обозначение габаритов	1. Постоянно горят при работе 2. Нижний ряд дублирует сигнал поворота
14	Маркер боковой красный	2	Обозначение габаритов	Постоянно горят при работе
15	Лента светодиодная верхняя, 50 метров	1	Декоративный элемент. Обозначение верхних фальшбортов	Диапазон RGB
16	Огонь передний контурный белый	2	Обозначение габаритов спереди	Постоянно горят при работе
17	Фонарь красный габаритный	2	Обозначение габаритов сзади	Постоянно горят при работе

Внутреннее световое оборудование

Освещение кабины

Освещение кабины осуществляется при помощи двух светодиодных светильников, встроенных в потолочную нишу кабины водителя по обе стороны от кондиционера. На задней стенке кабины водителя имеется световой логотип завода – изготовителя.



Включение и отключение освещения кабины производится на левом мониторе ПВИ, изменение яркости освещения кабины - на вкладке освещения салона.

Освещение салона

Салон освещается двумя световыми линиями (левой и правой), каждая из которых делится на две части. Светодиодные модули закреплены в продольный силовой профиль потолка и закрыты антивандальным рассеивателем. В декоративных целях контуры пола подсвечиваются светодиодными лентами, работающими в RGB-диапазоне. Светодиодные модули работают на напряжении 24 В от собственных преобразователей. Освещение салона защищается автоматиком «Освещение».



На вкладке «Освещение» можно управлять освещением первой (левой) и второй (правой) группами освещения. Это управление доступно только при наличии высокого напряжения. Если при включённом освещении салона пропадёт высокое напряжение, то:

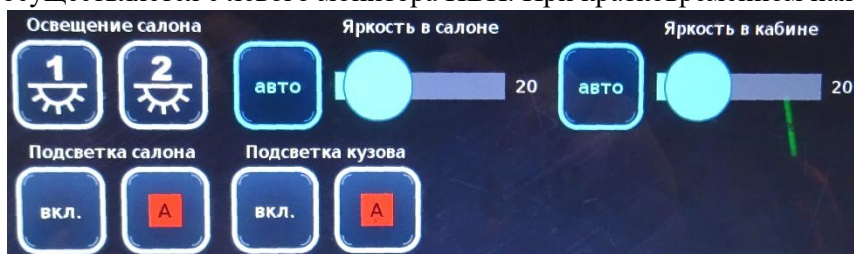
- через 20 сек. выключится линия 1
- через 40 сек. выключится половина линии 2, вторая половина выполняет роль аварийного освещения.

Управление освещением салона и подсветкой

Управление освещением салона осуществляется с левого монитора ПВИ. При кратковременном нажатии на



иконку  откроется вкладка:

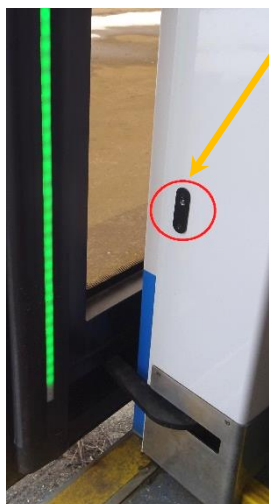


- При нажатии на иконки «1» или «2» можно включить или отключить освещение салона слева или справа. При нажатии на иконку «Авто» включение и отключение освещения происходит в зависимости от уровня уличного освещения. Порог срабатывания устанавливается при входе в режим «Настройка». Голубой цвет указывает включенное состояние.
- При нажатии на иконку «Вкл.» происходит включение RGB подсветки
- Для выбора цвета свечения необходимо нажать на квадрат выбранного цвета
- При нажатии на иконку «Авто» будет происходить циклическое изменение цветов подсветки. Нажатием на иконки «<» или «>» можно выбрать скорость переключения цветов.

Режимы работы и сигнализации дверей

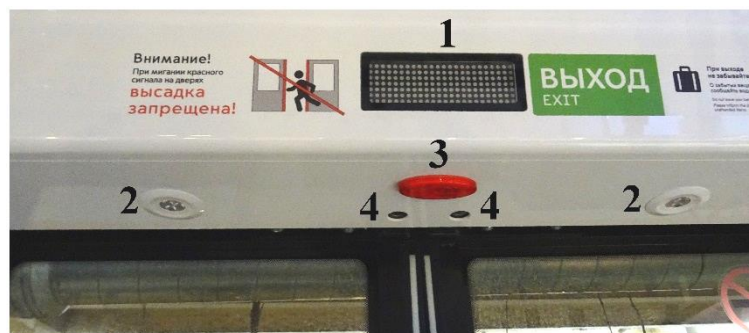
Для визуального и звукового предупреждения пассажиров об открытии и закрытии дверей, каждая створка и наддверный кожух оборудованы светодиодной и звуковой сигнализацией. В резиновых уплотнениях торцевых частей створок установлены датчики противозажатия. При зажатии пассажира дверь автоматически полностью открывается, а затем вновь закрывается.

Состояние двери	Сигнализация	
	Световая	Звуковая
дверь закрыта и заблокирована водителем	нет	нет
дверь закрыта, но не заблокирована водителем	горит сигнализация зелёного цвета	нет
дверь открывается	мигает сигнализация зелёного цвета	нет
дверь открыта	горит сигнализация зелёного цвета	нет
дверь закрывается	мигает сигнализация красного цвета	да
сработала система противозажатия во время закрытия двери	дверь полностью открывается, мигает сигнализация красного цвета	да



На вагонах 71-931М2 и 71-911ЕМ в торцевой части дверных проёмов, на высоте 40 см. от уровня пола, дополнительно установлены два датчика прохода пассажиров.

✓ Если при большом скоплении пассажиров у двери датчики будут закрыты пассажирами, то данная дверь закрываться не будет!



Наддверный кожух

1. Табло «СТОП» (включается при нажатии на кнопку требования остановки. Если двери разблокированы (ладонь не перечёркнута), то на остановке откроется данная дверь).
2. Светодиодная подсветка нижней подножки дверного проёма.
3. Сигнал окончания посадки.
4. Стереодатчик подсчёта числа пассажиров.

При отсутствии в течение 10 секунд прохода пассажиров дверь автоматически закрывается.

Система противозажатия

Двери оснащены датчиками безопасности, которые расположены по торцам каждой створки двери. Датчик противозажатия выявляет препятствия, когда двери закрываются, и направляет сигнал контроллеру двери. При этом дверь останавливается и сразу же открывается. Во время следующей попытки закрывания двери, скорость замедляется перед прошлой точкой столкновения. Если опять выявлено столкновение, повторяется та же процедура. После 4 столкновений блок управления двери направляет сигнал об ошибке и процедура автоматического защитного закрывания отключается. Датчики противозажатия активны только во время закрытия створки. Они отключаются в положении «объект почти закрыт».

Аварийное открывание двери



В аварийной ситуации предусмотрено ручное открывание двери снаружи и изнутри. Рукоятка аварийного открывания двери расположена около каждой двери. Для аварийного открытия двери необходимо потянуть рукоятку вниз до упора (если пломба сверху), дверь приоткроется, далее открыть дверь вручную. На части вагонов рукоятку необходимо поднять вверх (если пломба снизу). При приёмке вагона необходимо проверить целостность всех пломб. Снаружи: разблокировать рукоятку ключом и потянуть её вниз.

✓ При движении вагона аварийное открывание двери невозможно!

Устройства для пассажиров с ограниченными возможностями

Переговорные устройства


Вагоны 71-931М оборудованы тремя переговорными устройствами «Пассажир – водитель».

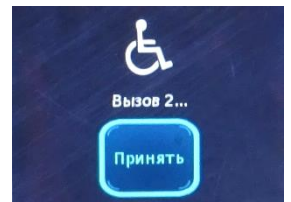


1. Светодиод рабочего режима.
2. Светодиод вызова.
3. Шрифт по Брайлю для слабовидящих.
4. Микрофон.
5. Кнопка вызова водителя.

Работа переговорного устройства

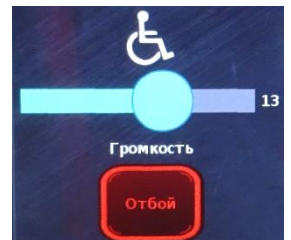
При нажатии пассажиром на кнопку вызова (1) загорается светодиод (2). При этом:

- В кабине зазвучит двухтональный звуковой сигнал.
- На левом мониторе ПВИ появится вкладка с указанием номера пульта, с которого был сделан вызов.
- На центральном мониторе ПВИ символ маломобильного пассажира  изменит цвет с белого на жёлтый.



Для принятия вызова необходимо:


- Нажать на кнопку «Принять», при этом перестанет звучать звуковой сигнал и вкладка изменится на другую.
- Прослушать сообщение пассажира, при необходимости можно изменить громкость динамика, перемещая ползунок влево или вправо.
- Ответить с левого микрофона, предварительно нажав тангенту.
- Для окончания переговоров нажать на кнопку «Отбой».



Откидная аппарель

Все эксплуатируемые в Москве вагоны оборудованы откидными аппарелями для маломобильных пассажиров. Вагоны 71-931М, 71-931М1 и 71-911ЕМ оборудованы одной аппарелью у третьего дверного проёма. Вагоны 71-931М2 оборудованы двумя аппарелями у третьего и четвёртого дверных проёмов. Одна из створок указанных дверных проёмов оборудована снаружи и изнутри дополнительной кнопкой, которая **активна только на остановке**. При нажатии на кнопку в кабине звучит двухтональный звуковой сигнал, на центральном мониторе ПВИ символ маломобильного пассажира изменит цвет с белого на жёлтый, над дверью загорится табло «СТОП» и на остановке откроется данная дверь. Магнитный датчик положения аппарели расположен под кузовом вагона. Датчик отключается автоматом «БУД» в дверном блоке.



При раскладывании аппарели в кабине звучит двухтональный звуковой сигнал, а на центральном мониторе ПВИ символ аппарели  изменит цвет с белого на красный.

- ✓ При срабатывании датчика аппарели (после её использования) необходимо удалить грязь из-под аппарели и плотно её прижать. Если это не помогло, то отключить на ПВИ блокировку хода или автомат «БУД» в блоке дверного портала 3 или 4 дверных проёмов.

72

Устройство «Говорящий город»

Данное устройство признано помочь пассажирам с недостаточным зрением или слухом в ориентации. Оно работает совместно с носимым устройством «Ориентир», которое позволяет пассажиру:



- Узнать, какое транспортное средство (ТС) прибывает или прибыло на данную остановку.
- Текущий номер маршрута ТС.
- Направление движения ТС - ПРЯМО или ОБРАТНО.
- Конечная остановка в данном направлении.
- Предупредить водителя ТС о намерении произвести посадку в данное ТС.
- Узнать положение дверей ТС – закрыты или открыты.
- Активировать воспроизведение звукового сигнала ориентирования над открытой дверью для локации выбранного ТС и точного определения направления движения к двери.



Над вторым дверным проёмом установлено акустическое устройство, позволяющее незрячим пассажирам определять «на слух» расположение дверного проёма.

Кроме того, над первым дверным проёмом снаружи установлен динамик, через который при открытии дверей голосом воспроизводится информация:

- вид транспортного средства (трамвай),
- номер маршрута,
- конечная остановка,
- предупреждение о закрытии дверей.



Терминал бортовой навигационной связи «Орбита. Навигатор.02» (БНСТ)

БНСТ состоит из модуля навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС/GPS, встроенного модуля GSM/GPRS, модуля энергонезависимой памяти (ЭП), текстового дисплея, кнопок управления и внешнего микрофона. Включение БНСТ происходит автоматически при включении АКБ вагона.

Работа БНСТ

При хорошей видимости неба, при помощи ГЛОНАСС/GPS модуля происходит определение местоположения и скорости вагона, корректировка времени и запись этой информации в энергонезависимую память БНСТ с определенным интервалом. Объем энергонезависимой памяти – до 56 суток непрерывной записи (в зависимости от режима работы). Запись информации в память происходит циклически, то есть, по истечении 56 суток, новые данные будут записываться на место тех, которые были записаны в первые сутки.

При наличии GSM/UMTS связи и возможности обмена происходит передача текущих данных (время, координаты, скорость и др.) на сервер сбора данных. В случае отсутствия «видимости» навигационных спутников передаются последние достоверные координаты. Кроме передачи текущих данных, производится передача ранее накопленных данных о движении вагона (когда связь со спутниками отсутствовала).



1. USB разъем	6. Основной разъём
2. Слот карты памяти	7. Дополнительный разъём
3. Кнопки управления	8. Текстовый ЖК дисплей
4. Кнопка SOS	9. Фиксатор для кронштейна
5. Разъём микрофона	

Информация на ЖК дисплее

Кнопка	Назначение
Выбор (ввод)	1. Подтверждение выбранного водителем сообщения для отправки в Диспетчерский Центр (ДЦ) 2. Подтверждение водителем о принятии текстового сообщения на дисплее из ДЦ
Вниз	1. Начать выбор группы сообщений <i>от начала списка</i> 2. Отобразить <i>следующее</i> сообщение из выбранной группы сообщений
Вверх	1. Начать выбор группы сообщений <i>от конца списка</i> 2. Отобразить <i>предыдущее</i> сообщение из выбранной группы сообщений
Отмена	Отказ от выбора конкретного сообщения или отказ от его передачи в ДЦ
Тревога	Передача в ДЦ сигнала о тяжёлом ДТП, терроризме, нападении (согласно Должностной инструкции водителя).
Стрелка на дисплее	Обозначение
Вверху	Нажата кнопка «Вверх»
Внизу	Нажата кнопка «Вниз»
Слева	Нажата кнопка «Отмена»
Справа	Нажата кнопка «Выбор»

Работа с текстовыми сообщениями

Для выбора и отправки сообщения диспетчеру необходимо:

- Для входа в меню нажать кнопки «Вверх» или «Вниз», найти в меню нужную группу сообщений и нажать «Выбор»;
- кнопкой «Вверх» или «Вниз» выбрать в группе сообщений нужное сообщение;
- нажать кнопку «Выбор» для отправки выбранного сообщения.

Сообщение от диспетчера выводится на дисплей автоматически. Для подтверждения принятия сообщения нажмите кнопку «Выбор».

Передача экстренного сообщения

Для передачи экстренного сообщения о критической ситуации (нападение, терроризм, тяжелая авария и др.) однократно нажмите кнопку «SOS».

Связь с диспетчером

Для вызова диспетчера необходимо **два раза** нажать кнопку «Выбор» и дождаться ответа диспетчера. Если диспетчер вызывает водителя, необходимо нажать на кнопку «Выбор» **один раз**.

Для ведения переговоров с диспетчером необходимо:

- поднести микрофон на расстоянии 5 сантиметров
- нажать тангенту микрофона
- громко и четко произнести информацию.

Отображение информации на экране дисплея-индикатора

В первой строке индикатора слева направо выводится:

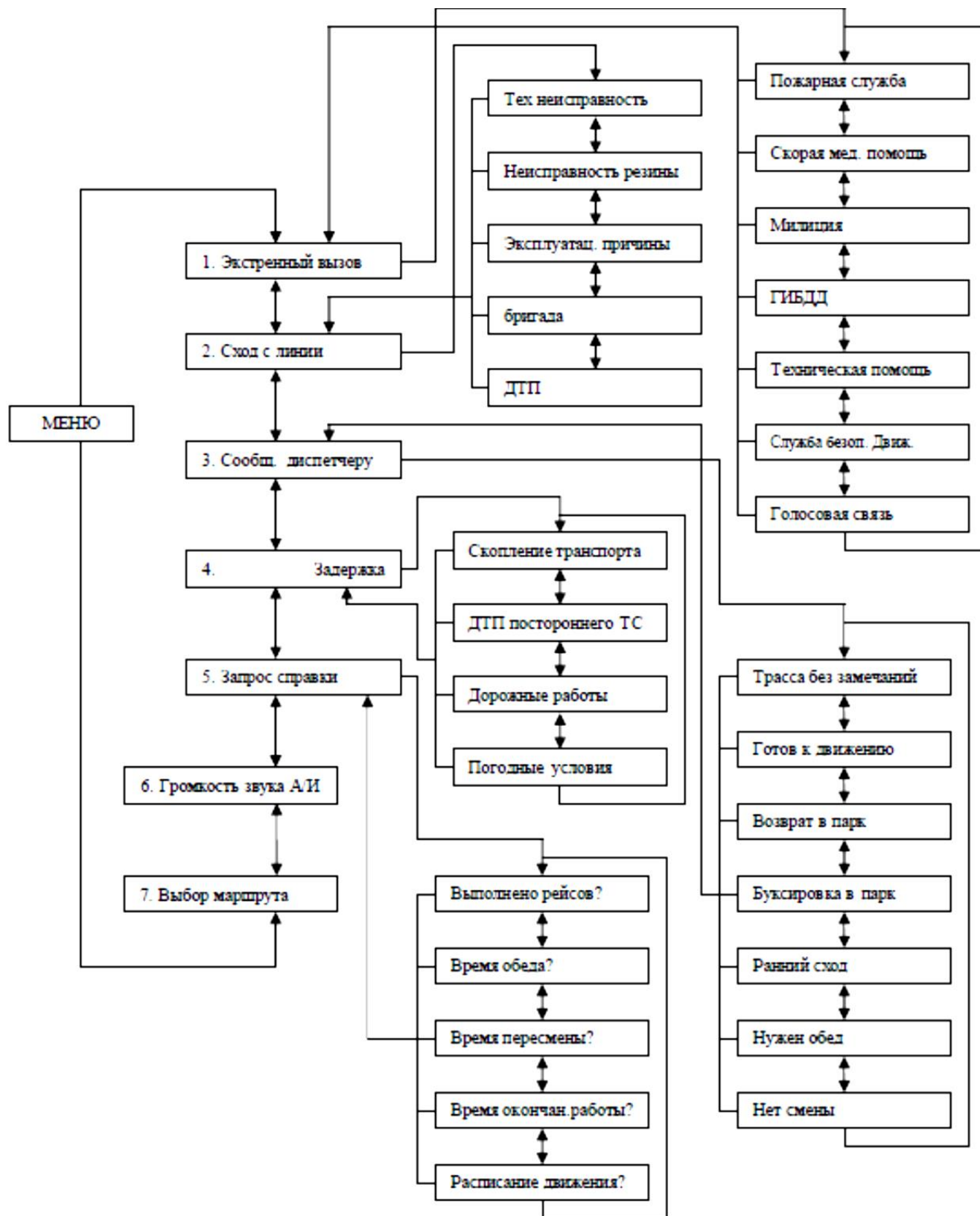
- Текущее время;
- Номер маршрута;
- Номер выхода и номер смены;
- Отклонение от расписания (в минутах) при прохождении последнего контрольного пункта.

На второй, третьей и четвертой строках выводятся расписание движения по контрольным пунктам в следующем виде: < наименование остановки > < время >

При прохождении очередной остановки, указанной в рабочем расписании водителя, строки расписания переписываются так, что верхняя строка всегда показывает время прохождения очередного контрольного пункта.

Устройство защищается автоматическим выключателем «Навигатор», который расположен на ПАВ в кабине водителя.

Структура меню блока навигации



Аппаратно - программный навигационный комплекс «Хитон»

Предназначен для определения навигационных параметров вагона. Включение комплекса происходит автоматически при включении АКБ вагона.



Состав устройства

1. Автомобильная радиостанция «ТАКТ-201.23 П45» с мобильным терминалом «АРКО-ТМ1.01» и встроенным навигационным приёмником.
2. Преобразователь напряжения.
3. Внешняя ГЛОНАСС/GPS антенна.
4. Внешняя УКВ антенна.

Основные функции:

- Определение навигационных параметров по сигналам системы ГЛОНАСС/GPS.
- Запись параметров в энергонезависимую память через заданный промежуток времени.
- Передачу параметров в центр мониторинга в соответствии с протоколом передачи данных «Луч».
- Прием и выполнение команд, поступающих из ДЦ.
- Контроль состояния тревожной кнопки и передача сигнала тревоги в центр мониторинга.
- Управление радиостанцией:
 - переключение каналов,
 - включение и отключение режима речевой связи,
 - передача данных.

Устройство защищается автоматическим выключателем «Радиостанция», который расположен на ПАВ в кабине водителя.

Если стрелка находится в положении налево

Для проезда направо

Перед прохождением вставки серийного контакта водитель переводит КВ в положение «0» при этом отключаются тяговые двигатели. При нажатии на кнопку «Проезд стрелки» и нахождении вставки под серийным контактом никаких изменений не происходит. При проследовании вставкой шунтового контакта образуется цепь: включится контактор К2 по цепи: КП – ШК – Р3 – Пр3 – катушка К2 – резистор – рельсы. Контактор К2, включившись, замыкает свой контакт, при этом создаётся ещё одна цепь: КП – Р4 – К4.2 – катушка К3 – контакт К2 – катушка П – рельсы. В результате стрелка переключится в положение «Направо».

При прохождении блокировочного контакта вновь включится контактор К4 и будет оставаться под питанием, как описано в п.3.

Для проезда налево

Даже если стрелка уже находится в нужном положении, для проезда налево водитель всё равно должен проследовать серийный контакт при нажатой кнопке «Проезд стрелки». В этом случае создаётся цепь питания катушки «Л», аналогично описанному выше. Так как стрелка уже находилась в положении «Налево», то она остаётся в прежнем положении.

✓ **Если водитель не нажмёт кнопку «Перевод стрелки» в зоне серийного контакта, то при проезде шунтового контакта стрелка переведётся направо!**

Защита от «подсечки» стрелки вагоном, идущим сзади.

Если вагон №1 уже прошёл стрелку, например, первой тележкой, но не прошёл блокировочный контакт, то перевод стрелки вагоном №2 невозможен, даже если водитель вагона №2 пытается перевести стрелку. До тех пор, пока вагон №1 не пройдёт блокировочный контакт, контактор К4 не включится, а значит, катушки «П» или «Л» стрелочного привода не будут получать питание и стрелка переводиться не будет. Расстояние 25 метров до блокировочного контакта выбрано с таким расчётом, чтобы между стрелочной крестовиной и блокировочным контактом помещался один трёхсекционный вагон, либо два односекционных вагона, работающих по системе многих единиц.

Таким образом, данная схема управления автоматической стрелкой исключает её перевод «под вагоном», что существенно повышает уровень безопасности движения. Тем не менее, **во избежания несанкционированного перевода стрелки из-за неисправности в электрической цепи, водителю запрещается въезжать в зону стрелки, если предыдущий вагон её не освободил!**

Виды тормозов трамвайного вагона и принцип их действия

Трамвайный вагон оборудован тремя видами тормозов:

- Электродинамический (служебный) тормоз работает за счёт тормозного момента, возникающего на валу ротора тягового двигателя, работающего в генераторном режиме. Включается переводом рукоятки КВ в тормозные положения.
- Колодочный электромеханический тормоз. При скорости менее 5 км/ч и положении КВ «Т14» или «Т15», снимается питание с электропривода ИМТ, при этом пакет пружин выталкивает гайку с толкателями и подвижная колодки прижимается к тормозному диску.
- Рельсовый тормоз. Так как башмак рельсового тормоза является электромагнитом, то при подаче питания на катушки башмака он примагничивается к головке рельса. Включается при нажатии на кнопку «Рельсовый тормоз», либо при переводе КВ в положение «ТР».

Аварийный тормоз (или экскренный). При нажатии на данную кнопку:

- Отключается ходовой режим
- Включается рельсовый тормоз с автоматической подачей песка и включением звонка и тормозных огней.

Режим аварийного тормоза ключается при:

- Нажатии на кнопку «Аварийный тормоз»
- Нажатии на кнопку «Аварийное отключение» (931М2 и 911ЕМ)
- Срыве Стоп-крана в салоне,
- Отпуске Педали безопасности.

Контрольные вопросы

1. Назначение, устройство и характерные неисправности тягового электродвигателя.
2. Назначение и принцип работы тягового электродвигателя в моторном режиме.
3. Назначение и принцип работы тягового электродвигателя в генераторном режиме.
4. Виды тормозов трамвайного вагона и принцип их действия.
5. Назначение и расположение кнопки «Аварийное отключение». Что произойдёт при нажатии на неё?
6. Что называется рекуперацией и при каких условиях она возможна?
7. Назначение, устройство и работа рельсового тормоза. Характерные неисправности.
8. Назначение и устройство токоприёмника. Управление токоприёмником. Характерные неисправности.
9. По какой причине может произойти аварийное складывание токоприёмника? Порядок действий водителя.
10. Назначение и расположение статического преобразователя. Как определить его включение?
11. Назначение, устройство и расположение тормозных резисторов. Признаки перегрева тормозного резистора и порядок действий водителя.
12. Назначение и расположение тяговых инверторов. Признаки перегрева тягового инвертора и порядок действий водителя.
13. Расположение и работа устройств для маломобильных пассажиров на вагонах Вашего депо. Порядок действий водителя при неисправности датчика аппарели.
14. Назначение манежирового пульта. Особенности пультов вагонов различных модификаций. Признаки постороннего вмешательства при работе на линии.
15. Назначение и расположение АКБ. Минимально допустимое напряжение при включённом рельсовом тормозе и при поднятом и опущенном токоприёмнике.
16. Назначение режима автономного хода. Порядок действий водителя при переходе в режим автономного хода и обратно.
17. Закон Ома, Закон Джоуля-Ленца. Что такое короткое замыкание? Аппараты защиты низковольтных и высоковольтных цепей вагона.
18. Назначение и расположение автоматических выключателей в кабине. Как определить и восстановить сработавший АВ в кабине. Действия водителя при повторном срабатывании и при срабатывании «в руке».
19. Назначение и расположение силовых быстродействующих выключателей. Как определить и восстановить сработавший БВ. В каких случаях запрещается восстанавливать БВ?
20. Исчезло показание тормозного и пускового токов одной тележки. Порядок действий водителя. В каких случаях запрещается восстанавливать БВ?
21. Назначение символов на ПВИ (ЛК-ВИЗ) вагонов Вашего депо.
22. Порядок вывода изображений с видеокамер на ПВМ и ПВИ. Отсутствует изображение со всех видеокамер. Порядок действий водителя.
23. В каких случаях необходим принудительный перезапуск бортовой сети? Порядок действий водителя.
24. Назначение, состав и режимы работы СКВ кабины и салона. В какой момент водитель должен включать и отключать СКВ кабины и салона.
25. Назначение, состав и режимы работы системы обогрева кабины и салона. В какой момент водитель должен включать и отключать обогрев кабины и салона.
26. Внешнее световое оборудование вагона.
27. Внутреннее световое оборудование кабины и салона. Управление освещением кабины и салона. Как будет работать освещение салона при снятии высокого напряжения?
28. Режимы работы дверей и их отображение на ПВИ вагонов Вашего депо. Сигнализация при работе дверей. Расположение дверных датчиков.
29. Назначение и принцип действия АСОП вагонов Вашего депо. Защищаемые отсеки.
30. Назначение, состав и работа устройства подачи песка. Минимальный уровень заполнения.

Глоссарий

Автоматический выключатель предназначен для ручного включения и отключения низковольтных цепей, а также для защиты от токов перегрузки и короткого замыкания.

Аккумуляторная батарея предназначена для питания бортовой сети вагона при отсутствии высокого напряжения, а также для движения в режиме автономного хода.

АСОП предназначена для обнаружения аварийного повышения температуры в защищаемых отсеках, а также для ручного или автоматического запуска средств пожаротушения из кабины водителя.

Быстродействующий выключатель предназначен для защиты высоковольтных цепей от токов перегрузки и короткого замыкания.

Закон Ома. Сила тока прямо пропорциональна напряжению и обратно пропорциональна сопротивлению.

Закон Джоуля-Ленца. Количество выделенного тепла равно произведению квадрата силы тока, сопротивления и времени прохождения тока.

Контроллер водителя предназначен для формирования команд о режимах движения вагона.

Короткое замыкание. Это режим работы электрической цепи без нагрузки. При этом сопротивление цепи стремится к нулю, сила тока стремится к бесконечности. Вследствие этого выделяется огромное количество тепла, что приводит к возгоранию.

Маневровый пульт предназначен для производства маневровых работ на территории депо.

Педадь безопасности предназначена для непрерывного контроля за способностью водителя к управлению транспортным средством.

Переключатель реверса предназначен для изменения направления движения вагона.

Рельсовый тормоз предназначен для сокращения тормозного пути при угрозе безопасности движения.

Режим автономного хода предназначен для проезда обесточенного участка контактной сети с использованием энергии аккумуляторной батареи.

Рекуперация – это процесс возврата электроэнергии в контактную сеть при электродинамическом торможении.

Система кондиционирования воздуха предназначен для создания комфортных климатических условий в кабине водителя и в пассажирском салоне.

Система обогрева кабины предназначена для нагнетания свежего воздуха и нагрева воздуха в кабине водителя.

Система обогрева салона предназначена для нагрева воздуха в пассажирском салоне.

Сопротивление проводника зависит от материала проводника, поперечного сечения, температуры и длины проводника.

Статический преобразователь преобразует напряжение контактной сети в напряжение 28 вольт для работы всех низковольтных цепей, а также для подзаряда аккумуляторной батареи вагона.

Тормозной резистор предназначен для гашения энергии генераторов при электродинамическом торможении и невозможности рекуперации.

Тяговый двигатель в моторном режиме преобразует электрическую энергию в механическую, а в генераторном режиме - механическую энергию в электрическую для создания тяговых и тормозных усилий.

Тяговый инвертор в моторном режиме преобразует постоянный ток контактной сети в трёхфазный переменный ток для работы тяговых двигателей, а в генераторном режиме – трёхфазный переменный ток преобразует в постоянный.

Токоприёмник предназначен для надёжного токосъёма с контактного провода при допустимых скоростях.

Устройство подачи песка предназначено для подачи песка под нечётные колёсные пары с целью улучшения сцепления колёс с рельсами.

Устройство токоотвода предназначено для токоотвода через ось колёсной пары на ходовые рельсы.

Электромеханический тормоз предназначен для удержания вагона во время остановки.

При составлении данного учебного пособия использованы документы:

Руководство по эксплуатации трамвайного вагона модели 71-931М (ООО «ПК ТС», 2017 г.).

Руководство по эксплуатации 931М.0.00.00.00.000-02РЭ трамвайного вагона 71-931М2 (ООО «ПК ТС», 2021 г.).

Карта технологического процесса 931М.0.00.00.00.000-02 ТК обслуживания трамвайного вагона 71-931М (ООО «ПК ТС», 2021 г.).

Руководство по эксплуатации КНМД.566441.003-53РЭ трамвайного вагона 71-931М с комплектом тягового электрооборудования КТ-3-119-М1 («Канопус», 2016 г.).

Руководство по эксплуатации КНМД.566441.003-77РЭ - Комплект электрооборудования тягового КТ-3-1130-М2 («Канопус», 2021 г.).

Руководство по эксплуатации ДИЯС.425700.670РЭ комплекта АСОТП «ИГЛА-М.5К-Т.У» (Киров, 2016 г.).

Руководство по эксплуатации «Linear actuator «LA-36» data sheet eng.» (Techline, 2017 г.)

Руководство по эксплуатации АКБ «Sonnenschein GF12-160V».

Руководство по эксплуатации СЭТР.ТрА-02-000 РЭ системы аварийного складывания токоприёмника.

Руководство по эксплуатации БНШИ.304591.011 РЭ - Педаль безопасности ПБ-019-01.

Памятка водителю 931М.0.00.00.00.000-01ПВ трамвайного вагона 71-931М (ООО «ПК ТС», 2017 г.).

Памятка водителю 931М.0.00.00.00.000-01ПВ трамвайного вагона 71-931М1 (ООО «ПК ТС», 2019 г.).

Памятка водителю 931М.0.00.00.00.000-02ПВ трамвайного вагона 71-931М2 (ООО «ПК ТС», 2021 г.).

Памятка водителю 911ЕМ.0.00.00.00.000-03ПВ трамвайного вагона 71-911ЕМ (ООО «ПК ТС», 2021 г.).

Должностная инструкция водителя трамвая регулярных городских пассажирских маршрутов (ГУП Московский метрополитен, 11.01.2021 г.).

Правила технической эксплуатации трамвая.

Москва, 2022 г.