



**Министерство труда, занятости и трудовых ресурсов
Новосибирской области
Государственное бюджетное образовательное учреждение
профессионального образования Новосибирской области
«Новосибирский колледж транспортных технологий имени Н.А. Лунина»**

Методическая разработка

**По профессиональному модулю 01:
«Техническое обслуживание и ремонт локомотива»**

Тема: « Механическое оборудование электровоза 2ЭС6»

**автор: Сартаков Федор Иванович
мастер производственного обучения**

Барабинск 2016г

Содержание

Аннотация.....	3
Введение	4
Общие сведения.....	5
Тележка	6
Рама тележки.....	7
Колесная пара	13
Тяговая зубчатая передача.....	10
Кожух зубчатой передачи.....	11
Буксовый узел	12
Буксовое подвешивание.....	13
Подвешивание тягового электродвигателя.....	14
Передача тормоза рычажная.....	15
Цилиндры тормозные.....	16
Наклонные тяги.....	18
Гидравлический гаситель колебаний.....	20
Кузов электровоза.....	21
Рама кузова.....	22
Кабина управления.....	23
Автосцепное устройство.....	24
Тормоз ручной стояночный.....	25
Тесты по теме: «Механическое оборудование электровоза 2ЭС6»	26
Ответы на тесты по теме:	
«Механическое оборудование электровоза 2ЭС6».....	32
Универсальная шкала оценки образовательных достижений	34
Заключение	35
Используемая литература	36

Аннотация

В методической рекомендации рассмотрены основы конструкции, ремонта и эксплуатации механического оборудования электровоза постоянного тока 2ЭС6, включая способы устранения неисправностей. Материал методической рекомендации изложен в форме наиболее часто возникающих у студентов практических вопросов и ответов на них. Методические рекомендации адресованы студентам и преподавателям специальных дисциплин колледжа транспортных технологий, осуществляющих подготовку квалифицированных рабочих по профессии 23.01.09 «Машинист локомотива».

Введение

Одной из важнейших проблем профессиональных образовательных учреждений, является повышение качества подготовки специалистов. Студент колледжа должен не только получать знания по дисциплинам программы, овладевать умениями и навыками использования этих знаний, методами исследовательской работы, но уметь самостоятельно приобретать новые сведения. В этой связи все большее значение приобретает самостоятельная работа студентов. Таким образом, в учебном заведении студенты должны получить подготовку к последующему самообразованию, а средством достижения этой цели является внеаудиторная самостоятельная работа и в этом им поможет данная методическая разработка. Цель данных методических рекомендаций - оказание помощи студентам и преподавателям специальных дисциплин в вопросах изучения учебного материала по видам профессиональной деятельности «Управление, техническое обслуживание и ремонт электровоза под руководством машиниста; обеспечение условий эффективной эксплуатации обслуживаемого подвижного состава». В методической рекомендации определены общие и профессиональные компетенции, которыми должен овладеть студент в процессе обучения и выполнения самостоятельной работы. Изложены вопросы организации выполнения и защиты самостоятельной работы; определена роль студента и преподавателя, даны рекомендации относительно структуры работы, требования к ее оформлению.

1 Общие сведения

Механическая часть предназначена для реализации тяговых и тормозных усилий, развиваемых электровозом, размещения электрического и пневматического оборудования, обеспечения заданного уровня комфорта, удобных и безопасных условий управления электровозом. Механическая (экипажная) часть электровоза состоит из двух секций соединенных между

собой автосцепкой. Каждая секция включает в себя две двухосные тележки и кузов, связанных между собой наклонными тягами, рессорным пружинным подвешиванием типа «флейсикойл», гидродемпферами и ограничителями перемещения кузова. На механическую часть электровоза действует нагрузка, создаваемая весом механического, электрического и пневматического оборудования. Кроме того, механическая часть передает тяговые усилия от электровоза к поезду и воспринимает динамические нагрузки, возникающие при движении электровоза по кривым и прямым участкам пути. Механическая часть должна быть достаточно прочной, а также отвечать требованиям безопасности движения и правилам технической эксплуатации железных дорог. Для обеспечения нормальной и безаварийной работы необходимо, чтобы все механическое оборудование находилось в полной исправности и отвечало нормам безопасности, прочности и правилам ремонта. Механическая (экипажная) часть одной секции электровоза 2ЭС6 представлена на рисунке 1.1

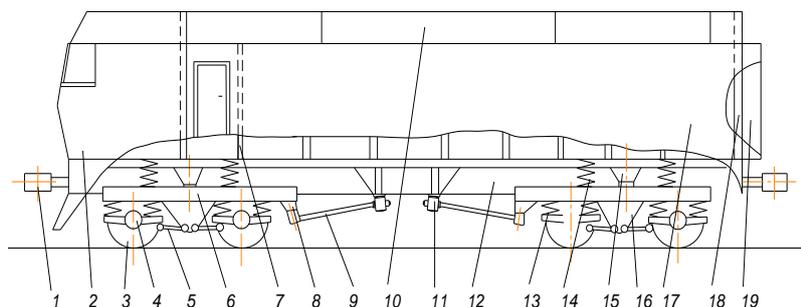


Рисунок 1.1 Механическая (экипажная) часть одной секции электровоза 2ЭС6
 1 - автосцепка; 2 - кабина; 3 - колесная пара; 4 - буфса; 5 - буксовый поводок; 6 - рама тележки; 7 - перегородка; 8 - кронштейн; 9 - наклонная тяга; 10 - крыша кузова; 11 – амортизатор; 12 - рама кузова; 13 - буксовая пружина; 14 - кузовная пружина; 15 - страховочный шкворень; 16 - кронштейн; 17 - боковая стенка; 18 - задняя стенка; 19 - переходная площадка

2 Тележка

Каждая секция включает в себя две двухосные тележки, на которые опирается кузов. Тележки воспринимают тяговые и тормозные усилия, боковые, горизонтальные и вертикальные силы при прохождении неровности пути и передают их, через пружинные опоры с поперечной податливостью, на раму кузова. Тележка электровоза 2ЭС6 имеет следующие технические характеристики:

Конструкционная скорость, км/ч	120
Нагрузка от колесной пары на рельсы, кН	245
Тип тягового электродвигателя	ЭДП810
Тип подвески двигателя	опорно-осевая

Крепление двигателя	опорно-осевое с маятниковой подвеской
Тип буксы	одно поводковая с кассетным роликоподшипником
Рессорное подвешивание	двухступенчатое
Статический прогиб, мм	
буксовой ступени	58
кузовной ступени	105
Тип тормозных цилиндров	ТЦР 8
Коэффициент нажатия тормозных колодок	0,6

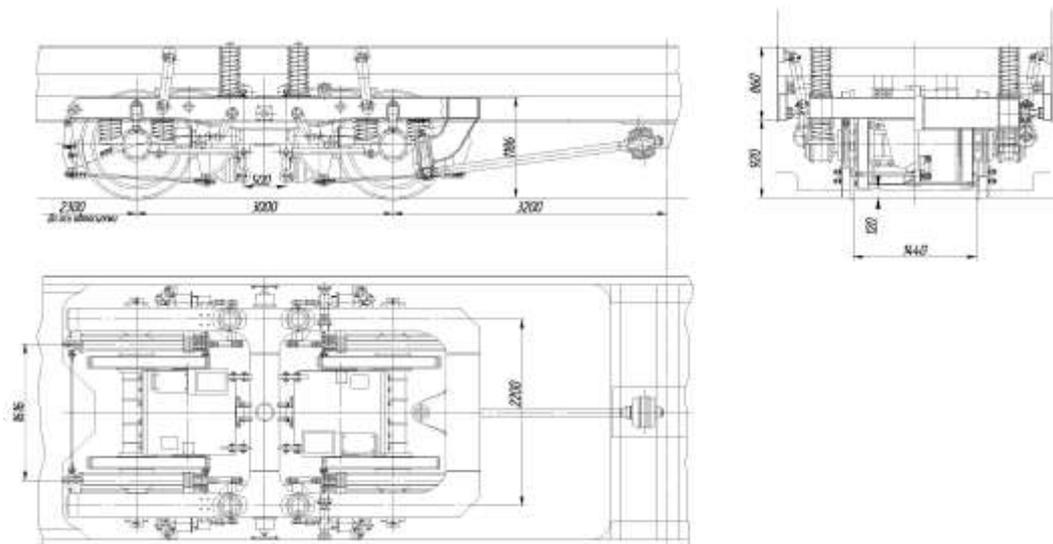


Рисунок 2.1 Тележка электровоза 2ЭС6

Тележка состоит из сварной рамы коробчатого сечения, которая своей концевой балкой через наклонную тягу с шарнирами соединена с центральной частью рамы кузова. К средней балке рамы тележки крепятся посредством маятниковых подвесок остова тяговых электродвигателей постоянного тока, которые другими своими сторонами опираются на оси колесных пар через смонтированные на них моторно-осевые подшипники качения. Крутящий момент от тяговых электродвигателей передается на каждую ось колесной пары через двухстороннюю косозубую передачу, образующую шевронное зацепление с шестернями посаженными на хвостовики вала якоря тягового электродвигателя. На буксовых шейках оси колесной пары смонтированы двухрядные конические роликовые подшипники закрытого типа фирмы «Тимкен», размещенные внутри корпуса бесчелюстной одно поводковой буксы. Поводки имеют сферические резинометаллические шарниры, которые посредством клиновых пазов крепятся к буксе и к кронштейну на боковинах рамы тележки, образуя продольную связь колесных пар с рамой тележки.

Поперечная связь колесных пар с рамой тележки осуществляется за счет поперечной податливости буксовых пружин. Аналогично, поперечная связь кузова с рамой тележки осуществляется за счет поперечной податливости кузовных пружин и жесткости пружин упоров-ограничителей, которые также обеспечивают возможность поворота тележки в кривых участках пути и гашения различных форм колебаний кузова на тележках. Также для гашения колебаний кузова и подрессоренных частей тележки применены вертикальные буксовые, вертикальные и горизонтальные кузовные гидравлические демпферы (гидравлические гасители колебаний). Для торможения электровоза используется тормозная рычажная передача с применением чугунных тормозных колодок, восьмидюймовыми тормозными цилиндрами (на каждое колесо тележки) с автоматическим регулятором выхода штока.

2.1 Рама тележки

Рама тележки предназначена для передачи и распределения вертикальной нагрузки между отдельными колесными парами восприятия и передачи на раму кузова тягового усилия, тормозной силы, а также боковых, горизонтальных и вертикальных сил от колесных пар при проходе ими неровностей пути. Она служит для монтажа всех основных узлов, составляющих тележку, и предназначена для распределения статических и инерционных нагрузок от веса кузова, тяговых двигателей, тормозного оборудования на рессорное подвешивание

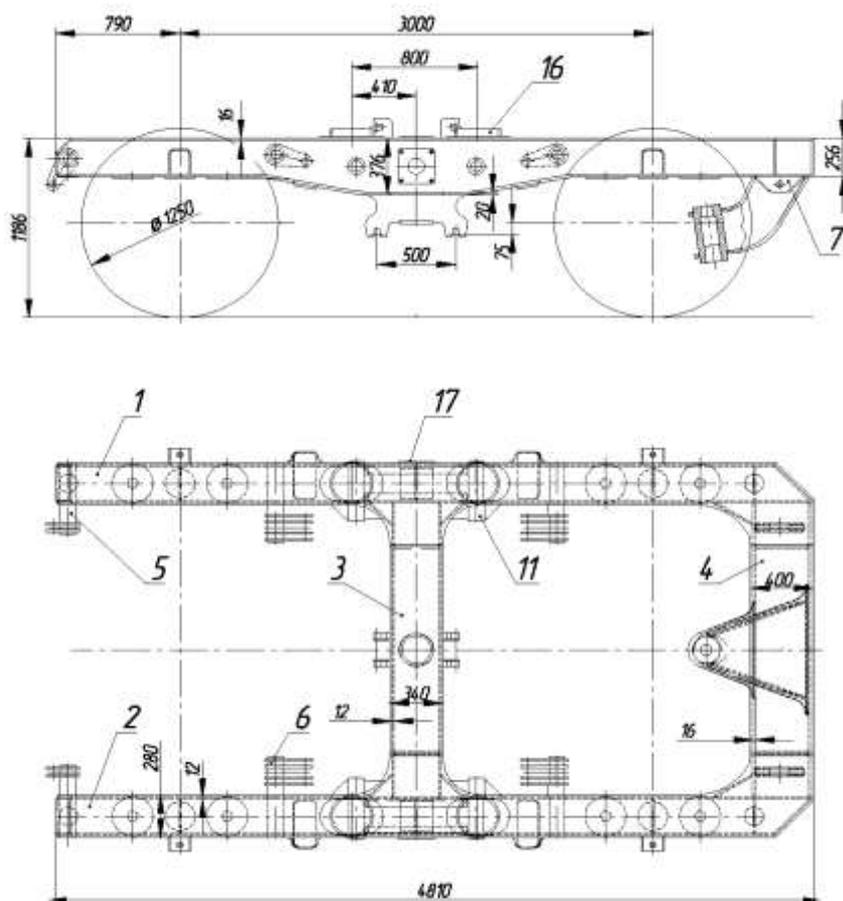


Рисунок 2.1.1- Рама тележки электровоза 2ЭС6

Рама тележки (смотри рисунок 2.1.1.) представляет собой цельносварную конструкцию коробчатого сечения с незамкнутой концевой частью. В комплект рамы входят две боковины 1 и 2, средняя 3 и концевая 4 балки и кронштейны 5, 6, 7 для установки элементов тормозной системы. Верхний и боковые листы боковины рамы тележки выполнены плоскими, а нижний в центральной части имеет прогиб радиусом 350 мм. Для стыковки с концевой балкой нижний и верхний листы имеют закругление радиусом 400мм и выступ шириной 400мм. Для стыковки со средней балкой закругления радиусом 250 мм и выступ шириной 340мм. Кроме того, на наружном продольном торце нижнего листа боковины также имеются два выступа с округлыми сторонами под установку кронштейнов тормозных цилиндров, а на его горизонтальных участках с каждой стороны устанавливаются по два круглых платика под чаши буксовых пружин. В боковых листах имеются по пять сквозных отверстий диаметром

98 мм, в которые при сборке рамы ввариваются трубы, расточенные под запрессовку в них кронштейнов для установки элементов тормозной системы. После сварки коробка боковины, к ее нижней части привариваются щеки 9, имеющие клиновидные пазы для установки валиков амортизаторов двух буксовых поводков, которые впоследствии обрабатываются на раме в сборе. На верхний лист устанавливаются эллипсовидные накладки под стаканы кузовных пружин. Средняя балка имеет также коробчатое сечение, в ее центральной части для придания конструкции необходимой жесткости вварена толстостенная труба с наружным диаметром 219 мм, по обе стороны которой с каждой стороны установлены по два кронштейна подвесок тяговых электродвигателей. Клиновидные пазы на кронштейнах унифицированы с клиновидными пазами для крепления буксовых поводков и также обрабатываются на тележке в сборе. Концевая балка является наиболее ответственным и напряженным элементом рамы. Ее основной профиль аналогичен профилю средней балки, однако к ее передней части посередине приварен кронштейн 8 для установки наклонной тяги, образованный двумя плоскими закругленными боковыми листами и приваренными к ним сверху согнутым листом с радиусом прогиба 170 мм, а к торцам толстостенной втулки с наружным диаметром 175 мм. Для изготовления рамы применены листы из стали 09Г2Д ГОСТ19281-89. При этом их толщина составляет: верхних листов боковин, средней и концевой балок – 16 мм, всех нижних листов – 20 мм, боковых листов боковины и средней балки – 12 мм, боковых листов концевой балки – 16 мм, кронштейнов и платиков от 10 до 20 мм.

2.3 Колесная пара

Колесная пара направляет электровоз по рельсам, передает силу тяги, развиваемую электровозом, и тормозную силу при торможениях, воспринимает статические и динамические нагрузки, возникающие между рельсом и колесом, и преобразовывает вращающий момент тягового электродвигателя в поступательное движение электровоза.

Колесная пара состоит из оси, колесных центров, бандажей, бандажных колец и зубчатых колес, смотри рисунок 2.3.1.

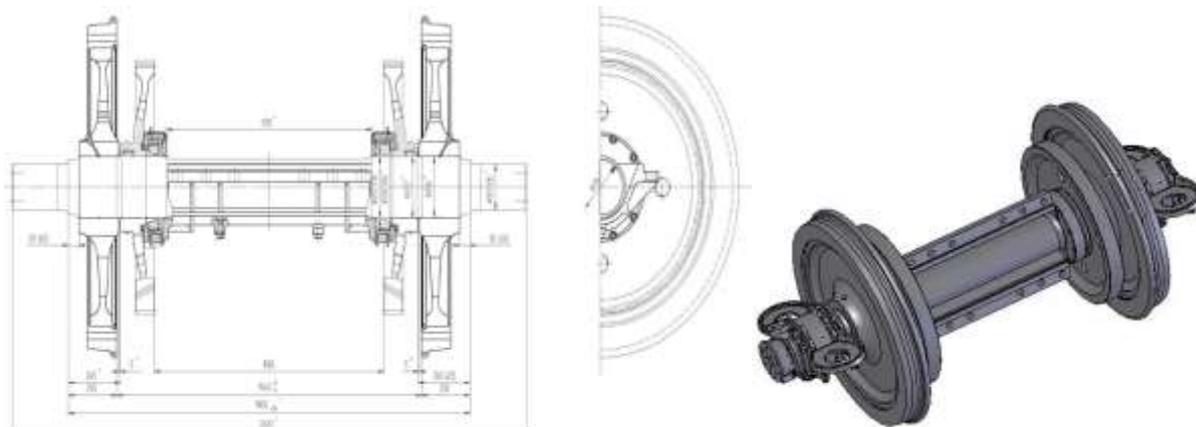


Рисунок 2.3.1. - Колесная пара электровоза 2ЭС6

Ось колесной пары изготовлена из осевой стали, заготовка по ГОСТ 4728-96 и ее длина составляет 2450 мм. Для монтажа буксовых подшипников, колес, зубчатых колес и моторно-осевых подшипников на оси предусмотрены буксовые, предступичные, подступичные части и моторно-осевые шейки. Все поверхности, за исключением торцов, шлифованные. Центра колесных пар отлиты из стали 25Л-Ш ГОСТ 977-88 и статически отбалансированы путем механической обработки. На электровозе 2ЭС6 применена колесная пара с дисковым литым колесным центром. Бандаж изготовлен из специальной стали, на обод колесного центра посажен в горячем состоянии, для предупреждения сползания застопорен бандажным кольцом. В торцевой части оси имеются отверстия под болты для крепления торцевой шайбы.

2.4 Тяговая зубчатая передача

Зубчатая передача предназначена для передачи вращающего момента с вала якоря тягового электродвигателя на колесную пару. С целью уменьшения уровня нагрузок, действующих на элементы привода и, в первую очередь, на подшипники, на электровозе 2ЭС6 применена традиционная жесткая двухсторонняя косозубая передача с модулем 10 мм, с централью 617,5 мм, передаточным отношением 3,44 и коэффициентом перекрытия равным 2,1, ширине зубьев равной 90 мм. Два зубчатых колеса, находящихся на оси

колесной пары, также как и две шестерни, посаженные на хвостовики вала якоря, образуют шевронные колеса с разнесенными полушевронами, зубчатое колесо показано на рисунке 2.3.1.

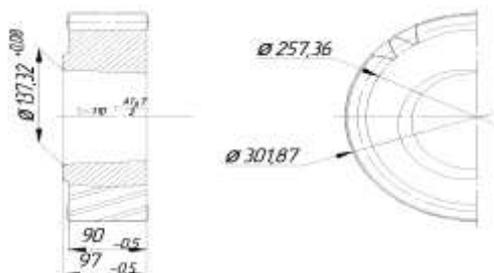


Рисунок 2.4.1. – Шестерня

Зубчатое колесо изготовлено цельнокатанной поковкой из стали из стали 45ХН., которую подвергают объемному улучшению до твердости НВ 210-370 (по Бринеллю), после чего нарезают зубчатый венец и зубья шевенгуют. Рабочие поверхности зубьев подвергаются контурной закалке ТВЧ с последующим отпуском. Шестерня, показана на рисунке 2.4.1., изготавливается из поковки легированной стали 12Х2Н4А или 20ХН3А с последующей цементацией на глубину 1,6...1,9 мм и с закалкой поверхности зубьев по всему контуру, включая и впадины до $HRC \geq 60$. После механической и термической обработки производится шлифовка рабочих поверхностей зубьев и конусного отверстия. Посадка шестерен на конусные (1:10) хвостовики вала – тепловая (индукционный подогрев) с натягом 0,22...0,26 мм. Требуется контакт сопрягаемых посадочных поверхностей до площади прилегания не менее 75%.

2.5 Кожух зубчатой передачи



Рисунок 2.5.1 Кожух зубчатой передачи

Кожух зубчатой передачи предназначен для защиты зубчатой передачи от внешней среды и является масляной ванной для ее смазывания.

Кожух редуктора, показан на рисунке 2.5.1, состоит из двух половин и сварен из листовой стали с толщиной листов 5 мм, прикреплен к остову тягового двигателя тремя болтами М36. По горловинам кожуха со стороны тягового двигателя установлены уплотнения из трубчатой резины, а со стороны колеса – специальное уплотнение из полиуретанового материала. По стыку двух половин кожуха со стороны малой горловины установлено специальное уплотнение, а с внутренней стороны горловины – приварено кольцо для сбора масла. На ступице зубчатого колеса и крышке подшипника предусмотрены выступы, выполняющие функции маслоотбойников. Для улучшения условий смазки нижняя поверхность кожуха выполнена с дополнительным резервуаром. На боковине нижней половины кожуха находится карман с заправочной горловиной, закрываемой откидной крышкой. К крышке люка приварена трубка-сапун, служащая для выравнивания давления внутри кожуха с атмосферным давлением. Половины кожуха по концам стянуты двумя болтами М24, восемью болтами М12 по боковине со сторону колеса и тремя болтами М12 со стороны тягового двигателя.

2.6 Буксовый узел

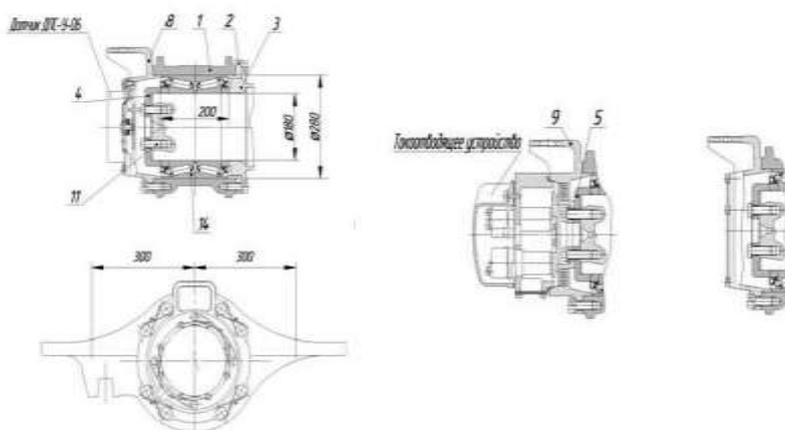


Рисунок 2.6.1- Буксовый узел электровоза 2ЭС6

Буксы бесчелюстные одноповодковые с роликовыми подшипниками закрытого типа фирмы «Тимкен». Через буксы на колесные пары передается вертикальная нагрузка от массы электровоза, а от колесных пар на рамы тележек- усилия тяги, торможения и боковые горизонтальные усилия. Колесные пары с рамой тележки связаны через буксовые пружины 5 и односторонние буксовые поводки. Литой корпус буксы имеет два прилива под нижние направляющие буксовых пружин 4. Внутри корпуса размещен двухрядный конический роликовый подшипник 14 закрытого типа с эластомерным уплотнением и заправленный специальной смазкой на расчетный пробег 1,4 млн.км. Подшипник устанавливается на буксовую шейку прессом с усилием 8...10т. при натяге 0,07-0,10 мм и фиксируется торцевой шайбой 4 или 5 с болтами 11, завернутыми в торец оси. Наружное кольцо подшипника закрепляется крышками букс 8 или 9, на наружных крышках букс с одной стороны устанавливается токосъемное устройство, а с другой - датчики систем регулирования тяги и систем безопасности. Буксовые поводки имеют сферообразные резино-металлические шарниры. Оси шарниров имеют клинообразные концы, которыми поводок соединен с одной стороны с корпусом буксы, а с другой стороны с кронштейном посередине боковины рамы тележки, осуществляя тем самым продольную связь колесных пар с рамой тележки. Буксовый узел представлен на рисунке 2.6.1.

2.7 Буксовое подвешивание

Буксовое рессорное подвешивание, рисунок 2.7.1., служит для смягчения

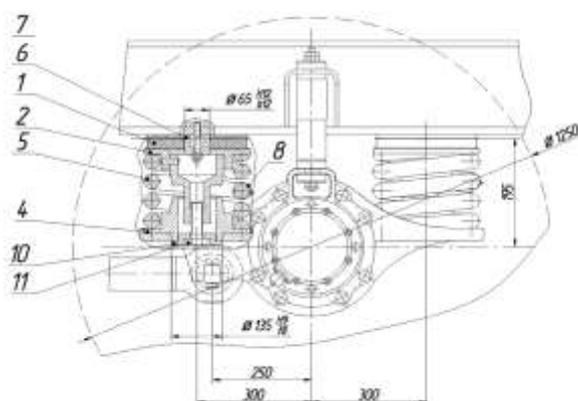


Рисунок 2.7.1 Буксовое рессорное подвешивание электровоза 2ЭС6

ударов, передаваемых на надрессорное строение, при прохождении электровоза по неровностям пути, и равномерного распределения нагрузок между колесными парами. На верхние направляющие буксовых пружин 2 через резинометаллические амортизаторы 1 опирается рама тележки, причем хвостовик верхних направляющих входит в расточку нижних направляющих пружин с зазором ± 14 мм, ограничивающим поперечное смещение колесной пары относительно рамы тележки с жесткостью поперечной связи 5,7 кН/мм за счет поперечной податливости буксовых пружин. При заданной осевой нагрузке 24 т на каждую буксу устанавливаются по две наружные пружины 4, а при добалансировке электровоза до осевой нагрузки 25 т, добавляются еще и по две внутренние. Наружные буксовые пружины изготовлены из шлифованного прутка диаметром 42 мм стали 60С2ХА с поджатыми и обточенными концевыми витками. Статический прогиб пружин под расчетной нагрузкой составляет 58 мм, высота пружин под нагрузкой равна 206 мм, поперечная жесткость пружины равна 1,43 кН/мм. Внутренняя пружина изготовлена также из шлифованного прутка, прошедшего термообработку до твердости 42...48 ед. HRC с последующим упрочнением наклепом дробью. Число рабочих витков - 3, полных - 4,5. Диаметр прутка 15 мм, высота пружины в свободном состоянии 184 мм, средний диаметр витка - 160 мм.

2.8 Подвешивание тягового электродвигателя

Подвешивание тягового электродвигателя, рисунок 2.8.1., электровоза опорно-осевое. Тяговый электродвигатель одним концом опирается через моторно-осевой подшипник на ось колесной пары, а другим - на раму тележки через специальную подвеску. При этом обеспечивается смягчение ударов, передающихся на тяговый электродвигатель при прохождении колесной парой неровностей пути и при трогании с места, а также возможность изменения взаимного положения тягового электродвигателя и рамы тележки при движении электровоза. Подвешивание тягового двигателя к раме тележки осуществлено через поводок с резиновыми амортизаторами, унифицированный и для буксы колесной пары, один конец которого устанавливается в,

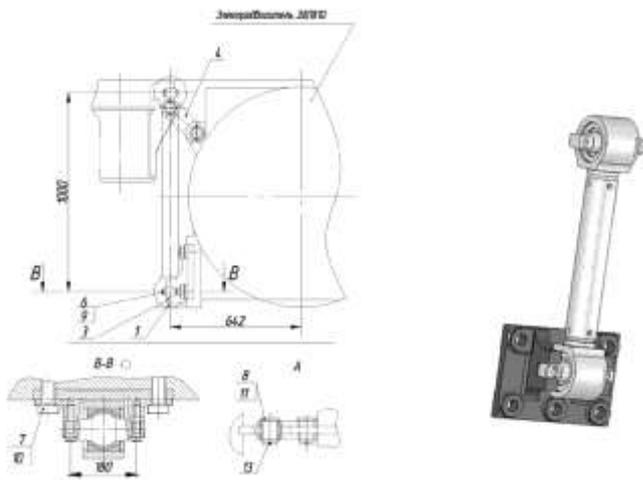


Рисунок 2.8.1. Подвешивание тягового электродвигателя электровоза 2ЭС6

приваренном к раме тележки кронштейне, а второй конец в кронштейне, закрепленном на остова тягового двигателя шестью болтами М36. Моторно-осевые подшипники качения Timken M246949-M246910, расположенными в стаканах, которые установлены в корпусе подшипников, соединенным с остовом тягового электродвигателя двенадцатью болтами М36. Корпус подшипников состоит из полутрубы U-образного сечения, согнутой из листовой стали 20-3-Т ГОСТ 1577 – 93, усиленной сварными ребрами жесткости. Полутруба для крепления к тяговому двигателю выполнена с лапами, фланцами и масленками для подвода масла к подшипникам. К фланцам корпуса подшипников шестью болтами М16 присоединены стаканы и крышки подшипников с лабиринтным уплотнением, выполненном в ступицах зубчатых колес. Между фланцами корпусов подшипников и стаканами предусмотрена установка составного кольца для регулирования осевого разбега подшипников в процессе сборки колесной пары.

2.9 Передача тормоза рычажная

Тележки электровоза оборудованы индивидуальным для каждого колеса колодочным тормозом с двухсторонним нажатием на колесо чугунных гребневых колодок. Каждое колесо обслуживается одним тормозным цилиндром диаметром 8"(203мм) типа 670В со встроенным автоматическим регулятором выхода штока (ТЦР) производства ОАО «Транспневматика» (поз.1). Рабочий ход поршня ТЦР – 100мм, максимальный выход винта регулятора относительно поршня – 200мм. Усилие от ТЦР на колесо передается

через рычажную передачу с общим передаточным отношением 8,8. Размеры плеч рычагов выбраны с таким расчетом, чтобы обеспечить равномерное распределение усилия от ТЦР между тормозными колодками, т.е. передаточное отношение к каждой колодке составляет 4,4. Тормозные цилиндры установлены на кронштейнах с наружной стороны рамы тележки. Усилие от штока ТЦР через рычаг, вилку и вертикальный рычаг передается на башмак с тормозной колодкой, которые крепятся на подвесках к кронштейнам рамы тележки. Поперечное смещение колесных пар относительно рамы тележки компенсируется зазорами в узлах крепления подвесок к раме тележки и применением конусных втулок в деталях рычажной передачи.

2.10. Цилиндры тормозные

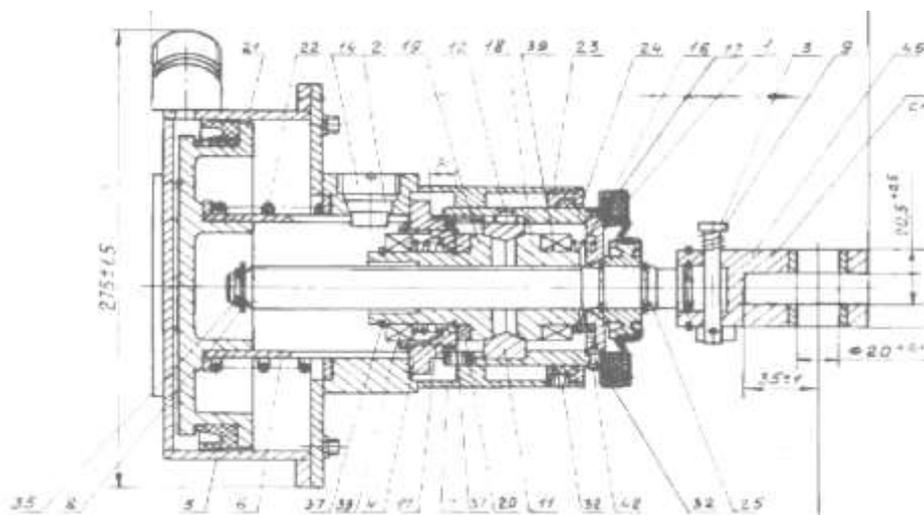


Рисунок 2.10.1. Цилиндр тормозной

На электровозе установлены тормозные цилиндры 670В с встроенным регулятором (рисунок 2.10.1), они предназначены для создания тормозного усилия и автоматического регулирования величины хода штока в пределах, обеспечивающих постоянную величину зазора между тормозными колодками и бандажами колесных пар. Технические данные:

Диаметр цилиндра, мм	203
Ход поршня, мм	110
Максимальный выход винта, мм	200
Суммарный выход винта, мм	245
Рабочий ход поршня, мм	100
Рабочее максимальное давление, МПа	0,6
Рабочее усилие на винте не более, кгс	1830
Масса, кг	32

Цилиндры состоят из двух составных частей: тормозного цилиндра и встроенного в него регулятора одностороннего действия. Цилиндр тормозной состоит из корпуса (5), поршня (21), крышки (7). Регулятор состоит из винта (25), имеющего несамотормозящую резьбу, гаек 18 и 19. В исходном положении гайка (18) под действием пружины (17) через подшипник (39) поджата к ограничителю (11), который жестко соединен штифтом (12) с муфтой (24) и предотвращает ограничитель (11) от проворачивания при перемещении поршня (21).

Гайка (19) через кольцо (20), зафиксированное стопорным кольцом (37), под действием пружины (17) через подшипник (39) поджата к упору (4). При этом кулачки упора (4) входят в пазы кольца (20). Сухари упора (4), входящие в пазы стержня (6), свободно совершают возвратно-поступательное движение в момент торможения. Винт (25) удерживается в исходном положении пружиной (22) через стержень (6), ограничитель (11), гайку (19), кольцо (20) и упор (4). Положение винта (25) относительно тормозной рычажной передачи фиксируется фиксатором (3) с пружиной (9). Вращению стержня во время циклов торможения и отпуска препятствует направляющая (2). К корпусу тормозного цилиндра (5) болтами (33) прикручена крышка (7). Внутри корпуса расположен стержень (6) на который посажен поршень (21). В стержне кольцом (35) и шайбой (8) зафиксирован винт (25), на винте накручены гайки (18 и 19) с подшипниками (39). Подшипники зафиксированы стопорными кольцами (37). На гайки воздействуют пружины (17). С винтом соединена муфта (24) закрытая чехлом (1), который закреплен хомутом (42), резьба муфты левая. Стержень в крышке фиксируется направляющей (2) закрытой пробкой (14). На муфте со стороны чехла накручена гайка (23) зафиксированная винтом (32), гайка фиксирует крышку (16). После смены тормозных колодок и регулировки тормозной рычажной передачи необходимо вращением винта по часовой стрелке установить его в исходное положение, не допуская максимального выхода. Зафиксировать положение фиксатором. Провести 2-3 торможения максимальным давлением в тормозных цилиндрах и проверить положение

колодок относительно бандажей колесных пар. При необходимости вращением винта установить допустимый зазор. При нормальных зазорах между колодками и бандажами встроенный регулятор работает как жесткий стержень. Функцию жесткого стержня регулятор выполняет до увеличения зазора между колодками и бандажом. При увеличении зазоров при торможении поршень 21 со стержнем 6 перемещают ограничитель 11, гайку 18, винт 25, гайку 19 с кольцом 20 и упор 4. При соприкосновении упора 4 с упорами крышки 7 его перемещение прекращается. Дальнейшее перемещение системы выведет кулачки упора 4 из пазов кольца 20. Гайка 19 под действием пружины 17 через подшипник 39 наворачивается на винт 25. Навертывание гайки 19 на винт 25 будет происходить до касания тормозных колодок бандажа колесных пар, при этом между гайкой 19 и ограничителем 11 образуется зазор равный величине износа колодок и бандажей, а кулачки упора 4 войдут в пазы кольца 20. При отпуске поршень со стержнем под действием пружины 22 перемещаются в исходное положение. Со стержнем перемещаются муфта 24 с ограничителем 11, гайка 18, винт 25, упор 4, гайка 19 с кольцом 20. При перемещении упор 4 достигнув упоров крышки 7 остановится. Вместе с ним остановятся гайка 19 и винт 25, а стержень 6, ограничитель 11 будут продолжать свое перемещение, образуя зазор между ограничителем 11 и гайкой 18. Под действием пружины 17 гайка 18 будет наворачиваться на винт до соприкосновения с ограничителем. Гайки 18 и 19 поочередно наворачиваются на винт на величину износа колодок и бандажей. Регулятор скомпенсировал величину износа тормозных колодок и бандажей колесных пар, оставив неизменным первоначальный зазор между ними. Ход поршня тормозного цилиндра остается неизменным, изменился выход винта. При достижении выхода винта максимального значения необходимо регулировать тормозную рычажную передачу.

3 Наклонные тяги

Продольная связь тележки с кузовом осуществляется наклонной тягой, рисунок 3.1., с шарнирами от концевой поперечной балки рамы тележки к кронштейну, закрепленному посередине рамы кузова.

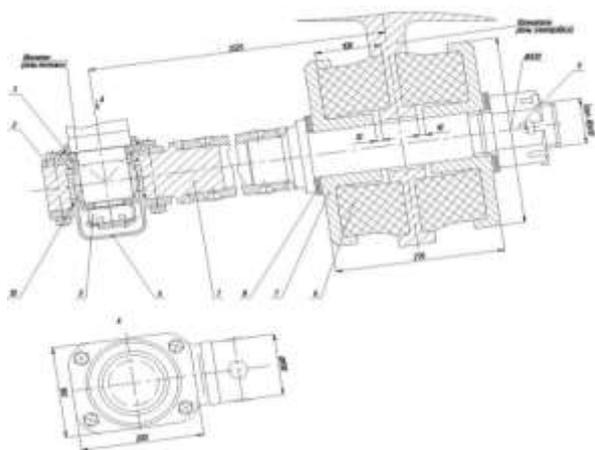


Рисунок 3.1. Наклонная тяга продольной связи тележки с кузовом

Кронштейн рамы кузова имеет два упора для установки резино-металлических шарниров наклонных тяг: передней и задней тележек секции электровоза. Крепление наклонной тяги к кронштейну на концевой балке рамы тележки производится через шарнирный подшипник 10 типа ШС80, который установлен в головке тяги 1. Сверху головка уплотнена резиновым кольцом, установленным между фланцем 2 и лабиринтом 3, снизу головка закрыта крышкой 4, а образованная полость подшипника заполнена жидкой смазкой. Собственно тяга состоит из трубы 108x16 с приварной головкой для шарнирного подшипника и с другой стороны с приварным стержнем, на котором между двумя тарелками 7 и упором кронштейна кузова установлены два эластомерных блока 6 с предварительным поджатием на 16 мм каждый. При этом между тарелками и упором кронштейна остается зазор по 10 мм, за счет которого упруго передаются силы тяги-торможения до расчетного значения коэффициента тяги 0,3 (до суммарной силы тяги от тележки 14-15 кН). Длина тяги между центрами шарниров составляет 2525 мм, угол наклона тяги от горизонта 8°, причем, продолжение оси тяги совпадает с серединой базы тележки на уровне головок рельсов. Эта схема продольной связи тележки с кузовом позволяет обеспечить коэффициент использования сцепной массы электровоза до 0,92.

3.1 Гидравлический гаситель колебаний

Гидравлические гасители предназначены для гашения вертикальных, горизонтальных, а так же галопирующих колебаний кузова электровоза возникающих при движении. На электровозе применены три типа гидравлических гасителей колебаний: 698-09, 698-10, 698-11. Конструктивно типы гасителей не отличаются, при этом имеют различные технические характеристики. Гидравлический гаситель колебаний представляет собой поршневой телескопический демпфер одностороннего действия, развивающий усилие сопротивления только на ходе сжатия. Ход растяжения является вспомогательным, шток свободно перемещается вверх и засасывает рабочую жидкость в поршневую полость. При ходе поршня вверх в поршневой полости 22 цилиндра образуется разрежение. За счет перепада давления в этой полости и в рекуперативной, жидкость из рекуперативной камеры поступает в поршневую полость 22 цилиндра. При остановке поршня гасителя диск закрывает впускные отверстия клапана, и при движении поршня вниз часть масла с большим сопротивлением вытесняется из подпоршневой полости, через дроссельные щели клапана, обратно в рекуперативную камеру, а другая часть – через дроссельные отверстия в штоке, в надпоршневую полость 5 цилиндра. Масло, пройдя через отверстия в штоке при заполнении надпоршневой полости, имеет возможность, через отверстия в цилиндре 6 перетекать в рекуперативную камеру. С увеличением давления в подпоршневой полости цилиндра свыше $2,9 \pm 0,3$ МПа срабатывает предохранительный клапан 24, ограничивая тем самым усилие сопротивления гасителя.

4 Кузов электровоза

Условия обеспечения прочности, жесткости и долговечности несущей конструкции кузова регламентируется «Нормами для расчета и оценки прочности несущих элементов, динамических качеств и воздействия на путь экипажной части локомотивов железных дорог МПС РФ колеи 1520 мм. Утверждены МПС РФ 12.01.98г.» Кузов электровоза однокабинный, вагонного типа, предназначен для размещения силового и вспомогательного

электрооборудования, оборудования для обеспечения собственных нужд локомотива, размещения рабочих мест локомотивной бригады, а также для восприятия и передачи нагрузок:

- вертикальной статической от массы внутрикузовного оборудования, запаса песка;
- крышевого и подкузовного оборудования;
- динамических, возникающих при взаимодействии с вагонами поезда и тележками локомотива и ударных воздействий в автосцепку.

Конструкция кузова спроектирована с учетом обеспечения необходимой прочности, жесткости и долговечности конструкции, технологичности при изготовлении, ремонте и эксплуатации электровоза, удобства и безопасности работы локомотивной бригады при управлении и обслуживании электровоза, требований технической эстетики и аэродинамики. Кузов электровоза состоит из остова (боковых стен), крышевой секции, несущей рамы, и кабины управления. Боковые стенки кузова представляют собой решётчатый каркас из прокатных и гнутых профилей, обшитый гофрированным стальным листом толщиной 2,5 мм из стали марки. Крышевая секция состоит из основной части (высотой 935 мм и шириной 3060мм) и трех съемных частей люка.

4.1 Рама кузова

Главная рама электровоза охватывающего типа, состоит из двух боковин, двух буферных брусьев, боковых опор для пружин второй ступени подвешивания и двух балок для передачи силы тяги. Рама кузова имеет комбинированное строение, отличительной особенностью которого является то, что рама содержит силовой пояс, т.е. элемент традиционного строения рам электровозов, а в концевых частях рама усилена хребтовыми балками, т.е. элементами традиционного строения рам тепловозов. Это позволило рационально распределить силовой поток продольной нагрузки и тем самым обеспечить необходимые жесткость и прочность конструкции без значительного увеличения ее массы и с применением традиционных профилей и материалов. Расчетами с использованием подробных трехмерных конечно-

элементных моделей установлено, что конструкция рамы обеспечивает следующие показатели:

- восприятие продольных сил растяжения и сжатия по оси автосцепок до 2,5 МН;
- подъемку за поддомкратные опоры при выкатке тележек;
- диагональную подъемку кузова;- аварийную (после схода электровоза с рельсов) подъемку кузова за автосцепку;
- максимальная стрела прогиба кузова с оборудованием под собственным весом составляет не более 8мм.
- частота первой формы свободных изгибных колебаний кузова в вертикальной плоскости – не менее 8 Гц.

К лобовому листу буферного бруса приварена розетка автосцепки; снизу буферный брус имеет коробчатый проем для поглощающего аппарата автосцепки. К нижнему листу буферного бруса прикрепляют путеочиститель. Буферный брус сварен из листовой стали и усилен накладками. Балки для передачи силы тяги и торможения сварены из стальных листов толщиной 10—12 мм. К средней части балки приварен кронштейн для крепления тяг от тележки. Боковины рамы кузова сварены из полос (900x12 мм), нижнего швеллера высотой 300 мм с осью, расположенной приблизительно по оси автосцепки, и верхнего профиля высотой 170 мм. При этом боковина рамы кузова закрывает верхнюю часть тележки. Несущие элементы кузова изготовлены из низколегированной стали 09 Г2С. Кроме основных элементов, жесткость рамы обеспечивают продольные, поперечные элементы высотой до 170 мм и настил рамы толщиной 6 мм. Над настилом рамы монтируются воздухопроводы, прокладывается монтажный короб для проводов и трубопроводов, постаменты для модулей системы вентиляции ТЭД и пуско-тормозных резисторов, тормозного и вспомогательного компрессоров и другого оборудования, связанные в монтажную раму. Энергопоглощающее устройство представляет собой конструкцию, изготовленную из силового каркаса и

стальных гнутых пластин. Поглощение энергии удара происходит в результате деформации пластин.

4.2 Кабина управления

Кабина управления изготавливается в виде отдельного модуля, который устанавливается на раму кузова и крепится сваркой к раме и прилегающим частям боковых стен кузова. Металлоконструкция кабины состоит из силового каркаса, в передней части которого размещено энергопоглощающее устройство для защиты локомотивной бригады при соударении электровоза с препятствием. Каркас кабины управления состоит из каркасов лобовой части, пола, боковых и поперечной стен и крыши, изготовленных, в основном, из стальных гнутых профилей. Все крупные узлы конструкции собираются на стендах, с соблюдением установленных допусков на размеры, чтобы при окончательной сборке каркаса кабины избежать пригоночных работ. На лобовой части кабины управления расположены подножки и поручни для протирки лобовых стекол и стекла прожектора, установленные по условиям вписывания в габарит подвижного состава по ГОСТ 9238-83 и соответствующие требованиям СН и ЭТ ЦУВСС-6/35. Для защиты лобовых и боковых окон от попадания воды, стекающей с крыши, предусмотрены водоотводящие козырьки. Для доступа локомотивной бригады в кабину управления выполнена дверь в задней стене кабины. Кабина управления электровоза имеет оптимальную форму лобовой части и выполнена с учетом наиболее рациональной компоновки оборудования. Передние окна выполнены из высокопрочного многослойного безопасного стекла с электроподогревом и обеспечивают хороший обзор и необходимую видимость пути следования. Подвижные боковые окна имеют горизонтальное перемещение и специальное кулачковое прижимное устройство, позволяющее обеспечить герметичность кабины при закрытых окнах. Двери кабины и тамбура имеют надежные уплотнения и достаточную толщину для обеспечения хорошей шумоизоляции кабинного пространства от машинного отделения. Конструкция кабины обеспечивает возможность фокусировки светового луча лобовых прожекторов,

а также замену электроламп прожекторов через верхний люк из кабины. Лобовая часть кабины управления оснащена фонарями красного и белого цвета, устройствами обмыва и очистки стекол.

4.3 Автосцепное устройство

Автосцепное устройство располагается в концевых частях рамы кузова и состоит из следующих частей: автосцепки, поглощающего аппарата, тягового хомута, упоров, центрирующего прибора, расцепного привода. Автосцепка служит для сцепления подвижного состава, а так же для передачи тяговых и ударных нагрузок. Поглощающий аппарат смягчает удары и рывки, предохраняет подвижной состав, грузы и пассажиров от вредных динамических воздействий. Тяговый хомут с помощью клина передает поглощающему аппарату тяговое усилие от автосцепки. Упоры передают нагрузку на раму электровоза. Центрирующее прибор возвращает автосцепку после бокового отклонения в центральное осевое положение. Расцепной рычаг служит для расцепа подвижного состава.

4.4 Тормоз ручной стояночный

Тормоз ручной стояночный (рисунок 4.4.1) предназначен для удержания электровоза (без состава) от самопроизвольного движения при истощении автоматического пневматического тормоза, а также при аварийной остановке на перегоне. Тормоз установлен на левой задней стенке кабины машиниста и действует через систему цепей, блоков, рычагов и тормозных колодок на два колеса.

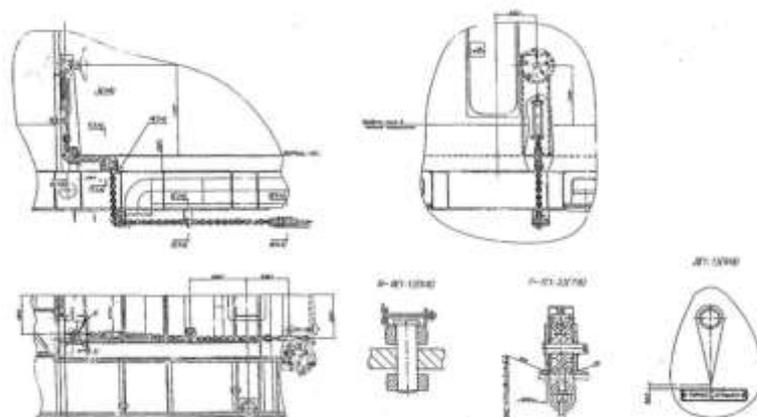


Рисунок 4.4.1 Тормоз ручной стояночный

передней тележки. Тормоз ручной стояночный приводится в действие вращением штурвала редуктора с приложением нормативной нагрузки.

Технические характеристики тормоза ручного стояночного:

- диаметр маховика (штурвала) средний -500 мм;
- передаточное отношение редуктора ручного тормоза – 2;
- количество тормозных колодок, приводимых в действие ручным тормозом - 4;
- сила нажатия одной колодки при силе затяжки 0,345 кН (35 кгс), приложенной к маховику - 305 кН (3100 кгс).

Вращение штурвала по часовой стрелке приводит к затормаживанию, соответственно движение против часовой стрелки – к отпуску тормоза. Нормативный уклон согласно ГОСТ 12.2.056-81 при силе затяжки маховика 0,345 кН (35 кгс) составляет 30 градусов. Ручной тормоз состоит из привода и поддерживаемой роликами круглозвенной цепи, соединенной с одной стороны с гайкой винтовой передачи привода, а с другой – с поперечной балкой рычажной передачи тормоза. Привод ручного тормоза состоит из штурвала (маховика), зубчатой конической пары, винтовой передачи. Тормозное усилие на колодки при торможении ручным тормозом передается через зубчатую пару и винтовую передачу привода, соединенную цепью, проходящей через направляющие ролики с рычажной передачей передней тележки. При этом в зависимости от направления вращения винтовой передачи гайка винтовой передачи поднимается или опускается, вызывая натяжение или ослабление цепи и, соответственно, торможение или отпуск тормоза.

Тесты

по теме: " Механическое оборудование электровоза 2ЭС6"

Выберите правильный ответ:

1. Для чего предназначена механическая часть электровоза 2ЭС6:

- а) механическая часть предназначена для реализации тяговых и тормозных усилий, развиваемых электровозом;
- б) механическая часть предназначена для размещения электрического и пневматического оборудования;
- в) механическая часть предназначена для; обеспечения заданного уровня комфорта, удобных и безопасных условий управления электровозом.
- г) механическая часть предназначена для реализации тяговых и тормозных усилий, развиваемых электровозом, размещения электрического и пневматического оборудования, обеспечения заданного уровня комфорта, удобных и безопасных условий управления электровозом.

2. Из чего состоит механическая (экипажная) часть электровоза 2ЭС6:

- а) механическая (экипажная) часть электровоза состоит из трёх секций соединенных между собой одной автосцепкой. Каждая секция включает в себя две трёхосные тележки и кузов, связанных между собой наклонными тягами, рессорным пружинным подвешиванием типа «флейсикойл», гидродемпферами и ограничителями перемещения кузова.
- б) механическая (экипажная) часть электровоза состоит из четырех секций соединенных между собой автосцепками. Каждая секция включает в себя две одноосные тележки и кузов, связанных между собой наклонными тягами, рессорным пружинным подвешиванием и ограничителями перемещения кузова.
- в) механическая (экипажная) часть электровоза состоит из двух секций

соединенных между собой автосцепкой. Каждая секция включает в себя две двухосные тележки и кузов, связанных между собой наклонными тягами, рессорным пружинным подвешиванием типа «флейсикойл», гидродемпферами и ограничителями перемещения кузова.

г) механическая (экипажная) часть электровоза состоит из четырех секций соединенных между собой автосцепками. Каждая секция включает в себя две трехосные тележки и кузов, связанных между собой прямыми тягами, рессорным пружинным подвешиванием и ограничителями перемещения кузова.

3. Для чего предназначена рама тележки электровоза 2ЭС6.

- а) рама тележки предназначена для передачи на раму кузова тягового усилия;
- б) рама тележки предназначена для передачи боковых, горизонтальных и вертикальных сил от колесных пар при проходе ими неровностей пути;
- в) рама тележки предназначена для передачи и распределения вертикальной нагрузки между отдельными колесными парами, восприятия и передачи на раму кузова тягового усилия, тормозной силы, а также боковых, горизонтальных и вертикальных сил от колесных пар при проходе ими неровностей пути
- г) рама тележки предназначена для передачи и распределения вертикальной нагрузки между отдельными колесными парами;

3. Из каких частей состоит колесная пара электровоза 2ЭС6:

- а) колесная пара электровоза 2ЭС6 состоит из оси, колесных центров и зубчатых колес;
- б) колесная пара электровоза 2ЭС6 состоит из оси, колесных центров;
- в) колесная пара электровоза 2ЭС6 состоит из оси, колесных центров, бандажей, бандажных колец и зубчатых колес;
- г) колесная пара электровоза 2ЭС6 состоит из оси, колесных центров и

зубчатых колес;

4. Для чего предназначена зубчатая передача:

- а) зубчатая передача предназначена для тяговых усилий;
- б) зубчатая передача предназначена для передачи колесным парам усилий вращения;
- в) зубчатая передача предназначена для передачи вращающего момента с вала якоря тягового электродвигателя на колесную пару;
- г) зубчатая передача предназначена для регулировки скорости электровоза.

5. Для чего предназначен кожух зубчатой передачи:

- а) для защиты зубчатой передачи от посторонних предметов;
- б) кожух зубчатой передачи предназначен для защиты зубчатой передачи от внешней среды и является масляной ванной для ее смазывания;
- в) для защиты от внешней среды;
- г) для смазки зубчатой передачи.

6. Для чего служит буксовое рессорное подвешивание:

- а) буксовое рессорное подвешивание служит для смягчения ударов;
- б) буксовое рессорное подвешивание служит для смягчения ударов
- в) буксовое рессорное подвешивание служит для смягчения ударов, передаваемых на надрессорное строение, при прохождении электровоза по неровностям пути, и равномерного распределения нагрузок между колесными парами.
- г) буксовое рессорное подвешивание служит равномерного распределения нагрузок между колесными парами.

7. Какого типа подвешивание тягового электродвигателя на электровозе 2ЭС6:

- а) подвешивание тягового электродвигателя электровоза 2ЭС6 опорно-рамное;
- б) подвешивание тягового электродвигателя электровоза 2ЭС6 смешанное;
- в) подвешивание тягового электродвигателя электровоза 2ЭС6 опорно-осевое;
- г) подвешивание тягового электродвигателя электровоза 2ЭС6 регулировочное.

8. Для чего предназначены гидравлические гасители кузова электровоза:

- а) гидравлические гасители предназначены для гашения галопирующих колебаний кузова электровоза возникающих при движении;
- б) гидравлические гасители предназначены для гашения вертикальных колебаний кузова электровоза возникающих при движении;
- в) гидравлические гасители предназначены для гашения вертикальных, горизонтальных, а так же галопирующих колебаний кузова электровоза возникающих при движении;
- г) гидравлические гасители предназначены для плавности хода электровоза

9. Из каких частей состоит автосцепное устройство электровоза:

- а) автосцепное устройство электровоза состоит из следующих частей: поглощающего аппарата, тягового хомута, упоров, центрирующего прибора;
- б) автосцепное устройство электровоза состоит из следующих частей: автосцепки, поглощающего аппарата расцепного привода;
- в) автосцепное устройство электровоза состоит из следующих частей: автосцепки, поглощающего аппарата, тягового хомута, упоров, центрирующего прибора, расцепного привода;
- г) автосцепное устройство электровоза состоит из следующих частей: автосцепки, поглощающего аппарата, тягового хомута, расцепного привода.

10. Для чего предназначен тормоз ручной стояночный на электровозе:

- а) тормоз ручной предназначен для аварийной остановки на перегоне
- б) тормоз ручной предназначен для стоянки локомотива;
- в) тормоз ручной стояночный предназначен для удержания электровоза (без состава) от самопроизвольного движения при истощении автоматического пневматического тормоза, а также при аварийной остановке на перегоне;
- г) тормоз ручной предназначен для торможения локомотивом.

11. В каком месте установлен ручной тормоз на электровозе 2ЭС6:

- а) ручной тормоз на электровозе 2ЭС6 установлен в кабине управления локомотивом.
- б) ручной тормоз на электровозе 2ЭС6 установлен на пульте

помощника машиниста

- в) ручной тормоз на электровозе 2ЭС6 установлен на левой задней стенке кабины машиниста; и действует через систему цепей, блоков, рычагов и тормозных колодок на два колеса передней тележки
- г) ручной тормоз на электровозе 2ЭС6 установлен на пульте машиниста

12. Из каких частей состоит кузов электровоза:

- а) кузов электровоза состоит из остова, несущей рамы и кабины управления;
- б) кузов электровоза состоит из остова (боковых стен), крышечной секции, несущей рамы, и кабины управления;
- в) кузов электровоза состоит из остова, рамы и кабины управления;
- г) кузов электровоза состоит из рамы и кабины управления.

Добавьте пропущенные слова:

- 13 Для торможения электровоза используется тормозная рычажная передача с применением тормозных колодок, восьмидюймовыми тормозными цилиндрами (на каждое колесо тележки) с автоматическим выхода штока.
- 14 Колесная пара электровоз по рельсам и преобразовывает вращающий момент тягового электродвигателя в поступательное движение электровоза.
- 15 В торцевой части оси колесной пары имеются отверстия под для крепления
- 16 Для улучшения условий нижняя поверхность кожуха выполнена с дополнительным
- 17 Рабочий ход поршня ТЦР –мм, максимальный выход винта регулятора относительно поршня –мм.
- 18 Цилиндр тормозной состоит из,, крышки.
- 19 Крутящий момент от тяговых электродвигателей передается на каждую ось колесной пары через двухстороннюю передачу, образующую зацепление с шестернями посаженными на хвостовики вала якоря тягового электродвигателя.
- 20 Вращение штурвала ручного тормоза по часовой стрелке приводит к, соответственно движение против часовой стрелки – электровоза.

- 21 Рама тележки представляет собой конструкцию коробчатого сечения с концевой частью.
- 22 Тележки электровоза оборудованы индивидуальным для каждого колеса колодочным тормозом с двухсторонним нажатием на колесо чугунных гребневых колодок
- 23 Цилиндры состоят из составных частей: тормозного цилиндра и встроенного в него регулятора действия.
- 24 Гидравлический гаситель колебаний представляет собой поршневой телескопический демпфер действия, развивающий усилие сопротивления только на ходе
- 25 Кузов электровоза состоит из остова (боковых стен), секции, несущей и кабины управления.

Ответы на тесты

по теме: Механическое оборудование электровоза 2ЭС6"

Выберите правильный ответ:

1. г;
2. в;
3. в;
4. в;
5. б;
6. в;
7. в;
8. в;
9. в;
10. в;
11. в;
12. б;

Добавьте пропущенные слова:

13. Для торможения электровоза используется тормозная рычажная передача с применением **чугунных** тормозных колодок, восьмидюймовыми тормозными цилиндрами (на каждое колесо тележки) с автоматическим **регулятором** выхода штока.
14. Колесная пара **направляет** электровоз по рельсам и преобразовывает **вращающий момент** тягового электродвигателя в поступательное движение электровоза.
15. В торцевой части оси имеются отверстия под **болты** для крепления **торцевой шайбы**.
16. Для улучшения условий **смазки** нижняя поверхность кожуха выполнена с дополнительным **резервуаром**
17. Рабочий ход поршня ТЦР – **100**мм, максимальный выход винта регулятора относительно поршня – **200**мм
18. Цилиндр тормозной состоит из **корпуса**, **поршня**, крышки.

19. Крутящий момент от тяговых электродвигателей передается на каждую ось колесной пары через двухстороннюю **косозубую** передачу, образующую **шевронное** зацепление с шестернями посаженными на хвостовики вала якоря тягового электродвигателя.
20. Вращение штурвала ручного тормоза по часовой стрелке приводит к **затормаживанию**, соответственно движение против часовой стрелки – **к отпуску тормоза электровоза**
21. Рама тележки представляет собой **цельносварную** конструкцию коробчатого сечения с **незамкнутой** концевой частью.
22. Тележки электровоза оборудованы индивидуальным для каждого колеса колодочным тормозом с **двухсторонним** нажатием на колесо чугунных **гребневых** колодок.
23. Цилиндры состоят из **двух** составных частей: тормозного цилиндра и встроенного в него регулятора **одностороннего** действия.
24. Гидравлический гаситель колебаний представляет собой поршневой телескопический демпфер **одностороннего** действия, развивающий усилие сопротивления только на ходе **сжатия**.
25. Кузов электровоза состоит из остова (боковых стен), **крышевой** секции, несущей **рамы**, и кабины управления.

Универсальная шкала оценки образовательных достижений

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка уровня подготовки	
	Балл (отметка)	Вербальный аналог
90 – 100	«5»	отлично
81-90	«4»	хорошо
71-80	«3»	удовлетворительно
Менее 70	«2»	неудовлетворительно

Заключение

Методическая разработка оформлена в соответствии с учебной программой по профессии "Машинист локомотива", по видам профессиональной деятельности "Управление, техническое обслуживание и ремонт электровоза под руководством машиниста; обеспечение условий эффективной эксплуатации обслуживаемого подвижного состава". В методической рекомендации рассмотрены общие требования к изучению темы " Механическое оборудование электровоза 2ЭС6". Методическая разработка соответствует требованиям уровня профессиональной деятельности выпускников по профессии 23.01.09 «Машинист локомотива»

Целью данных методических рекомендаций является усвоение учебного материала, а также на их практическое применение на производстве. Считаю, что методическая разработка поможет студентам качественно закрепить учебный материал, сформирует у них систему знаний, полученных в колледже и подготовиться к самостоятельной работе на производстве, а преподавателям более качественно провести уроки по специальной дисциплины.

Используемая литература

1. Троицкая, Н.А. Единая транспортная система: учебник для СПО .А. Троицкая, А.Б. Чубуков. – 5-еизд., стер. – Москва: Академия, 2013. – 200с.
2. Грищенко, А. В. Механическое и тормозное оборудование подвижного состава: учебник для СПО Александр Грищенко, Виктор Стрекопытов. – Москва: Академия, 2011г. – 310с.
3. Ветров, Ю.Н. Конструкция тягового подвижного состава: учебник для техникумов и колледжей ж. д транспорта Ю.Н. Ветров, М.В. Приставко. – Москва: Маршрут, 2008. – 316с.
4. Афонин, Г. С. Устройство и эксплуатация тормозного оборудования подвижного состава: учебник для СПО Г.С. Афонин, В.Н.
5. Потанин, А.А. Управление и техническое обслуживание электровозов постоянного тока: учебное пособие для профессиональной подготовки А. А. Потанин. – Москва: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2008. – 200 с.
6. Тормоза подвижного состава[Иллюстрированное пособие]: в 2т. А.Б. Удальцов и др. – Москва: Желдориздат,2007.
7. Общий курс железных дорог: учебное пособие для СПО Ю.И. Ефименко и др.; под ред. Ю.И. Ефименко. – 2-еизд., стер. – Москва: Академия, 2011. – 256с

2. Интернет ресурсы

1. Информационный портал для инженеров по охране труда [Электронный ресурс] // <http://www.ohranatruda.ru>
2. Устройство и принцип действия автоматических тормозов подвижного состава. М.: ГОУ «УМЦ ЖДТ», 2007. Средства массовой информации
3. «Транспорт России» – еженедельная газета. Форма доступа: www.transportrussia.ru
4. «Железнодорожный транспорт» – журнал. Форма доступа: www.zdtmagazine.ru
5. «Локомотив-информ» – журнал. Форма доступа: railwaypublish.com