



JOINT STOCK COMPANY "RUSSIAN RAILWAYS"  
NORTH CAUCASUS RAILWAY  
a JSC "RUSSIAN RAILWAYS" REGIONAL BRANCH  
4, Teatralnaya square, Rostov-na-Donu, 344019, Russia  
Tel: +7 (863) 259-5009, факс: +7 (863) 259-4848, e-mail: npskav@kttk.ru, www.skzd.rzd.ru

30.12.2015г.

№ Л334/ПКБ ЦТ

Г-ну Геннадию Боярских  
Акционерное общество «Электровозостроитель»  
Генеральный директор

Уважаемый господин Боярских,

ПКБ ЦТ ОАО «РЖД» провело экспертизу технического задания ТА 3063 ТТ  
«Электровоз грузовой постоянного тока 8Е1А с асинхронными тяговыми  
электродвигателями».

По результатам экспертизы сообщаем, что техническое задание соответствует  
техническим требованиям, разработанным ПКБ ЦТ филиалом ОАО «РЖД» и  
утвержденным 16.11.2015 г.

С уважением,

Ю.И.Попов

Директор

«УТВЕРЖДАЮ»

Генеральный директор

А.О. «Электровозостроитель»

Г.С. Боярских

2015 г.



Электровоз грузовой  
постоянного тока 8Е1А  
с асинхронными тяговыми  
электродвигателями

Техническое задание

ТА 3063 ТТ

«СОГЛАСОВАНО»  
Технический директор  
«ŠKODA ELECTRIC a.s.»  
П. Гаман  
«12» 11 2015 г..

«СОГЛАСОВАНО»  
Генеральный конструктор  
А.О. «Электровозостроитель»  
Н.Г. Манджавидзе  
«12» 11 2015 г.

SKODA

Škoda ELECTRIC a.s.  
Třída 1/57 762 28 Plzeň  
Česká republika  
IČ: 47710678 PH: EE47710678

Тбилиси 2015г.

## Содержание

1 ОСНОВАНИЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ .....	3
2 ИСПОЛНИТЕЛИ .....	3
3 ЦЕЛЬ РАЗРАБОТКИ .....	3
4 ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ .....	3
5 ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ .....	10
6 ТРЕБОВАНИЯ СОВМЕСТИМОСТИ С ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРОЙ .....	12
7 ТРЕБОВАНИЯ К МЕХАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ .....	15
8 ТРЕБОВАНИЯ К ТОРМОЗНОМУ ОБОРУДОВАНИЮ .....	24
9 ТРЕБОВАНИЯ К ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЮ .....	27
10 ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОВОЗОМ .....	43
11 ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ СВЯЗИ .....	58
12 ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ ВЕНТИЛЯЦИИ .....	60
13 ТРЕБОВАНИЯ К ВНУТРЕННЕМУ И ВНЕШНЕМУ ОБОРУДОВАНИЮ .....	60
14 ТРЕБОВАНИЯ ПО БЕЗОПАСНОСТИ, ОХРАНЕ ЗДОРОВЬЯ, ТРУДА И ЭКОЛОГИИ .....	68
15 ТРЕБОВАНИЯ ПО НАДЕЖНОСТИ И ГОТОВНОСТИ .....	74
16 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ И ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ .....	78
17 ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ .....	79
18 СТАДИИ И ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ, ПОРЯДОК ПРИЕМКИ .....	80
Приложение.	
Перечень стандартов, правил, инструкций и положений, применяемых при проектировании и изготовлении электровозов, действующих на момент утверждения настоящих требований .....	82

## **1 ОСНОВАНИЕ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ.**

Программа АО «Грузинская железная дорога» обновление локомотивного парка.

## **2 ИСПОЛНИТЕЛИ:**

АО «Электровозостроитель», г. Тбилиси, Грузия.

АО «Шкода Электрик», г. Плзен, Чехия.

## **3 ЦЕЛЬ РАЗРАБОТКИ.**

Создание и освоение производства магистрального грузового электровоза постоянного тока нового поколения.

По сравнению с эксплуатирующими в настоящее время грузовыми электровозами постоянного тока новый электровоз должен обеспечить следующие технико-экономические преимущества: повышение безопасности движения и снизить стоимость жизненного цикла на 20-30%.

## **4 ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ**

### **4.1. Общие требования**

**4.1.1.** Электровоз должен изготавливаться по технической документации, оформленной, согласованной и утвержденной в установленном порядке, и соответствовать требованиям нормативных документов, приведенных в приложении.

**4.1.2.** Электровоз должен быть двухсекционным восьмиосным двухкабинным с четырьмя тележками с осевой формулой  $2x(2o - 2o)$ . Все оси электровоза должны быть обмоторенными с опорно-осевой подвеской тяговых двигателей и моторно-осевыми подшипниками качения. Допускается применение тягового привода 2 класса - с опорно-осевым тяговым редуктором.

**4.1.3.** Электровоз должен быть оборудован системами рекуперативного и реостатного торможения.

**4.1.4.** Должна быть предусмотрена возможность сцепления, соединения по цепям управления двух электровозов и синхронного управления ими из любой кабины машиниста. Все технические параметры и характеристики в настоящих требованиях приведены для одиночного 8-осного электровоза, если не оговорена работа двух 8-осных электровозов или трех 4-осных секций по системе многих единиц (СМЕ).

**4.1.5.** Должна быть разработана такая компоновка оборудования в кузове электровоза, чтобы обеспечивался центральный проход между кабинами.

**4.1.6.** Длина электровоза по осям автосцепок должна быть не более

35,1м.

**4.1.7.** Конструкционная скорость электровоза должна быть не менее 120 км/ч. Конструкция электровоза должна предусматривать возможность движения в одиночном следовании при испытаниях на неизношенных колесах со скоростью на 10 % превышающей конструкционную. В эксплуатации максимальная скорость движения 120 км/ч.

**4.1.8.** Служебная масса электровоза с запасом песка 0,67 от полной загрузки должна составлять не менее 184 и не более 200 т. Номинальная статическая нагрузка от оси колесной пары на рельс полностью экипированного электровоза должна составлять не менее 226 кН и не более 245 кН.

**4.1.9.** Электровоз и его оборудование должны изготавливаться в климатическом исполнении У (умеренный климат), категории размещения 1, 2, 3 по ГОСТ 15150. При этом:

■ электровоз и оборудование, устанавливаемое вне кузова, должны быть исполнения У1, при этом диапазон рабочих температур наружного воздуха должен быть от минус 40 °C до плюс 50 °C;

■ оборудование, устанавливаемое в кузове, должно быть исполнения У2, при этом рабочее верхнее значение температуры окружающего воздуха плюс 60 °C;

■ оборудование, устанавливаемое в кабине, должно быть исполнения У3, при этом рабочее верхнее значение температуры окружающего воздуха плюс 60 °C;

■ верхнее значение относительной влажности воздуха при 27 °C должно быть 90%.

■ максимальная высота над уровнем моря – 1300 м.  
Оборудование исполнения У1, У2 должно допускать возможность выпадения инея с последующим оттаиванием.

**4.1.10.** Оборудование электровоза должно быть рассчитано для работы в условиях эксплуатации при воздействии механических факторов внешней среды в части вибрационных и ударных нагрузок, оговоренных группами М25, М26, М27 ГОСТ 17516.1 или EN 61373.

**4.1.11.** Все металлические части электровоза, кроме внутренних полостей замкнутых сварных конструкций и резервуаров, внутренних поверхностей труб, внутренних полостей пневматических аппаратов, поверхностей трения, поверхностей лент резисторов, держателей, неразъемно-соединенных с лентой и оговоренных ГОСТ 9219, должны быть

защищены от коррозии лакокрасочными, полимерными или металлическими анткоррозийными покрытиями. Внутренняя поверхность труб пневматических систем должна подвергаться химической очистке методом травления с последующим пассивированием. Все деревянные детали должны быть пропитаны антисептиками и антипаренами.

**4.1.12.** Окраска электровоза должна быть выполнена в соответствии с ГОСТ 22896. Цветовое оформление должно соответствовать ГОСТ 12.2.056 с дополнением по "Альбому цветных эталонов и эмалей для наружного и внутреннего оформления локомотивов" (1985 г.) и должна быть согласована с Заказчиком.

**4.1.13.** Конструкция электровоза должна предусматривать возможность его обслуживания без помощника машиниста в соответствии с требованиями ГОСТ 12.2.056 и ЦРБ-756.

**4.1.14.** Основные технические параметры электровоза и секций электровозов должны соответствовать указанным в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Основные технические параметры электровоза

Наименование параметров	Значение
1	2
Номинальное напряжение на токоприемнике, кВ постоянного тока	3,0
Номинальная ширина колеи, мм	1520
Осьевая формула	2x(2o - 2o)
Номинальная статическая нагрузка от колесной пары на рельсы, не более, кН (тс)	226-245 (23-25)
Масса служебная с 0,7 запаса песка, т	2x100
Скорость в продолжительном режиме, км/ч, в при диаметре колес по кругу катания 1205 мм	47,5
Разность поколесной нагрузки (для одной оси), %, не более	4
(для одной тележки), %, не более	3
(по сторонам секции локомотива) %, не более	3
Номинальный диаметр бандажа колесной пары по кругу катания, мм	1250
Высота оси автосцепки от головки рельса при новых бандажах, мм	1040 – 1080
Минимальный радиус проходимых кривых на тракционных путях при скорости до 10 км/ч, м	125
Конструкционная (максимальная в эксплуатации) скорость, км/ч	120

Продолжение таблицы 4.1

1	2
Конструкционная скорость по ходовой части, км/ч	132
Мощность продолжительного режима на валах тяговых двигателей, кВт	2x(4200)
Высота от головки рельса до рабочей поверхности полоза токоприемника, не более: - в опущенном положении, мм, - в рабочем положении, мм	5100 5500 – 7000
Сила тяги продолжительного режима при скорости 47,5 км/ч, кН	603
Тип тягового привода	асинхронный
Коэффициент полезного действия в продолжительном режиме, %, не менее	86**
Максимальная сила тяги при трогании, кН, не менее	2x376*
Ток часового режима на один токоприемник, А, не более	3200
Максимальная (с учетом вспомогательных нагрузок) мощность кВт, не более	9200
Мощность электрического тормоза на валах тяговых двигателей: - рекуперативного, кВт - реостатного, кВт	8400 5600

Примечание к таблице 3.1.

\* максимальное значение силы тяги и мощности электровоза на ободе колеса, может быть реализовано при выполнении следующих условий:

- бесстыковой путь с железобетонными шпалами на щебеночном балласте, при наличии новых рельсов типа «Р65» и шириной колей между внутренними гранями головок рельсов  $1520 \pm 2$  мм, нулевой план и профиль пути в сухую погоду и наружной температуре  $20^{\circ}\text{C}$ , с подачей песка под колесные пары не имеющих износа;

- номинальное напряжение на токоприемнике 3,0 кВ.

\*\* величина коэффициента полезного действия электровоза (КПД) в продолжительном режиме указана с учетом следующих условий:

- при напряжении в контактной сети не менее 3,0 кВ;
- компрессоры отключены;
- все приборы, обеспечивающие комфортные условия труда локомотивной бригады, отключены;
- температура окружающего воздуха плюс  $20^{\circ}\text{C}$ ;

- системы охлаждения тяговых преобразователей, тяговых двигателей, сетевых реакторов и другого силового оборудования работают с производительностью, необходимой для поддержания температурного режима оборудования в пределах норм, установленных технической документацией;

- диаметр колесных пар по кругу катания 1250 мм (новые);

- скорость 80 км/ч;

- тормозные резисторы и их вентиляторы выключены.

**4.1.15.** Электровоз должен удовлетворять Требованиям по сертификации НБ ЖТ ЦТ 04.

**4.1.16.** Указанные в таблице 4.1 значения силы тяги электровоза должны реализовываться при диаметре среднеизношенных колес по кругу катания от 1250 до 1210 мм при номинальном напряжении на токоприемнике.

**4.1.17.** Максимальная тормозная сила при рекуперативном и реостатном торможении одиночным электровозом, или двумя управляемыми синхронно электровозами не должна превышать 500 кН по условиям выдавливания в соответствии с НБ ЖТ ЦТ 04.

**4.1.18.** Необходимая продолжительность времени реализации максимальной силы тяги соответствует времени нагревания тяговых двигателей из полностью остывшего состояния до предельно допустимой величины превышения температуры обмоток. Тепловые свойства всего остального оборудования электровоза должны удовлетворять этому условию.

**4.1.19.** Указанные мощность и скорость электровоза должны сохраняться при уменьшении напряжения на токоприемнике до 2,7 кВ. При уменьшении напряжения на токоприемнике ниже указанных значений мощность электровоза уменьшается.

**4.1.20.** Максимальная скорость в эксплуатации должна обеспечиваться при полностью изношенных бандажах колесных пар при минимальном напряжении на токоприемнике.

**4.1.21.** Продолжительная (часовая) мощность тяговых двигателей электровозов уточняется по результатам технико-экономических исследований для конкретных полигонов эксплуатации локомотивов с целью повышения их энергетической эффективности. Также возможно уточнение передаточного отношения тягового редуктора для электровозов, рассчитанных на эксплуатацию на участках с преобладающим горным или равнинным профилем пути.

**4.1.22.** Электровоз предназначен для эксплуатации с локомотивной бригадой, состоящей из машиниста и помощника машиниста. Должна быть предусмотрена возможность эксплуатации одним машинистом. При этом должны выполняться соответствующие требования ГОСТ 12.2.56 и ЦРБ-756.

#### **4.2. Техническая готовность и стоимость жизненного цикла**

**4.2.1.** Электровоз должен иметь высокий уровень надежности и технической готовности, которые определяют показатели стоимости жизненного цикла и влияют на надежность функционирования транспортной системы Заказчика.

**4.2.2.** Электровоз должен обеспечить заданные настоящим Техническим заданием высокие технико-экономические показатели на полигонах эксплуатации Заказчика. Следующие характеристики являются приоритетными для Заказчика:

- минимальные расходы в течение жизненного цикла (на техническое обслуживание, плановый и неплановый ремонт, электроэнергию, эксплуатационный и ремонтный персонал);
- Сбалансированное применение простых, проверенных в эксплуатации конструкции и новых технологий;
- высокий уровень безопасности;
- высокий уровень надежности оборудования;
- минимальные потребности в техническом обслуживании и высокая ремонтопригодность;
- приспособленность оборудования к эксплуатации и техническому обслуживанию в зимних условиях;
- минимальное воздействие на окружающую среду;
- хорошие условия работы для локомотивной бригады, эксплуатационного и ремонтного персонала.

**4.2.3.** Электровоз должен сохранять свои характеристики в течение периода эксплуатации.

**4.2.4.** Изготовитель совместно с Разработчиком должны обеспечить выполнение показателей технической готовности и стоимости жизненного цикла, поэтому при реализации проекта должна применяться стратегия работы во всех сферах деятельности, целью которой является последовательное приближение конструкции электровоза для обеспечения заданных показателей.

**4.2.5.** Технико-экономические показатели электровоза должны обосновываться расчетами. Вся деятельность в рамках выполнения показателей готовности и стоимости жизненного цикла должна документироваться.

**4.2.6.** Результаты расчетов должны подтверждать заданные параметры технической готовности электровоза и эффективность эксплуатируемых Заказчиком электровозов..

**4.2.7.** Выбор базового электровоза (заменяемая серия) при проведении технико-экономических расчетов, согласовывается с Заказчиком.

**4.2.8.** На электровозе должна быть предусмотрена бортовая диагностическая система, позволяющая совместно со стационарным диагностическим оборудованием, а также комплектом эксплуатационной документации обеспечить требуемый уровень технической готовности.

#### **4.3. Основные расчётные параметры.**

**4.3.1.** Параметры режима движения должны определяться на бесстыковом пути электровозов в двухсекционном, четырехсекционном и шестисекционном вариантах при расчетных подъемах 29, 24, 18% и расчетных скоростях 25, 50 км/ч.

**4.3.2.** Тяговые расчеты проводятся в соответствии с "Правилами тяговых расчетов для поездной работы".

**4.3.3.** При проведении расчетов коэффициент тяги (отношение силы тяги или электрического торможения к статической нагрузке на ось) не должен превышать расчетного коэффициента сцепления. Расчетный коэффициент сцепления для тягового режима рекомендуется определять по формуле:

$$\psi_k = 0,316 + \frac{4,6}{50 + 6v} - 0,0006v$$

Для режима электрического торможения расчётный коэффициент сцепления принимается 0,8 от расчётного коэффициента сцепления тягового режима.

Разработчик может предусмотреть в конструкции электровоза более высокий расчетный коэффициент сцепления, если это не приведет к удорожанию электровоза. Однако нормативные тяговые и тормозные показатели при проведении испытаний должны быть определены при указанных расчетных коэффициентах сцепления.

**4.3.4.** Расчетное напряжение на токоприемнике электровоза в режиме тяги принимать равным 3000 В, в режиме рекуперативного торможения – 3300В.

**4.3.5.** Расчеты проводятся для среднеизношенных колес со средним диаметром по кругу катания 1210 мм. В расчете следует учесть наличие среднеэксплуатационной разницы диаметров колесных пар.

**4.3.6.** «ШКОДА Электрик» должен представить расчетные характеристики электровоза (при номинальном и минимальном напряжениях на токоприемнике), приведенные к ободу колес как новых, так и среднеизношенных:

- тяговые характеристики с указанием точек для продолжительного, расчетного режимов;
- тормозные характеристики для рекуперативного и реостатного торможения;
- характеристики сопротивления движению на прямом горизонтальном пути.

#### **4.4. Общие требования к конструкции**

**4.4.1.** Электровоз должен иметь Сертификат соответствия и санитарно-эпидемиологическое заключение. Сертификат соответствия установленным единым нормам безопасности, должен быть выдан органом, внесенным в Реестр признанных Советом по железнодорожному транспорту государств участников Содружества организаций, аккредитованных на право проведения работ по оценке соответствия железнодорожной продукции.

**4.4.2.** Электровоз должен быть сконструирован для обеспечения возможности эксплуатации со среднесуточным пробегом до 900 км при длине участка обращения 2000-2500 км и длине участка работы локомотивной бригады до 400 км.

### **5. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ**

#### **5.1. Эксплуатационные режимы работы**

**5.1.1.** В эксплуатационной и ремонтной документации должно быть представлено описание всех функциональных состояний электровоза, возможных функциональных состояний оборудования и систем, а также процедур перехода из одного функционального состояния в другое, включая описание необходимых действий персонала (локомотивной бригады, ремонтного, обслуживающего, локомотивной бригады вспомогательного локомотива).

**5.1.2.** Все необходимые действия машиниста и автоматические проверки работоспособности оборудования и приборов, обеспечивающих безопасность движения, для одного электровоза или двух соединенных электровозов должны осуществляться из одной (любой) кабины машиниста. Необходимая информация о ходе проверок должна предоставляться машинисту.

В качестве опции при автоматической проверке работоспособности оборудования и приборов, обеспечивающих безопасность движения электровозов, должна быть обеспечена регистрация информации о прохождении электровозом технических обслуживаний и текущих ремонтов в предварительно установленные плановые сроки.

**5.1.3.** Опционально должна быть предусмотрена возможность автоматического управления движением поезда. В автоматическом режиме движение должно осуществляться по энергооптимальной траектории. Машинисту должна быть предоставлена возможность в любой момент перейти на ручное управление поездом.

**5.1.4.** В системе управления электровозом должен быть предусмотрен маневровый режим работы, ограничивающий скорость движения до 3 км/ч при подходе электровоза к вагонам для исключения аварийных соударений.

**5.1.5.** При проведении технического обслуживания и ремонта ремонтному персоналу должна быть предоставлена возможность одновременного проведения плановых работ, проверок и настройки оборудования. Для доступа к архиву диагностических сообщений на электровозе должна быть обеспечена возможность включения системы управления, просмотра архива в кабине машиниста или посредством дополнительного технологического оборудования.

**5.1.6.** Длительный отстой в рабочем состоянии осуществляется на открытом воздухе на специально выделенных для этого деповских путях при отсутствии персонала в электровозе. При длительном отстое на открытом воздухе при отрицательных температурах наружного воздуха допускается применение дежурного подогрева оборудования.

**5.1.7.** Питание цепей дежурного подогрева может осуществляться как от контактной сети, так и от внешнего источника трехфазного напряжения 380 В.

**5.1.8.** Оборудование электровоза должно быть скомпоновано таким образом, чтобы обеспечить возможность его частичного отключения при сохранении работоспособности электровоза в целом с возможными функциональными ограничениями. Все необходимые переключения в электрических схемах должны по возможности осуществляться из кабины машиниста без остановки поезда.

**5.1.9.** Машинисту должна предоставляться информация о характере неисправности с рекомендациями по порядку действий и о накладываемых эксплуатационных и функциональных ограничениях.

**5.1.10.** Система управления должна осуществлять постоянный мониторинг работоспособности оборудования электровоза и препятствовать появлению опасных ситуаций (возможный перегрев оборудования, некорректные переключения, отключение приборов безопасности и проч.).

**5.1.11.** При отключении напряжения в контактной сети должна быть обеспечена возможность поддержания в работоспособном состоянии (от аккумуляторной батареи) оборудования обеспечения безопасности, жизнедеятельности локомотивной бригады (внутреннее освещение, звуковые

сигналы, габаритные сигналы, поездная радиостанция, туалет, стояночный тормоз) в течение не менее 1 часа. При восстановлении напряжения в контактной сети должна быть обеспечена возможность запуска электровоза и продолжение движения без помощи вспомогательного локомотива.

**5.1.12.** При сходе колесных пар с рельсов или при возникновении на колесных парах ползунов глубиной более 2 мм должна быть предусмотрена возможность частичного подъема электровоза с помощью кранов или домкратов за специальные места, а также его транспортировки при заклиненной колесной паре при помощи транспортировочной тележки.

**5.1.13.** Буксировка неисправного электровоза должна быть возможна без проведения каких либо подготовительных работ (например, отключен тяговых двигателей, подвязывания токоприемников, закрытия воздухозаборников и др.) до депо приписки на расстояние не менее 1000 км с максимальной скоростью не менее 90 км/ч.

**5.1.14.** В эксплуатационной документации должны быть приведены требования и ограничения по обеспечению хранения и длительного отстоя с указанием требуемых для этих целей дополнительных приспособлений, порядка консервации и расконсервации оборудования электровоза.

## **6. ТРЕБОВАНИЯ СОВМЕСТИМОСТИ С ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРОЙ.**

### **6.1. Общие требования**

**6.1.1.** Технические решения и конструкция электровоза должны минимизировать риск возникновения опасных ситуаций. Электровоз должен быть безопасным во всех описанных условиях эксплуатации при соблюдении установленной технологии технического обслуживания и ремонта.

**6.1.2.** Возникающие неисправности на электровозе не должны приводить к нарушению условия совместимости с инфраструктурой и к возникновению опасных ситуаций.

### **6.2. Путевая инфраструктура**

**6.2.1.** Электровоз должен быть спроектирован для эксплуатации на участках с верхним строением пути из рельсов Р65 (ГОСТ 8161-75) и щебеночным балластом (ГОСТ 7392-85) со скоростями движения:

**6.2.1.1.** В прямых участках – 120 км/ч;

**6.2.1.2.** В кривых с радиусами, в которых при скорости 120 км/ч не

превышается непогашенное ускорение  $0,7 \text{ м/с}^2$  – 120 км/ч;

**6.2.1.3.** В кривых с радиусами, при которых максимальная скорость ограничивается непогашенным ускорением при максимальном возвышении наружного рельса 150 мм – со скоростями, соответствующими непогашенному ускорению  $0,7 \text{ м/с}^2$ ;

**6.2.1.4.** В стрелочных переводах типа Р65 марки 1/11 на боковой путь – 40 км/ч.

**6.2.2.** На других конструкциях пути и стрелочных переводов допускаемые скорости электровоза устанавливаются расчётами с использованием результатов испытаний.

**6.2.3.** Ресурс бандажа определяется по итогам подконтрольной эксплуатации в зависимости от участка обращения локомотивов.

### **6.3. Габарит подвижного состава**

**6.3.1.** Наружные размеры электровоза должны соответствовать требованиям габарита 1-Т ГОСТ 9238 с нижним очертанием по чертежу 11б.

### **6.4. Аэродинамика**

**6.4.1.** Для снижения аэродинамического воздействия на объекты инфраструктуры и подвижной состав, находящиеся в непосредственной близости к проходящему мимо них электровозу, рекомендуется выполнить лобовую часть кабины машиниста обтекаемой формы, не увеличивая при этом длину локомотива.

**6.4.2.** Уплотненный и ровный слой щебня в междушпальном пространстве, не превышающий верхней постели шпал, не должен выдуваться и подниматься вверх воздушным потоком, создаваемым электровозом,двигающимся со скоростью, превышающей конструкционную на 10%.

### **6.5. Система электроснабжения**

**6.5.1.** Электровоз предназначен для работы в системе тягового электроснабжения постоянного тока с напряжением в контактном проводе 2.2-4.0 кВ, использующей рельсы в качестве проводника обратного тягового тока.

**6.5.2.** На участках обращения электровозов применяется рекуперативное торможение, приём энергии рекуперации ограничен максимальным уровнем напряжения на токоприёмнике 3850-4000 В.

**6.5.3.** Эксплуатация электровоза во всех режимах кроме специально оговоренных случаев должна осуществляться с двумя токоприемниками, по

одной на каждой секции.

**6.5.4.** Максимальный потребляемый ток одного электровоза в часовом режиме не должен превышать 3200 А.

**6.5.5.** Должна быть обеспечена работоспособность электровоза в вынужденных режимах работы системы электроснабжения.

Вынужденный режим работы системы тягового электроснабжения возникает, когда временно (в том числе внезапно) отключаются какие-либо элементы системы электроснабжения: одна или несколько питающих тяговую подстанцию линий электропередач, тяговая подстанция, линейные устройства, отдельные участки тяговой сети.

В вынужденном режиме возможно временное ограничение размеров и скорости движения поездов, изменение основных показателей, характеризующих работу системы тягового электроснабжения (электрических нагрузок, потерю мощности, напряжения, и т.д.), превышение соответствующих значений для нормального режима, но не выходящих за предельно допускаемые. При работе электровоза в вынужденном режиме системы электроснабжения допускается снижение тяговой мощности.

**6.5.6.** Допускается скачкообразное увеличение или уменьшение питающего напряжения на токоприемнике электровоза между максимальным и минимальным длительными за время 0,02 с.

**6.5.7.** На токоприемнике допускаются внешние однократные коммутационные перенапряжения амплитудой до 10 кВ и длительностью до 8 мс, определяющиеся характеристиками ограничителей перенапряжений в устройствах электроснабжения.

**6.5.8.** На токоприемнике допускается внешние однократные грозовые перенапряжения с амплитудой до 35 кВ, определяющейся импульсной прочностью изоляции контактной сети, а также однократные грозовые перенапряжения, которые ограничиваются характеристиками ограничителей перенапряжений на уровне, указанном в п. 6.5.7.

**6.5.9.** Узлы и детали электровоза должны не допускать разрушения при коротких замыканиях в контактной сети или в соответствующих высоковольтных цепях подвижного состава с установившимся током до 30 кА длительность до 0,1 с.

**6.5.10.** При прекращении подачи напряжения от тяговой подстанции на электровозе должно происходить автоматическое отключение быстродействующего выключателя за время не более 3 с.

**6.5.11.** Включение быстродействующего выключателя электровоза, оборудованного входными фильтрами, в нормальном режиме не должно приводить к возникновению неконтролируемых переходных процессов и, как

следствие, к отключению выключателей или электронных токовых защит тяговой подстанции.

**6.5.12.** Электровоз не должен оказывать недопустимого динамического воздействия на типовые контактные подвески, используемые на полигоне железных дорог Заказчика для скоростей движения до 120 км/ч.

**6.5.13.** В нормальных условиях (при отсутствии осадков и гололедо-изморозевых отложений) при движении электровоза с конструкционной скоростью и максимальным потребляемым током длительность искрения в точке контакта токосъемных элементов и контактного провода не должна превышать 3% от продолжительности времени измерения.

## **6.6. Системы обеспечения безопасности движения**

**6.6.1.** Электровоз должен быть оборудован безопасным локомотивным объединённым комплексом (БЛОК) в состав которого должны входить:

- АЛСН;
- система автоматизированного управления тормозами (САУТ);
- телемеханическая система контроля бдительности машиниста (ТСКБМ);

**6.6.2.** Должна быть обеспечена функция сохранения параметров движения на электронный носитель информации.

**6.6.3.** Позиционирование электровоза должно осуществляться по системе GPS.

# **7. ТРЕБОВАНИЯ К МЕХАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ**

## **7.1. Общие требования**

**7.1.1.** Механическая часть электровоза состоит из:

- двух секций кузова;
- четырех двухосных тележек;
- рессорного подвешивания;
- узлов соединений;
- тягового привода;
- тягового редуктора;
- ударно-тяговых приборов.

**7.1.2.** Механическая часть электровоза должна обеспечивать эксплуатацию как на стыковом, так и бесстыковом температурно-напряженном пути, имеющем следующую характеристику:

■ тип рельсов	P65;
■ Балласт	щебеночный;
■ число шпал на 1 км пути	1840;
■ минимальный радиус кривых, проходимых одной секцией, м	125;

■ состояние пути не ниже оценки “удовлетворительно” по нормам “Технических указаний по расшифровке записей путеизмерительных вагонов, оценке отступлений от норм содержания рельсовой колеи железнодорожного пути, мерам по обеспечению безопасности движения поездов при их обнаружении”.

Допускается эксплуатация на пути с худшей характеристикой с соответствующим ограничением скорости. При этом допустимая скорость движения на пути с рельсами Р50 должна быть не более 70 км/ч, по стрелочным переводам рельсов Р50 марки 1/11 на боковой путь – не более 25 км/ч.

Механическая часть и электровоз в целом также должны быть рассчитаны на эксплуатацию на пути, отвечающем требованиям инструкции ЦП-774 с отступлениями от норм содержания рельсовой колеи не ниже третьей степени.

**7.1.3.** Электровоз не должен вызывать недопустимых напряжений в элементах пути с характеристиками по п.6.2 или нарушений его устойчивости во время движения с конструкционной скоростью на прямых участках пути и с максимальными установленными скоростями (по непогашенному ускорению  $0,7 \text{ м/с}^2$ ) в кривых участках пути радиусом 500 м и более, а также при движении на боковой путь по стрелочным переводам Р65 1/11 со скоростью до 40 км/ч; по стрелочным переводам Р50 марки 1/11 не более 25км/ч. При этом во всех режимах рамная сила не должна превышать 40% от осевой нагрузки.

**7.1.4.** Узлы механической части должны отвечать условиям достаточной усталостной и статической прочности и устойчивости при наиболее невыгодном сочетании действующих сил:

- от статической весовой нагрузки;
- возникающих при движении в прямых и при прохождении кривых участков пути различных радиусов с критическими скоростями и при давлении ветра на боковые стенки кузова  $490 \text{ Па}$  ( $50 \text{ кгс/м}^2$ );
- сжатия и растяжения усилием 2500 кН, приложенных вдоль продольной оси кузова к автосцепке;
- возникающих при подъеме кузова с полным комплектом

оборудования при помощи четырех домкратов или подъемного крана;

- возникающих при опускании колесной пары;
- возникающих при подъеме кузова за один конец;
- возникающих при подъеме тележки, сошедшей с рельсов.

**7.1.5.** Передача силы тяги и торможения от тележек к кузову должна осуществляться наклонными тягами.

**7.1.6.** Электровоз должен быть оборудован автосцепкой, унифицированной с автосцепкой грузовых вагонов, с поглощающим аппаратом повышенной энергоёмкости, расположенным на раме кузова. Подвеска корпуса автосцепки должна быть упругой. Конструкция рамы кузова должна обеспечивать замену автосцепки и поглощающего аппарата без выкатки тележки.

**7.1.7.** Сцепное устройство должно быть рассчитано на усилие сжатия 2500 кН и растяжения – 1500 кН.

**7.1.8.** Расцепление автосцепок должно обеспечиваться одним человеком без захода между двумя электровозами или между локомотивом и вагоном.

**7.1.9.** Должна быть предусмотрена подача песка под каждую тележку. Форсунки песочниц должны располагаться в кузове или снаружи под кузовом электровоза. Конструкция форсунок песочниц должна обеспечивать регулировку в пределах 0,8 – 1,2 кг/мин. и исключать возможность попадания воды, а также предусматривать возможность опорожнения бункеров песочниц. Подсыпка песка должна осуществляться через гибкие рукава. Застой песка в рукавах и утечка песка из песочниц не допускается. Суммарный объем песочниц должен быть не менее 1 м<sup>2</sup> на электровоз.

**7.1.10.** Ответственные детали и узлы должны подвергаться неразрушающему контролю магнитной или ультразвуковой дефектоскопии в соответствии с ГОСТ 14782 и ГОСТ 21105 в объеме, указанном в чертежах.

**7.1.11.** Детали, которые при неисправности могут упасть на путь и повлиять на безопасность движения, должны иметь предохранительные устройства, рассчитанные на максимальную нагрузку, но не менее чем на двукратный вес предохраняемого элемента.

**7.1.12.** На электровозе должны быть предусмотрены места для хранения двух накаточных и двадцатичетырех тормозных башмаков.

**7.1.13.** Конструкция механической части должна обеспечивать проход в сцепе двух электровозов в S-образной кривой радиусом 170м без прямой вставки.

**7.1.14.** Запас прочности по отношению к пределу текучести от статических нагрузок и одиночных ударов в автосцепку должен быть в её

согласованным чертежам, ГОСТ 11018, с контролем запрессовки оси по согласованным образцам запрессовочных диаграмм.

**7.4.2.** Основные параметры колесной пары:

- |   |         |
|---|---------|
| ■ Номинальная толщина бандажа                       | 90 мм;  |
| (Номинальный диаметр колеса 1250 мм);               |         |
| ■ Минимальная толщина бандажа в эксплуатации        | 45 мм;  |
| (минимальный диаметр колеса в эксплуатации 1160 мм) |         |
| ■ Номинальное расстояние между внутренними          |         |
| гранями бандажа                                     | 1440 мм |

**7.4.3.** На новом электровозе разница в диаметрах по кругу катания колес электровоза не должна превышать 0,5 мм. В условиях эксплуатации допускается разница в диаметрах колес электровоза не более 10 мм, при этом разница в диаметрах колес колесных пар одной тележки – не более 6,5 мм.

**7.4.4.** Колесные пары должны иметь токосъемные устройства на торце оси.

**7.4.5.** Буксы с подшипниками должны передавать продольные и поперечные усилия на раму тележки через безизносные упругие связи. Конструкция их определяется при проектировании. Расчетная долговечность буксовых подшипников должна быть не менее 3 млн. км пробега.

**7.4.6.** Для распрессовки колёс должны быть предусмотрены каналы для маслосъёма.

**7.4.7.** Колесные пары с неподвижно закрепленным зубчатым колесом должны подвергаться динамической балансировке ГОСТ 11018.

**7.4.8.** Ось колесной пары должна быть подвергнута ультразвуковому контролю и магнитной дефектоскопии.

**7.4.9.** Поверхности шеек оси колесной пары, предподступичных, подступичных и средних частей, а также галтели перехода от одних частей оси к другим должны быть подвергнуты упрочнению.

**7.4.10.** Колесные пары должны соответствовать техническим требованиям НБ ЖТ ЦТ 063.

**7.4.11.** Расчетный ресурс (долговечность) подшипников должен удовлетворять требованиям НБ ЖТ ЦТ 04.

**7.4.12.** Конструкция тележек может включать в себя системы встроенного контроля и диагностики температуры буксовых подшипников.

**7.4.13.** Температурные режимы диагностируемых узлов должны непрерывно регистрироваться с сохранением информации в блоке памяти. Вывод информации на пульт машиниста производится автоматически при превышении температуры узла допустимых (заданных) значений. Информация о превышениях температуры должна сохраняться в энергонезависимой памяти

качеств и воздействия на путь экипажной части локомотивов железных дорог МПС России колеи 1520 мм".

Таблица 7.2 – Динамические показатели электровоза

Наименование показателя	Нормативные значения
Коэффициенты вертикальной динамики, не более	
▪ для 1-ой ступени подвешивания	0,4
▪ для 2-ой ступени подвешивания	0,25
Отношение рамной силы к вертикальной статической осевой нагрузке при движении экипажа в прямых участках пути, не более	0,4
Коэффициент запаса устойчивости против схода колеса с рельса, не менее	1,4
Коэффициент конструкционного запаса винтовых пружин рессорного подвешивания, не менее:	
▪ для 1-ой ступени подвешивания	1,6
▪ для 2-ой ступени подвешивания	1,4
Запас на относительные перемещения элементов экипажа	отсутствие касания
Частота изгибных колебаний кузова, не менее	8 Гц
Показатель плавности хода, не более	
▪ в вертикальной плоскости	3,5
▪ в горизонтальной поперечной плоскости	3,5

Таблица 7.3 – Показатели прочности

Наименование показателя	Нормативные значения
Коэффициенты запаса сопротивления усталости, не менее:	
▪ для шейки оси колесной пары	1,9
▪ для подступичной и заредукторной части оси колесной пары	1,3
▪ для валов тягового привода, не связанных с зубчатыми парами:	
▪ - расчетное значение	1,5
▪ - по результатам испытаний	1,4
▪ для вала шестерни тягового привода	
▪ - расчетное значение	1,7
▪ - по результатам испытаний	1,6
▪ для остальных несущих элементов экипажной части, изготовленных из конструкционной стали	2,0
Допускаемые значения напряжений в конструкции экипажа при действии нормативной продольной силы	напряжения в конструкции не должны превышать предел текучести материала
Базовое число циклов нагружения при проведении стендовых вибрационных испытаний рам тележек и их элементов	$10^7$

## **8. ТРЕБОВАНИЯ К ТОРМОЗНОМУ ОБОРУДОВАНИЮ**

### **8.1. Общие требования**

**8.1.1.** Электровоз должен быть оборудован следующими видами тормозов

По способу реализации тормозной силы:

- фрикционным колодочным тормозом;
- электродинамическим тормозом.

По типу управления:

- автоматическим пневматическим тормозом;
- вспомогательным прямодействующим локомотивным тормозом;
- стояночным тормозом.

**8.1.2.** Тормозной путь одиночно следующего электровоза на горизонтальном прямолинейном участке пути со скорости 100 км/ч не должен превышать 800 м при экстренном торможении пневматическим тормозом.

**8.1.3.** Ручной или автоматический стояночный тормоз электровоза должен удерживать его на спуске с уклоном не менее 30 о/оо при усилии на рукоятке 343 Н и коэффициенте трения между колесом и рельсом не менее 0,25.

**8.1.4.** Тормозная система тележки должна быть выполнена с двухсторонним нажатием тормозных колодок.

**8.1.5.** Конструкция тормозного блока должна обеспечивать фиксацию тормозного башмака и равномерный износ тормозных колодок, а также исключать возможность их сползания с поверхности бандажа на наружную грань, исключать возможность соприкосновения тормозных колодок с бандажами колесных пар при отпущенном тормозе, допускать регулировку тормозной рычажной передачи и смену тормозных колодок на путях при отсутствии смотровой канавы.

**8.1.6.** При торможении не должно быть ненормального износа и повреждений бандажей колесных пар от тормозных колодок.

**8.1.7.** Пневматическое тормозное оборудование должно применяться по техническим условиям.

**8.1.8.** Электровоз должен быть оборудован:

- воздухораспределителем грузового типа;
- системой аварийно-экстренного торможения, выполненной в

соответствии с ГОСТ 12.2.056;

- краном машиниста с дистанционным управлением;
- краном вспомогательного прямодействующего тормоза;
- устройством блокировки тормозов, обеспечивающим правильное включение и отключение тормозной системы и принудительное затормаживание электровоза при смене кабин управления, а также исключающее возможность воздействия на тормозную систему из нерабочей кабины;
- системой отключения тягового режима при пневматическом торможении;
- устройством отпуска тормозов электровоза при приведенных в действие автотормозах состава поезда;
- системой сигнализации отпуска тормозов для каждой тележки;
- двумя компрессорами суммарной производительностью не менее  $5,0 \text{ м}^3/\text{мин}$  с максимальным рабочим давлением  $0,92 \text{ МПа}$  ( $9 \text{ кгс}/\text{см}^2$ );
- вспомогательным компрессором для подъема токоприемника;
- главными воздушными резервуарами в количестве не менее 3-х на каждую секцию, соединенными последовательно, и имеющими общий объем не менее 1000 л на каждую секцию;
- запасным резервуаром емкостью не менее 150 л для подъема токоприемника;
- системой автоматического торможения электровозов, работающих по системе многих единиц, при их саморасцепе или секций или разрыве и саморазъединении межэлектровозных и межсекционных воздушных рукавов.

**8.1.9.** Утечка сжатого воздуха через неплотности пневматической системы не должна превышать норм, установленных инструкцией ЦТ-533.

**8.1.10.** На электровозе должен быть применен блочный (агрегатный) монтаж пневматического оборудования.

**8.1.11.** Класс точности манометров должен быть не ниже 1,5 с делением шкалы не более  $0,02 \text{ МПа}$  ( $0,2 \text{ кгс}/\text{см}^2$ ), кроме манометров резервуара токоприемника и резервуара воздушного выключателя, где допускается класс точности 2,5.

## **8.2. Система обеспечения сжатым воздухом**

**8.2.1.** Электровоз должен быть оборудован двумя компрессорными установками.

**8.2.2.** Каждая компрессорная установка включает в себя блок очистки и

осушки сжатого воздуха.

**8.2.3.** Каждая компрессорная установка должна включать в себя систему управления и диагностики, совместимые с системой управления электровоза.

**8.2.4.** Должна быть предусмотрена возможность кратковременного отключения блоков осушки воздуха при проверке плотности тормозной сети поезда и для постоянного отключения в случае неисправности.

**8.2.5.** Сжатый воздух, поступающий в тормозную систему после блока очистки и осушки сжатого воздуха должен соответствовать 4 классу загрязненности сжатого воздуха по ГОСТ 17433.

**8.2.6.** Пределы давлений в главных резервуарах при автоматическом возобновлении работы компрессоров и их отключении регулятором должны составлять  $0,75 - 0,9 (\pm 0,02)$  МПа ( $7,5 - 9,0 (\pm 0,2)$  кгс/см<sup>2</sup>).

**8.2.7.** Расход воздуха на собственные нужды блока осушки воздуха должен составлять 15% от количества осущененного и очищенного воздуха.

**8.2.8.** Должна быть предусмотрена возможность отключения компрессора в случае выхода его из строя, а также возможность ручного включения в работу компрессорной установки с пульта машиниста.

**8.2.9.** Компрессоры должны иметь возможность запуска в зимнее время при температуре «-40°C» наружного воздуха.

**8.2.10.** Электровоз должен быть оборудован устройствами дистанционной продувки главных резервуаров с электрообогревом и влагосборниками на напорной магистрали перед концевыми кранами с обоих концов электровоза.

**8.2.11.** Должна обеспечиваться звуковая и вибрационная изоляция кабин при работе компрессоров и другого пневматического оборудования.

### **8.3. Механическая тормозная система**

**8.3.1.** На электровозе должно применяться поколёсное торможение с использованием одного тормозного цилиндра на одно колесо.

**8.3.2.** Тормозные цилиндры должны иметь автоматический регулятор выхода штока, обеспечивающий автоматическое регулирование зазоров между колесами и колодками по мере их износа.

**8.3.3.** Конструкция тормозной системы должна обеспечивать фиксацию тормозного башмака и равномерный износ тормозных колодок, а также исключать возможность их сползания с поверхности бандажа на наружную грань, исключать повреждение бандажей колёсных пар от тормозных колодок при торможении, исключать возможность соприкосновения тормозных колодок с бандажами колесных пар при отпущенном тормозе, допускать регулировку тормозной системы и смену тормозных колодок на путях при

отсутствии смотровой канавы.

**8.3.4.** В шарнирные соединения тормозной рычажной передачи должны устанавливаться износостойкие втулки.

## 9. ТРЕБОВАНИЯ К ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЮ

### 9.1. Общие требования

**9.1.1.** Электрическое оборудование электровоза должно обеспечивать надёжную работу в условиях совместного воздействия климатических факторов и механических воздействий.

**9.1.2.** Электрическое оборудование, обеспечивающее безопасность движения и запуск электровоза, должно нормально функционировать при минимальной температуре минус 40°C. При температурах ниже минус 25 °C допускается запуск электровоза с предварительным подогревом элементов.

**9.1.3.** Все компоненты электрооборудования должны сохранять свои характеристики после длительного хранения при минимальной температуре минус 50 °C. Отдельные узлы, оборудования, компоненты допускаются демонтировать с последующим хранением в помещениях с температурой не ниже минус 25 °C.

**9.1.4.** Электрооборудование исполнения У1, У2 должно допускать приложение номинального напряжения без пробоя или поверхностного перекрытия при выпадении инея с последующим его оттаиванием.

**9.1.5.** Ящики (шкафы) с электрической аппаратурой, расположенные снаружи электровоза, должны быть защищены от попадания внутрь посторонних предметов, пыли, дождя, снега и влаги и иметь степень защиты оболочки не ниже IP65 по ГОСТ 14254 (EN 60529).

**9.1.6.** Ящики (шкафы) с электрической аппаратурой, устанавливаемые в кузовах должны иметь степень защиты оболочек не ниже IP21 по ГОСТ 14254 (EN 60529).

**9.1.7.** Электрооборудование должно иметь необходимый тепловой запас. При реализации расчетных и длительных режимов работы электровоза не должны превышаться допустимые для компонентов температуры нагрева.

**9.1.8.** Механическая прочность оболочек подкузовного электрооборудования должна быть рассчитана на удары посторонних предметов при движении с конструкционной скоростью. Электрическое оборудование, установленное в подкузовном пространстве вне ящиков, должно выдерживать попадание в них элементов балластного слоя пути при движении поезда с конструкционной скоростью, или иметь защитные элементы.

**9.1.9.** Электрооборудование должно нормально функционировать при

воздействии на него внешних электромагнитных полей.

**9.1.10.** Электровоз должен быть оборудован устройствами подавления радиопомех. Напряженность поля радиопомех, создаваемых электровозом, не должна превышать уровней, оговоренных ГОСТ Р 55176.3.1, ГОСТ 16842.

**9.1.11.** Для обеспечения защиты силового электрооборудования в режиме электрического торможения должен быть предусмотрен быстродействующий коммутационный аппарат в цепи тяговых двигателей или силовой преобразовательной установки и электронная система, воздействующая на силовой преобразователь.

**9.1.12.** Спектральные составляющие тягового тока в полосах работы локомотивной сигнализации и устройств рельсовых цепей СЦБ на линиях постоянного тока не должны превышать величин, указанных в таблице 9.1

**9.1.13.** В части электромагнитной совместимости электровозы должны соответствовать требованиям ГОСТ Р 55176.3.1.

Таблица 9.1 - Нормативные значения параметров тягового тока, обеспечивающие электромагнитную совместимость электроподвижного состава с рельсовыми цепями и устройствами АЛС

Вид тяги	Частота сигнального тока или гармоники, Гц	Допустимые параметры тягового тока электровоза	
		Полоса, Гц	При непрерывном воздействии (более 0,3 с) $I_{\text{эфф}}, \text{А}$
Постоянный ток напряжение м 3кВ	25	19-21	11,6
		21-29	1,0
		29-31	11,6
	50	40-46	5,0
		46-54	1,3
		54-60	5,0
	175	167-184	0,4
	420	408-432	0,35
	480	468-492	0,35
	580	568-592	0,35
	720	708-732	0,35

Продолжение таблицы 9.1

	780	768-792	0,35
	4545	4507-4583	0,2
	5000	4962-5038	0,2
	5555	5517-5593	0,2

**9.1.14.** Должна быть предусмотрена возможность ввода электровоза в депо с использованием тяговых электродвигателей и преобразователей при питании последних переменным током пониженного напряжения через специальные подкузовные розетки.

**9.1.15.** Должна быть предусмотрена возможность выполнения диагностики, при питании любого тягового электродвигателя от сети депо.

**9.1.16.** Должны быть предусмотрены устройства, обеспечивающие разряд конденсаторов за время не более 30 с после снятия напряжения.

**9.1.17.** Электрооборудование электровоза должно обеспечивать следующие режимы работы:

- разгон и движение с заданной скоростью;
- изменение направления движения;
- электродинамическое торможение при помощи рекуперативного или реостатного тормоза;
- регулирование тягового и тормозного усилия

**9.1.18.** Электрическое оборудование должно состоять из следующих основных функциональных систем:

- тягового электрооборудования;
- вспомогательного электрооборудования;
- системы регулирования и защиты тяговым и вспомогательным оборудованием.

**9.1.19.** Требования к электрическому монтажу

**9.1.19.1.** Электрический монтаж должен производиться в соответствии с ОСТ 16.0.801.066, ГОСТ 12.2.056.

**9.1.19.2.** По условиям пожарной безопасности монтаж и применяемые при этом негорючие и трудногорючие материалы должны соответствовать ГОСТ 12.1.004, ГОСТ 12.1.044, ЦТ-6.

**9.1.19.3.** Выбор изоляционных расстояний по воздуху, по поверхности

изоляции, по поверхности проводов, кабелей и шин должен производиться на максимальное рабочее напряжение в данной цепи в соответствии с «Правилами устройства электроустановок».

**9.1.19.4.** Сечение проводов и шин должно быть выбрано по токовым нагрузкам с учетом режимов (в том числе аварийных) работы электрического оборудования, допустимого падения напряжения, способа прокладки.

**9.1.19.5.** Расстояние от токоведущих частей до сетчатых защитных ограждений внутри кузова должно быть не менее расстояний, оговоренных ГОСТ 12.2.056.

**9.1.19.6.** Незакрепленный участок провода должен воспринимать вибрации электрооборудования, в том числе и установленного на амортизаторах.

**9.1.19.7.** Наращивание проводов и кабелей не допускается.

**9.1.19.8.** Соединения проводов должны производиться с помощью клемм, контактных зажимов и соединителей.

**9.1.19.9.** Шины, провода и их крепления должны быть рассчитаны на динамические усилия, возникающие при коротких замыканиях в электрических цепях.

**9.1.19.10.** Провода и кабели должны иметь не ниже 5-го класса гибкости токопроводящей жилы по ГОСТ 22483. Допускается применение монтажных проводов сечением до  $2,5 \text{ mm}^2$  с классом гибкости токопроводящей жилы не ниже 3-го.

**9.1.19.11.** В гибких электрических соединениях перемещающиеся во время эксплуатации участки жгутов, проводов и кабелей, если это может привести к механическим повреждениям, должны иметь дополнительную механическую защиту гофрошлангами, термоусаживаемыми или неусаживаемыми изоляционными трубками, защитными спиральюми или другими способами. В отдельных случаях допускается использовать в качестве защиты тканевые рукава. Клицы и скобы, установленные на подвижных петлях проводов, должны иметь отверстия, каждое из которых должно быть рассчитано на крепление не более 2-х проводов.

**9.1.19.12.** Провода, жгуты, кабели при выходе наружу через пол и стенки электровоза должны быть уплотнены от проникновения во внутрь кузова пыли, снега и воды.

**9.1.19.13.** В цепях управления между клеммными рейками, блоками, панелями, штепсельными разъемами и т.п. должны быть предусмотрены резервные провода, составляющие не менее 3 % от общего числа соединительных проводов.

**9.1.20.** Защита электрических цепей электровоза должна предотвращать

повреждения оборудования при возникновении аварийных режимов: коротких замыканий, перенапряжений, пробоев изоляции.

**9.1.21.** Электрооборудование электровоза, электрически соединенное с токоприемником и не защищаемое быстродействующим выключателем, должно выдерживать электродинамическое и термическое воздействие сквозного тока короткого замыкания величиной 30 кА в течение 0,1 с.

## **9.2. Тяговое электрооборудование**

**9.2.1.** Тяговое электрооборудование включает в себя высоковольтные аппараты, предназначенные для регулирования тяги и торможения поезда.

**9.2.2.** Функциональные показатели тягового электрооборудования.

**9.2.2.1.** На электровозах должны быть предусмотрены следующие тяговые режимы работы электрооборудования:

- маневровый режим с ограничением скорости движения 3 км/ч;
  - режим автоматического пуска со скоростями движения от 0 до 120 км/ч;
  - режим пуска до установленной скорости движения с заданным значением силы тяги с интенсивностью, ограниченной по тепловой мощности тяговых двигателей и условиям сцепления, и движение с постоянной скоростью. Конкретные значения скоростей устанавливаются машинистом;
  - режим снижения скорости движения с заданной интенсивностью (выбег или электрическое торможение);
- 9.2.2.2.** На электровозах должны быть предусмотрены следующие тормозные режимы работы электрооборудования:
- режим электрического торможения с интенсивностью, ограниченной по тепловой мощности тяговых двигателей и условиям сцепления, с максимальной скорости до критического ее значения, определяемого тормозными расчетами и результатами испытаний;
  - автоматический ввод тягового электропривода в режим электродинамического (рекуперативно-реостатного) торможения;
  - поддержание заданной тормозной силы до заданной скорости с последующим автоматическим поддержанием скорости;
  - регулирование задаваемой силы торможения и скорости;
  - смешанное торможение электродинамическим тормозом на электровозе и пневматическим – на вагонах;
  - автоматическое замещение электродинамического тормоза фрикционным при отказе или низкой эффективности электродинамического тормоза;

■ должно быть предусмотрено автоматическое замещение электродинамического рекуперативного торможения на реостатное в случае превышения напряжения в контактной сети постоянного тока выше 3.85-4.0 кВ из-за отсутствия потребителей энергии на данном участке и автоматического повторного включения режима рекуперации при снижении напряжения в контактной сети ниже 3.85-4.0 кВ.

**9.2.3.** В случае отказа части электрооборудования должна быть обеспечена работа электровоза в аварийном режиме с возможностью включения схемы резервирования из кабины машиниста. Должна обеспечиваться минимальная потеря мощности в тяговом и тормозном режимах.

**9.2.4.** Должны быть предусмотрены специальные устройства защиты от:

■ коротких замыканий на любом участке электрической схемы (в том числе междуфазных и на корпус);

■ внешних коротких замыканий в режиме рекуперативного торможения;

■ токов перегрузок в цепях тягового привода;

■ воздействия внешних перенапряжений;

■ недопустимо высокого нагрева элементов электрооборудования;

■ кратковременного повышения напряжения в контактной сети выше установленного уровня;

■ боксования (при избыточном проскальзывании колес более 4%) и юза колесных пар.

**9.2.5.** Тяговое электрическое оборудование должно состоять из следующих функциональных блоков:

■ электрического оборудования, подключенного к контактной сети и обратной рельсовой цепи (токоприемники, коммутационная и защитная аппаратура, фильтры радиопомех, кабельные и шинные токопроводы и т.д.);

■ преобразователя для питания тяговых двигателей;

■ тяговых двигателей;

■ защитной высоковольтной аппаратуры.

Параметры шкафа тягового преобразователя приведены в таблице 9.2

Таблица 9.2. Электрические параметры шкафа тяговых преобразователей

№	Наименование параметра	Значение
Входные параметры		
1	Номинальное входное напряжение (постоянный ток), В	3000
2	Максимальное входное напряжение, В	4000
3	Минимальное входное напряжение, В	2200
Выходные параметры		
4	Максимальное выходное напряжение при номинальном входном напряжении (переменный трёхфазный), В	3x2200
5	Номинальный выходной фазный ток (коэффиц. Нагрузки S1), А	2x375
6	Номинальный выходной фазный ток (коэффиц. Нагрузки S2-60), А	2x391
7	Номинальный выходной фазный ток (коэффиц. Нагрузки S2-30), А	2x410
8	Максимальный выходной фазный ток, А	2x580
9	Максимальная частота выходного напряжения, Гц	200
Выходные параметры тормозного преобразователя		
10	Максимальный выходной ток, А	2x500
11	Максимальное открытие преобразователя	0,85
Выходные параметры инвентора собственных нужд		
12	Номинальное выходное напряжение (переменное трёхфаз.), В	3x1400
13	Номинальный выходной ток, А	80
14	Частота выходного напряжения, Гц	25 - 50

### 9.2.6. Энергетические показатели

**9.2.6.1.** КПД электровоза в продолжительном режиме должен составлять не менее 86% с учетом нагрузки собственных нужд при номинальном напряжении на токоприемнике, отключенных компрессорах, кондиционерах, других приборах, обеспечивающих комфортные условия труда локомотивной бригаде.

**9.2.7.** Цепь обратного тока в рельсы должна осуществляться через специальные заземляющие устройства на оси колесной пары для исключения повреждения буксовых подшипников.

### 9.2.8. Токоприёмники

**9.2.8.1.** На электровозе должно быть предусмотрено 4 токоприемников. Конструкция их должна соответствовать требованиям инструкции ЦТ-ЦЭ-844, а также требованиям по токовой нагрузке.

Токоприемники должны быть рассчитаны:

- на скорость движения 120 км/ч;
- величину максимального тока 3200 А;

**9.2.8.2.** Токосъемные элементы должны быть выполнены из металлокерамики, графита или медно-графитной композиции.

**9.2.8.3.** Ресурс токосъемных материалов должен составлять не менее 40 тыс. км пробега.

**9.2.8.4.** Токоприемники должны сохранять функциональную работоспособность в условиях гололёдообразования.

**9.2.8.5.** Токоприемник должен сохранять работоспособность при воздействии на него тока короткого замыкания в 30 кА в течении 0,1 с.

**9.2.8.6.** Токоприемники должны быть изготовлены из коррозионностойкого материала и сохранять коррозионную стойкость в условиях воздействия моющих средств (пресной воды до 60 °С, каустической соды, синтетических и др. моющих средств).

**9.2.8.7.** Не допускается отрыв токоприемника от контактного провода после первого касания при его подъеме и удар подвижных частей токоприемника о неподвижные при его опускании при движении с конструкционной скоростью.

**9.2.8.8.** Токоприемник должен выдерживать ускорение  $50 \text{ м/с}^2$  с сохранением работоспособности всех частей токоприемника.

**9.2.8.9.** Токоприемник должен обладать поперечной жесткостью не менее 17 Н/мм.

**9.2.8.10.** Опорные изоляторы токоприемника должны быть полимерными или фарфоровыми.

**9.2.8.11.** При движении со скоростью, превышающей конструкционную на 10 %, опущенный токоприемник не должен подниматься встречным потоком воздуха.

**9.2.8.12.** Параметры статической характеристики токоприемника должны соответствовать данным в таблице 9.3

Таблица 9.3 - Статическая характеристика токоприемника

Показатели	Значение
Диапазон регулировки активного нажатия токоприемника, Н	60...120

Продолжение таблицы 9.3.

Диапазон регулировки пассивного нажатия токоприемника, Н	80...140
Неравномерность активного (пассивного) нажатия токоприемника, не более, Н	15
Двойное сухое трение токоприемника, не более, Н	20

**9.2.9.** Защитная и коммутационная аппаратура

**9.2.9.1.** Коммутационная высоковольтная аппаратура, гальванически связанная с контактным проводом или тяговым преобразователем, должна удовлетворять требованиям ГОСТ 9219.

**9.2.9.2.** Для защиты от токов короткого замыкания и перегрузок электровоз должен быть оборудован быстродействующими выключателями.

**9.2.9.3.** Коммутационная способность выключателей должна составлять не менее 30 кА при индуктивности цепи короткого замыкания 5..15 мГн.

**9.2.9.4.** Быстродействующий выключатель должен быть неполяризованным и обладать достаточным быстродействием, чтобы селективно (без срабатывания защитных выключателей тяговой подстанции) отключать ток короткого замыкания при нахождении электровоза в конце межподстанционной зоны питания контактной сети.

**9.2.9.5.** При включении выключателя электровоза в нормальном эксплуатационном режиме не должно происходить срабатывания выключателей устройств электроснабжения.

**9.2.9.6.** Для защиты электрооборудования электровоза от грозовых и внешних коммутационных перенапряжений должны быть предусмотрены ограничители перенапряжений.

**9.2.9.7.** Уровень остающегося напряжения на устройствах ограничителях перенапряжений должен составлять 8,0..9,0 кВ.

**9.2.9.8.** Ограничители перенапряжений для системы постоянного тока 3 кВ должны многократно выдерживать импульсы тока амплитудой до 2500 А и энергией до 150 кДж.

**9.2.9.9.** Ограничители перенапряжений должны ограничивать уровень коммутационных перенапряжений, генерируемых самим электровозом в контактную сеть на уровне, указанном в п. 6.5.7.

**9.2.10.** Тяговый преобразователь

**9.2.10.1.** Тяговые преобразователи должны удовлетворять требованиям ГОСТ 9219, ГОСТ 24607. Допускается применение тяговых преобразователей, удовлетворяющих EN 61287.

**9.2.10.2.** Для охлаждения силовых элементов тягового преобразователя допускается применение жидкостной системы охлаждения. Элементы системы охлаждения, охлаждающая жидкость и фильтры должны быть химически неагрессивными и экологически чистыми. Применяемые жидкости и материалы должны быть согласованы с Заказчиком. Замена полупроводниковых приборов не должна требовать слива охлаждающей жидкости и разборки системы охлаждения. Охлаждающая жидкость не должна замерзать при температуре минус 40°C.

**9.2.10.3.** Замена полупроводниковых приборов не должна требовать слива охлаждения жидкости и разборки системы охлаждения.

**9.2.10.4.** Все компоненты преобразователей должны обеспечивать работоспособность систем электровоза при оговоренных в разделе 3 температурах окружающего воздуха.

**9.2.10.5.** Продолжительность процесса предварительного обогрева элементов тягового преобразователя при начальной температуре минус 40°C до возможности запуска не должна превышать 40 минут.

#### 9.2.11. Тормозные резисторы

В качестве тормозного резистора использовать резистор, который объединяет в себе резисторные блоки и осевой вентилятор охлаждения.

Таблица 9.4. Технические характеристики

Наименование параметра	Значение
Сопротивление при 20 °C, Ω	
номинальное	2x7,1
минимальное	2x6,5
максимальное	2x12,5
Максимальное напряжение, V	4000
Номинальное напряжение, V	3000
Индуктивность, μH	< 25
Номинальная мощность в непрерывном режиме, kW	2x700
Охлаждение	Принудительная вентиляция осевым вентилятором
Воздушный поток, м <sup>3</sup> /с	5
Напряжение двигателя вентилятора, V	380
Мощность двигателя вентилятора, kW	3-х фазное, 50 Hz 13

Продолжение таблицы 9.4.

Габаритные размеры блока, мм	2019 x 635 x 960
Общий вес блока, kg	580

### 9.3. Система собственных нужд

**9.3.1.** Для привода вспомогательных механизмов (вентиляторов, тормозных компрессоров и системы охлаждения преобразователей) должны использоваться асинхронные трехфазные электродвигатели с короткозамкнутым ротором с номинальным напряжением 380 В частотой 50 Гц.

**9.3.2.** Электродвигатели вспомогательных механизмов и другие потребители собственных нужд должны получать питание от вспомогательных статических преобразователей напряжения, частоты и числа фаз. Действие статических преобразователей собственных нужд в любых режимах работы тягового электропривода не должно нарушать представленные в разделе 8 требования к гармоническому составу (пульсациям) тягового тока электровоза.

**9.3.3.** Статические вспомогательные преобразователи должны обеспечивать следующие величины выходных номинальных напряжений, приведенные в таблице 9.5:

Таблица 9.5		
№	Наименование параметра	Значение
Входные параметры		
1	Номинальное входное напряжение $U_{Bx1}$ (трёхфазное с нейтралью), В	3x380
2	Диапазон изменения входного напряжения $U_{Bx1}$ , В	95 - 380
3	Частота входного напряжения $U_{Bx1}$ , Гц	25 - 50
4	Номинальное входное напряжение $U_{Bx2}$ (трёхфазное с нейтралью), В	3x380
5	Диапазон изменения входного напряжения $U_{Bx2}$ , В	360 - 400
6	Частота входного напряжения $U_{Bx2}$ , Гц	50±1
7	Номинальное входное напряжение «Депо-источник» (трёхфазное с нейтралью), В	3x380

Продолжение таблицы 9.5 на следующем листе

8	Диапазон изменения входного напряжения «Депо-источник», В	360 - 400	
9	Частота входного напряжения «Депо-источник», Гц	50±1	
10	Номинальное фазное напряжение входных напряжений, В	220	
11	Диапазон изменения фазного напряжения $U_{BX2}$ и «Депо-источник», В	210 - 230	
Выходные параметры			
12	Выходы для подключения вентиляторов тяговых двигателей (переменный трёхфазный)	Напряжение, В	95 - 380
		Частота, Гц	25 - 50
		Мощность, кВт	4x5,5
13	Выходы для подключения вентиляторов тормозных резисторов (переменный трёхфазный)	Напряжение, В	360 - 400
		Частота, Гц	50±1
		Мощность, кВт	2x13
14	Выходы для подключения вентиляторов башни охлаждения (переменный трёхфазный)	Напряжение, В	95 - 380
		Частота, Гц	25 - 50
		Мощность, кВт	2x21,5
15	Выходы для подключения насосов башни охлаждения (переменный трёхфазный)	Напряжение, В	360 - 400
		Частота, Гц	50±1
		Мощность, кВт	2x3,2
16	Выходы для подключения насосов трансформаторно-дроссельного блока (переменный трёхфазный)	Напряжение, В	360 - 400
		Частота, Гц	50±1
		Мощность, кВт	2x3,0
17	Выход для подключения компрессора (переменный трёхфазный)	Напряжение, В	360 - 400
		Частота, Гц	50±1
		Мощность, кВт	30

Продолжение таблицы 9.5

18	Выход для подключения кабины машиниста (переменный трёхфазный с нейтралью)	Напряжение линейное, В	360 - 400	
		Напряжение фазное, В	210 - 230	
		Частота, Гц	50±1	
		Мощность, кВт	14,5	
19	Выход источника постоянного стабилизированного напряжения U110* для питания бортовой сети электровоза	Напряжение, В	110±5%	
		Пульсация, не более, %	1	
		Мощность, кВт	2,2+6,2	
20	Выход источника постоянного стабилизи-рованного напряжения U24** для питания потребителей кабины машиниста	Напряжение, В	24±5%	
		Пульсация, не более, %	1	
		Мощность, кВт	0,6	
21	Выход зарядного устройства с постоянным стабилизированным током $U_{БАТ}^*$ для подключения аккумуляторной батареи	Ток зарядки, А	24±5%	
		Напряжение, не более, В	145	
		Номинальное напряжение батареи, В	110	
Примечания : * - при прекращении функционирования источника U110 необходимо автоматическое переключение аккумуляторной батареи от зарядного устройства $U_{БАТ}$ к выходу источника U110 (провалы напряжения бортовой сети не допускаются).				
** - источник U24 должен получать питание от источника U110 (для обеспечения работы источника U24 от аккумуляторной батареи).				

#### 9.3.4. Допуски на изменение выходного напряжения и частоты каждого